

AIDA

Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

XIX Jornadas sobre Producción Animal



(2021)

**ASOCIACIÓN
INTERPROFESIONAL PARA EL
DESARROLLO AGRARIO
(AIDA)**

**XIX JORNADAS
SOBRE PRODUCCIÓN ANIMAL**

1 y 2 de junio de 2021

On-line

COLABORAN:

Gobierno de Aragón

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA)

Universitat de Lleida (UdL)

Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2)

Instituto Universitario de Ciencias Ambientales (IUCA)



Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

Título: XIX Jornadas sobre Producción Animal

Edita: Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

Textos: Autores

Colección: Congresos y Jornadas

Serie: Producción Animal

Editores:

Daniel Villalba Mata
Isabel Blanco Penedo
Paula Gaspar García
M^a Ángeles Latorre Górriz
Sandra Lobón Ascaso
Romi Pena Subirà
Guillermo Ripoll García
Jesús Yániz Pérez de Albéniz

Secretario administrativo: Joaquín Moreno Miguel

Foto portada: Daniel Villalba

XIX Jornadas sobre Producción Animal	DIRECCIÓN Y REDACCIÓN Montañana, 930 - Apartado 727 50080 ZARAGOZA (ESPAÑA)	ISBN: 978-84-09-30674-9
-----------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------

**Prohibida toda reproducción total o parcial sin autorización expresada la
Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario**

**AIDA no se solidariza necesariamente con las opiniones en los artículos firmados
que publica, cuya responsabilidad corresponde a los autores**

COLABORADORES



**Universitat
de Lleida**



Instituto Universitario de Investigación
en Ciencias Ambientales
de Aragón
Universidad Zaragoza



PATROCINADORES



**Colegio Oficial de
Veterinarios de Huesca**



PRÓLOGO

Este libro de actas recoge las comunicaciones presentadas a las XIX Jornadas sobre Producción Animal que se presentan en formato on-line el 1 y 2 de junio de 2021.

La aparición en diciembre de 2019 de la pandemia de COVID-19 ha afectado gravemente la vida de todos, y una de sus consecuencias fue, en el momento en que se tenía que iniciar la planificación de estas Jornadas, la decisión de descartar la realización de unas Jornadas presenciales. En cambio, la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA) ha querido mantener el espíritu de esta reunión bianual, iniciada hace 36 años, de los profesionales ligados a la Producción Animal. La única forma de hacerlo ha sido la organización de unas Jornadas on-line, con todas las incertidumbres y novedades que ello conlleva.

Las Jornadas sobre Producción Animal han sido, desde 1985, un foro donde podíamos compartir los resultados de nuestra investigación y conocer la que habían realizado nuestros colegas, así como un lugar para las relaciones personales. En las Jornadas nos reencontrábamos con colegas y amigos, pero también servían para crear y fortalecer las relaciones entre los grupos de investigación y dar a conocer a los nuevos investigadores. Esta componente social de las Jornadas no se puede trasladar al formato on-line, pero hemos intentado mantener el espíritu de la parte científica, para continuar contribuyendo a la mejora del sector de la Producción Animal, avanzando hacia modelos más sostenibles, desde una perspectiva medioambiental, económica y social.

La Pandemia que hemos pasado nos ha demostrado la importancia del sector primario como pilar básico de una sociedad. Cuando casi todo se para, la producción agrícola y ganadera continúa. Pero también tenemos que extraer lecciones sobre la fragilidad de algunos de nuestros sistemas y ayudar al sector agroganadero a desarrollar las herramientas que lo capaciten para afrontar nuevos retos, algunos de ellos previsibles (como el cambio climático o demandas sociales sobre procesos, productos e impactos) y otros, como hemos visto, no tanto.

En este libro de actas se presentan 261 comunicaciones, un número parecido e incluso superior al de otros años. Gracias a los más de 800 autores por su colaboración y por ayudarnos a mantener el nivel científico de estas Jornadas. Las Jornadas, y este documento, mantienen una estructura basada en las secciones sobre Sistemas Ganaderos-Economía y Gestión, Nutrición-Alimentación, Reproducción, Genética, Calidad de los Productos y Sanidad y Bienestar Animal. Les invito a explorar las secciones fuera de su ámbito de trabajo, las fronteras entre ellas están cada vez menos definidas, y estoy seguro de que encontrarán ideas, inspiración para su trabajo y, como no, posibles vías de colaboración.

Por último, es imprescindible agradecer la colaboración de todas las personas que aseguran la celebración de estas Jornadas, en particular al comité de organización formado por Albi, Isabel, Mireia y Marga, a los coordinadores de las secciones, Paula, Jesús, Guillermo, Isabel, Romi, M^a Ángeles y Sandra, a la Junta de AIDA, a Joaquín y María, a los moderadores y demás compañeros y compañeras que con su esfuerzo y desinteresada colaboración hacen posible que continúen celebrándose estas Jornadas. Y, por último, a todas las instituciones, organismos y empresas que han colaborado en la organización y financiación de estas Jornadas, en especial, al CITA y a la Universidad de Lleida.

DANIEL VILLALBA MATA

Secretario de las XIX Jornadas sobre Producción Animal

ÍNDICE

SISTEMAS GANADEROS – ECONOMÍA Y GESTIÓN

Sistemas Ganaderos – Economía y Gestión I

- PAPEL DE LAS EMISIONES DIRECTAS DE LA GANADERÍA EN ESPAÑA EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS TEMPERATURAS GLOBALES. del Prado, A., Pardo, G. y Manzano, P.	2
- CONTRIBUCIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI DIRECTAS DE LA GANADERÍA EN ESPAÑA AL CALENTAMIENTO DE LA ATMÓSFERA EN EL PERÍODO 1990-2018. del Prado, A., Pardo, G. y Manzano, P.	3
- MANEJO DEL PASTOREO EN SISTEMAS AGROFORESTALES Y EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO. Romero-Fernández, M.P., Escribano, M., Horrillo, A., Gaspar, P. y Mesías, F.J.	4
- EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES EN EXPLOTACIONES DE VACUNO LECHERO: SISTEMA ISRAELITA O DE CAMA COMPOSTANTE. Fuertes, E., Melo, J.C., Maynegre, J., Seradj, A.R., de la Fuente, G. y Balcells, J.	5
- EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA EMISIÓN DE GASES CONTAMINANTES EN EL SISTEMA ISRAELITA O DE CAMA COMPOSTANTE. Fuertes, E., Melo, J.C., Maynegre, J., Seradj, A.R., de la Fuente, G. y Balcells, J.	6
- ANÁLISIS DE EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EXPLOTACIONES DE VACUNO DE CARNE DENTRO DEL PROYECTO LIFE REGENERATE. Romero-Fernández, M.P., Escribano, M., Horrillo, A., Gaspar, P. y Mesías, F.J.	7
- LA IMPORTANCIA DEL SECUESTRO DE CARBONO EN EXPLOTACIONES OVINAS EN DEHESAS. Horrillo, A., Escribano, M., Gaspar, P., Mesías, F.J., Romero-Fernandez, M.P. y Alcalá, M.	8
- HUELLA DE CARBONO DEL OVINO AUTÓCTONO Y FORÁNEO EN CASTILLA LA MANCHA. Salcedo, G., García, O., Gallego, R., Arias, R. y González, R.	9

Sistemas Ganaderos – Economía y Gestión II

- PERCEPCIONES Y EXPECTATIVAS DE LAS MUJERES GANADERAS DEL PIRINEO ESPAÑOL: UN ESTUDIO EXPLORATORIO. Estévez-Moreno, L.X., Miranda-de la Lama, G.C., Santolaria, P. y María, G.A.	10
- EXPLORACIÓN PRELIMINAR DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LOS SISTEMAS GANADEROS DE MONTAÑA EN EL PIRINEO ARAGONÉS. Muñoz-Ulecia, E., Martín-Collado, D., Tenza, A., Casasús, I., Bernués, A. y Villalba, D.	11
- IMPACTO Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DEL SECTOR GANADERO ESPAÑOL DURANTE EL CONFINAMIENTO EN LA PRIMERA OLA DEL COVID-19. Lecegui, A., Capdevila, C., Díaz, R., Escobar, C., Reig, L., Kallas, Z., Mercadé, L., Teixidó, J., Vidal, B., Chams, N. y Varela, E.	12
- SILVOPASTORALISMO EN LA MEDIA MONTAÑA MEDITERRÁNEA: ACTITUDES DE LOS GANADEROS. Olaizola, A.M., Blasco, I., Capdevila, C., Lecegui, A., Casasús, I., Martín-Collado, D., Bernués, A. y Varela, E.	13
- PERCEPCIÓN DE LOS CONSUMIDORES SOBRE LA SOSTENIBILIDAD: UN ESTUDIO CON TÉCNICAS PROYECTIVAS. Horrillo, A., Escribano, M., Mesías, F.J., Gaspar, P. y Fernandez, J.A.	14

- ESTILOS DE VIDA Y PERCEPCIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD POR LOS CONSUMIDORES ESPAÑOLES. Mesías, F.J., Fernandez, J.A., Escribano, M., Gaspar. P. y Horrillo, A.	15
- MODELIZACIÓN DE LA RENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE REDUCCIÓN DEL ESTRÉS POR CALOR EN VACUNO LECHERO EN DIFERENTES ZONAS DEL MEDITERRÁNEO. Espinoza-Sandoval, O.R. y Calsamiglia, S.	16
- DESARROLLO DE UN MARCO DE EVALUACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MODELIZACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD INTEGRADA A ESCALA DE GRANJA. Díaz de Otálora, X., del Prado, A., Estellés, F. y Amon, B.	17

Sistemas Ganaderos – Economía y Gestión III

- MANEJO DE LA MATERNIDAD SIN REPOSICIÓN PERIÓDICA DE CONEJAS NULÍPARAS. RESULTADOS REPRODUCTIVOS Y DE MORTALIDAD. López, M., Campo, M.M., Olleta, J.L. y Resconi, V.C.	18
- EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD, ALOJAMIENTO Y CRITERIOS DE SELECCIÓN GENÉTICA EN GANADERÍAS HOLSTEIN FRÍSEA DEL NORTE DE PORTUGAL. Cerqueira, J.L., Sousa, J., Cruz, L., Blanco-Penedo, I., Cantalapiedra, J. y Araújo, J.P.	19
- EFECTOS DE LA MELATONINA EN OVEJAS LECHERAS A MITAD DE LACTACIÓN EN CONDICIONES DE FOTOPERIODO CRECIENTE. Elhadi, A., Salama, A.A.K., Such, X. y Caja, G.	20
- EFECTOS A CORTO Y LARGO PLAZO DEL USO DE LA CABERGOLINA EN EL SECADO EN DOS RAZAS DE OVEJAS LECHERAS. Elhadi, A., Salama, A.A.K., Such, X. y Caja, G.	21
- EFECTO DE LA EDAD DE SACRIFICIO EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE POTROS DE PURA RAZA GALEGA. Crecente, S., Purriños, L., Lorenzo, J.M. y Moreno, T.	22
- EFECTO DE LA EDAD DE SACRIFICIO EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE CABRITOS DE RAZA CABRA GALEGA. Crecente, S., Lorenzo, J.M., Purriños, L. y Moreno, T.	23
- IMPLANTAR MELATONINA AL PARTO MEJORA LA CALIDAD DE LA LECHE Y EL CRECIMIENTO DE LOS CORDEROS DE LA OVEJA RASA ARAGONESA. Luis, S., Canto, F. y Abecia, J.A.	24
- EFECTOS DEL PASTOREO DE TRITICALE SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA LECHE EN OVEJAS MANCHEGAS DE ALTO MERITO GENÉTICO. Salcedo, G., García, O. y Gallego, R.	25
- ANÁLISIS COMPARADO DE LAS FUNCIONES DE LOS ANIMALES Y LOS VÍNCULOS HUMANO-ANIMAL, EN DOS ZONAS CAMPESINAS DE ALTA MONTAÑA EN MÉXICO Y ECUADOR. Estévez-Moreno, L.X., González-Colín, X. y Miranda-de la Lama, G.C.	26

Sistemas Ganaderos – Economía y Gestión IV

- LA NORMA DE CALIDAD DEL IBÉRICO: ANÁLISIS DE LA OPINIÓN DE GANADEROS E INDUSTRIALES MEDIANTE TÉCNICAS CUALITATIVAS. Ortiz, A., Carrillo, N., A., Escribano, M. y Gaspar, P.	27
- CRECIMIENTO DE TERNEROS DE RAZA MINHOTA. Araújo, J.P., Tinoco, D., Sobreiro, J., Cantalapiedra, J. y Cerqueira, J.L.	28
- MORFOMETRÍA DE CORDEROS, HERRAMIENTA PARA PREDECIR EL PESO. Carrasco, J., Agudo, B., López, F. y Rodríguez, P.L.	29

Sistemas Ganaderos – Economía y Gestión V

- COMPARACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA DE PRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL CON OTROS ALIMENTOS. Manzano, P. y del Prado, A.	30
- EVALUACIÓN DE LOS COSTES ECONÓMICOS DEL USO DE SEMEN SEXADO COMBINADO CON SEMEN DE CARNE EN UNA GRANJA LECHERA. Marquès, C., Castillejos, L. y Calsamiglia, S.	31
- EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA REDUCCIÓN DE PROTEÍNA BRUTA E INCLUSIÓN DE ALGARROBO EN LOS PIENSOS DE CEBO DEL CORDERO LIGERO. Pelegrin-Valls, J., Serrano-Pérez, B., Villalba, D., Molina, E. y Álvarez-Rodríguez, J.	32
- ESTUDIO DE LAS TRAYECTORIAS DE UNA MUESTRA CONSTANTE DE EXPLOTACIONES OVINAS DE CARNE EN ARAGÓN. Chekmam, L., Maza, M.T. y Pardos, L.	33
- APLICABILIDAD DE UN MÉTODO NO INVASIVO MEDIANTE EL APOYO DE LAS PATAS DELANTERAS PARA PREDECIR EL PESO VIVO EN CERDOS EN CRECIMIENTO Y ENGORDE. López-Vergé, S., Aymerich, P., Soldevila, C., Bonet, J., Gasa, J., Coma, J. y Castillejos, L.	34
- SEGUIMIENTO DE UN COLMENAR PERIURBANO EN EL VALLÉS OCCIDENTAL. Caja, G., Nieto, A., Elhadi, A., Salama, A.A.K., Piedrafita, J., Albanell, E., Riba, C., De Linares, C., Cardellach, P. y Belmonte, J.	35
- IMPLEMENTACIÓN DE INNOVACIONES EN EXPLOTACIONES EXTENSIVAS DE VACAS NODRIZAS. Casasús, I., Lobón, S., Bernués, A., Muñoz-Ulecia E. y Martín-Collado, D.	36
- ESTUDIO DE CASOS: ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DE INFRAESTRUCTURA E INDICADORES TÉCNICOS PRODUCTIVOS EN PEQUEÑOS/AS PRODUCTORES/AS OVINOS DE PAILLACO, CHILE. Canto, F., Negrón, M., De la Barra, R., Arias, M. y Cayul, C. .	37

NUTRICIÓN - ALIMENTACIÓN

Nutrición – Alimentación I

- INCLUSIÓN DE ESPARCETA EN LA DIETA DE OVEJAS EN LACTACIÓN: EFECTOS SOBRE LOS RENDIMIENTOS, LA CANAL Y LA CARNE DEL CORDERO LECHAL. Baila, C., Lobón, S., Blanco, M., Casasús, I., Ripoll, G. y Joy, M.	39
- COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CARACTERÍSTICAS DE LA CARNE DE CORDEROS ALIMENTADOS CON SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES. de Evan, T., de Benito, H.P., Cabezas, A., de la Fuente, J. y Carro, M.D.	40
- EFECTO DEL USO DE BRÓCOLI EN LA ALIMENTACIÓN DE GANADO OVINO LECHERO SOBRE EL PERFIL BIOQUÍMICO SANGUÍNEO. Mateos, I., Saro, C., Giráldez, F.J., López, S. y Ranilla, M.J.,	41
- EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE BRÓCOLI EN LA ALIMENTACIÓN DE GANADO OVINO LECHERO SOBRE LA COMPOSICIÓN Y LA PRODUCCIÓN DE LECHE. Mateos, I., Saro, C., Giráldez, F.J., López, S. y Ranilla, M.J.	42
- EL PASTOREO MODIFICA LA RELACIÓN trans-11/trans-10 18:1 DE LA LECHE. De La Torre-Santos, S., Royo, L.J., Martínez-Fernández, A. y Vicente, F.	43

- EFECTO DEL USO DE QUITOSANO COMO ADITIVO ALIMENTARIO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA LECHE, LA FERMENTACIÓN RUMINAL Y LAS EMISIONES DE METANO ENTERICO EN VACUNO LECHERO. Rey, J., Atxaerandio, R., Ruiz, R., Díaz de Otálora, X, Goiri, I. y García-Rodríguez, A.	44
- EFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN CON DOS FUENTES DE METIONINA PROTEGIDAS DE LA DEGRADACIÓN RUMINAL SOBRE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE EN VACAS HOLSTEIN. Francia, F., Rodríguez-Prado, M., Piera, M. y Calsamiglia, S.	45
- EFECTO DEL NIVEL DE ENERGÍA DEL PROGRAMA DE PIENSO SOBRE LOS RESULTADOS PRODUCTIVOS, DE MATADERO, COMPORTAMIENTO ANIMAL Y SALUD DIGESTIVA EN EL CEBO INTENSIVO DE TERNEROS FRISÓN. Soldevila, X., Cucurull, J., Villalba, D. y Verdú, M.	46
- EFECTO DEL NIVEL ENERGÉTICO DEL PIENSO SOBRE LOS RESULTADOS PRODUCTIVOS, DE MATADERO, COMPORTAMIENTO ANIMAL Y SALUD DIGESTIVA EN LA FASE DE ACABADO DE TERNEROS FRISÓN. Sanmartí, M., Cucurull, J., Villalba, D. y Verdú, M.	47
Nutrición – Alimentación II	
- TOLERANCIA DE LAS VACAS A LA ARCILLA SEPIOLÍTICA E 563. Amanzougarene, Z., Elcoso, G. y Bach, A.	48
- INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3 EN DIETAS PARA CERDAS SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE LOS LECHONES. Llauradó-Calero, E., Lizardo, R., Torrallardona, D., Esteve-García, E. y Tous, N.	49
- ESTUDIO DEL CONSUMO DE AGUA EN CERDAS AL FINAL DE LA GESTACIÓN Y SU RELACIÓN CON EL PARTO. López-Vergé, S., Mainau, E., Verdú, M., Gasa, J., Castells-Rufas, D., Manteca, X. y Castillejos, L.	50
- ESTIMACIÓN DE LAS TASAS DE RENOVACIÓN PROTEICA EN CERDOS EN CRECIMIENTO. Crespo, T.A., Sarri, L., Tor, M., Seradj, A.R., de la Fuente, G. y Balcells, J.	51
- EFECTO DE UN ANTIOXIDANTE RICO EN FLAVONOIDES DE <i>TAGETES ERECTA</i> EN GALLINAS PONEDORAS. Estévez, J., Verdú, M., Farré, G., Sadurní, M., Barroeta, A.C., Castillejos, L. y Carné, S.	52
- EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE LA RACIÓN CON BUTIRATO SÓDICO Y SUSTANCIAS AROMÁTICAS SOBRE LOS RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS DE POLLOS DE ENGORDE. de Cara, A., Saldaña, B., Ferrero, J.I., Oltra, L. y Rey, A.I.	53
- EFECTO DE BUTIRATO SÓDICO PROTEGIDO SOBRE LA SALUD INTESTINAL EN POLLOS DE CARNE DESAFIADOS CON <i>EIMERIA</i> . Sadurní, M., Barroeta, A.C., Sala, R., Sol, C., Puyalto, M. y Castillejos, L.	54
- USO DE HARINA DE <i>TENEbrio MOLITOR</i> EN POLLOS ECOLÓGICOS: ÍNDICES DE CONVERSIÓN Y CONSUMOS DE PIENSO Y AGUA. Nieto, J., Sarmiento-García, A., Plaza, J., Lara, J., Abecia, J.A., Revilla, I. y Palacios, C.	55
Nutrición – Alimentación III	
- EVALUACIÓN DE UN NUEVO TRATAMIENTO DE CEREAL CON UREA COMO ESTRATEGIA PARA OPTIMIZAR LA FUNCIÓN RUMINAL EN OVINO. Belanche, A., Martín-García, A.I., Jiménez, E., Jonsson, N.N. y Yáñez-Ruiz, D.R.	56

- ADMINISTRACIÓN DE L-CARNITINA DURANTE EL PERIODO DE CEBO EN CORDEROS CON RESTRICCIÓN ALIMENTARIA DURANTE LA LACTANCIA. Martín, A., Giráldez, F.J., Cremonesi, P., Castiglioni, B., Biscarini, F., Cecilian, F., Alonso, M. y Andrés, S.	57
- USO DE HARINA DE GRILLO (<i>Acheta domesticus</i>) COMO NUEVA FUENTE DE PROTEÍNA EN LA ALIMENTACIÓN DEL OVINO. Labbouz, Y., Toral, P.G., Della Badia, A., Mendoza, A.G., Frutos, P. y Hervás, G.	58
- DEPRESIÓN DE LA GRASA LÁCTEA EN CABRAS Y OVEJAS. 1) PAPEL DEL RUMEN EN LA RESPUESTA INDIVIDUAL. Della Badia, A., Hervás, G., Mendoza, A.G., Frutos, P. y Toral, P.G.	59
- DEPRESIÓN DE LA GRASA LÁCTEA EN CABRAS Y OVEJAS. 2) PAPEL DE LOS ÁCIDOS GRASOS ANTILIPOGÉNICOS EN LA RESPUESTA INDIVIDUAL. Della Badia, A., Toral, P.G., Hervás, G., Mendoza, A.G., Plante-Dubé, M., Barrio, E. y Frutos, P.	60
- MICROBIOMA DE LAS CÉLULAS MONONUCLEARES DE SANGRE PERIFÉRICA EN CABRAS. Peña-Cearra, A., Belanche, A., Gonzalez-Lopez, M., Lavin, J.L., Pascual-Itoiz, M.A., Jiménez, E., Rodriguez, H., Aransay, A.M., Anguita, J., Yáñez-Ruiz, D.R. y Abecia, L.	61
- EFECTO DE LA PRESENCIA DE CABRAS ADULTAS ACOMPAÑANTES SOBRE LA MICROBIOTA DE CABRITOS EN LACTANCIA ARTIFICIAL. Palma-Hidalgo, J.M., Yáñez-Ruiz, D.R., Jiménez, E., Martín-García, A.I. y Belanche, A.	62
- SEMILLA DE AGUACATE COMO ALTERNATIVA AL EMPLEO DE CEREALES EN LA DIETA DE RUMIANTES. Martín-García, A.I., Belanche, A., Romero, P., Bas-Rivas, A., Jiménez, E., Palma-Hidalgo, J.M. y Yáñez-Ruiz, D.R.	63
- LA INCLUSIÓN DE PULPA DE CÍTRICOS EN SUSTITUCIÓN DE MAÍZ EN LA DIETA DE FERMENTADORES RUSITEC MODIFICÓ LAS COMUNIDADES BACTERIANAS. Saro, C., Mateos, I., Carro, M.D. y Ranilla, M.J.	64
Nutrición – Alimentación IV	
- BIODISPONIBILIDAD DE VITAMINAS HIDROSOLUBLES Y LIPOSOLUBLES DURANTE LA SUPLEMENTACIÓN CON ADSORBENTES DE MICOTOXINAS EN VACAS LECHERAS. Kihal, A., Marquès, C., Rodríguez-Prado, M, Jose-Cunilleras, E. y Calsamiglia, S.	65
- COMPARACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO DE HENOS Y ENSILADOS DE CEBADA CAPUCHONA (CV. MOCHONA) Y TRITICALE (CV. TITANIA) EN GANADO OVINO. Guamán, S.A., Albanell, E., Ajenjo, O., Casals, R., Elhadi, A., Salama, A.A.K. y Caja, G.	66
- ESTUDIO <i>IN VITRO</i> DEL TRATAMIENTO COMBINADO CON ALGA <i>ASPARAGOPSIS TAXIFORMIS</i> Y COMPUESTOS FENÓLICOS PARA MITIGAR LA PRODUCCIÓN DE METANO Y MEJORAR LA EFICIENCIA DE LA FERMENTACIÓN RUMINAL. Romero, P., Belanche, A., Jiménez, E., Palma-Hidalgo, J.M., Martín-García, A.I. y Yáñez-Ruiz D.R.	67
- SUSTITUCIÓN DEL ACEITE DE SOJA POR ACEITES DE INSECTOS EN LA DIETA DE OVEJAS: EFECTO SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL <i>IN VITRO</i> . Boussalía, Y., Toral, P.G., Della Badia, A., Mendoza, A.G., Hervás, G. y Frutos, P.	68
- ANÁLISIS DE DIFERENTES ENSILADOS DEL ALGA <i>SACCHARINA LATISSIMA</i> . Marcos, C.N., Carro, M.D., Fernández-Yepes, J.E., Garcia-Ecija, A., Novoa-Garrido, M. y Molina-Alcaide, E.	69
- SIMULACIÓN <i>IN VITRO</i> Y <i>EX VIVO</i> DE LOS PROCESOS DE DIGESTIÓN PORCINA CON DIETAS INCLUYENDO DISTINTOS ADITIVOS NUTRICIONALES. Amanzougarene, Z., Pérez-Calvo, E. y Fondevila, M.	70

- VARIABILIDAD DEL VALOR NUTRITIVO *IN VITRO* PARA PORCINO DE LOS SUBPRODUCTOS DEL SECADO DEL ALPERUJO. Navarro, S., Caídas, A., Rodríguez, C.A., Cerisuelo, A., Calvet, S., Piquer, O., González, C., Segovia, C. y García-Rebollar, P. 71

- NUEVAS FUENTES DE ORUJO DE ACEITUNA PARA PORCINO: RESULTADOS PRELIMINARES. Piquer, L., García-Rebollar, P., Calvet, S., Piquer, O., Martínez M., Rodríguez, C.A., Cano, C., Belloumi, D. y Cerisuelo, A. 72

Nutrición – Alimentación V

- EFECTO DEL TIPO DE SECADO DEL ALPERUJO SOBRE LA COMPOSICIÓN Y DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DEL ORUJO GRASO PARA PORCINO. Navarro, S., Isabel, B., Cerisuelo, A., Calvet, S., González, C., Segovia, C. y García-Rebollar, P. 73

- EFECTO DE LA ADICIÓN DE ALPERUJO DESECADO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS *IN VITRO* DE LA CEBADA. Barraso, C., Sánchez, A., López-Parra, M.M. y Rodríguez, P. 74

- EL EFECTO DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO PODRÍA REPLICARSE MEZCLANDO LOS COMPUESTOS PUROS QUE FORMAN PARTE DE LA FÓRMULA NATURAL. Martín, A., Abdennebi-Najar, L., Ksouri, R., Mateos, I., Ranilla, M.J., López, S., Giráldez, F.J. y Andrés, S. 75

- EFECTO DE LA ADICIÓN DE GRANILLA DE UVA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS *IN VITRO* DE LA CEBADA. Barraso, C., Espinosa, A., López-Parra, M.M. y Rodríguez, P. 76

- EVALUACIÓN DE LA DEGRADABILIDAD RUMINAL Y DIGESTIBILIDAD INTESTINAL DE LISINA Y COLINA PROTEGIDAS DE LA DEGRADACIÓN RUMINAL. Francia, F., Faturi, C., Rodríguez-Prado, M., Dubey, D., Ranathunga, S. y Calsamiglia, S. 77

- CINÉTICA DE DEGRADACIÓN RUMINAL *IN SITU* DE LA SEMILLA DE AGUACATE. Yáñez-Ruiz, D.R., Matas, A., Belanche, A., Jiménez, E., Romero, P. y Martín-García, A.I. 78

- EFECTO DE LA HIGIENIZACIÓN (ACIDIFICACIÓN Y CLORACIÓN) DEL AGUA DE BEBIDA SOBRE LA CALIDAD Y CONSUMO DEL AGUA, LA DIGESTIBILIDAD RUMINAL Y TOXICIDAD EN EL CEBO INTENSIVO DE TERNEROS FRISÓN. Verdú, M., Cucurull, J., Martí, S. y Devant, M. 79

- DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DEL ALPERUJO DE LA COMUNIDAD VALENCIANA EN GANADO VACUNO: RESULTADOS PRELIMINARES. Piquer, O., Piquer, L., Cano, C., Pascual, J.J., Cambra-López, M., López, M.C. y Cerisuelo, A. 80

- BIODISPONIBILIDAD RELATIVA DE TRES FUENTES DIFERENTES DE METIONINA NO DEGRADABLE EN EL RUMEN EN VACAS LECHERAS UTILIZANDO LA TÉCNICA DEL ÁREA BAJO LA CURVA. Kihal, A., Rodríguez-Prado, M. y Calsamiglia, S. 81

Nutrición – Alimentación VI

- RESTRICCIONES MODERADAS DEL APORTE PROTEICO PRODUCEN CAMBIOS EN EL PERFIL METABOLÓMICO EN TERNEROS DE ENGORDE. Costa-Roura, S., Balcells, J. y Villalba, D. 82

- CRECIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS METABÓLICAS DIFERENCIADAS DE BOVINOS DE RAZAS CON ALTO ENGRASAMIENTO EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN ESPAÑOL. de Mercado, E., Vázquez-Mosquera, J.M., Fernandez-Novo, A., Pesantez-Pacheco, J.L., Martínez, D., Pérez-Garnelo, S.S., Villagrà, J.C., Gardón, J.C., Sebastian, F. y Astiz, S. 83

- FASES FINALES DEL CRECIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS METABÓLICAS EN BOVINOS DE RAZA WAGYU Y CRUZADOS CON ANGUS (WANGUS) EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN ESPAÑOL. de Mercado, E., Vázquez-Mosquera J.M., Fernandez-Novo, A., Pesantez-Pacheco, J.L., Martínez, D., Pérez-Garnelo, S.S., Villagrà, J.C., Gardón, J.C., Sebastian, F. y Astiz, S.	84
- TOCOFEROLES EN PLASMA Y CARNE DE TERNEROS SEGÚN LA TASA DE GUISANTE EN EL PIENSO. Blanco, M., Bertolín, J.R., Joy, M., Ferrer, J. y Casasús, I.	85
- SIMULACIÓN DE LA RESTRICCIÓN ALIMENTARIA Y ANOREXIA QUE SUFREN LOS TERNEROS MAMONES DURANTE EL TRANSPORTE Y SU COMERCIALIZACIÓN: EFECTOS SOBRE SUS PARÁMETROS PRODUCTIVOS, FISIOLÓGICOS Y PERMEABILIDAD INTESTINAL. Pisoni, L., Devant, M. y Martí, S.	86
- DETERMINACIÓN DEL ORIGEN DE LA LECHE CRUDA DE VACA MEDIANTE LA EXPRESIÓN DE MICROARN Y ALGORITMOS DE IA. Abou el qassim, L., Alonso, J., Royo, L.J. y Díez, J.	87
- BÚSQUEDA DE BIOMARCADORES PARA DISCRIMINAR OVEJAS SEGÚN SU EFICIENCIA ALIMENTARIA: ANÁLISIS METABOLÓMICO DE LA LECHE. Hervás, G., Toral, P.G., Fernández-Díez, C., Yáñez-Ruiz, D.R., y Frutos, P.	88
- EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE SEMILLA DE AGUACATE EN LA DIETA SOBRE PARÁMETROS SANGUÍNEOS DE CAPRINO Y OVINO. Martín-García, A.I., Belanche, A., Jiménez, E., Romero, P., Palma-Hidalgo, J.M. y Yáñez-Ruiz, D.R.	89
- EFECTOS DEL NIVEL DE PROTEÍNA BRUTA Y DE LA SUPLEMENTACIÓN CON METIONINA PROTEGIDA A INICIO DE LACTACIÓN EN OVEJAS LECHERAS. Caja, G., Elhadi, A., Rodríguez-Prado, M., Belaid, A., Such, X., Bahloul, L. y Calsamiglia, S.	90
- EFECTOS DEL ZINC SOBRE LA FERMENTACIÓN INTESTINAL EN CONDICIONES DE ESTRÉS POR CALOR EN CERDO IBÉRICO. Pardo, Z., Mateos, I., Saro, C., Campos, R., Lachica, M., Ranilla, M.J., Fernández-Figares, I.	91
Nutrición – Alimentación VII	
- ALIMENTACIÓN DE LARVAS DE <i>TENEBRIO MOLITOR</i> CON SUBPRODUCTO DE PAN Y ENSILADO DE MAÍZ EN SUSTITUCIÓN DE TRIGO Y SALVADO. Remiro, A., Remón, S. y Fondevila, M.	92
- EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL USO DE UREA O UREA DE LIBERACIÓN LENTA EN VACAS LECHERAS: META-ANÁLISIS. Simoni, M., Fernandez-Turren, G., Righi, F., Rodríguez-Prado, M. y Calsamiglia, S.	93
- EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE LA DIETA CON DIFERENTES FUENTES LIPÍDICAS SOBRE LA EFICIENCIA ALIMENTARIA EN OVEJAS LECHERAS. Toral, P.G., Hervás, G., Fernández-Díez, C., Amor, J. y Frutos, P.	94
- EFECTOS DEL NIVEL DE SUPLEMENTACIÓN CON METIONINA PROTEGIDA DURANTE EL INICIO DE LA LACTACIÓN EN OVEJAS LECHERAS. Francia, F., Rodríguez-Prado, M., Kihal, A., Caja, G., Such, X., Bahloul, L. y Calsamiglia, S.	95
- DESARROLLO DE UN MODELO DE AVERSIÓN A LOS LACTOREEMPLAZANTES PARA TESTAR POTENCIALES ADITIVOS SENSORIALES CON EFECTOS ENMASCARADORES. Tortadès, M., Terré, M., Genís, S., Cresci, R., Frongia, A., Verdú, M. y Blanch, M.	96
- REVISIÓN: EFECTO DE UTILIZAR LEGUMINOSAS NO CONVENCIONALES COMO FUENTE DE PROTEÍNA EN PORCINO EN TRANSICIÓN Y ENGORDE. Argemí-Armengol, I., Villalba, D., Tor, M. y Álvarez-Rodríguez, J.	97

- CEBO DE PORCINO CON OLEAGINOSAS PARA MEJORAR EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA CARNE: PARÁMETROS ZOOTÉCNICOS. Jauregui A., Mandaluniz N., Averós X. y Ruiz R.	98
- SUSTITUCIÓN DE ANTIBIÓTICOS POR ADITIVOS FUNCIONALES EN ESTÁRTER DE LECHONES IBÉRICOS. López-Gallego, F., Rivera, J.C. y Rodríguez, P.L.	99
- USO DE HARINA DE <i>TENEBRIO MOLITOR</i> EN POLLOS ECOLÓGICOS: PESO Y VELOCIDAD DE CRECIMIENTO. Nieto, J., Sarmiento-García, A., Plaza, J., Lara, J., Abecia, J.A., Revilla, I. y Palacios, C.	100
Nutrición – Alimentación VIII	
- COMPONENTES DE LA DIETA Y VALOR NUTRITIVO SEGÚN LA ÉPOCA DEL AÑO Y SISTEMA DE ALIMENTACIÓN EN VACUNO DE LECHE EN GALICIA. Santiago, C., García, M. y Báez, D.	101
- VALORACIÓN NUTRITIVA DE SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA VINÍCOLA. Marcos, C.N., de Evan, T., Jiménez, C., Molina-Alcaide, E. y Carro, M.D.	102
- VALORACIÓN NUTRITIVA <i>IN VITRO</i> DE ENSILADOS DE <i>ALARIA ESCULENTA</i> . de Evan, T., Molina-Alcaide, E., Novoa-Garrido, M. y Carro, M.D.	103
- EVALUACIÓN NUTRICIONAL DEL ENSILADO DE <i>AGAVE SALMIANA</i> Y <i>AGAVE AMERICANA</i> ENRIQUECIDOS CON UREA. García, P., Reyes, S., Frías, J., Arredondo, M., Gutiérrez, A. y Gutiérrez, D.	104
- CALIDAD NUTRICIONAL DEL ENSILADO DE MAÍZ Y SU INFLUENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD EN SEIS EXPLOTACIONES DE VACAS LECHERAS. Cerqueira, J.L., Correia, C., Blanco-Penedo, I., Cantalapiedra, J. y Araújo, J.P.	105
- VALORACIÓN <i>IN VITRO</i> DE 9 GENOTIPOS DE CARDO (<i>CYNARA SPP.</i>) PARA SU POSIBLE UTILIZACIÓN EN LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES. Lobón, S., Joy, M., Iguacel, L.P., Mallor, C., Estrada, O., Baila, C. y Juan, T.	106
- VALORACIÓN <i>IN VITRO</i> DE LA DIGESTIBILIDAD ILEAL APARENTE DE LA MATERIA SECA Y LA PROTEÍNA DE MATERIAS PRIMAS Y SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES EN PORCINO. Mosest, V., Piquer, L., Cano, C., López, M.C., Cambra-López, M., Pascual, J.J. y Cerisuelo, A.	107
- EVALUACIÓN NUTRICIONAL <i>IN VITRO</i> E <i>IN VIVO</i> DE LA LIBERACIÓN DE ÁCIDO BUTÍRICO PROTEGIDO EN POLLOS DE CARNE. Sadurní, M., Barroeta, A.C., Sala, R., Sol, C., Puyalto, M. y Castillejos, L.	108

REPRODUCCIÓN

Reproducción I

- EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SEMINAL, CAPACIDAD DE CRIOPRESERVACIÓN Y FERTILIDAD DE UN VERRACO TPC2 KO. Navarro-Serna, S., Piñeiro-Silva, C., Almela, L., Poto, A., Parrington, J., Romar, R. y Gadea, J.	110
- LA SUPRESIÓN DEL GEN <i>tpc2</i> NO AFECTA A LA CAPACIDAD FECUNDANTE <i>IN VITRO</i> DE ESPERMATOZOIDES EN LA ESPECIE PORCINA. Navarro-Serna, S., Piñeiro-Silva, C., Almela, L., Poto, A., Parrington, J., Romar, R. y Gadea, J.	111

- RECUPERACIÓN, CULTIVO Y PRESERVACIÓN DE FIBROBLASTOS PORCINOS DE ANIMALES GENÉTICAMENTE VALIOSOS. Piñeiro-Silva, C., Navarro-Serna, S., Sarrías-Gil, L., Cánovas, S., Romar, R., Gadea, J. y Vieira, L.A.	112
- EFECTO DE LA EXPOSICIÓN DE NANOPARTÍCULAS MAGNÉTICAS A ESPERMATOZOIDES PORCINOS. Garrappa, G., Jiménez-Movilla, M. y García-Vázquez, F.A.	113
- EFECTO DEL FLUIDO UTERINO SOBRE LA CALIDAD ESPERMÁTICA PORCINA TRAS SU CONSERVACIÓN EN PRESENCIA DE DIFERENTES FRACCIONES DEL PLASMA SEMINAL. Luongo, C., Garrappa, G., Llamas-López, P.J., Rodríguez-Tobón, E. y García-Vázquez, F.A.	114
- APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA CASA-Mot PARA EXPLICAR LA FERTILIDAD DEL SEMEN DE VERRACO. Barquero, V., Sevilla, F. y Valverde, A.	115
- EFECTOS DE LA INMUNOCASTRACIÓN TEMPRANA Y TARDÍA DEL CERDO IBÉRICO SOBRE LA MORFOMETRÍA E HISTOLOGÍA TESTICULAR. García-Gudiño, J., Hurtado de Llera, A., Pardo-Amado, M.S., Flores-Roco, A., Izquierdo-Cebrián, M., Pérez-Rodríguez, M.A., Garrido de la Osa, N., Alarcón-Sánchez, M.V. y Hernández-García, F.I.	116
- EXOSOMAS DEL PLASMA SEMINAL PORCINO. Sánchez-Zamora, P., Cantero, M., Luongo, C. y Matás, C.	117
- CONCENTRACIONES DE PROGESTERONA POSTERIOR A TRES DOSIS DE CLOPROSTENOL EN DISTINTAS RAZAS DE OVEJAS. RESULTADOS PRELIMINARES. Díaz, F.R., Yáñez-Ortiz, I., Flores, A.C., Guagalango, A. y Mena, L.	118

Reproducción II

- PROTOCOLO DE TRANSFERENCIA EMBRIONARIA PARA AUMENTAR LA FERTILIDAD DE VACAS REPETIDORAS. Cano, V., Urrutia, O., Mendizabal, J.A., Loste, J.M., Azurmendi, H. y Zabala, J.	119
- EVOLUCIÓN DEL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS PLASMÁTICOS DE LA MONTA AL PARTO EN CONEJAS PRIMÍPARAS. Agea, I., García, M.L., Muelas, R. y Argente, M.J.	120
- COMPACTACIÓN DE LA CROMATINA EN ESPERMATOZOIDES DE GALLO, A TRAVÉS DEL TRACTO REPRODUCTIVO, EVALUADA MEDIANTE CROMOMICINA A3. Bernal, B., Pérez-Cerezales, S., Behnamifar, A., Villaverde, S., Castaño, C., Toledano-Díaz, A., Velázquez, R., Gutiérrez-Adán, A., López-Sebastián, A., Blesbois, E., Santiago-Moreno, J. y Gil, M.G.	121
- INFLUENCIA DEL SISTEMA DE CRÍA DE GALLOS EN LA CALIDAD SEMINAL. Bernal, B., Toledano-Díaz, A., Torres, O., Castaño, C., Santiago-Moreno, J. y Gil, M.G.	122
- UN COLOIDE DE BAJA DENSIDAD PARA LA PREPARACIÓN DE DOSIS SEMINALES EN PORCINO MEJORA EL ESTADO DE LA CROMATINA. Lacalle, E., Montanari, E., Fernández-Alegre, E., Quintela, I., Morrell, J. y Martínez-Pastor, F.	123
- RELACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS METABÓLICOS Y LA EFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE EMBRIONES DE NOVILLAS DE PURA RAZA WAGYU EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN ESPAÑOL. Martínez, D., Vázquez-Mosquera, J.M., Bonet-Bo, M., Fernández-Novo, A., de Mercado, E., Heras-Molina, A., Pesantez-Pacheco, J.L., Pérez-Garnelo, S.S., Villagrà, A., Gardón, J.C., Sebastian, F., Astiz, S.	124

Reproducción III

- EFECTO DEL CONSUMO DE DIETAS RICAS EN FITOMELATONINA EN LA REPRODUCCIÓN DE MORUECOS. Peña-Delgado, V., Carvajal-Serna, M., Miguel-Jiménez, S., Abecia J.A., Fondevila, M., Pérez-Pe, R. y Casao, A.	125
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

- LA TÉCNICA ISAS@3FUN PERMITE UNA DETERMINACIÓN PRECISA DE LA INTEGRIDAD DEL ACROSOMA EN ESPERMATOZOIDES DE TORO. Yániz, J., Palacín, I., Silvestre, M.A., Olegario, C.O., Tamargo, C. y Santolaria, P.....	126
- EFECTO DE CONGELACIÓN DE SEMEN DE ZÁNGANO CON UN MÉTODO SIMPLIFICADO EN DOS PASOS. Rivera, B., Escalera, N., Santolaria, P. y Yániz, J.....	127
- EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DEL PLASMA DE YEMA DE HUEVO SOBRE LA SUPERVIVENCIA DE LOS ESPERMATOZOIDES DEL ZÁNGANO A LOS PROCESOS DE CONGELACIÓN-DESCONGELACIÓN. Escalera, N., Rivera, B., Santolaria, P. y Yániz, J.	128
- DOSIS DE INSEMINACIÓN DE CAPRINO EXPEDIDAS DESDE EL CENTRO DE REPRODUCCIÓN DE SEGORBE (CASTELLÓN) ENTRE 2016 Y 2020. Mocé, E., Bernácer, J., Martínez-Granell, M.M., Esteve, I.C., Fajardo, A., Vazquez-Briz, S., Romero, T., Villalba, I., Lozano-Palazón, S.A., Bernat, F., Vicente, C., Mocé, M.L. y Gómez, E.A.	129
- LA GUÍA VART, UNA PROPUESTA PARA ESTANDARIZAR EN ESPAÑA LA VALORACIÓN DE LA APTITUD REPRODUCTIVA DE TOROS DE MONTA NATURAL. García-Paloma, J.A., Collantes-Fernández, E., Gnemmi, G., Astiz, S. y Pérez-Garnelo, S.S.	130
- EFECTO QUIMIOTÁCTICO DEL FLUIDO FOLICULAR DE LA OVEJA SOBRE LOS ESPERMATOZOIDES OVINOS. Miguel-Jiménez, S., Arribas, A., Casao, A. y Pérez-Pe, R.	131
- ÍNDICE DE MOTILIDAD ESPERMÁTICA: EVALUACIÓN DE SU UTILIDAD COMO PREDICTOR DE LA FERTILIDAD DE DOSIS DE SEMEN REFRIGERADO DE CAPRINO. Mocé, E., Lozano-Palazón, S.A., Esteve, I.C., Bernácer, J., Martínez-Granell, M.M., Bernat, F., Vicente, C., Mocé, M.L. y Gómez, E.A.....	132

Reproducción IV

- EFECTOS DE LA ADMINISTRACIÓN DE PMSG Y DEL MOMENTO DE LA INSEMINACIÓN SOBRE LA TASA DE PREÑEZ EN VACAS DE CARNE SOMETIDAS A UN PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN BASADO EN GnRH. Sanz, A., Ferrer, J., Escobedo, O., Casasús, I., Rodríguez-Sánchez, J.A., Colazo, M., López de Armentia, L., Vogg, M. y Noya, A.	133
- MONITORIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD SEXUAL EN CORDERAS RASA ARAGONESA MEDIANTE LA DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE CELOS. Lahoz, B., Chantepie, L., Sánchez, P., Echegoyen, E., Sebastian, B., Folch, J., Fabre, S., Calvo, J.H. y Alabart, J.L.....	134
- EFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN CON ACEITE DE BORRAJA (<i>BORAGO OFFICINALIS</i>) SOBRE LA FERTILIDAD EN GANADO OVINO. Lahoz, B., Joy, M., Lobón, S., Bertolín, J.R., Folch, J. y Alabart, J.L.	135
- EFECTOS DE LA SUBNUTRICIÓN MATERNA DURANTE LA GESTACIÓN TEMPRANA SOBRE LOS RENDIMIENTOS Y LA CALIDAD DE CARNE EN TERNEROS DE CEBO. Noya, A., Ripoll, G., Casasús, I. y Sanz, A.	136
- COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO EN ANOESTRO DE OVEJAS PORTADORAS DE FecXR EN AUSENCIA DE TRATAMIENTOS HORMONALES. Macías, A., Laviña, A., Martín, E., Abecia, J.A., Monteagudo, L.V. y Tejedor, M.T.	137
- LA EDAD DE LA MADRE Y EL SEXO DE SUS HERMANOS COMO FACTORES QUE INFLUYEN EN LA VIDA PRODUCTIVA DE LA OVEJA RASA ARAGONESA. Macías, A., Laviña, A., Martín, E., López-Carbonell, D., Monteagudo, L.V., Palacios, C. y Abecia, J.A.....	138
- EFECTO DEL BALANCE ENERGÉTICO SOBRE LA CICLICIDAD DE VACAS NODRIZAS EN EL SEGUNDO MES DE LACTACIÓN. Orquera, K., Sanz, A., Ferrer, J., Blanco M. y Casasús, I.....	139

- TASAS DE SINCRONIZACIÓN OVÁRICA Y DE CONCEPCIÓN A PRIMERA INSEMINACIÓN CON LOS PROTOCOLOS 5D-COSYNCH CON Y SIN IMPLANTE INTRAVAGINAL DE PROGESTERONA, EN NOVILLAS FRISONAS. Pallarés, P., Fernandez-Novo, A., Heras, J., Pesantez-Pacheco, J.L., Heras-Molina, A. y Astiz, S.	140
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Reproducción V

- VALIDACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE ANÁLISIS DE CALIDAD SEMINAL EN RUMIANTES. Toledano-Díaz, A., García-Casado, P., O'Brien, E., Castaño, C. y Santiago-Moreno, J.	141
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

- INFLUENCIA DEL USO DE ANTIOXIDANTES ENZIMÁTICOS Y NO ENZIMÁTICOS EN LA REFRIGERACIÓN DE SEMEN DE PERDIZ ROJA (<i>A. rufa</i>). Toledano-Díaz, A., Bernal, B., Castaño, C., Torres, O., Velázquez, R., Santiago-Moreno, J., Esteso, M.C. y Gil, M.G.	142
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

- EFECTO DE LA TEMPERATURA DE TRANSPORTE, TIEMPO TRANSCURRIDO HASTA LA EVALUACIÓN Y DILUYENTE EMPLEADO EN LOS PARÁMETROS SEMINALES CLÁSICOS DE EYACULADOS DE TORO OBTENIDOS EN CONDICIONES DE CAMPO. RESULTADOS PRELIMINARES. Fernández-Novo, A., Santos-López, S., Barrajon-Masa, C., Mozas, P., Fernández-Vega, A., de Mercado, E., Cáceres, E., Gómez, M., Garrafa-Barrios, A., González-Martín, J.V., Oliet, A., Astiz, S. y Pérez-Garnelo, S.S.	143
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

- EFECTO DEL DILUYENTE, CONDICIONES DE CONSERVACIÓN DE LOS EYACULADOS Y METODOLOGÍA DE ANÁLISIS EMPLEADA, SOBRE LA CINÉTICA ESPERMÁTICA DETERMINADA MEDIANTE CASA, EN TOROS PURA RAZA WAGYU. Pérez-Garnelo, S.S., Vázquez-Mosquera, J.M., Garrafa-Barrios A., Fernández-Vega, A., Fernández-Novo, A., de Mercado, E., Cáceres, E., Heras-Molina, A., Pesantez-Pacheco, J.L., Villagrà, A., Gardón, J.C., Sebastian, F. y Astiz, S.	144
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

- EFECTO DE LA TEMPERATURA DE TRANSPORTE, TIEMPO TRANSCURRIDO HASTA LA EVALUACIÓN Y DILUYENTE EMPLEADO EN LA MICROBIOLOGÍA DE EYACULADOS DE TORO OBTENIDOS EN CONDICIONES DE CAMPO. RESULTADOS PRELIMINARES. Fernandez-Novo, A., Santos-López, S., Barrajon-Masa, C., Mozas, P., Fernández-Vega, A., de Mercado, E., Cáceres, E., Gómez, M., Garrafa-Barrios, A., González-Martín, J.V., Oliet, A., Astiz, S. y Pérez-Garnelo, S.S.	145
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

- RESPUESTA OVÁRICA AL 5D COSYNCH vs. 5D COSYNCH RETRASANDO 24h LA RETIRADA DEL PRID-DELTA® EN NOVILLAS DE LECHE. Fernandez-Novo, A., Santos-Lopez, S., Pesantez-Pachecho, J.L., Heras-Molina, A., Jimenez, A., Perez-Solana, M.L., González-Martín, J.V. y Astiz, S.	146
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Reproducción VI

- MEDIDAS ULTRASONOGRÁFICAS PARA ESTIMAR LA EDAD DE GESTACIÓN EN EL BURRO CATALÁN. Yánez-Ortiz, I., Catalán, J., Dordas-Perpinyà, M. y Miró, J.	147
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

- LAS CITOQUINAS IFG-1, LIF Y FGF-2 NO MEJORAN LA CALIDAD DE LOS EMBRIONES PORCINOS PRODUCIDOS <i>IN VITRO</i> . Piñeiro-Silva, C., Navarro-Serna, S., Gadea, J. y Romar, R.	148
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

- PERFIL BIOQUÍMICO Y REPRODUCTIVO DE CONEJAS SOMETIDAS A UNA RESTRICCIÓN DE ALIMENTO DURANTE DISTINTOS MOMENTOS DE LA GESTACIÓN. Fernández-Pacheco, C., Millán, P., Rodríguez, M., Sánchez-Rodríguez, A., Arias-Álvarez, M., Lorenzo, P.L., García-García, R.M. y Rebollar, P.G.	149
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

- EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE MANTECA DE CERDO SOBRE EL DESARROLLO REPRODUCTIVO DE CERDAS IBÉRICAS PREPÚBERES. García, M.A., Sarmiento-García, A., Nieto, J., Plaza, J., Abecia, J.A. y Palacios, C.	150
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

GENÉTICA

Genética I

- FUENTES DE INFORMACIÓN EN LA SELECCIÓN GENÓMICA. Toro, M.A., Villanueva, B. y Fernández, J. 152
- PARTICIÓN FINA DE GANANCIAS GENÉTICAS EN MANECH TETE ROUSSE. Acosta, B.A., Legarra, A. y Vitezica, Z.G. 153
- ESTRUCTURA Y RELACIONES GENÉTICAS ENTRE POBLACIONES SALVAJES Y CULTIVADAS DE LUBINA EN EL MEDITERRÁNEO. Fernández, J., Fernández, A., Saura, M., Peiró-Pastor, R., Peñazola, C., Bargelloni, L. y Villanueva, B. 154
- CARACTERIZACIÓN POBLACIONAL DE CINCO RAZAS ITALIANAS DE BOVINO DE CARNE. Rovelli, G., Luigi-Sierra, M.G., Ceccobelli, S., Guan, D., Perini, F., Sbarra, F., Quaglia, A., Sarti, F.M., Amills, M., y Lasagna, E. 155
- ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GENÉTICOS PARA VALORACIÓN GENÉTICA DEPENDIENTE DE LA DISTANCIA EN COMPETICIONES DE RESISTENCIA EQUINA. Arias, K.D., Gutiérrez, J.P. y Cervantes, I. 156
- ANÁLISIS DE PATERNIDAD CON (POCOS) DATOS DE SECUENCIACIÓN. Casellas, J., Martín de Hijas-Villalba, M., Vázquez-Gómez, M. e Id-Lahoucine, S. 157
- ESTRATEGIAS DE GENOTIPADO EN LA RAZA OVINA DE LECHE LATXA. Granado-Tajada, I., Varona, L. y Ugarte, E. 158
- ESTADO GENÉTICO DE LAS POBLACIONES DE DORADA EN EL MEDITERRÁNEO. Saura, M., Fernández, A., Fernández, J., Peiró-Pastor, R., Peñazola, C., Bargelloni, L. y Villanueva, B. 159

Genética II

- EVALUACIÓN GENÓMICA DEL CARÁCTER FERTILIDAD POR INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN LA RAZA OVINA ASSAF. Jiménez, M.A., Freire, F. y Serrano, M. 160
- RAZA BARROSÃ: CARACTERIZACIÓN GENÉTICA POR ANÁLISIS DEMOGRÁFICO. Maia, C., Araújo, J.P., Cerqueira, J.L., Soares, M.L., Dantas, R., Leite, J. y Carolino, N. 161
- RESPUESTA CORRELACIONADA EN EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN CONEJAS SELECCIONADAS DIVERGENTEMENTE POR VARIANZA AMBIENTAL DEL TAMAÑO DE CAMADA. Agea, I., Muelas, R., García, M.L., Hernández, P., Santacreu, M.A., Armero, E., Blasco, A. y Argente, M.J. 162
- ESTUDIO DE LA RESPUESTA INFLAMATORIA EN DOS LÍNEAS MATERNAS DE CONEJOS CON DIFERENTE LONGEVIDAD. Belloumi, D., Argente, M.J., García, M.L., Blasco, A. y Santacreu, M.A. 163
- ASOCIACIÓN DE POLIMORFISMOS EN LOS GENES *TFRC* Y *LRRC32* CON LA RESILIENCIA EN CERDOS DUROC. Laghouaouta, H., Ros-Freixedes, R., Estany, J., Fraile, L. y Pena, R.N. 164
- LA VARIABILIDAD DEL GEN DEL RECEPTOR DE LA MELANOCORTINA 1 DETERMINA EL PATRÓN DE PIGMENTACIÓN DE LAS CABRAS MURCIANO-GRANADINAS. Guan, D., Martínez, A., Delgado, J.V., Landi, V., Luigi-Sierra, M.G., Jordana, J., Such, X. y Amills, M. 165

- ESTUDIO PRELIMINAR DE LA ESTRUCTURA GENÉTICA DE LA RAZA OVINA CHURRA A PARTIR DEL PEDIGRÍ. Pelayo, R., Gutiérrez-Gil, B., Marina, H., de la Fuente, L.F. y Arranz, J.J.	166
- DESARROLLO DE UN PANEL ESTANDARIZADO DE MICROSATÉLITES PCRs MULTIPLEX PARA CORVINA (<i>ARGYRO SOMUS REGIUS</i>). Vallecillos, A., Soula, M., Zamorano, M.J., María Dolores, E., Ramis, G., Villa, J., Rueda, F.M., Afonso, J.M. y Armero, E.	167
- ANÁLISIS METAGENÓMICO DE LA MICROBIOTA CECAL EN DOS LÍNEAS DE CONEJO SELECCIONADAS DIVERGENTEMENTE POR VARIANZA AMBIENTAL DEL TAMAÑO DE CAMADA. Belloumi, D., Casto-Rebollo, C., Blasco, A., García, M.L., Ibañez-Escriche, N. y Argente, M.J.	168
- ESTUDIO SOBRE LA APLICACIÓN PRÁCTICA DE LOS VALORES GENÉTICOS ESTIMADOS EN EL GANADO VACUNO DE RAZA PIRENAICA. López-Carbonell, D., Altarriba, J., Martínez-Castillero, M., Shiri, H. y Varona, L.	169

Genética III

- CATÁLOGO COMPLETO DE VARIANTES REGULADORAS EN EL TRANSCRIPTOMA BOVINO. Liu, S., Gao, Y., Canela-Xandri, O., Wang, S., Yu, Y., Cai, W., Li, B., Pairo-Castineira, E., D'Mellow, K., Rawlik, K., Xia, C., Yao, Y., Yan, Z., Li, C., Rosen, B.D., Van Tassell, C.P., Vanraden, P.M., Zhang, S., Ma, L., Cole, J.B., Liu, J.E., Tenesa, A. y Fang, L.	170
- CARACTERIZACIÓN DE ARNs NO CODIFICANTES LARGOS (lncRNAs) EN LA GRASA PERIRRENAL DE CORDEROS LECHALES. Alonso-García, M., Suárez-Vega, A., Esteban-Blanco, C., Arranz, J.J. y Gutiérrez-Gil, B.	171
- LA SECUENCIACIÓN POR NANOPOROS PERMITE CONOCER EL EPIGENOMA EN VACUNO LECHERO. González-Recio, O., López-Catalina, A., Gutiérrez-Rivas, M., Nieto, A., Fernández, A., Peiró-Pastor, R. y Bach, A.	172
- ESTRATEGIAS DE NORMALIZACIÓN PARA LA ESTIMACIÓN DE LA EXPRESIÓN DIFERENCIAL DE MICROARN EN LA LECHE DE VACA. Abou el qassim, L. y Royo, L.J.	173
- VARIABILIDAD EN GENES MICRORNA PORCINOS Y SU ASOCIACIÓN CON FENOTIPOS DE EXPRESIÓN DE ARN MENSAJERO. Mármol-Sánchez, E., Luigi-Sierra, M.G., Castelló, A., Guan, D., Quintanilla, R., Tonda, R. y Amills, M.	174
- BÚSQUEDA DE REGIONES PLEIOTRÓPICAS CON INFLUENCIA SOBRE CARACTERES DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN EL GANADO OVINO DE RAZA ASSAF. Marina, H., Gutiérrez-Gil, B., Suárez-Vega, A., Alexandre, P.A., Pelayo, R., Esteban-Blanco, C., Arranz, J.J. y Reverter, A.	175
- ANÁLISIS DE LA DISTORSIÓN DE LA SEGREGACIÓN EN UNA POBLACIÓN DE RODABALLO (<i>SCOPHTHALMUS MAXIMUS</i>). Saura, M., Casellas, J., Fernández, A., Cabaleiro, S. y Villanueva, B.	176
- ANÁLISIS GENÓMICO Y HUELLAS DE LA SELECCIÓN EN RAZAS PORCINAS EUROPEAS. Óvilo, C., Muñoz, M., Bozzi, R., García-Casco, J., Núñez, Y., Čandek-Potokar, M., Ribani, A., Schiavo, G., Bovo, S., Tinarelli, S., Gallo, M., Fernández, A., Fontanesi, L. y TREASURE CONSORTIUM	177

Genética IV

- EL GEN DEL RECEPTOR DE LA LEPTINA PROVOCA UN EFECTO MATERNO CONTRARIO A SU EFECTO DIRECTO EN EL CRECIMIENTO DE LOS LECHONES. Solé, E., Ros-Freixedes, R., Tor, M., Reixach, J., Pena, R.N. y Estany, J.	178
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

- ESTUDIO DE ASOCIACIÓN DE LOS EFECTOS GENÉTICOS MATERNOS SOBRE LA GRASA INTRAMUSCULAR Y LA COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN CONEJOS. El Nagar, A.G., Sosa-Madrid, B.S., Hernández, P., Blasco, A. e Ibáñez-Escriche, N.	179
- PARÁMETROS GENÉTICOS PARA LA RESISTENCIA A <i>PHOTOBACTERIUM DAMSELAE</i> SUBSP. <i>PISCICIDA</i> , MARCADORES INMUNOLÓGICOS Y PESO CORPORAL EN DORADA (<i>SPARUS AURATA</i> L.). Vallecillos, A., Perez, R., Chaves-Pozo, E., Arizcun, M., Afonso, J.M., Berbel, C., Pérez-Sánchez, J., María-Dolores, E. y Armero, E.	180
- ESTUDIO PRELIMINAR DEL EFECTO DE LAS VARIABLES CLIMÁTICAS EN UN EXPERIMENTO DE SELECCIÓN DIVERGENTE PARA VARIABILIDAD DEL PESO AL NACIMIENTO EN RATONES. El-Ouazizi El-Kahia, L., Formoso-Rafferty, N., Cervantes, I. y Gutiérrez, J.P.	181
- ANÁLISIS DE ASOCIACIÓN GENÓMICO DE LA RESILIENCIA EN CERDOS. Laghouaouta, H., Ros-Freixedes, R., Laplana, M., Estany, J., Fraile, L. y Pena, R.N.	182
- IDENTIFICACIÓN DE GENES REGULADORES ASOCIADOS A CARACTERES DE SALUD EN PORCINO. Crespo-Piazuelo, D., Ramayo-Caldas, Y., González-Rodríguez, O., Quintanilla, R. y Ballester, M.	183
- ANÁLISIS DE MORTALIDAD EMBRIONARIA EN LÍNEAS DIVERGENTES PARA HOMOGENEIDAD DEL PESO AL NACIMIENTO DE RATÓN. Formoso-Rafferty, N., El-Ouazizi El-Kahia, L., Gutiérrez, J.P. y Cervantes, I.	184
- CORRELACIONES GENÉTICAS ADITIVAS Y DOMINANTES PARA TAMAÑO DE CAMADA ENTRE LAS ESTIRPES ENTREPelado Y RETINTO Y SU CRUCE. Srihi, H., Noguera, J.L., Topayan, V., Martín-de-Hijas, M., Ibañez-Escriche, N., Casellas, J., Vázquez-Gómez, M., Martínez-Castillero, M., Rosas, J.P. y Varona, L.	185
Genética V	
- ANÁLISIS GWAS DE CARACTERES RELACIONADOS CON LA ACTIVACIÓN OVÁRICA TRAS EL PARTO EN ANESTRO ESTACIONAL EN RASA ARAGONESA. Lakhssassi, K., Sarto, P., Iguacel, L.P., Lahoz, B., Folch, J., Alabart, J.L., Serrano, M. y Calvo, J.H.	186
- RESPUESTA CORRELACIONADA A LA SELECCIÓN POR GRASA INTRAMUSCULAR EN LA GRASA DEL HÍGADO Y SU PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS. Zubiri-Gaitán, A., Martínez-Álvaro, M., Ccalta, R., Satué, K., Blasco, A. y Hernández, P.	187
- DEPRESIÓN GRASA DE LA LECHE EN EL GANADO OVINO: ANÁLISIS TRANSCRIPTÓMICO DE LA RESPUESTA DIFERENCIAL INDIVIDUAL. Hervás-Rivero, C., Pelayo, R., Toral, P.G., Gutiérrez-Gil, B., Hervás, G., Arranz, J.J., Frutos, P. y Suárez-Vega, A.	188
- SELECCIÓN GENÓMICA EN CONEJOS MEDIANTE IMPUTACIÓN DE GENOTIPOS. Mancin, E., Sosa-Madrid, B.S., Blasco, A. e Ibáñez-Escriche, N.	189
- ANÁLISIS DE GENOMA COMPLETO DE LA RESILIENCIA FRENTE A BROTES DE PRRSV EN CERDAS REPRODUCTORAS. Laplana, M., Ros-Freixedes, R., Estany, J., Fraile, L. y Pena, R.N.	190
- IDENTIFICACIÓN DE VARIANTES GENÓMICAS CON INFLUENCIA SOBRE EL pH DE LA LECHE EN EL GANADO OVINO DE RAZA ASSAF. Marina, H., Suárez-Vega, A., Gutiérrez-Gil, B., Pelayo, R., Esteban-Blanco, C. y Arranz, J.J.	191
- EFECTO DEL GEN DEL RECEPTOR DE LA LEPTINA Y DE LA DESATURASA-2 DE ÁCIDOS GRASOS EN JAMÓN CURADO. Suárez-Mesa, R., Ros-Freixedes, R., Tor, M., Reixach, J., Pena, R.N. y Estany, J.	192

- ANÁLISIS PRELIMINAR DE ROH EN DOS LÍNEAS DIVERGENTES DE RATÓN SELECCIONADAS PARA PESO AL NACIMIENTO. Ojeda-Marín, C., Gutiérrez, J.P., Formoso-Rafferty, N., Goyache, F. y Cervantes, I. 193

- CAMBIOS EN FRECUENCIAS ALÉLICAS CUANDO SE UTILIZAN DIFERENTES MATRICES DE PARENTESCO GENÓMICO PARA MANTENER DIVERSIDAD GENÉTICA. Morales-González, E., Fernández, J., Pong-Wong, R., Toro, M.A. y Villanueva, B. 194

- APRENDIZAJE AUTOMÁTICO APLICADO A LA PREDICCIÓN DE CARACTERES COMPLEJOS. Reinoso-Peláez, E.L., Gianola, D. y González-Recio, O. 195

Genética VI

- CORRELACIONES GENÉTICAS ENTRE CARACTERES RELACIONADOS CON LA EFICIENCIA ALIMENTARIA Y LA SOSTENIBILIDAD MEDIOAMBIENTAL CON OTROS CARACTERES DE INTERÉS EN VACUNO DE LECHE. López-Paredes, J., Saborío-Montero, A., Charfeddine, N., Atxaerandio, R., García-Rodríguez, A., Goiri, I., Ugarte, E., Ruiz, R., Jiménez-Montero, J.A. y González-Recio, O. 196

- META-ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA MICROBIOTA DE LECHE Y RUMEN EN GRUPOS DE OVEJAS DE RAZA ASSAF CON DIFERENTE EFICIENCIA ALIMENTARIA. Esteban-Blanco, C., Suárez-Vega, A., Gutiérrez-Gil, B., Toral, P.G., Fernández-Díez, C., Marina, H., Hervás, G., Arranz, J.J. y Frutos, P. 197

- GENES DE HONGOS Y CILIADOS SON LOS PRINCIPALES RESPONSABLES DE LA PRODUCCIÓN DE METANO EN VACUNO LECHERO. López-García, A., Saborío-Montero, A., Gutiérrez-Rivas, M., Atxaerandio, R., Goiri, I., García-Rodríguez, A., Jiménez-Montero, J.A., González, C., Tamames, J., Puente-Sánchez, F., Varona, L., Serrano, M., Óvilo, C. y González-Recio, O. 198

- EFECTO DE TRATAMIENTOS ALTERNATIVOS EN LAS ESPONJAS DE SINCRONIZACIÓN SOBRE LA MICROBIOTA VAGINAL DE OVEJAS DE RAZA ASSAF Y SU IMPACTO EN LA TASA DE PREÑEZ POR INSEMINACIÓN ARTIFICIAL. Reinoso-Peláez, E.L., González-Recio, O., Verdejo, C., Saura, M., López-García, A., Saborío-Montero, A., Serrano, M. 199

- ANÁLISIS DEL METATRANSCRIPTOMA INTESTINAL PORCINO Y DE LOS GENES INVOLUCRADOS EN EL METABOLISMO DE ÁCIDOS GRASOS VOLÁTILES. Sebastià, C., Crespo-Piazuelo, D., Ballester, M., Passols, M., Criado-Mesas, L., Castelló, A., Fernández, A., Sánchez, A. y Folch, J.M. 200

- LA SELECCIÓN POR VARIANZA AMBIENTAL DEL TAMAÑO DE CAMADA HA MODIFICADO EL METABOLISMO DE LA MICROBIOTA INTESTINAL DE LOS CONEJOS. Casto-Rebollo, C., Argente, M.J., García, M.L., Blasco, A. e Ibañez-Escrache, N. 201

- EL METABOLOMA MICROBIANO Y SU ROL EN LA DEPOSICIÓN LIPÍDICA. Zubiri-Gaitán, A., Blasco, A. y Hernández, P. 202

- COMPONENTES PRINCIPALES DEL METAGENOMA, UN “FENOTIPO” HEREDABLE Y GENÉTICAMENTE CORRELACIONADO CON LAS EMISIONES DE METANO. Saborío-Montero, A., López-García, A., Gutiérrez-Rivas, M., Atxaerandio, R., Goiri, I., García-Rodríguez, A., Jiménez-Montero, J.A., González, C., Tamames, J., Puente-Sánchez, F., Varona, L., Serrano, M., Óvilo, C. y González-Recio, O. 203

Genética VII

- HACIA LA INCLUSIÓN DE INFORMACIÓN GENÓMICA EN LAS EVALUACIONES GENÉTICAS EN EL VACUNO DE CARNE AUTÓCTONO. Meneses, C., Altarriba, J., Cañon, J., Carleos, C., Molina, A., Morales, R., Parejo, J.C., Varona, L., Villalba, D. y Díaz, C. 204

- EXPRESIÓN GÉNICA DE LOS RECEPTORES DEL GUSTO EN CERDOS IBÉRICOS Y DUROC ALIMENTADOS CON DISTINTAS FUENTES DE ENERGÍA. Benítez, R., Núñez, Y., García, F., De Mercado, E., Gómez-Izquierdo, E., García-Casco, J., López-Bote, C. y Óvilo, C.	205
- ANÁLISIS DEL TRANSCRIPTOMA DE <i>LONGISSIMUS DORSI</i> DE IBÉRICOS DE MONTANERA DIVERGENTES PARA EL CONTENIDO EN MIOGLOBINA. Fernández-Barroso, M.A., Muñoz, M., García, F., Núñez, Y., Matos-Moreno, G., Ramírez-Hidalgo, L. y García-Casco, J.	206
- PATRONES DE HOMOCIGOSIDAD Y DEPRESIÓN CONSANGUÍNEA EN CABRAS DE LA RAZA MURCIANO-GRANADINA. Luigi-Sierra, M.G., Saura, M., Fernández, A., Landi, V., Guan, D., Delgado, J.V., Such, X., Martínez, A., Jordana, J. y Amills, M.	207
- DETECCIÓN DE REGIONES GENÓMICAS CON EFECTO PLEIOTRÓPICO EN CARACTERES DE CRECIMIENTO Y CALIDAD DE LA CANAL EN RUBIA GALLEGA. Martínez-Castillero, M., Then, C., Altarriba, J., Srihi, H., López-Carbonell, D., Díaz, C., Martínez, P., Hermida, M. y Varona, L.	208
- IDENTIFICACIÓN DE GENES ASOCIADOS A LA DEPOSICIÓN DE GRASA EN CERDOS A PARTIR DE LA SECUENCIACIÓN DEL GENOMA COMPLETO. Molinero, E., Pena, R.N., Estany, J., y Ros-Freixedes, R.	209
- ESTUDIOS DE eGWAS PARA IDENTIFICAR REGULADORES DE LA EXPRESIÓN GÉNICA MEDIANTE EL USO DE DATOS DEL TRANSCRIPTOMA DEL MÚSCULO EN CERDOS. Passols, M., Criado-Mesas, L., Sebastià, C., Estellé, J., Crespo-Piazuelo, D., Castelló, A., Sánchez A. y Folch, J.M.	210
- IDENTIFICACIÓN DE GENES DIFERENCIALMENTE EXPRESADOS EN MÚSCULO DE CERDOS EXTREMOS PARA LA RATIO INTRAMUSCULAR ENTRE LOS ÁCIDOS GRASOS OLEICO Y ESTEÁRICO. Valdés-Hernández, J., Criado-Mesas, L., Castelló, A., Sánchez, A. y Folch, J.M.	211

CALIDAD DE LOS PRODUCTOS

Calidad de los Productos I

- EFECTO DEL ROBOT DE ORDEÑO EN LAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE LA LECHE DESTINADA A LA PRODUCCIÓN DE QUESO. Manuelian, C.L., Costa, A., Simoni, M., Righi, F., Giaccone, D. y De Marchi, M.	213
- AUTENTICACIÓN DE LECHE ECOLÓGICA MEDIANTE ESPECTROSCOPIA INFRARROJA. Manuelian, C.L., Vigolo, V. y De Marchi, M.	214
- INCREMENTO DEL CONTENIDO DE PUFAS EN DERIVADOS LÁCTEOS DE VACUNO Y OVINO ALIMENTADOS CON CO-PRODUCTOS DE LINO LOCAL. Mandaluniz, N., Fernandez, E., Arranz, J., Sarasua, M. y Ruiz, R.	215
- ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN DE LA LECHE EN TIEMPO REAL MEDIANTE UN SENSOR DE INFRARROJO CERCANO <i>IN-SITU</i> . Diaz-Olivares, J.A., Adriaens, I., Stevens, E., Saeys, W. y Aernouts, B.	216
- EMPLEO DE SALES CÁLCICAS DE ÁCIDOS GRASOS N-3 EN LA RACIÓN DE OVEJAS CHURRAS: CALIDAD Y ESTABILIDAD OXIDATIVA DE LA CARNE DE LECHAZO. Gallardo, B., Lavín, P., Mantecón, A.R. y Manso, T.	217

- ENRIQUECIMIENTO EN ÁCIDOS GRASOS N-3 DEL QUESO DE OVEJAS ALIMENTADAS CON MICROALGAS (*SCHIZOCHYTRIUM* SP.). Manso, T., Gallardo, B., Lavín, P., Mantecón, A.R., Gómez-Cortés, P. y de la Fuente M.A. 218

- CLASIFICACIÓN DE CANALES DE POTRO MEDIANTE VALORES SUBJETIVOS. Sarriés, M.V., Cittadini, A., Ojer, M., Lorenzo, J.M. y Canals, R.M. 219

- EFECTO DE LA CASTRACIÓN EN EL CEBO DE VACAS FRISONAS. Moreno, T, García, C., Alonso, R., López, M. y Crecente, S..... 220

Calidad de los Productos II

- EFECTO DE LA TEMPERATURA Y ADICIÓN DE TRUFA NEGRA EN LA CALIDAD DE LA CARNE DE LECHAL Y TERNASCO DE OJINEGRA DE TERUEL. Ripoll, G., Joy, M., Sánchez-Durán, S., García-Barreda, S., Marco, P. y Panea, B..... 221

- EFECTO DE LA DIRECCIÓN DE CORTE DE LAS FIBRAS MUSCULARES EN LA FUERZA DE CIZALLA DE PIEZAS DE LA BOLA DE LA RAZA ALBERA. Panella-Riera, N. y Font-i-Furnols, M..... 222

- EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE ACEITE DE MURTA EN LA DIETA DE CABRITOS SOBRE LA CALIDAD SENSORIAL DE LA CARNE. Smeti, S., Mekki, I., Lobón, S., Joy, M. y Atti, N. 223

- ESTIMACIÓN DE LA COMPOSICIÓN TISULAR DE CORDEROS BARBARINE DE COLA GRASA MEDIANTE MEDIDAS EN VIVO DE LA COLA. Yogoubi, Y., Hajji, H., Smeti, S., Ripoll, G., Joy, M. y Atti, N..... 224

- EL CONSUMO DE CARNE FRESCA DE CERDO IBÉRICO: UNA SEGMENTACIÓN DE CONSUMIDORES SEGÚN SUS HÁBITOS Y ESTILOS DE VIDA. Ortiz, A., Díaz-Caro, C., Tejerina, D., Escribano, M., Crespo, E. y Gaspar, P..... 225

- EMPLEO DE SALES CÁLCICAS DE ÁCIDOS GRASOS N-3 EN LA RACIÓN DE OVEJAS: RENDIMIENTOS. CALIDAD DE LECHE Y CANAL DE LOS LECHAZOS. Gallardo, B., Lavín, P., Mantecón, A.R. y Manso, T. 226

Calidad de los Productos III

- PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE CARNE DE CONEJOS CEBADOS CON 20% DE BELLOTA EN EL PIENSO. Bouzaida, M.D., Resconi, V.C., Romero, J.V., Olleta, J.L., Asenjo, B., Miranda-de la Lama, G.C. y María, G.A. 227

- CONTENIDO FENÓLICO TOTAL, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y OXIDACIÓN LIPÍDICA DE CARNE DE CONEJOS CEBADOS CON 20% DE BELLOTA EN EL PIENSO. Bouzaida, M.D., Resconi, V.C., Gimeno, D., Romero, J.V., Barahona, M., Olleta, J.L. y María, G.A. 228

- PARAMETRIZACIÓN DEL COLOR APORTADO POR EL MAÍZ EN POLLO AMARILLO. Mur, L., Berrocal, R., Resconi, V.C., Olleta, J.L., Barahona, M. y Campo, M.M..... 229

- EFECTO DE LA TEMPERATURA DE OREO PARA MEJORAR LA CALIDAD DE LA CARNE EN DOS GENÉTICAS DE CERDO DE CAPA BLANCA. Barahona, M., Muela, E., Calvo, L., Olleta, J.L., Resconi, V.C. y Campo, M.M..... 230

- PREFERENCIA DEL CONSUMIDOR HACIA LOMO DE CERDO BLANCO ENVASADO EN ATMÓSFERAS PROTECTORAS. Calanche, J., Marquina, P., Ainsa, A., Muela, E. y Beltrán, J.A..... 231

- CALIDAD ORGANOLÉPTICA DE DIFERENTES PIEZAS CÁRNICAS DE TERNEROS CRIADOS EN DIVERSOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DEL PIRINEO. Guerrero, A., Olleta, J.L., Barahona, M., Resconi, V.C., Bouzaida, M.D., Romero, J.V., Fortová, J., Santolaria, P. y Campo, M.M. 232

- EFECTO DE DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN EL PIRINEO SOBRE LA ACEPTABILIDAD DE LA CARNE BOVINA SEGÚN PIEZA Y MADURACIÓN. Guerrero, A., Campo, M.M., Barahona, M., Resconi, V.C., Bouzaida, M.D., Romero, J.V., Fortová, J., Santolaria, P. y Olleta, J.L. 233

- EFECTO DE LA MADURACIÓN EN LA CALIDAD SENSORIAL DE LA CARNE DE VACAS FRISONAS. Moreno, T, García, C., García, G, Alonso, R y Crecente, S. 234

Calidad de los Productos IV

- EFECTOS DEL ESTRÉS POR CALOR SOBRE EL DESPIECE DE LA CANAL EN CERDO IBÉRICO. Pardo, Z., Seiquer, I., Nieto, R., Lachica, M., Lara, L. y Fernández-Fígares, I. 235

- CONTENIDO EN GRASA Y COMPOSICIÓN EN ÁCIDOS GRASOS DE LA PANCETA DE CERDO IBÉRICO CRUZADO Y DUROC PURO. Albano, M., Font-i-Furnols, M., Gispert, M., Brun, A., Marcos, B., Ayuso, D. y Tejeda, J.F. 236

- COMPOSICIÓN DE LA GRASA DE PANCETAS DE CERDOS MACHOS INMUNOCASTRADOS Y ENTEROS. Albano, M., Font-i-Furnols, M., Gispert, M., Brun, A., Marcos, B. y Tejeda, J.F. 237

- ANÁLISIS DE LAS PREFERENCIAS DE LOS CONSUMIDORES DE CARNE DE CORDERO MEDIANTE UN EXPERIMENTO DE ELECCIÓN. Blasco, M., Maza, M.T., Olleta, J.L., Barahona, M., Magalhaes, D.R., y Campo, M. 238

- MOTIVOS DE VENTA Y ACTIVIDAD PROMOCIONAL: EL CASO DEL CLUB DEL TERNASCO. Álvarez, K., Maza, M.T. y Uldemolins, P. 239

- CATEGORIZACIÓN DE LOS CONSUMIDORES FRENTE A LOS PRODUCTOS ECOLÓGICOS DE ORIGEN ANIMAL. Ureña, L.P., Baena, V., López, M.I. y Ruiz, F.A. 240

- LA CARNE DE PASTOREO DE RUMIANTE DESDE LA PERSPECTIVA DEL CONSUMIDOR. Ureña, L.P., Benitez, C., Mena, Y., Colombo, S., López, A.L. y Ruiz, F.A. 241

- ACTITUD DE LOS CONSUMIDORES ESPAÑOLES E ITALIANOS FRENTE A JAMONES CURADOS DE CERDOS INMUNOCASTRADOS. Pérez-Ciria, L., Álvarez-Rodríguez, J., Miana-Mena, F.J., Gallo, L., Schiavon, S., Ripoll, G., Blanco, M., Sanz, M.A. y Latorre, M.A. 242

Calidad de los Productos V

- LA INCLUSIÓN DE SUBPRODUCTO DE ROMERO EN EL CONCENTRADO DE CORDEROS MEJORÓ LA CALIDAD DE SU CARNE. Smeti, S., Lobón, S., Joy, M., Yogoubi, Y., Bertolín, J.R., Srihi, H. y Atti, N. 243

- PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA LECHE Y DE LA CARNE DE CORDEROS LECHALES DE OVEJAS ALIMENTADAS CON MICROALGAS (*SCHIZOCHYTRIUM SP.*). Manso, T., Gallardo, B., Lavín, P., Mantecón, A.R. Gómez-Cortés P. y de la Fuente M.A. 244

- ¿AFECTA LA INCLUSIÓN DE ALGARROBA SOBRE LOS ATRIBUTOS DE COLOR DE LA CARNE DE CORDERO Y SU VIDA ÚTIL?. Bottegal, D., Pelegrin-Valls, J., Lobón, S., Latorre, M.A. y Álvarez-Rodríguez, J. 245

- PÉRDIDAS DE AGUA EN CARNE DE CORDERO. ESTUDIO EXPLORATORIO. Bottegal, D., Latorre, M.A., Lobón, S. y Álvarez-Rodríguez, J. 246

- ESTUDIO DE LA MADURACIÓN DE LA CARNE DE POTRO MEDIANTE EL ANÁLISIS PROTEÓMICO DE LA FRACCIÓN MIOFIBRILAR. Beldarrain, L.R., Sentandreu, E., Aldai, N. y Sentandreu, M.A.	247
- LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA PARA EVALUAR EL EFECTO DE LA MADURACIÓN HÚMEDA Y SECA DE LOMOS DE TERNERA. Panella-Riera, N., Brun, A. y Font-i-Furnols, M.	248
- RESPUESTA AL ESTRÉS DEL RETÍCULO ENDOPLÁSMICO CELULAR: NUEVOS BIOMARCADORES DE CARNES DFD. González-Blanco, L., Diñeiro, Y., García, M.J., Sierra, V., Coto-Montes, A. y Oliván, M.	249

SANIDAD Y BIENESTAR ANIMAL

Sanidad y Bienestar Animal I

- EFECTO DE LA DENSIDAD ANIMAL SOBRE LOS RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS DE OVEJAS ASSAF. Palacios, C. y Abecia, J.A.	251
- USO DE SUBPRODUCTOS AGRARIOS COMO ESTRATEGIA ALIMENTARIA DURANTE LA PREMONTANERA EN EL CERDO IBÉRICO. García-Gudiño, J., Matías, J., Izquierdo, M., Pérez-Rodríguez, M.A. y Hernández-García, F.I.	252
- INCLUSIÓN DE ALGARROBO EN LA DIETA DEL CORDERO Y SUS EFECTOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO ¿HASTA DÓNDE PODEMOS LLEGAR? Pelegrin-Valls, J., Serrano-Pérez, B., Martín-Alonso, M.J. y Álvarez-Rodríguez, J.	253
- EFECTO DEL NÚMERO DE TOMAS Y EL GLUCONATO CÁLCICO EN EL COMPORTAMIENTO DE TERNERAS DE RECRÍA. RESULTADOS PRELIMINARES. Carulla, P., Ramón-Moragues, A., Pérez, A., Sebastian, F., Astiz, S., Estellés, F. y Villagrà, A.	254
- EFECTO DE LA VENTILACIÓN SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS, LA ACTIVIDAD ANIMAL, Y LA CALIDAD DE LA CANAL Y LA CARNE EN TERNEROS DE ENGORDE. Sánchez, D., Devant, M. y Martí, S.	255
- IMPACTO DEL SEXO SOBRE RESULTADOS PRODUCTIVOS, LESIONES Y REACTIVIDAD HACIA HUMANO EN LECHONES. Argemí-Armengol, I., Vidal, S., Coma, R. y Álvarez-Rodríguez, J.	256
- EFECTOS DE LA MOVILIDAD Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL POLLO DE CARNE SOBRE SU RESPUESTA A TESTS DE BIENESTAR EN GRANJAS COMERCIALES. Nazar, F.N., Averós, X. y Estévez, I.	257
- ANÁLISIS ESPACIAL Y TEMPORAL DEL COMPORTAMIENTO EN PASTOREO DE UN REBAÑO DE OVEJAS MEDIANTE EL USO DE GPS Y TÉCNICAS DE TELEDETECCIÓN. Plaza, J., Sánchez-García, M., Criado, M., Nieto, J., Sánchez, N., Abecia, J.A. y Palacios, C. ...	258

Sanidad y Bienestar Animal II

- EVALUACIÓN DE LA CETOSIS EN VACUNO LECHERO MEDIANTE EL CONTROL LECHERO. Marquès, C., Calsamiglia, S., Jubert, A., Marxuach, J. y Castillejos, L.	259
- PREVALENCIA DE SEIS ENFERMEDADES DE INTERÉS PARA LA PRODUCCIÓN LÁCTEA EN CAPRINO EN GANADERÍAS DEL SUR DE ESPAÑA. Martina, M., Marcel, A., Zurita, P., Delgado, J.V., Fernández, J., Jordana, J. y Martínez A.	260

- ANÁLISIS DE ASOCIACIÓN PARA POBLACIONES LEUCOCITARIAS EN CABRAS MURCIANO-GRANADINAS. Macri, M., Amills, M., Luigi-Sierra, M.G., Landi, V., Delgado, J.V., Jordana, J. y Martínez, A. 261

- EFECTO DE LA REDUCCIÓN DE LA DENSIDAD Y EL REAGRUPAMIENTO DE CERDOS IBÉRICO × DUROC EN CONDICIONES INTENSIVAS DE ENGORDE SOBRE EL BIENESTAR Y EL COMPORTAMIENTO. Mainau, E., López-Vergé, S., Verdú, M., Navarro, E., Gasa, J. y Castillejos, L..... 262

Sanidad y Bienestar Animal III

- RESPUESTAS METABÓLICAS Y PRODUCTIVAS DE FENOTIPOS SENSIBLES Y TOLERANTES AL CALOR DE CABRAS LECHERAS DE RAZA MURCIANO-GRANADINA. González-Luna, S., Serhan, S., Chaalia, B., Such, X., Salama, A.A.K. y Caja, G..... 263

- RESPUESTAS METABÓLICAS Y PRODUCTIVAS DE FENOTIPOS SENSIBLES Y TOLERANTES AL CALOR DE OVEJAS LECHERAS DE RAZA MANCHEGA. González-Luna, S., Chaalia, B., Serhan, S., Such, X., Caja, G. y Salama, A.A.K. 264

- ESTUDIO DE LAS CÉLULAS CALICIFORMES EN YEYUNO E ÍLEON COMO MARCADORES DE LA COCCIDIOSIS EN CORDEROS DE CEBO ALIMENTADOS CON ALGARROBO COMO FUENTE DE TANINOS CONDENSADOS. Martínez, L., Martín-Alonso, M.J., Giró, T., Álvarez-Rodríguez, J., Serrano-Pérez, B. y Pelegrin-Valls, J. 265

- INVESTIGACIÓN EN BIENESTAR ANIMAL EN ESPAÑA: PASADO, PRESENTE Y RETOS DE FUTURO. Llonch, P., Averós, X., Villagrà, A. y Blanco-Penedo, I..... 266

- LESIONES PODALES DEL BOVINO COMO INDICADORES ICEBERG POST MORTEM: PREVALENCIA, SENSIBILIDAD Y FACTORES DE RIESGO. Bautista-Fernández, M., Losada-Espinosa, N., Estévez-Moreno, L.X. y Miranda-de la Lama, G.C. 267

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Abdennebi-Najar, L.	75	Atti, N.	223, 224, 243
Abecia, J.A.	24, 55, 100, 125, 137, 138, 150, 251, 258	Atxaerandio, R.	44, 196, 198, 203
Abecia, L.	61	Averós, X.	98, 257, 266
Abou el qassim, L.	87, 173	Aymerich, P.	34
Acosta, B.A.	153	Ayuso, D.	236
Adriaens, I.	216	Azurmendi, H.	119
Aernouts, B.	216	Bach, A.	48, 172
Afonso, J.M.	167, 180	Baena, V.	240
Agea, I.	120, 162	Báez, D.	101
Agudo, B.	29	Bahloul, L.	90, 95
Ainsa, A.	231	Baila, C.	39, 106
Ajenjo, O.	66	Balcells, J.	5, 6, 51, 82
Alabart, J.L.	134, 135, 186	Ballester, M.	183, 200
Alarcón-Sánchez, M.V. ...	116	Barahona, M.	228, 229, 230, 232, 233, 238
Albanell, E.	35, 66	Bargelloni, L.	154, 159
Albano, M.	236, 237	Barquero, V.	115
Alcala, M.	8	Barrajón-Masa, C.	143, 145
Aldai, N.	247	Barraso, C.	74, 76
Alexandre, P.A.	175	Barrio, E.	60
Almela, L.	110, 111	Barroeta, A.C.	52, 54, 108
Alonso, J.	87	Bas-Rivas, A.	63
Alonso, M.	57	Bautista-Fernández, M. ..	267
Alonso, R.	220, 234	Behnamifar	121
Alonso-García, M.	171	Belaid, A.	90
Altarriba, J.	169, 204, 208	Belanche, A.	56, 61, 62, 63, 67, 78, 89
Álvarez, K.	239	Beldarrain, L.R.	247
Álvarez-Rodríguez, J.	32, 97, 242, 245, 246, 253, 256, 265	Belloumi, D.	72, 163, 168
Amanzougarene, Z.	48, 70	Belmonte, J.	35
Amills, M.	155, 165, 174, 207, 260, 261	Beltrán, J.A.	231
Amon, B.	17	Benitez, C.	241
Amor, J.	94	Benítez, R.	205
Andrés, S.	57, 75	Berbel, C.	180
Anguita, J.	61	Bernácer, J.	129, 132
Aransay, A.M.	61	Bernal, B.	121, 122, 142
Araújo, J.P.	19, 28, 105, 161	Bernat, F.	129, 132
Argemí-Armengol, I.	97, 256	Bernués, A.	11, 13, 36
Argente, M.J.	120, 162, 163, 168, 201	Berrocal, R.	229
Arias, K.D.	156	Bertolín, J.R.	85, 135, 243
Arias, M.	37	Biscarini, F.	57
Arias, R.	9	Blanch, M.	96
Arias-Álvarez, M.	149	Blanco, M.	39, 85, 139, 242
Arizcun, M.	180	Blanco-Penedo, I.	19, 105, 266
Armero, E.	162, 167, 180	Blasco, A.	162, 163, 168, 179, 187, 189, 201, 202
Arranz, J.	215	Blasco, I.	13
Arranz, J.J.	166, 171, 175, 188, 191, 197	Blasco, M.	238
Arredondo, M.	104	Blesbois, E.	121
Arribas, A.	131	Bonet, J.	34
Asenjo, B.	227	Bonet-Bo, M.	124
Astiz, S.	83, 84, 124, 130, 140, 143, 144, 145, 146, 254	Bottegal, D.	245, 246
		Boussalia, Y.	68
		Bouzaida, M.D.	227, 228, 232, 233
		Bovo, S.	177
		Bozzi, R.	177

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Brun, A.	236, 237, 248	Chaalia, B.	263, 264
Cabaleiro, S.	176	Chams, N.	12
Cabezas, A.	40	Chantepie, L.	134
Cáceres, E.	143, 144, 145	Charfeddine, N.	196
Cai, W.	170	Chaves-Pozo, E.	180
Caídas, A.	71	Chekmam, L.	33
Caja, G.	20, 21, 35, 66, 90, 95, 263, 264	Cittadini, A.	219
Calanche, J.	231	Colazo, M.	133
Calsamiglia, S.	16, 31, 45, 65, 77, 81, 90, 93, 95, 259	Cole, J.B.	170
Calvet, S.	71, 72, 73	Collantes-Fernández, E.	130
Calvo, J.H.	134, 186	Colombo, S.	241
Calvo, L.	230	Coma, J.	34
Cambra-López, M.	80, 107	Coma, R.	256
Campo, M.M.	18, 229, 230, 232, 233, 238	Correia, C.	105
Campos, R.	91	Costa, A.	213
Canals, R.M.	219	Costa-Roura, S.	82
Čandek-Potokar, M.	177	Coto-Montes, A.	249
Canela-Xandri, O.	170	Crecente, S.	22, 23, 220, 234
Cano, C.	72, 80, 107	Cremonesi, P.	57
Cano, V.	119	Cresci, R.	96
Cánovas, S.	112	Crespo, E.	225
Cantalapiedra, J.	19, 28, 105	Crespo, T.A.	51
Cantero, M.	117	Crespo-Piazuelo, D.	183, 200, 210
Canto, F.	24, 37	Criado, M.	258
Cañon, J.	204	Criado-Mesas, L.	200, 210, 211
Capdevila, C.	12, 13	Cruz, L.	19
Cardellach, P.	35	Cucurull, J.	46, 47, 79
Carleos, C.	204	Dantas, R.	161
Carné, S.	52	de Benito, H.P.	40
Carolino, N.	161	de Cara, A.	53
Carrasco, J.	29	de Evan, T.	40, 102, 103
Carrillo, N.A.	27	De la Barra, R.	37
Carro, M.D.	40, 64, 69, 102, 103	de la Fuente, G.	5, 6, 51
Carulla, P.	254	de la Fuente, J.	40
Carvajal-Serna, M.	125	de la Fuente, L.F.	166
Casals, R.	66	de la Fuente, M.A.	244
Casao, A.	125, 131	De La Torre-Santos, S.	43
Casasús, I.	11, 13, 36, 39, 85, 133, 136, 139	De Linares, C.	35
Casellas, J.	157, 176, 185	De Marchi, M.	213, 214
Castaño, C.	121, 122, 141, 142	de Mercado, E.	83, 84, 124, 143, 144, 145, 205
Castelló, A.	174, 200, 210, 211	del Prado, A.	2, 3, 17, 30
Castells-Rufas, D.	50	Delgado, J.V.	165, 207, 260, 261
Castiglioni, B.	57	Della Badia, A.	58, 59, 60, 68
Castillejos, L.	31, 34, 50, 52, 54, 108, 259, 262	Devant, M.	79, 86, 255
Casto-Rebollo, C.	168, 201	Díaz de Otálora, X.	17, 44
Catalán, J.	147	Díaz, C.	204, 208
Cayul, C.	37	Díaz, F.R.	118
Ccalta, R.	187	Díaz, R.	12
Ceccobelli, S.	155	Díaz-Caro, C.	225
Cecilian, F.	57	Díaz-Olivares, J.A.	216
Cerisuelo, A.	71, 72, 73, 80, 107	Díez, J.	87
Cerqueira, J.L.	19, 28, 105, 161	Diñeiro, Y.	249
Cervantes, I.	156, 181, 184, 193	D'Mellow, K.	170
		Dordas-Perpinyà, M.	147
		Dubey, D.	77
		Echegoyen, E.	134
		El Nagar, A.G.	179
		Elcoso, G.	48

AUTORES	Páginas
Elhadi, A.	20, 21, 35, 66, 90
El-Ouazizi El-Kahia, L.	181, 184
Escalera, N.	127, 128
Escobar, C.	12
Escobedo, O.	133
Escribano, M.	4, 7, 8, 14, 15, 27, 225
Espinosa, A.	76
Espinoza-Sandoval, O.R.	16
Estany, J.	164, 178, 182, 190, 192, 209
Esteban-Blanco, C.	171, 175, 191, 197
Estellé, J.	210
Estellés, F.	17, 254
Esteso, M.C.	142
Esteve, I.C.	129, 132
Esteve-García, E.	49
Estévez, I.	257
Estévez, J.	52
Estévez-Moreno, L.X.	10, 26, 267
Estrada, O.	106
Fabre, S.	134
Fajardo, A.	129
Farré, G.	52
Faturi, C.	77
Fernández, A.	154, 159, 172, 176, 177, 200, 207
Fernandez, E.	215
Fernández, J.	152, 154, 159, 194, 260
Fernandez, J.A.	14, 15
Fernández-Alegre, E.	123
Fernández-Barroso, M.A.	206
Fernández-Díez, C.	88, 94, 197
Fernández-Fígares, I.	91, 235
Fernandez-Novo, A.	83, 84, 124, 140, 143, 144, 145, 146
Fernández-Pacheco, C.	149
Fernandez-Turren, G.	93
Fernández-Vega, A.	143, 144, 145
Fernández-Yepes, J.E.	69
Ferrer, J.	85, 133, 139
Ferrero, J.I.	53
Flores, A.C.	118
Flores-Roco, A.	116
Folch, J.	134, 135, 186
Folch, J.M.	200, 210, 211
Fondevila, M.	70, 92, 125
Fontanesi, L.	177
Font-i-Furnols, M.	222, 236, 237, 248
Formoso-Rafferty, N.	181, 184, 193
Fortová, J.	232, 233
Fraile, L.	164, 190
Francia, F.	45, 77, 95
Freire, F.	160
Frías, J.	104
Frongia, A.	96
Frutos, P.	58, 59, 60, 68, 88, 94, 188, 197

AUTORES	Páginas
Fuertes, E.	5, 6
Gadea, J.	110, 111, 112, 148
Gallardo, B.	217, 226
Gallego, R.	9, 25
Gallo, L.	242
Gallo, M.	177
Gao, Y.	170
García, C.	220, 234
García, F.	205, 206
García, G.	234
García, M.	101
García, M.A.	150
García, M.J.	249
García, M.L.	120, 162, 163, 168, 201
García, O.	9, 25
García, P.	104
García-Barreda, S.	221
García-Casado, P.	141
García-Casco, J.	177, 205, 206
García-Ecija, A.	69
García-García, R.M.	149
García-Gudiño, J.	116, 252
García-Paloma, J.A.	130
García-Rebollar, P.	71, 72, 73
García-Rodríguez, A.	44, 196, 198, 203
García-Vázquez, F.A.	113, 114
Gardón, J.C.	83, 84, 124, 144
Garrafa-Barrios, A.	143, 144, 145
Garrappa, G.	113, 114
Garrido de la Osa, N.	116
Gasa, J.	34, 50, 262
Gaspar, P.	4, 7, 8, 14, 15, 27, 225
Genís, S.	96
Giaccone, D.	213
Gianola, D.	195
Gil, M.G.	121, 122, 142
Gimeno, D.	228
Giráldez, F.J.	41, 42, 57, 75
Giró, T.	265
Gispert, M.	236, 237
Gnemmi, G.	130
Goiri, I.	44, 196, 198, 203
Gómez-Izquierdo, E.	205
Gómez, E.A.	129, 132
Gómez, M.	143, 145
Gómez-Cortés, P.	218, 244
González, C.	71, 73, 198, 203
González, R.	9
González-Blanco, L.	249
González-Colín, X.	26
Gonzalez-Lopez, M.	61
González-Luna, S.	263, 264
González-Martín, J.V.	143, 145, 146
González-Recio, O.	172, 195, 196, 198, 199, 203
González-Rodríguez, O.	183
Goyache, F.	193

AUTORES	Páginas
Granado-Tajada, I.	158
Guagalango, A.	118
Guamán, S.A.	66
Guan, D.	155, 165, 174, 207
Guerrero, A.	232, 233
Gutiérrez, A.	104
Gutiérrez, D.	104
Gutiérrez, J.P.	156, 181, 184, 193
Gutiérrez-Adán, A.	121
Gutiérrez-Gil, B.	166, 171, 175, 188, 191, 197
Gutiérrez-Rivas, M.	172, 198, 203
Hajji, H.	224
Heras, J.	140
Heras-Molina, A.	124, 140, 144, 146
Hermida, M.	208
Hernández, P.	162, 179, 187, 202
Hernández-García, F.I. ...	116, 252
Hervás, G.	58, 59, 60, 68, 88, 94, 188, 197
Hervás-Rivero, C.	188
Horrillo, A.	4, 7, 8, 14, 15
Hurtado de Llera, A.	116
Ibañez-Escriche, N.	168, 179, 185, 201
Id-Lahoucine, S.	157
Iguacel, L.P.	106, 186
Isabel, B.	73
Izquierdo, M.	252
Izquierdo-Cebrián, M.	116
Jauregui, A.	98
Jiménez, A.	146
Jiménez, C.	102
Jiménez, E.	56, 61, 62, 63, 67, 78, 89
Jiménez, M.A.	160
Jiménez-Montero, J.A.	196, 198, 203
Jiménez-Movilla, M.	113
Jonsson, N.N.	56
Jordana, J.	165, 207, 260, 261
Jose-Cunilleras, E.	65
Joy, M.	39, 85, 106, 135, 221, 223, 224, 243
Juan, T.	106
Jubert, A.	259
Kallas, Z.	12
Kihal, A.	65, 81, 95
Ksouri, R.	75
Labbouz, Y.	58
Lacalle, E.	123
Lachica, M.	91, 235
Laghuaouta, H.	164, 182
Lahoz, B.	134, 135, 186
Lakhssassi, K.	186
Landi, V.	165, 207, 261
Laplana, M.	182, 190
Lara, J.	55, 100
Lara, L.	235
Lasagna, E.	155
Latorre, M.A.	242, 245, 246

AUTORES	Páginas
Lavin, J.L.	61
Lavín, P.	217, 218, 226, 244
Laviña, A.	137, 138
Lecegui, A.	12, 13
Legarra, A.	153
Leite, J.	161
Li, B.	170
Li, C.	170
Liu, S.	170
Liu, J.E.	170
Lizardo, R.	49
Llamas-López, P.J.	114
Llauradó-Calero, E.	49
Llonch, P.	266
Lobón, S.	36, 39, 106, 135, 223, 243, 245, 246
López de Armentia, L.	133
López, A.L.	241
López, F.	29
López, M.	18
López, M.	220
López, M.C.	80, 107
López, M.I.	240
López, S.	41, 42, 75
López-Bote, C.	205
López-Carbonell, D.	138, 169, 208
López-Catalina, A.	172
López-Gallego, F.	99
López-García, A.	198, 199, 203
López-Paredes, J.	196
López-Parra, M.M.	74, 76
López-Sebastián, A.	121
López-Vergé, S.	34, 50, 262
Lorenzo, J.M.	22, 23, 219
Lorenzo, P.L.	149
Losada-Espinosa, N.	267
Loste, J.M.	119
Lozano-Palazón, S.A.	129, 132
Luigi-Sierra, M.G.	155, 165, 174, 207, 261
Luis, S.	24
Luongo, C.	114, 117
Ma, L.	170
Macías, A.	137, 138
Macri, M.	261
Magalhaes, D.R.	238
Maia, C.	161
Mainau, E.	50, 262
Mallor, C.	106
Mancin, E.	189
Mandaluniz, N.	98, 215
Manso, T.	217, 218, 244, 226
Manteca, X.	50
Mantecón, A.R.	217, 218, 226, 244
Manuelian, C.L.	213, 214
Manzano, P.	2, 3, 30
Marco, P.	221
Marcos, B.	236, 237
Marcos, C.N.	69, 102

AUTORES	Páginas
María, G.A.	10, 227, 228
María-Dolores, E.	167, 180
Marina, H.	166, 175, 191, 197
Mármol-Sánchez, E.	174
Marquès, C.	31, 65, 259
Marquina, P.	231
Martí, S.	79, 86, 255
Martín, A.	57, 75
Martín, E.	137, 138
Martina, M.	260
Martín-Alonso, M.J.	253, 265
Martín-Collado, D.	11, 13, 36
Martín-de-Hijas, M.	185
Martín de Hijas-Villalba, M.	157
Martín-García, A.I.	56, 62, 63, 67, 78, 89
Martínez, A.	165, 207, 260, 261
Martínez, D.	83, 84, 124
Martínez, L.	265
Martínez, M.	72
Martínez, P.	208
Martínez-Álvaro, M.	187
Martínez-Castillero, M.	169, 185, 208
Martínez-Fernández, A.	43
Martínez-Granell, M.M.	129, 132
Martínez-Pastor, F.	123
Marxuach, J.	259
Matas, A.	78
Matás, C.	117
Mateos, I.	41, 42, 64, 75, 91
Matías, J.	252
Matos-Moreno, G.	206
Maynegre, J.	5, 6
Maza, M.T.	33, 238, 239
Mekki, I.	223
Melo, J.C.	5, 6
Mena, L.	118
Mena, Y.	241
Mendizabal, J.A.	119
Mendoza, A.G.	58, 59, 60, 68
Meneses, C.	204
Mercadé, L.	12
Mesías, F.J.	4, 7, 8, 14, 15
Miana-Mena, F.J.	242
Miguel-Jiménez, S.	125, 131
Millán, P.	149
Miranda-de la Lama, G.C.	10, 26, 227, 267
Miró, J.	147
Mocé, E.	129, 132
Mocé, M.L.	129, 132
Molina, A.	204
Molina, E.	32
Molina-Alcaide, E.	69, 102, 103
Molinero, E.	209
Montanari, E.	123
Monteagudo, L.V.	137, 138
Morales, R.	204
Morales-González, E.	194
Moreno, T.	22, 23, 220, 234

AUTORES	Páginas
Morrell, J.	123
Moset, V.	107
Mozas, P.	143, 145
Muela, E.	230, 231
Muelas, R.	120, 162
Muñoz, M.	177, 206
Muñoz-Ulecia, E.	11, 36
Mur, L.	229
Navarro, E.	262
Navarro, S.	71, 73
Navarro-Serna, S.	110, 111, 112, 148
Nazar, F.N.	257
Negrón, M.	37
Nieto, A.	35, 172
Nieto, J.	55, 100, 150, 258
Nieto, R.	235
Noguera, J.L.	185
Novoa-Garrido, M.	69, 103
Noya, A.	133, 136
Núñez, Y.	177, 205, 206
O'Brien, E.	141
Ojeda-Marín, C.	193
Ojer, M.	219
Olaizola, A.M.	13
Olegario, C.O.	126
Oliet, A.	143, 145
Oliván, M.	249
Olleta, J.L.	18, 227, 228, 229, 230, 232, 233, 238
Oltra, L.	53
Orquera, K.	139
Ortiz, A.	27, 225
Óvilo, C.	177, 198, 203, 205
Pairo-Castineira, E.	170
Palacín, I.	126
Palacios, C.	55, 100, 138, 150, 251, 258
Pallarés, P.	140
Palma-Hidalgo, J.M.	62, 63, 67, 89
Panea, B.	221
Panella-Riera, N.	222, 248
Pardo-Amado, M.S.	116
Pardo, G.	2, 3
Pardo, Z.	91, 235
Pardos, L.	33
Parejo, J.C.	204
Parrington, J.	110, 111
Pascual, J.J.	80, 107
Pascual-Itoiz, M.A.	61
Passols, M.	200, 210
Peiró-Pastor, R.	154, 159, 172
Pelayo, R.	166, 175, 188, 191
Pelegrin-Valls, J.	32, 245, 253, 265
Pena, R.N.	164, 178, 182, 190, 192, 209
Peña-Cearra, A.	61
Peña-Delgado, V.	125
Peñazola, C.	154, 159
Pérez, A.	254

AUTORES	Páginas
Perez, R.	180
Pérez-Calvo, E.	70
Pérez-Cerezales, S.	121
Pérez-Ciria, L.	242
Pérez-Garnelo, SS.	83, 84, 124, 130, 143, 144, 145
Pérez-Pe, R.	125, 131
Pérez-Rodríguez, M.A.	116, 252
Pérez-Sánchez, J.	180
Perez-Solana, ML.	146
Perini, F.	155
Pesantez-Pacheco, J.L.	83, 84, 124, 140, 144, 146
Piedrafita, J.	35
Piera, M.	45
Piñeiro-Silva, C.	110, 111, 112, 148
Piquer, L.	72, 80, 107
Piquer, O.	71, 72, 80
Pisoni, L.	86
Plante-Dubé, M.	60
Plaza, J.	55, 100, 150, 258
Pong-Wong, R.	194
Poto, A.	110, 111
Puente-Sánchez, F.	198, 203
Purriños, L.	22, 23
Puyalto, M.	54, 108
Quaglia, A.	155
Quintanilla, R.	174, 183
Quintela, I.	123
Ramayo-Caldas, Y.	183
Ramírez-Hidalgo, L.	206
Ramis, G.	167
Ramón-Moragues, A.	254
Ranathumga, S.	77
Ranilla, M.J.	41, 42, 64, 75, 91
Rawlik, K.	170
Rebollar, P.G.	149
Reig, L.	12
Reinoso-Peláez, E.L.	195, 199
Reixach, J.	178, 192
Remiro, A.	92
Remón, S.	92
Resconi, V.C.	18, 227, 228, 229, 230, 232, 233
Reverter, A.	175
Revilla, I.	55, 100
Rey, A.I.	53
Rey, J.	44
Reyes, S.	104
Riba, C.	35
Ribani, A.	177
Righi, F.	93, 213
Ripoll, G.	39, 136, 221, 224, 242
Rivera, B.	127, 128
Rivera, J.C.	99
Rodríguez, C.A.	71, 72
Rodríguez, H.	61
Rodríguez, M.	149

AUTORES	Páginas
Rodríguez, P.	74, 76
Rodríguez, P.L.	29, 99
Rodríguez-Prado, M.	45, 65, 77, 81, 90, 93, 95
Rodríguez-Sánchez, J.A.	133
Rodríguez-Tobón, E.	114
Romar, R.	110, 111, 112, 148
Romero, J.V.	227, 228, 232, 233
Romero, P.	63, 67, 78, 89
Romero, T.	129
Romero-Fernández, M.P.	4, 7, 8
Rosas, J.P.	185
Rosen, B.D.	170
Ros-Freixedes, R.	164, 178, 182, 190, 192, 209
Rovelli, G.	155
Royo, L.J.	43, 87, 173
Rueda, F.M.	167
Ruiz, F.A.	240, 241
Ruiz, R.	44, 98, 196, 215
Saborío-Montero, A.	196, 198, 199, 203
Sadurní, M.	52, 54, 108
Saeyns, W.	216
Sala, R.	54, 108
Salama, A.A.K.	20, 21, 35, 66, 263, 264
Salcedo, G.	9, 25
Saldaña, B.	53
Sánchez, A.	74, 200, 210, 211
Sánchez, D.	255
Sánchez, N.	258
Sánchez, P.	134
Sánchez-Durán, S.	221
Sánchez-García, M.	258
Sánchez-Rodríguez, A.	149
Sánchez-Zamora, P.	117
Sanmartí, M.	47
Santacreu, M.A.	162, 163
Santiago, C.	101
Santiago-Moreno, J.	121, 122, 141, 142
Santolaria, P.	10, 126, 127, 128, 232, 233
Santos-López, S.	143, 145, 146
Sanz, A.	133, 136, 139
Sanz, M.A.	242
Sarasua, M.	215
Sarmiento-García, A.	55, 100, 150
Saro, C.	41, 42, 64, 91
Sarri, L.	51
Sarrías-Gil, L.	112
Sarriés, M.V.	219
Sarti, F.M.	155
Sarto, P.	186
Satué, K.	187
Saura, M.	154, 159, 176, 199, 207
Sbarra, F.	155
Schiavo, G.	177
Schiavon, S.	242

AUTORES	Páginas	AUTORES	Páginas
Sebastià, C.....	200, 210	Tous, N.	49
Sebastian, B.	134	TREASURE CONSORTIUM	177
Sebastian, F.	83, 84, 124, 144, 254	Ugarte, E.	158, 196
Segovia, C.....	71, 73	Uldemolins, P.	239
Seiquer, I.	235	Ureña, L.P.	240, 241
Sentandreu, E.	247	Urrutia, O.	119
Sentandreu, M.A.	247	Valdés-Hernández, J.	211
Seradj, A.R.	5, 6, 51	Vallecillos, A.	167, 180
Serhan, S.	263, 264	Valverde, A.	115
Serrano, M.....	160, 186, 198, 199, 203	Vanraden, P.M.....	170
Serrano-Pérez, B.....	32, 253, 265	Van Tassell, C.P.....	170
Sevilla, F.....	115	Varela, E.....	12, 13
Sierra, V.	249	Varona, L.	158, 169, 185, 198, 203, 204, 208
Silvestre, M.A.	126	Vazquez-Briz, S.....	129
Simoni, M.	93, 213	Vázquez-Gómez, M.....	157, 185
Smeti, S.....	223, 224, 243	Vázquez-Mosquera, J.M.	83, 84, 124, 144
Soares, M.L.....	161	Velázquez, R.	121, 142
Sobreiro, J.	28	Verdejo, C.....	199
Sol, C.....	54, 108	Verdú, M.	46, 47, 50, 52, 79, 96, 262
Soldevila, C.	34	Vicente, C.	129, 132
Soldevila, X.	46	Vicente, F.	43
Solé, E.	178	Vidal, B.	12
Sosa-Madrid, B.S.	179, 189	Vidal, S.	256
Soula, M.	167	Vieira, L.A.	112
Sousa, J.	19	Vigolo, V.	214
Srihi, H.....	169, 185, 208, 243	Villa, J.	167
Stevens, E.....	216	Villagrà, A.	124, 144, 254, 266
Suárez-Mesa, R.	192	Villagrà, J.C.	83, 84
Suárez-Vega, A.	171, 175, 188, 191, 197	Villalba, D.	11, 32, 46, 47, 82, 97, 204
Such, X.....	20, 21, 90, 95, 165, 207, 263, 264	Villalba, I.	129
Tamames, J.....	198, 203	Villanueva, B.....	152, 154, 159, 176, 194
Tamargo, C.	126	Villaverde, S.	121
Teixidó, J.	12	Vitezica, Z.G.....	153
Tejeda, J.F.	236, 237	Vogg, M.	133
Tejedor, M.T.....	137	Wang, S.	170
Tejerina, D.....	225	Xia, C.....	170
Tenza, A.	11	Yan, Z.	170
Terré, M.....	96	Yáñez-Ortiz, I.....	118, 147
Then, C.....	208	Yániz, J.	126, 127, 128
Tinarelli, S.	177	Yáñez-Ruiz, D.R.....	56, 61, 62, 63, 67, 78, 88, 89
Tinoco, D.	28	Yogoubi, Y.	224, 243
Toledano-Díaz, A.	121, 122, 141, 142	Yao, Y.	170
Tonda, R.....	174	Yu, Y.	170
Topayan, V.....	185	Zabala, J.....	119
Tor, M.	51, 97, 178, 192	Zamorano, M.J.	167
Toral, P.G.....	58, 59, 60, 68, 88, 94, 188, 197	Zhang, S.	170
Toro, M.A.....	152, 194	Zubiri-Gaitán, A.	187, 202
Torrallardona, D.	49	Zurita, P.	260
Torres, O.	122, 142		
Tortadès, M.	96		

Sistemas Ganaderos – Economía y
Gestión

PAPEL DE LAS EMISIONES DIRECTAS DE LA GANADERÍA EN ESPAÑA EN LA ESTABILIZACIÓN DE LAS TEMPERATURAS GLOBALES

del Prado¹, A., Pardo¹, G. y Manzano^{1,2,3}, P.

¹Basque Centre For Climate Change (BC3), Edificio Sede nº. 1, Planta 1, Parque Científico de UPV/EHU, Barrio Sarriena s/n, 48940 Leioa, Bizkaia, España. ²GCC, Faculty of Biological and Environmental Sciences, University of Helsinki ³HELSUS, Fac. Biol. Env. Sci., University of Helsinki, P.O. Box 65, FI-00014 Helsinki, Finlandia; agustin.delprado@bc3research.org

INTRODUCCIÓN

La meta de emisiones 0 (neutralidad de carbono) está clara para el dióxido de carbono (CO₂) y otros gases de efecto invernadero (GEI) de larga duración, pero no para el metano (CH₄). El CH₄ se comporta de manera muy diferente al CO₂, de modo que si mantenemos las emisiones de CH₄ al nivel actual, las concentraciones de CH₄ se estabilizarán y no contribuirán más al calentamiento global. Esto contrasta con el CO₂, donde las emisiones constantes conducen a una tasa de calentamiento constante y una reducción de CO₂ aún calienta hasta que dicha tasa llegue a "0". Este problema puede evitarse redefiniendo la neutralidad climática en términos de emisiones "equivalentes al calentamiento". En este sentido, la nueva métrica GWP* permite expresar todas las emisiones en equivalentes de calentamiento (CO₂-we), y contabilizarlas en relación al calentamiento añadido que generan en una determinada franja de tiempo de estudio (Cain *et al.*, 2019). El objetivo de este estudio es estimar la reducción necesaria de GEI para la consecución de neutralidad climática de las diferentes especies ganaderas (emisiones directas) en España usando como referencia el período 2010-2050.

MATERIAL Y MÉTODOS

El uso de emisiones equivalentes métricas convencionales (CO₂-e GWP₁₀₀) como base para contabilizar las emisiones, no equivale al efecto sobre el calentamiento atmosférico al cambiar las tasas de emisión de GEI de corta duración (e.g. CH₄). Esta deficiencia puede resolverse mediante el uso de emisiones equivalentes al calentamiento (CO₂-we, GWP *) (Cain *et al.*, 2019), que pueden vincular con precisión las tasas anuales de emisión de GEI con su efecto de calentamiento en la atmósfera. Utilizando emisiones GWP* y los datos de GEI de inventarios nacionales (MITECO, 2020) en la categoría ganadería dentro del sector agricultura, examinamos qué reducciones en CH₄ serían necesarias en la ganadería en España para la consecución de neutralidad climática a 2050.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los escenarios para que la ganadería en España logre un efecto de calentamiento "0" para los próximos años implican reducciones anuales modestas de CH₄ (0.5%). Si lo comparamos con otro sector, como el transporte, que en 2018 emitió un 3% menos que la ganadería, dicho sector necesitaría una reducción anual de 1.4% ya que sus emisiones son mayoritariamente de CO₂ (GEI de vida larga). Por subsectores en ganadería, si bien los que más han crecido en los últimos años (vacuno de carne, porcino y caprino) necesitarían reducir sus emisiones de CH₄ a un ritmo importante para alcanzar la neutralidad climática en 0.9, 0.5 y 0.3%, respectivamente, el vacuno de leche y el ovino podrían incrementar levemente sus emisiones de CH₄ sin perjuicio en calentamiento adicional. Este enfoque, basado en el calentamiento real más que en la neutralidad del CO₂-e (métrica equivalente), podría inducir cambios en las estrategias de reducción de GEI si se compara con los que surgen dentro del marco convencional de emisiones de CO₂-e acumuladas (Lynch *et al.* 2020).

CONCLUSIÓN

Nuestro estudio ilustra con un ejemplo real cómo el GWP* proporciona un método mejorado para evaluar el impacto del CH₄ en el calentamiento de la atmósfera, crea objetivos viables para lograr el aumento máximo obligatorio de 1,5 °C en la temperatura promedio para 2050 y permite evaluar las políticas actuales propuestas para tales objetivos. Creemos que es especialmente importante este estudio cuando se evalúan climáticamente los diferentes sectores económicos de un país, sobre todo permite comparar sectores a nivel climático con diferentes perfiles de GEI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cain, M. 2019. npj Clim Atmos Sci 2, 1-7 • Lynch, J Environ. Res. Lett. 15, 044023 • MITECO, 2020.

Agradecimientos: María de Maeztu 2018-2022 (Ref. MDM-2017-0714), Gobierno Vasco (BERC 2018-2021), programa Ramon y Cajal (RYC-2017-22143).

CONTRIBUCIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI DIRECTAS DE LA GANADERÍA EN ESPAÑA AL CALENTAMIENTO DE LA ATMÓSFERA EN EL PERÍODO 1990-2018

del Prado¹, A., Pardo, G¹. y Manzano P^{1,2,3}.

¹Basque Centre For Climate Change (BC3), Edificio Sede nº. 1, Planta 1, Parque Científico de UPV/EHU, Barrio Sarriena s/n, 48940 Leioa, Bizkaia, España. ²GCC, Faculty of Biological and Environmental Sciences, University of Helsinki. ³HELSUS, Fac. Biol. Env. Sci., University of Helsinki, P.O. Box 65, FI-00014 Helsinki, Finlandia; agustin.delprado@bc3research.org

INTRODUCCIÓN

Se estima que las emisiones directas provenientes de la ganadería en España representan alrededor del 7.9% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (MITECO, 2020). A diferencia de otros sectores, la mayor parte de las emisiones en esta categoría del inventario (ganadería) son debidas a un GEI de vida corta (el metano: CH₄) (>90%). El CH₄, a diferencia, por ejemplo, del dióxido de carbono (CO₂), calienta mucho la atmósfera tras sus primeros años de emisión, pero desaparece, a través de la oxidación química aproximadamente en 12 años (IPCC, 2013). El CH₄, por tanto, se comporta de manera muy diferente al CO₂, ya que el CO₂, una vez emitido, permanece en la atmósfera durante miles de años. El objetivo de este estudio es analizar de qué forma las emisiones de GEI de la ganadería en España han afectado al calentamiento adicional en la atmósfera.

MATERIAL Y MÉTODOS

El uso de emisiones equivalentes métricas convencionales (CO₂-e GWP₁₀₀) como base para contabilizar las emisiones, no equivale al efecto sobre el calentamiento atmosférico al cambiar las tasas de emisión de GEI de corta duración (e.g. CH₄). Esta deficiencia puede resolverse mediante el uso de emisiones equivalentes al calentamiento (CO₂-we, GWP *) (Cain *et al.*, 2019), que pueden vincular con precisión las tasas anuales de emisión de GEI con su efecto de calentamiento en la atmósfera. Utilizando emisiones GWP* y los datos de GEI de inventarios nacionales en la categoría ganadería dentro del sector agricultura, examinamos la contribución histórica (1990-2018) de la ganadería en España a niveles adicionales de calentamiento atmosférico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La media de emisiones directas de GEI de la ganadería en España en el período de 1990-2018 fue de aproximadamente 27.8 Mt CO₂-e, correspondiendo la mayor parte de las emisiones al vacuno de carne (40%) y el porcino (24.5%), seguido por el ovino (16%), vacuno de leche (15%), caprino (4%) y ganado aviar (0.4%). Al analizar el calentamiento adicional que dichas emisiones de GEI habrían producido en la atmósfera, observamos que para la mayor parte de las especies, el grado de calentamiento adicional depende principalmente de cómo cambian las tasas de emisión del CH₄. Así, para especies donde las emisiones han crecido más, obtuvimos, un mayor calentamiento añadido. Por ejemplo, mientras el vacuno de carne y el porcino habrían ayudado a incrementar la temperatura desde 1990 en 0.23 y 0.14 °mC, respectivamente, el calentamiento del ovino (0.04 °mC), caprino (0.01 °mC) y aves (0.001 °mC) habría sido más modesto. Para el caso del vacuno de leche la reducción de emisiones de CH₄ habría ocasionado, no un calentamiento, sino un enfriamiento relativo de aproximadamente 0.07 °mC.

CONCLUSIÓN

Al relacionar las emisiones con la temperatura resultante en la ganadería en España, encontramos que subsectores importantes de la ganadería como el vacuno de leche, no han causado un calentamiento adicional en el período 1990-2018. El uso de la aplicación convencional de emisiones equivalentes métricas de CO₂ con GWP100 daría como resultado unas emisiones equivalentes de CO₂ estimadas mucho mayores que mediante el uso de emisiones equivalentes al calentamiento de CO₂ usando GWP*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cain, M. 2019. npj Clim Atmos Sci 2, 1–7 • IPCC, 2013 • MITECO, 2020

Agradecimientos: María de Maeztu 2018-2022 (Ref. MDM-2017-0714), Gobierno Vasco (BERC 2018-2021), programa Ramon y Cajal (RYC-2017-22143).

MANEJO DEL PASTOREO EN SISTEMAS AGROFORESTALES Y EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Romero-Fernández¹, M.P., Esbribano², M., Horrillo¹, A., Gaspar¹, P. y Mesías¹, F.J.

¹Escuela de Ingenierías Agrarias - Universidad de Extremadura, Avda. Adolfo Suárez s/n 06007, Badajoz (España). ²Facultad de Veterinaria - Universidad de Extremadura, Avda. de la Universidad s/n 10003, Cáceres (España); mpromero@unex.es

INTRODUCCIÓN

El impacto ambiental de la ganadería va a estar vinculado a su sistema producción y a la gestión sostenible de las explotaciones. En este sentido la adaptación al cambio climático juega un papel fundamental donde la recuperación de las prácticas de manejo como la del pastoreo rotativo multiespecífico (AMP), puede favorecer la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y en el aumento del secuestro de carbono en el suelo. En este contexto, el proyecto LIFE Regenerate evalúa la autosuficiencia de las explotaciones de los sistemas agroforestales de dehesa en un contexto de cambio climático.

MATERIAL Y MÉTODOS

El proyecto LIFE Regenerate ha realizado un Análisis de Ciclo de Vida (ACV) (Buratti *et al.*, 2017), teniendo en cuenta el efecto de la gestión ganadera en las emisiones de GEI y en el secuestro de carbono (Petersen *et al.*, 2013). En este contexto, en este trabajo se han analizado los impactos de las emisiones de GEI en dos escenarios: i) parcelas con rotación en el pastoreo de ganado vacuno y ovino o caprino y, por último, ii) parcelas de control en el que la gestión ganadera se realiza mediante pastoreo convencional con ganado vacuno. El cálculo de huella de carbono (HC) se ha realizado de acuerdo con las directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de GEI (IPCC, 2006). También se ha seguido una adaptación de la metodología citada por el Ministerio de Agricultura Español en cuanto a las características de las zonas de dehesa ganadera y la gestión del estiércol (MITECO, 2019).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las explotaciones analizadas corresponden a dos fincas de investigación en España e Italia (Muñovela con ganadería bovina y ovina y Elighes Uttiosos con ganadería bovina y caprina). Los resultados obtenidos sobre las emisiones de GEI y el secuestro de carbono se presentan parcelas AMP y control. Los datos preliminares indican que las emisiones totales de la explotación son mayores en las parcelas AMP (21,76kg CO₂eq/UF) que en la parcela de control (17,08kg CO₂eq/UF) para la finca de Muñovela debido a que AMP incluye más carga ganadera y 12,97 kg CO₂eq/UF en parcelas AMP y 7,83kg CO₂eq/UF en las parcelas control para la finca de Elighes Uttiosos debido a que AMP incluye más carga ganadera. Sin embargo el carbono secuestrado en un horizonte temporal de 20 años, es de 1467,14 kg CO₂eq/ha en AMP y de 1311,38 kg CO₂eq/ha en las parcelas Control en la finca Muñovela. De manera paralela, en Elighes Uttiosos se obtuvieron 1082,97 kg CO₂eq/ha en AMP y de 985,21 CO₂eq/ha en las parcelas donde se ubica el rebaño Control.

CONCLUSIÓN

Los resultados preliminares de ambas explotaciones muestran que la recuperación de la práctica de pastoreo rotativo multiespecífico (AMP) favorece el aumento del secuestro de carbono en el suelo y favorece la reducción de la emisión de GEI. Sin embargo, existe una tendencia de emisiones totales superiores en las parcelas de AMP debido a que incluye dos ganaderías frente a una en las de control.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Buratti, C. *et al.* 2017. Carbon footprint of conventional and organic beef production systems: An Italian case study. *Sci. Total Environ.* 576: 129–137.
- Petersen, B.M., *et al.*, 2013. *J. Clean. Prod.* 52: 217–224.
- IPCC, 2006. Directrices para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Capítulo 6: Pastizales. IGES, Japan.
- MITECO, 2019. Informe de inventario nacional gases de efecto invernadero. Ministerio Transición Ecológica - Gobierno de España. Centro de Publicaciones, Madrid.

Agradecimientos: Agradecemos al programa LIFE de la Unión Europea (LIFE16 ENV/ES/000276-LIFE REGENERATE) por la financiación de esta investigación.

EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES EN EXPLOTACIONES DE VACUNO LECHERO: SISTEMA ISRAELITA O DE CAMA COMPOSTANTE

Fuertes, E., Melo, J.C., Maynegre, J., Seradj, A.R., De la Fuente, G. y Balcells, J.
Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Lleida - *Agrotecnio-CERCA Centre*. Avda. de Alcalde Rovira Roure 191, 25198 Lleida, España; esperanza.fuertes@udl.cat

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas el impacto ambiental de los diferentes sistemas ganaderos ha estado bajo escrutinio. En el caso del vacuno lechero, la intensificación de este sector implica un manejo de volúmenes crecientes de estiércol, lo cual conlleva una emisión significativa de gases de efecto invernadero (GEI) y NH_3 . Es sabido que el método de gestión de deyecciones puede alterar dichas emisiones, y dado que recientemente el sistema de alojamiento de cama compostante (CC) está teniendo una amplia difusión dados los beneficios sanitarios y de bienestar que para el ganado comporta (Fernández *et al.*, 2020), cobra especial importancia estimar las emisiones que este sistema pueda generar.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las determinaciones se realizaron en dos periodos experimentales, durante temperaturas bajas (Enero a Febrero) y cálidas (Julio a Agosto). Las explotaciones ($n=3$) estaban ubicadas en el área de Lleida, dentro del Valle del Ebro. El manejo y racionamiento de los animales en estas explotaciones fueron homogéneos y representativos de los sistemas de CC en esta zona. Dado que en este tipo de alojamiento el lecho es compostado diariamente, se distinguieron dos fases diferentes de emisión: fase estática (FE), refiriéndose a cuando el lecho se mantiene en reposo, y fase dinámica (FD), la cual comprende las emisiones producidas durante y poco después del laboreo del lecho. Se diseñaron sistemas de medición diferenciales, basados en la recolección de GEI (CH_4 , CO_2 y N_2O) mediante la acción de una bomba peristáltica (Seradj *et al.*, 2020) y de NH_3 mediante su fijación con trampas ácidas (Goldman y Jacobs, 1953). Posteriormente, los GEI fueron analizados mediante cromatografía de gases (Plaza-Bonilla *et al.*, 2014) y el NH_3 mediante colorimetría (HMSO, 1981). Los valores de gases contaminantes fueron normalizados en base de logaritmo de 10, a excepción del NH_3 .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las emisiones están expresadas en gramos por $\text{m}^2 \text{ día}^{-1}$ y/o por animal día^{-1} para las dos fases de emisión. Las emisiones registradas durante la fase dinámica fueron mayores en el caso de todas las granjas respecto a la fase estática, presentando valores de diferencias de mínimos cuadrados (MC_{dif}) para los GEI y NH_3 . Las diferencias fueron estadísticamente significativas en el caso del CH_4 ($\text{m}^2 \text{ día}^{-1}$: $p<0.01$, $\text{MC}_{\text{dif}}=0.21$; animal día^{-1} : $p<0.01$, $\text{MC}_{\text{dif}}=2.16$), CO_2 ($\text{m}^2 \text{ día}^{-1}$: $p<0.01$, $\text{MC}_{\text{dif}}=0.22$; animal día^{-1} : $p<0.01$, $\text{MC}_{\text{dif}}=2.19$) y N_2O ($\text{m}^2 \text{ día}^{-1}$: $p<0.01$, $\text{MC}_{\text{dif}}=0.23$; animal día^{-1} : $p<0.01$, $\text{MC}_{\text{dif}}=2.38$), pero no fueron significativas en el caso del NH_3 ($\text{m}^2 \text{ día}^{-1}$: $p=0.10$, $\text{MC}_{\text{dif}}=1.32$; animal día^{-1} : $p=0.12$, $\text{MC}_{\text{dif}}=16.72$). Estos resultados indican que la principal emisión en los sistemas de CC procede del periodo de laboreo del estiércol, dado que al oxigenar el lecho, parte de los gases acumulados son liberados, generándose además condiciones aeróbicas propicias para procesos de nitrificación, esenciales para la liberación de N_2O (Chadwick *et al.*, 2011).

CONCLUSIÓN

La salud y el bienestar de las vacas lecheras pueden beneficiarse del uso del sistema de CC; no obstante, las emisiones de gases contaminantes (GEI y NH_3) producidas durante la fase de compostaje llevada a cabo en este sistema pueden suponer un riesgo añadido a la contaminación ambiental derivada de la producción animal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chadwick, D. (2011). *Animal Feed Sci. & Tech.*, 166–167, 514–531.
- Fernández, A. (2020). *Animals*, 10(3).
- Goldman F.H. (1953). Intersc. Pub. Inc., New York.
- HMSO (1981). London.
- Plaza-Bonilla, D. (2014). *Soil Bio. & Bioch.*, 68, 471–481.
- Seradj, A.R. (2020). *Animals*, 10(10), 1-16.

Agradecimientos: personal de las granjas comerciales (Ramadería Fontanals, Cal Perches y Cal Padri). Este estudio ha sido financiado por la Generalitat de Catalunya, DARP (S-18017).

EFFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA EMISIÓN DE GASES CONTAMINANTES EN EL SISTEMA ISRAELITA O DE CAMA COMPOSTANTE

Fuertes, E., Melo, J.C., Maynegre, J., Seradj, A.R., De la Fuente, G. y Balcells, J.
Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Lleida. - *Agrotecnio-CERCA Centre*, Avda. de Alcalde Rovira Roure 191, 25198 Lleida, España; esperanza.fuertes@udl.cat

INTRODUCCIÓN

La contribución de la ganadería a la emisión de gases de efecto invernadero (GHG: CH₄ y N₂O) y amoníaco (NH₃), ha sido frecuentemente analizada. En el caso del vacuno lechero, el sistema de alojamiento de cama compostante (CC) ha incrementado su implantación dadas sus ventajas a nivel sanitario (Black *et al.*, 2013). Sin embargo, también se ha descrito que la gestión de las deyecciones en dicho sistema implica mayores pérdidas irreversibles de nitrógeno (i.e. NH₃) (Balcells *et al.*, 2020). La tasa de emisión de gases contaminantes procedentes del estiércol se encuentra condicionada por factores ambientales, como es la temperatura (Blanes-Vidal *et al.*, 2008), por ello el objetivo de este trabajo es analizar las variaciones en la emisión relacionadas con los cambios anuales de temperatura ambiental.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las determinaciones se realizaron en dos periodos experimentales, con temperaturas bajas (promedio de 6,7°C; Enero a Febrero, P1) y altas (promedio de 34,7°C; Julio a Agosto, P2), con tal de evaluar el efecto de la temperatura sobre las emisiones de GEI y NH₃. Las explotaciones (n=3) estaban ubicadas en la periferia de Lleida, dentro de la zona del Valle del Ebro. El manejo y racionamiento de los animales en estas explotaciones fueron representativos del manejo habitual en los sistemas de CC en esta zona. Se distinguieron dos fases de emisión, estática (FE, fase de reposo) y dinámica (FD, fase de laboreo), con sistemas de recolección de muestras independientes. La emisión se determinó por diferencia de concentraciones entre el aire de entrada y de salida de los respectivos sistemas. El muestreo de aire se realizó mediante la acción de una bomba peristáltica (Seradj *et al.*, 2020), y el NH₃ fue fijado mediante trampas ácidas (Goldman y Jacobs, 1953). Posteriormente, los GEI fueron analizados mediante cromatografía de gases (Plaza-Bonilla *et al.*, 2014) y el NH₃ mediante colorimetría (HMSO, 1981). Los valores de gases contaminantes fueron normalizados en base de logaritmo de 10, a excepción del NH₃.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El periodo P2 presentó emisiones superiores respecto a P1 para todos los gases excepto en el caso del N₂O, cuyas diferencias fueron superiores durante P1, presentando valores de diferencias de mínimos cuadrados (MC_{dif}) para los GEI y NH₃. Se observaron diferencias estadísticamente significativas en el caso del CH₄ (mg por m² día⁻¹: $p=0.02$, MC_{dif}=7.3; animal día⁻¹: $p=0.02$, MC_{dif}=73.1), CO₂ (mg por m² día⁻¹: $p<0.01$, MC_{dif}=9.4; animal día⁻¹: $p<0.01$, MC_{dif}=93.9) y N₂O (µg por m² día⁻¹: $p<0.01$, MC_{dif}=0.13; animal día⁻¹: $p<0.01$, MC_{dif}=1.3), pero no fueron significativas en el caso del NH₃ (g por m² día⁻¹: $p=0.15$, MC_{dif}=1.13; animal día⁻¹: $p=0.15$, MC_{dif}=15.45). Estos resultados permiten apreciar que sí existe una relación entre la temperatura ambiental y las emisiones de determinados gases, siendo las temperaturas altas (P2) las que en general favorecen un mayor nivel de volatilización.

CONCLUSIÓN

La temperatura juega un papel importante en la volatilización de ciertos gases contaminantes en sistemas de CC, pudiendo presentar relaciones inversas en el caso, por ejemplo, del N₂O.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balcells, J. (2020). *J. of Dairy Sci.*, 103(11), 10882–10897.
- Black, R. A. (2013). *J. of Dairy Sci.*, 96(12).
- Blanes-Vidal, V. (2008). *Agric., Ecos. and Env.*, 124(3–4), 237–244.
- Goldman F.H. (1953). Intersc. Pub. Inc., New York.
- HMSO (1981), London.
- Seradj, A. R. (2020). *Animals*, 10(10), 1–16.

Agradecimientos: personal de las granjas comerciales (Ramadería Fontanals, Cal Perches y Cal Padri). Este estudio ha sido financiado por la Generalitat de Catalunya, DARP (S-18017).

ANÁLISIS DE EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EXPLOTACIONES DE VACUNO DE CARNE DENTRO DEL PROYECTO LIFE REGENERATE

Romero-Fernández¹, M.P., Escribano², M., Horrillo¹, A., Gaspar¹, P. y Mesías¹, F.J.

¹Escuela de Ingenierías Agrarias - Universidad de Extremadura, Avda. Adolfo Suárez s/n 06007, Badajoz (España). ²Facultad de Veterinaria - Universidad de Extremadura, Avda. de la Universidad s/n 10003, Cáceres (España).; mpromero@unex.es

INTRODUCCIÓN

Las explotaciones agroforestales de dehesas son ampliamente conocidas en Europa. Los propietarios de estos sistemas se enfrentan a pérdidas económicas cada vez más importantes, debido tanto al estancamiento de los precios de los productos agrarios como a la reducción de los subsidios agrícolas. A estos factores económicos se suma la necesidad de conservar medioambientalmente y de manera sostenible las explotaciones de dehesa (Eldesouky *et al.*, 2018). En este contexto, el proyecto LIFE Regenerate se centra en evaluar la viabilidad en la gestión integrada de las dehesas basándose en el manejo tradicional de los sistemas agrosforestales y conseguir su replicación en cualquier tipo de finca. En este sentido, la recuperación de la práctica del pastoreo rotacional adaptada puede mejorar la economía de las explotaciones de un modo sostenible conservando los recursos naturales: En este sentido, la adaptación de las técnicas de manejo puede tener un impacto significativo en la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) en estos sistemas y el aumento del secuestro de carbono en el suelo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha realizado un análisis previo de la huella de carbono (HC) (IPCC, 2006), (MITECO, 2019) en cinco explotaciones de vacuno de carne que participan como fincas de replicación en el proyecto LIFE Regenerate. Mediante el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) incorporando el secuestro de carbono (Horrillo *et al.*, 2020). Las fincas analizadas corresponden a explotaciones extensivas donde su alimentación se basa en el pastoreo de la ganadería con baja dependencia de los recursos del exterior. La superficie agrícola útil de estos oscila entre 200 ha y 930 ha con una producción de pastos variable según la ubicación y características de la finca. En relación a su productividad técnica el número de terneros nacidos por vaca oscila entre 0,70 y 0,97 terneros por vaca y año.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se analizarán por explotación y por tipo de producto vendido. Las emisiones de GEI del ganado son las más relevantes y oscilan entre el 85,24% de las emisiones totales de la finca al 98,68%. La principal fuente de emisión dentro de las fincas son las emisiones de CH₄ de origen entérico y los valores oscilan entre 3,38 kg CO₂eq/UF (57,39%) y 7,06 kg CO₂eq/UF (60,60%). Las emisiones de la gestión del estiércol en las cinco granjas son de poca importancia, rondando el 8-10% y la segunda fuente de emisiones de GEI es la gestión del suelo, que oscila entre el 15,88% y el 30,13%. Al estudiar los insumos de las fincas, estas emisiones oscilan entre el 1,32% como valor mínimo y el 14,68% como máximo. La huella total emitida para las cinco fincas oscila entre 5,89 kg CO₂eq/UF y 11,65 kg CO₂eq/UF. La alta HC de la última finca se explica por su baja unidad funcional.

CONCLUSIÓN

El interés de los datos de estudio base obtenidos en cada una de las fincas de replicación analizadas radica en el conocimiento por parte de los gestores para poder observar el impacto final de las mejoras. Cabe recalcar que algunas de las explotaciones tienen un bajo impacto ambiental debido a un escaso aprovechamiento ganadero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Eldesouky, A., Mesias, F.J., Elghannam, A., Escribano, M., 2018. J. Clean. Prod. 200: 28–38. • Horrillo, A., Gaspar, P., Escribano, M., 2020. Animals 10: 162. • IPCC, 2006b. Directrices para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Capítulo 6: Pastizales. IGES, Japan. • MITECO, 2019. Informe de inventario nacional gases de efecto invernadero. Ministerio Transición Ecológica - Gobierno de España. Centro de Publicaciones, Madrid.

Agradecimientos: Agradecemos al programa LIFE de la Unión Europea (LIFE16 ENV/ES/000276-LIFE REGENERATE) por la financiación de esta investigación.

LA IMPORTANCIA DEL SECUESTRO DE CARBONO EN EXPLOTACIONES OVINAS EN DEHESAS

Horrillo, A., Escribano, M., Gaspar, P., Mesías, F.J., Romero-Fernandez, M.P. y Alcalá, M.
Escuela de Ingenierías Agrarias – Universidad de Extremadura; Avda. Adolfo Suárez, s/n – 06007
Badajoz; andreshg@unex.es

INTRODUCCIÓN

El sector ganadero contribuye de forma significativa a las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI). Sin embargo, la adaptación de estos sistemas a modelos de gestión más sostenibles puede contribuir a la lucha contra el cambio climático. En este sentido, la reducción de los GEI y de la huella ecológica del sector ganadero debe ser un objetivo prioritario en la actualidad que permita satisfacer las necesidades de alimentos de la población mundial en un contexto de crecimiento poblacional y de cambio climático. Para ello será de vital importancia la adaptación de las explotaciones a los nuevos escenarios climáticos y la aplicación de estrategias de mitigación por parte del sector ganadero (Gerber *et al.*, 2013).

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el estudio del impacto ambiental de las explotaciones de ovino de carne en dehesas se ha empleado una metodología cuantitativa basada en el análisis del ciclo de Vida (ACV) (Buratti *et al.*, 2017) para calcular la Huella de Carbono (HC) y el secuestro de carbono (Petersen *et al.*, 2013). El cálculo de HC se ha realizado siguiendo las directrices del IPCC 2006 para los inventarios nacionales de GEI (IPCC, 2006) y (IPCC, 2007) adaptándola a las características de los sistemas ganaderos extensivos de la península ibérica (MITECO, 2019). Para el cálculo del secuestro de carbono en este caso se adaptó el sistema ganado-estiercol-pastizales propuesto por Petersen *et al.* (2013) con un horizonte temporal de 100 años y con el objetivo de evaluar los cambios que se producen a lo largo del tiempo en los niveles de C del suelo. La unidad funcional en la que se expresa HC es en Kg CO₂-eq/ ha.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las explotaciones analizadas corresponden a sistemas ovinos extensivos en pastoreo. El número de explotaciones analizadas fue 12, con una superficie agraria útil de 230.3 ha de media y cargas ganaderas de 0.39 UGM/ha. Los resultados, tanto de la HC y del secuestro de carbono, se muestran divididos en dos grupos de explotaciones, uno con venta de corderos con un peso menor a 15 kg de peso vivo (OV15) y otro con entre 15 y 23.5 kg de peso vivo (OV15-23.5). El análisis muestra una HC para OV15 de 1388.5 kg CO₂ eq/ha y de 996.6 kg CO₂ eq/ha para OV15-23.5. La fermentación entérica es la fuente de emisiones que mayor porcentaje presenta siendo del 61.4 % para OV15 y del 66.4 para OV15-23.5. En cuanto al secuestro de carbono fue de 279.24 kg CO₂ eq/ha para OV15 y de 388.6 kg CO₂ eq/ha para OV15-23.5 reflejando que los sistemas extensivos tienen capacidad de actuar como sumideros de carbono, pudiendo mejorar la fijación de carbono mediante la gestión de los pastos y el abonado orgánico como las deyecciones de la ganadería (O'Brien *et al.*, 2014). El resultado final de las emisiones netas sería de: 999.9 kg CO₂eq/ha para OV15 y 717.4 kg CO₂eq/ha para OV15-23.5.

CONCLUSIÓN

Las emisiones debidas a la fermentación entérica del ovino son las responsables de la mayor parte de las totales, seguidas por las de la alimentación de los animales y del manejo del suelo. El resto de las emisiones tienen menor influencia. Se señala la necesidad de potenciar los estudios relacionados con la reducción de las emisiones de GEI por parte de la ganadería y el efecto de los cambios en los usos del suelo como estrategia en el secuestro de carbono. Se ha observado en las explotaciones analizadas que los sistemas extensivos de dehesas reducen de manera significativa su nivel de emisiones netas mediante el secuestro de carbono.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Buratti, C. 2017. Sci. Total Environ. 576: 129–137. • Gerber, P.J. 2013. FAO. 130. • IPCC, 2007. IPCC. 104. • IPCC, 2006. IGES, Japan. • MITECO, 2019. Centro de publicaciones. 990. • O'Brien, D. 2014. J. Dairy Sci. 97: 1835–1851. • Petersen, B.M. 2013. J. Clean. Prod. 52: 217–224.

Agradecimientos: Los autores agradecen la ayuda prestada por la Junta de Extremadura y los Fondos FEDER (Ayuda a grupos de investigación GR18098) que han hecho posible esta investigación y la participación en este congreso.

HUELLA DE CARBONO DEL OVINO AUTÓCTONO Y FORÁNEO EN CASTILLA LA MANCHA

Salcedo¹, G., García², O., Gallego², R., Arias³, R. y González³, R.

¹CIFP La Granja, Heras, 39001 Cantabria. ²AGRAMA. Avda. Gregorio Arcos, 19. 02005 Albacete.

³CERSYRA-IRIAF Avenida del Vino Nº 10 13300 – Valdepeñas (Ciudad Real); gregoriosal57@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Las emisiones de los sistemas lecheros están sujetas a una gran variabilidad, entre otras, la fiabilidad de los datos de entrada; la elección del modelo utilizado; el secuestro de carbono y el cambio de uso de la tierra incluidos o no; incertidumbres debidas a los límites del sistema (Röös y Nyilinden 2013); condiciones medioambientales de las explotaciones y asunciones (Battini *et al.*, 2016) y métodos de asignación usados o no (Atzori *et al.*, 2017). El objetivo de este trabajo se centra en analizar la contribución de cada una de aquellas variables a la huella de carbono final.

MATERIAL Y MÉTODOS

Veinticinco explotaciones de raza Manchega inscritas en AGRAMA y seis foráneas (2 Assaf y 4 de Lacaune) fueron encuestadas *in situ* durante el año 2020 para analizar la huella de carbono de un litro de leche corregido por grasa y proteína (Pulina *et al.*, 2005) con el modelo de simulación Manle_{CO₂} (Salcedo *et al.*, 2020). La huella fue expresada en CO_{2eq} como: (HP: Σ CH₄, CO₂ y N₂O); (HT: HP + secuestro carbono (SC) + emisiones de la soja (So) + cambio indirecto del uso del suelo (iLUC); la asignada a leche (HAL) y HT on-farm.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La huella parcial (HP) y total (HT) de un litro de leche fue similar entre ovinos autóctonos (M) y foráneos (F), con emisiones medias de 2,76±0,77-2,20±0,46 y 3,13±0,78-2,97±0,94 kg CO_{2eq} respectivamente y, similares a los señalados por (Atzori *et al.*, 2013; Batalla *et al.*, 2025 y Atzori *et al.*, 2015). Las mínimas y máximas para HP y HT fueron de 1,72-5,13 y 2,01-5,62 kg CO_{2eq} en M y de 1,88-3,02 y 2,02-4,56 kg en F respectivamente, imputable a su mayor producción. Considerando que en las explotaciones de ovino lechero, la producción de carne es otro producto, la huella asignada a leche (HAL) fue similar entre grupos, con medias de 2,11±0,57 en M y 2,33±0,57 kg CO_{2eq} en F. Del mismo modo, las emisiones on-farm (HT_{on-farm}) no mostraron diferencias significativas, con valores de 1,88±0,57 la primera y 1,27±0,52 kg la segunda. El secuestro de carbono (SC) por litro de leche varió desde mínimos de 6,4% en F a máximos del 13,7% en M, posiblemente debido a la mayor utilización del pastoreo y utilización del estiércol para la producción de forrajes en éstos últimos. Aquellos porcentajes fueron inferiores al 29,7% señalado por Batalla *et al.* (2015) y dentro del rango de 0,09 a 2,04 kg CO₂ en Merino y Lacaune (Escribano *et al.*, 2020). Las emisiones atribuidas a la soja fueron similares entre M y F con medias de 0,23±0,14 kg CO₂ los primeros y 0,19±0,23 kg los segundos. La suma de la más las del uso indirecto del suelo (iLUC) equivalen al 21,4% y 39,5% en M y F respectivamente.

CONCLUSIÓN

El cálculo de la huella de carbono de un litro de leche en ovino debe considerar las emisiones de la soja, del uso indirecto del suelo, el secuestro de carbono y la asignación específica a la producción de leche.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atzori, A.S., Rattu, P.G., Cannas, A., Pulina, G., 2013. In: Proc. of XX ASPA Congress, June 11-13, Bologna (Italy).
- Atzori, A.S.; Furesi, R.; Madau, F.A.; Pulina, P.; Rattu, P.G. Riv. Di Stud. Sulla Sostenibilita., 2015, 117-134.
- Batalla, I., Knudsen, M.T., Mogensen, L., Hierro, O., Pinto, M. Hermansen, J.E. 2015. J. Clean. Produc. 112: 91-102.
- Escribano, M., Elghannam, A., Mesias, F.J. *Land Use Policy*. 2020, 95, 104600.
- Battini, F., Agostini, A., Tabaglio, V., Amaducci, S. 2016. J. Clean. Produc. 120: 127-137
- Pulina, G., Macciotta, N., Nudda, A. 2005. J. Anim. Sci. 4: 5-14.
- Röös, E. & Nyilinden, J. 2013. Rapport 063 ISSN 1654-9406 Uppsala.
- Salcedo, G., García, O., Gallego, R., González, R., Arias, R. 2020. VIII remedial Workshop 22-23 septiembre, Elche.

Agradecimientos: a los ganaderos participantes en este trabajo.

PERCEPCIONES Y EXPECTATIVAS DE LAS MUJERES GANADERAS DEL PIRINEO ESPAÑOL: UN ESTUDIO EXPLORATORIO

Estévez-Moreno, L.X., Miranda-de la Lama, G.C., Santolaria, P. y María, G.A.

Departamento de Producción Animal y Ciencias de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza; lestevez@unizar.es

INTRODUCCIÓN

Las mujeres rurales representan una fuente importante de capital social y humano para el desarrollo rural sostenible en España en los niveles económico, social y político (Baylina *et al.*, 2016; Cobano-Delgado y Llorent-Bedmar, 2020). Aunque ganadería forma parte actividades que realizan las mujeres rurales, su experiencia en torno a esta actividad aún no ha sido estudiada en profundidad, particularmente en lo que respecta a la producción de vacuno de carne en la región del Pirineo. Por lo anterior, el objetivo de este estudio, de carácter exploratorio, es describir las percepciones y expectativas de las mujeres rurales en torno a esta actividad, así como sus prácticas de manejo la forma en que se relacionan con los animales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron entrevistas en profundidad a 12 mujeres ganaderas, cuyas explotaciones están ubicadas en la región Pirenaica de la Comunidad Foral de Navarra (6) y de la Comunidad Autónoma de Aragón (6). La identificación de las mujeres se hizo mediante el método de bola de nieve, que inició con el contacto de asociaciones rurales con presencia en el territorio establecido. La entrevista se estructuró en 4 secciones: 1. Características sociodemográficas, 2. Estructura general del sistema de producción. 3. Manejo de animales y percepciones sobre la relación o vínculo que se establece con los mismos y 4. Motivaciones, preocupaciones y expectativas en torno a la ganadería de vacuno en el Pirineo y a su rol como mujer ganadera. Las entrevistas se realizaron de manera telefónica o por video-llamada, en 1 o 2 sesiones. Cada entrevista se audio-grabó y transcribió en su totalidad, y se realizó un análisis temático cualitativo de acuerdo con la metodología de Braun y Clark (2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las entrevistadas tienen entre 24 y 68 años de edad, su principal fuente de aprendizaje sobre la ganadería han sido los padres y/o el esposo, y esta actividad suele ser su principal ocupación. La principal actividad es la cría, basada en el pastoreo extensivo intercalado con el mantenimiento de los animales en las cuadras según las condiciones climáticas. En general, las ganaderas reconocen que la fuerza física es su principal limitante para la realización de algunas labores en la explotación, por lo que la participación de algún hombre del hogar es valorada positivamente. Expresiones como “tener paciencia”, “estar tranquila” o “pasar tiempo” se usaron para explicar las estrategias que las ganaderas emplean para relacionarse y construir vínculos con los animales, a los que en general no tienen miedo. Por el contrario, el contacto estrecho con las vacas, es una de sus principales motivaciones para continuar en la actividad. Las preocupaciones y dificultades que ven las entrevistadas en torno a la ganadería, no se asocian tanto a los factores asociados su condición de mujeres, como a baja rentabilidad de la actividad, ligada al aumento continuo de los costos de producción y el estancamiento de los precios de venta. En opinión de las ganaderas, lo anterior no compensa el esfuerzo físico y la dedicación y sacrificio personal que esta actividad demanda.

CONCLUSIÓN

La ganadería forma parte de las actividades a las que se dedican las mujeres del Pirineo, quienes enfrentan los retos y problemáticas propios de la actividad, así como algunas particularidades relacionadas con su condición de mujer, que deben seguir siendo exploradas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Baylina, M., *et al.* (2017). Gender, Place & Culture, 24(1), 72-84. • Cobano-Delgado, V., Llorent-Bedmar, V. (2020). International journal of environmental research and public health, 17(6), 1966. • Braun, V., Clarke, V. Qual. Res. Psychol. 2006, 3, 77-101.

Agradecimientos: Este estudio fue financiado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional a través del Programa Interreg V-A España-Francia-Andorra, POCTEFA (2014–2020) EFA144_16/DIETAPYR2. Además, se agradece a las ganaderas de Navarra y Aragón, que con su testimonio hicieron posible la realización de este estudio.

EXPLORACIÓN PRELIMINAR DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LOS SISTEMAS GANADEROS DE MONTAÑA EN EL PIRINEO ARAGONÉS

Muñoz-Ulecia¹, E., Martín-Collado¹, D., Tenza¹, A., Casasús¹, I., Bernués¹, A. y Villalba, D².

¹Unidad de Producción y Sanidad Animal. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA). Avda. Montañana 930, 50059, Zaragoza. Instituto Agroalimentario de Aragón – IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza), Zaragoza, España. ²Departamento de Producción Animal, ETSEA, Alcalde Rovira Roure 191, 25198 Lleida
emunnoz@cita-aragon.es

INTRODUCCIÓN

La ganadería de montaña es un componente clave en los socioecosistemas de montaña en los países desarrollados (Patru-Stupariu *et al.*, 2020). Estos sistemas dependen en gran medida de los recursos locales renovables como principal fuente de alimentación, por lo que el cambio climático tendrá previsiblemente un alto impacto en estos sistemas, debido a las alteraciones de los regímenes de temperatura y precipitaciones y, por tanto, a la producción de pastos y forrajes (Dellar *et al.*, 2018; Dumont *et al.*, 2015). El objetivo de este trabajo es explorar el impacto potencial del cambio climático sobre los sistemas ganaderos de montaña del Pirineo Aragonés mediante la simulación de tres trayectorias tipo correspondientes a diferentes valles bajo los efectos de un escenario plausible de cambio climático.

MATERIAL Y MÉTODOS

Hemos adaptado el modelo NODRIZA para simular la dinámica de tres trayectorias tipo de explotaciones de ganado vacuno de la región (Muñoz-Ulecia *et al.*, 2021) durante un periodo de 30 años. Este modelo permite evaluar efectos de diferentes estrategias de alimentación, uso de recursos naturales y manejo técnico a corto y largo plazo en aspectos clave de las explotaciones como el número de animales, la condición corporal y el balance económico (Villalba *et al.*, 2006). A estas simulaciones de base hemos incorporado los efectos de un escenario de cambio climático hipotético basado en las condiciones climáticas esperadas en la región para 2050 bajo el peor escenario posible según las proyecciones más recientes (CMIP 6, Eyring *et al.*, 2016) y sus efectos a largo plazo en pastos de montaña (Cantarel *et al.*, 2012). Este escenario supone un cambio gradual en la calidad del pasto, considerando que en los primeros 10 años se incrementa su calidad (+15%), seguido por otros dos periodos de 10 años en los que esta calidad se reduce (-13% y -15%, respectivamente).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este ejercicio de exploración evidencia los potenciales efectos negativos del cambio climático sobre los sistemas ganaderos de montaña del Pirineo Aragonés a diferentes niveles. Estos efectos incidirán sobre la energía obtenida en los pastos comunales, disminuyendo la energía que obtiene el rebaño entre un 8,7 y un 19,4% en función del manejo de la explotación, lo que supondrá un descenso del peso vivo y la condición corporal de hasta el 20%. Además, la autosuficiencia alimentaria de las explotaciones disminuiría entre un 3,4 y un 6,5%. Finalmente, los beneficios económicos se verían disminuidos entre un 2,8 y un 30,4%. Es importante señalar que este estudio no ha considerado las medidas de adaptación que previsiblemente tomarían los ganaderos, que requerirían, entre otros, un incremento de los costes de alimentación para suplementar los pastos naturales y una modificación de las fechas de pastoreo para adaptarse a los cambios temporales de la producción primaria.

CONCLUSIÓN

Los efectos a largo plazo del cambio climático pueden disminuir la autosuficiencia e incrementar los costes de los sistemas ganaderos de montaña del Pirineo Aragonés. Se requieren adaptaciones en el manejo para fortalecer la resiliencia de estos sistemas ante el cambio climático.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cantarel, A. *et al.*, 2012. J. Veg. Sci. 24: 113-116
- Dellar, M. *et al.*, 2018. Agric Ecosyst Environ. 265: 413-420
- Dumont, B. *et al.*, 2015. Grass Forage Sci. 70: 239-254
- Eyring *et al.*, 2016. Geosci. Model Dev. 9: 1937-1958
- Muñoz-Ulecia, E. *et al.*, 2021. Agric Syst. 186: 102983
- Patru-Stupariu, I. *et al.*, 2020. Land. 9: 336
- Villalba, D. *et al.*, 2006. Agric Syst. 89: 414-434

Agradecimientos: GenTORE (H2020, contrato 727213), Gobierno de Aragón (contrato predoctoral).

IMPACTO Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DEL SECTOR GANADERO ESPAÑOL DURANTE EL CONFINAMIENTO EN LA PRIMERA OLA DEL COVID-19

Lecegui^{1,2}, A., Capdevila¹, C., Díaz¹, R., Escobar¹, C., Reig¹, L., Kallas¹, Z., Mercadé¹, L., Teixidó¹, J., Vidal¹, B., Chams¹, N., y Varela^{1,2}, E.

¹Centro de Investigación en Economía y Desarrollo Agroalimentario (CREDA-UPC-IRTA). ²Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias (IRTA), Antonio.lecegui@upc.edu

INTRODUCCIÓN

La excepcional crisis sanitaria ocasionada por el Covid-19 y la entrada en vigor del RD 463/2020, por el que se declaró el estado de alarma, supuso la implementación de medidas preventivas con gran incidencia en el sector ganadero en España. Aunque éste fue considerado como un sector estratégico y continuó su actividad para garantizar el suministro de alimentos a una población confinada, los productores se vieron afectados por la limitación de la movilidad y el cierre de los canales de distribución donde obtenían un mayor valor añadido a sus productos, como el canal HORECA (hoteles, restaurantes y catering). El objetivo de este trabajo fue explorar el impacto socio-económico del confinamiento debido a la pandemia por Covid-19 sobre los productores ganaderos y visibilizar las estrategias de adaptación adoptadas para afrontar la situación y garantizar la sostenibilidad de su actividad.

MATERIAL Y MÉTODOS

La información se recogió mediante un cuestionario en línea a través de la plataforma Qualtrics entre el 24 de abril y el 25 de mayo de 2020. El cuestionario se dividió en tres secciones. La primera consistió en la caracterización de la explotación según especialización, tipo de ganadería (intensiva o extensiva), localización, número de trabajadores, canales de comercialización y dependencia del mercado internacional en origen de insumos y destino de productos. La segunda sección se centró en los efectos del confinamiento sobre los distintos factores de la actividad. Por último, se recopilaron las medidas adoptadas por los ganaderos para afrontar la situación y una valoración de la satisfacción respecto a las mismas. Se analizaron las respuestas con métodos de estadística descriptiva, estimándose las frecuencias relativas globales de las respuestas, así como las parciales para cada tipo de ganadería.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron un total de 109 respuestas distribuidas en nueve comunidades autónomas, aunque con mayor representación de Cataluña (71%) y Aragón (12%). La mayoría eran explotaciones de ovino-caprino (43%), bovino (25%), mixta de cultivos y ganadería (13%) y porcino (7%), dedicadas a la cría y/o engorde (78%) y con un manejo extensivo (79%). El 37% de los ganaderos declaró que su actividad no se vio modificada por el confinamiento, señalando la autosuficiencia de insumos o la estabilidad de sus canales de comercialización como principales motivos. El 63% restante manifestó verse afectado por la situación, con una proporción mayor en explotaciones extensivas (66%) que intensivas (52%). El número de clientes permaneció estable en el 78% de las explotaciones intensivas. En el 34% de las extensivas se redujo el número de clientes y aumentó en el 18% de ellas. El 38% de los encuestados manifestó una reducción en la demanda de su producto y el 33% una reducción en el precio percibido por sus productos. La cantidad de excedentes de producción aumentó en el 26% de la muestra. Frente a esta situación, se constató la proactividad del sector, ya que el 76% de los productores afectados adoptó iniciativas para compensar estos efectos negativos. Destacan la apertura de nuevos canales de comercialización (43%), como plataformas web y entregas a domicilio (36%). La valoración de estas medidas fue muy positiva y el 44% de quienes las implantaron las pretenden mantener. Sin embargo, más de la mitad de los entrevistados considera que la crisis tendrá efectos muy negativos para el sector ganadero si no se toman las medidas adecuadas.

CONCLUSIÓN

A pesar del tamaño reducido de la muestra, nuestros resultados permiten obtener una primera aproximación del impacto del confinamiento sobre las explotaciones ganaderas. Se constató una repercusión desigual entre las explotaciones, en su mayoría afectadas de forma negativa. No obstante, esta situación generó nuevas oportunidades y (una parte de) los productores se adaptaron a las circunstancias poniendo en marcha iniciativas que podrían reforzar su situación competitiva en el futuro.

Agradecimientos: Al proyecto RTA2017-00036-C03 por la financiación. A la Escola de Pastors de Catalunya, la Cátedra de Agroecología de UVic y la cooperativa Arran de Terra por la difusión. A los productores ganaderos por su participación, tiempo y aportaciones a la encuesta.

SILVOPASTORALISMO EN LA MEDIA MONTAÑA MEDITERRÁNEA: ACTITUDES DE LOS GANADEROS

Olaizola^{1,2}, A.M., Blasco¹, I., Capdevila³, C., Lecegui^{3,4}, A., Casasús^{5,2}, I., Martín-Collado^{5,2}, D., Bernués^{5,2}, A. y Varela^{3,4}, E.

¹Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural. Universidad de Zaragoza.C/ Miguel Servet 177, 50013. Zaragoza; ²Instituto Agroalimentario de Aragón– IA2 - (CITA-Universidad de Zaragoza); ³Centro de Investigación en Economía y Desarrollo Agroalimentario (CREDA). C/Esteve Terrades 8, 08860 Castelldefels, ⁴Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Cataluña (IRTA), Ctra.C-59, Km 10,1, 08140 Caldes de Montbui, ⁵Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) Avda. Montañana 930, 50059, Zaragoza; E-mail olaizola@unizar.es

INTRODUCCIÓN

Los sistemas silvopastorales tienen un carácter multifuncional y constituyen una forma de gestión del territorio sostenible que nos proporciona múltiples servicios ecosistémicos (Hernández-Morcillo *et al.*, 2018). Sin embargo, debido a cambios económicos, sociales y culturales se encuentran amenazados por el abandono y la intensificación (Hartel *et al.* 2015). En el marco de un proyecto de investigación sobre el silvopastoralismo como estrategia para un desarrollo rural integrado, el objetivo de este trabajo es analizar las actitudes y opiniones de los ganaderos respecto al pastoreo en zonas de matorral y arbolado y el impacto de las políticas agrarias en su actividad y el uso de estos espacios.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se ha llevado a cabo en dos zonas de media montaña mediterránea: el Parque de la Sierra y Cañones de Guara en Aragón, donde la propiedad forestal es de carácter público y privado, y la región del Lluçanés en Cataluña, donde la propiedad forestal es solo de carácter privado. Se realizó una encuesta directa, entre Julio y Octubre de 2019, a una muestra de explotaciones ganaderas (19) de ovino y vacuno y mixtas, ovino-vacuno, seleccionada mediante una tipología previa basada en expertos (Perrot, 1990). Para recabar la información relativa a las actitudes hacia el uso de pastos forestales y el impacto de la Política Agraria Comunitaria (PAC) en el uso de este tipo de superficies, se utilizó una escala de Likert de seis puntos. Se ha utilizado estadística no paramétrica para analizar las diferencias entre ambos casos de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los ganaderos presentan un elevado grado de acuerdo con las funciones medioambientales y sociales desarrolladas por el pastoreo de este tipo de pastos, pero también con el impacto negativo que tiene sobre sus explotaciones, al incrementar por ejemplo la carga de trabajo. Así mismo, manifiestan un elevado interés en el pastoreo de este tipo de superficies, si bien existen limitantes estructurales para su uso, sobre todo en Guara. En general, la PAC no se considera determinante para la promoción de esta actividad ni tampoco que tenga un impacto negativo en el uso de estos espacios. Sin embargo, como consecuencia de la aplicación del coeficiente de admisibilidad de pastos (CAP), en la última reforma de la PAC, se ha incrementado el coste de los arriendos de estos pastos, sobre todo en el Lluçanés. Se observa un elevado grado de acuerdo en que deberían existir líneas de ayudas para compensar la labor de desbroce que realizan los ganaderos.

CONCLUSIÓN

En general, no se observan diferencias entre los ganaderos de las dos zonas de estudio respecto a la importancia medioambiental y social del aprovechamiento de pastos en zonas de matorral y arbolado, ni respecto a la incidencia de la PAC. No obstante, se han encontrado algunas diferencias en las actitudes respecto a determinados aspectos que pueden explicarse por el diferente contexto socioeconómico en el que se localizan las explotaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Hartel, T., Plieninger, T. & Varga, A., 2015. J. CABI Press, UK. 61-76. • Hernández-Morcillo, M., Burgess, P., Mirck, J. Pantera, A. & Plieninger, T. 2018. Environ Sci Policy 80: 44-52. • Perrot, K. 1990. INRA Prod Anim 3 (1): 51-66.

Agradecimientos: Se agradece la colaboración de los ganaderos y los expertos de las zonas de estudio. Este trabajo ha sido financiado por el proyecto INIA RTA2017-00036.

PERCEPCIÓN DE LOS CONSUMIDORES SOBRE LA SOSTENIBILIDAD: UN ESTUDIO CON TÉCNICAS PROYECTIVAS

Horriño¹, A., Escribano², M., Mesías¹, F.J., Gaspar¹. P. y. Fernández¹, J.A.

¹Escuela de Ingenierías Agrarias – Universidad de Extremadura; Avda. Adolfo Suárez, s/n – 06007 Badajoz. ²Facultad de Veterinaria- Universidad de Extremadura; Avd. de la Universidad s/n – 10003 Cáceres; andreshg@unex.es

INTRODUCCIÓN

La creciente preocupación social por los impactos ambientales causados por la necesidad de producir alimentos para una población en constante aumento (Florindo *et al.*, 2017), junto con el impacto de la ganadería en el agotamiento de los recursos, han hecho que aspectos como la sostenibilidad ambiental sea un tema emergente de la sociedad actual (Briggeman y Lusk, 2011). Sin embargo, el concepto global de sostenibilidad y lo que ésta representa, aún no están muy interiorizados entre la población. Dadas estas limitaciones, este estudio puede ayudar a adaptar la producción de alimentos y en concreto la de aquellos de origen animal, con el concepto de sostenibilidad y completar la laguna de conocimientos de la sociedad en relación con temas clave para el sector agroalimentario.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este trabajo, se utilizaron técnicas proyectivas como la “asociación de palabras” y el “free-listing” para analizar cómo perciben los consumidores la sostenibilidad y su relación con las producciones ganaderas sostenibles. Estas técnicas se basan en que los encuestados son libres de responder a estos estímulos desde su propio punto de vista, y puesto que no hay respuestas correctas o incorrectas, se puede esperar que proyecten sus sentimientos inconscientes en sus respuestas. La recogida de datos se ha llevado a cabo por medio de un cuestionario elaborado en Google Forms, El cuestionario se realizó en octubre-noviembre de 2020, obteniendo 162 respuestas. Una vez agrupadas las respuestas, se buscaron expresiones o términos con significados similares y se relacionasen con el concepto de sostenibilidad. Los datos se analizaron con el paquete estadístico IBM SPSS 21.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la “asociación de palabras” mostraron varias categorías: medio ambiente, equidad, ecológico y natural, responsabilidad y economía. Uno de los aspectos más mencionados por los encuestados es la asociación de la sostenibilidad con el medio ambiente (45% de las menciones) y con una producción de alimentos respetuosa con el medio ambiente. Esta categoría incluía conceptos como “Producir sin comprometer el medio ambiente”, “Producir sin efectos negativos en recursos utilizados” y “Bienestar Animal”. Otro resultado destacable han sido las menciones a la preocupación por el futuro del planeta, centrándose en las perspectivas de cambio climático y en la referencia a la huella de carbono de la producción de alimentos y la ganadería. En cuanto al “free-listing”, donde se preguntaba por los alimentos de producción sostenible que se conocían, han destacado las frutas y verduras (55%). No obstante, en segunda posición hicieron mención alimentos de origen animal (30%), como los huevos, carnes y productos cárnicos y lácteos. Es significativo también la fuerte asociación entre estos productos y la “producción ecológica y natural”, con un 16%. Los resultados muestran que la utilización de técnicas proyectivas en este estudio ha sido eficaz para demostrar que los participantes conocen el concepto de sostenibilidad, aunque mayoritariamente lo asocian al medio ambiente y a la ecología, es decir, a la sostenibilidad ambiental.

CONCLUSIÓN

Como conclusión se puede indicar que la utilización de la investigación cualitativa, y en concreto de las técnicas proyectivas, han permitido el estudio de las percepciones de los consumidores españoles hacia un concepto tan complejo y difuso como es la sostenibilidad. Se ha podido apreciar como el componente ambiental es el que se los consumidores identifican con más facilidad, que se asocia fundamentalmente con la producción de alimentos sostenibles de origen animal y con la producción ecológica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Briggeman, B.C. & Lusk, J.L. 2011. Eur. Rev. Agric. Econ. 38: 1–29.
- Florindo, T.J., de Medeiros Florindo, G.I.B., Talamini, E., da Costa, J.S. & Ruviano, C.F. 2017. J. Clean. Prod. 147: 119–129.

Agradecimientos: Los autores agradecen la ayuda prestada por la Junta de Extremadura y los Fondos FEDER (Ayuda a grupos de investigación GR18098) que han hecho posible esta investigación y la participación en este congreso.

ESTILOS DE VIDA Y PERCEPCIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD POR LOS CONSUMIDORES ESPAÑOLES

Mesías¹, F.J., Fernández¹, J.A., Escribano², M., Gaspar¹. P. y Horrillo¹, A.

¹Escuela de Ingenierías Agrarias – Universidad de Extremadura; Avda. Adolfo Suárez, s/n – 06007 Badajoz. ²Facultad de Veterinaria- Universidad de Extremadura; Avd. de la Universidad s/n – 10003 Cáceres; fjmesias@unex.es

INTRODUCCIÓN

La sostenibilidad es un concepto complejo, difícil de definir y de ser entendido por los ciudadanos. No obstante, el concepto puede ser clave para distintos sectores, como la producción ganadera extensiva, donde la forma de producción, íntimamente ligada a la sostenibilidad y persistencia de los ecosistemas, puede convertirse en un elemento de competitividad en los mercados (Briggeman y Lusk, 2011). Dada esta complejidad, este estudio pretende ayudar a comprender como es la percepción de la sostenibilidad por los consumidores y como la clasificación en base a sus estilos de vida pueden ayudar a entender el concepto.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este trabajo, se utilizaron técnicas proyectivas (asociación de palabras y free listing) para analizar cuál es el significado de la sostenibilidad para los consumidores. La recogida de datos se ha llevado a cabo por medio de un cuestionario elaborado en Google Forms a 162 consumidores. Se realizó un análisis de conglomerados para identificar subgrupos homogéneos de consumidores en función de sus estilos de vida, y que podrían mostrar diferentes percepciones hacia la sostenibilidad. Los cálculos se realizaron con el módulo Clúster del paquete estadístico IBM SPSS, usando el procedimiento k-means.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron tres grupos: El clúster 1 presenta las mayores puntuaciones para las variables relacionadas con el reciclaje, el desplazamiento por medios no contaminantes, la preocupación por el procesado de los alimentos, y el bienestar animal. Es el grupo con mayor porcentaje de mujeres, con las rentas más bajas y compradoras ocasionales de alimentos. El clúster 2 es el que ha otorgado las mayores puntuaciones a todas las variables relacionadas con la preocupación por la salud, la alimentación y la producción respetuosa con el medio ambiente. Son además consumidores con rentas medias-altas y que dedican tiempo a cocinar y les gusta probar nuevos platos. Finalmente, el clúster 3 es el único en el que los hombres son mayoría y muestra para todas las variables puntuaciones inferiores a la media y en general, las menores de los tres grupos, podría decirse pues que son consumidores indiferentes. Una de las diferencias más significativas entre los tres grupos viene en la identificación de alimentos que, para los encuestados, están producidos de forma sostenible. Así, en el clúster 1 un 37% de las menciones se corresponden con productos de origen animal, porcentaje que baja en el clúster 2 al 31% y que se sitúa tan solo en el 23% para los consumidores indiferentes. Los productos más identificados son huevos (ecológicos), carne de cerdo y lácteos.

CONCLUSIÓN

Como conclusión se puede indicar que según el estilo de vida de los encuestados nos permitieron identificar tres grupos de consumidores diferenciados, encontrándose que, aunque en todos los casos la asociación de sostenibilidad con medio ambiente era la más relevante, aquellos segmentos con preocupaciones por el medio ambiente, el reciclaje, la salud y la alimentación, sí que eran conscientes de la complejidad que conlleva el término sostenibilidad, lo que se reflejaba también en una superior identificación de alimentos sostenibles de origen animal. A pesar del relevante papel que juega la salud en la elección de alimentos, no se ha observado una asociación con el concepto de sostenibilidad, no relacionándose por ello la producción sostenible de alimentos con sistemas productivos menos intensivos y tradicionales, como los de ganadería extensiva. Finalmente, se puede destacar la asociación de la producción sostenible con la ecológica, resultado ya encontrado por otros autores (Sazvar *et al.*, 2018), donde los huevos ecológicos han sido uno de los conceptos más mencionados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Briggeman, B. 2011. Eur. Rev. Agri. Econ. 38, 1-29. • Sazvar, Z., 2018. J. Clean. Prod. 194, 564-583.

Agradecimientos: Los autores agradecen la ayuda prestada por la Junta de Extremadura y los Fondos FEDER (Ayuda a grupos de investigación GR18098) que han hecho posible esta investigación y la participación en este congreso.

MODELIZACIÓN DE LA RENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE REDUCCIÓN DEL ESTRÉS POR CALOR EN VACUNO LECHERO EN DIFERENTES ZONAS DEL MEDITERRÁNEO

Espinoza-Sandoval, O.R. y Calsamiglia, S.

Servei de Nutrició i Benestar Animal (SNIBA), Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, España;
sergio.calsamiglia@uab.cat

INTRODUCCIÓN

La evaluación de las inversiones en sistemas de mitigación de los efectos del estrés por calor (EC) en granjas es compleja porque tanto sus efectos como las consecuencias de los sistemas de enfriamiento (SE) afectan a la producción, el consumo, la eficiencia reproductiva y la tasa de reposición. La modelización matemática de cambios complejos en la ganadería de leche permite evaluar el impacto técnico y económico bajo condiciones específicas del EC y de la inversión en SE. El objetivo de este estudio fue evaluar el impacto del EC y de la inversión en SE en diferentes zonas mediterráneas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Datos históricos de temperatura y humedad de 21 zonas de países Mediterráneos (clasificación climática Köppen-Geiger de mediterráneo típico) fueron sometidos al modelo propuesto por St-Pierre *et al.* (2003) que estima la respuesta biológica al EC y a los SE. Los cambios en la calidad de leche se estimaron según la propuesta de Salfer *et al.* (2019). El EC se definió cuando el índice de temperatura y humedad (ITH) fue >68 (Zimbelman *et al.*, 2009) y se evaluaron en un rango de carga calórica (ITHc) anual entre 6.900 (Lisboa) a 31.000 (Tel Aviv) unidades. Las condiciones de EC y el impacto de los SE se simularon en una granja teórica de 300 vacas con una producción de 12200 L/vaca/año, una tasa de preñez del 20% y el resto de datos técnicos correspondientes a la estimación media de las granjas en España. Los diferentes escenarios se simularon en un modelo de simulación de granjas estocástico (www.granjadevacas.com; Calsamiglia *et al.*, 2018). Para cada situación se consideraron dos costos de inversión inicial en SE (100 y 200 €/vaca, amortizables a 6 años), un coste de funcionamiento de (7.0 €/vaca/mes) y tres precios de leche (0.28, 0.32 y 0.36 €/L). El diferencial entre los escenarios de EC y SE de los datos de salida de las simulaciones como producción de leche, costo de alimentación, tasa de preñez y tasa de desecho, fueron analizados mediante regresiones lineales. El margen neto que contempla todas las interacciones, se analizó mediante una regresión segmentada. Los análisis estadísticos fueron realizados mediante el programa estadístico SAS v.9.2 (SAS Inst. Inc., Cary, NC) utilizando los procedimientos GLM, NLN y REG.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La ITHc anual de la muestra fue de media 12530 unidades (rango de 6908 a 31424). La implantación de SE mejoró la producción media de leche en 327 L/vaca/año (rango de 171 a 850); incrementó los costes de alimentación en 52 €/vaca/año (rango de 26 a 139); incrementó la tasa de preñez en 0.3 unidades de porcentaje/año (rango de 0.1 a 1.0); y redujo la tasa de desecho en 1.7 unidades de porcentaje/año (rango de 1.0 a 3.9). La inversión en SE no fue rentable en ninguna situación cuando la carga calórica fue inferior a 7000 unidades/año (Lisboa, Portugal; Marsella, Francia). Entre 7000 y 10.000 unidades/año, la rentabilidad dependía del precio de la leche y la inversión (Alguer, Italia; Barcelona, España; Bari, Italia; Beja, Portugal; Girona, España; Larissa, Grecia; Roma, Italia). Por encima de las 11.000 unidades/año, la inversión en SE fue siempre rentable (Algeria, Algeria; Antalia, Istanbul y Gaziantep, Turquía; Atenas, Grecia; Córdoba, Valencia, Murcia y Sevilla, España; Tel Aviv; Israel; Trapani, Italia, Tunes, Tunes). En función del precio de la leche y la inversión, el margen neto (€/vaca/año) fue de 15-62 en Sevilla (España), de 70-150 en Tunes (Tunes) y de 159-277 en Tel Aviv (Israel).

CONCLUSIÓN

La rentabilidad de inversión en sistemas de enfriamiento depende de la carga calórica anual, el coste de la inversión y el precio de leche.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calsamiglia, S. *et al.*. 2018. J. Dairy Sci. 101:7517–7530.
- Salfer, I.J. *et al.* 2019. J. Dairy Sci. 102:742–753.
- St-Pierre, N.R. *et al.* 2003. J. Dairy Sci. 86:E52–E77.
- Zimbelman, R. B. *et al.*. 2009. Proc. Southwest Nutr. Man. Conf., Tempe, AZ Univ. Arizona, Tucson, Pag:158-168.

DESARROLLO DE UN MARCO DE EVALUACIÓN DE INSTRUMENTOS DE MODELIZACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD INTEGRADA A ESCALA DE GRANJA

Díaz de Otálora^{1,2}, X., del Prado², A., Estellés³, F. y Amon^{1,4}, B.

¹Leibniz-Institute for Agricultural Engineering and Bioeconomy, Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam, Alemania. ²Basque Centre for Climate Change, Edificio Sede N° 1, Planta 1, Parque Científico de UPV/EHU, Barrio Sarriena s/n, 48940 Leioa, Bizkaia, España, ³Institute of Animal Science and Technology, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia, España, ⁴Faculty of Civil Engineering, Architecture and Environmental Engineering, University of Zielona Góra, Licealna 9/9, 65-417 Zielona Góra, Polonia; xdiaz@atb-potsdam.de

INTRODUCCIÓN

La capacidad de cuantificar las interacciones entre los sistemas ganaderos, los ecosistemas naturales y las decisiones de gestión en las explotaciones agrícolas hace que la modelización integrada sea un enfoque a tener en cuenta la hora de evaluar la sostenibilidad de los sistemas de producción lácteos (Kipling, 2016). Los instrumentos de evaluación de la sostenibilidad a nivel de explotación permiten cuantificar y monitorizar los procesos socioeconómicos y biofísicos de los sistemas de producción, estableciendo así objetivos de sostenibilidad concretos en función de las necesidades del usuario (Eichler Inwood, 2018). Dado el gran número de instrumentos existentes, disponer de un criterio de selección se plantea como uno de los grandes desafíos para obtener resultados de modelización ajustados a las necesidades del usuario (de Olde, 2016). Por ello, el objetivo de este trabajo es establecer un marco de evaluación de estas herramientas de modelización de la sostenibilidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

El marco de evaluación se ha desarrollado a partir de los indicadores descritos por Gallioto (2017), Lebaq (2012) y Ripoll-Bosch (2012). Consta de 47 indicadores distribuidos a lo largo de los 3 ámbitos de la sostenibilidad: 22 indicadores medioambientales, 15 indicadores económicos y 10 indicadores sociales. 3 modelos descritos en bibliografía fueron utilizados a modo de casos de estudio: SIMS_{DAIRY} (del Prado, 2013), GAMEDE (Vayssieres, 2009), WLGP (van Calker, 2008). La evaluación se realizó mediante el cálculo de un índice global de sostenibilidad integrada para cada modelo así como un valor individual para cada aspecto de la sostenibilidad expresado como el % de indicadores considerados sobre el total de indicadores disponibles.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El valor del índice de evaluación de la sostenibilidad integrada para todos los modelos supera en todos los casos el 50% (siendo 100 % el valor ideal). El modelo WLGP obtiene un mejor resultado (59.6%), seguido del modelo SIMS_{DAIRY} y el modelo GAMEDE, con 53.4% y 42.2% respectivamente. Mientras los valores obtenidos para los aspectos económicos y sociales de la sostenibilidad siguen una tendencia similar en todos los modelos analizados, se han encontrado grandes diferencias en el nivel de detalle con el que los modelos integran los aspectos medioambientales. Mientras que los modelos SIMS_{DAIRY} y WGLP obtienen niveles de inclusión del 85.7% y 66.6% de los indicadores evaluados, GAMEDE solo incluye el 33.3% de los indicadores. Cabe destacar que en este caso la evaluación de los casos de estudio es de carácter cuantitativo, no considerando la calidad de los indicadores integrados por uno u otro modelo.

CONCLUSIÓN

A la vista de los resultados obtenidos, este marco de evaluación se presenta como una herramienta útil para la identificación de los puntos fuertes/débiles de cada uno de los modelos, identificando la idoneidad de un modelo u otro dependiendo de las necesidades del usuario. De los casos de estudio analizados, el modelo WLGP el que integra en mayor medida los aspectos propuestos por el marco de evaluación. Futuros desarrollos de los modelos tendrán que encaminados a equilibrar el nivel de detalle con el que los aspectos sociales y económicos son integrados en los modelos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• de Olde, E. 2016. Ecol. Indic. • del Prado, A. 2013. Sci. Total Environ. • Eichler, S. 2018. Environ. Rev. • Gallioto, F. 2017. Sustainability • Kipling, R. 2016. Agric. Syst. • Lebaq, T. 2012. Agron. Sustain. Dev. • Ripoll-Bosch, R. 2012. Agric. Syst. • Rotz, C. 2018. J. Dairy Sci. • van Calker, K.J. 2008. Ecol. Indic.

MANEJO DE LA MATERNIDAD SIN REPOSICIÓN PERIÓDICA DE CONEJAS NULÍPARAS. RESULTADOS REPRODUCTIVOS Y DE MORTALIDAD

López, M., Campo, M.M., Olleta, J.L. y Resconi, V.C.

Dpto. Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Instituto Agroalimentario de Aragón - IA2, Universidad de Zaragoza-CITA, 50013 Zaragoza, España; marina@unizar.es

INTRODUCCIÓN

Para evitar jaulas vacías o conejas poco productivas, en cunicultura se recomienda un 120% de reposición anual. Esto supone la incorporación de un 10% de conejas nulíparas al mes en cada grupo de reproductoras, que tendrán que adaptarse a las condiciones higio-sanitarias del nuevo ambiente mientras realizan su primer parto y, a su vez, podrán ser fuente de patógenos que comprometan la salud de las mayores. En este trabajo se analizan los resultados reproductivos y de mortalidad de conejas y gazapos en una granja comercial que durante 1,5 años no ha incorporado reposición periódica de conejas jóvenes a los grupos de reproductoras establecidos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se evaluaron cuatro grupos de conejas híbridas ubicados en naves independientes, con ciclo reproductivo de 42 d y destete a 35 d. Los grupos se constituyeron con conejas nulíparas de cuatro meses de edad en número de 684 (grupo A1), 726 (B1), 690 (C1) y 660 (grupo D1), que suponían aproximadamente un 150% del número de jaulas con nido presentes en cada nave. Se estudiaron los catorce primeros partos de los grupos A1 y B1, los diez primeros del grupo C1 y los partos 8º a 21º del grupo D1. La sobreocupación de jaulas a lo largo de los partos se consiguió mediante la incorporación a estos grupos (nunca antes de su 5º parto) de hembras multíparas, residuales pero válidas, procedentes de los grupos que anteriormente se habían reproducido ocupando las mismas naves (grupos A0, B0 y C0). Se han estudiado los resultados globales de maternidad, evaluándose el efecto de la estación mediante análisis de varianza con SPSS 26.0

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el periodo estudiado la tasa de sobreocupación aplicada (hembras inseminadas/jaulas-madre) ha sido de 131,4% y, estando bastante ajustada a la fertilidad (75,2%), se ha conseguido que el 98,5% de las jaulas-madre hayan tenido parto cada ciclo. Una moderada prolificidad (8,6 gazapos nacidos totales/parto), se acompañó de un bajo nº de gazapos nacidos totales y vivos por inseminación. Pero también se acompañó de muy baja mortalidad de los gazapos (0,88% mortinatalidad y 7,18% de mortalidad durante la lactación), así como de reducida retirada de conejas (6,72% conejas muertas+eliminadas/ciclo, es decir alrededor del 5% mensual), respecto a los resultados obtenidos en granjas estándar (6% mortinatalidad, 10-14% mortalidad en lactación; 8-9,5% conejas muertas+eliminadas/mes) (Rosell y González, 2009; Gómez *et al.*, 2016), sugiriendo un mejor estado de bienestar tanto de reproductoras como de gazapos. La mortalidad de gazapos y la de reproductoras fue significativamente menor en los grupos B1 y D1, con este último, curiosamente, desarrollando los partos 8º a 21º del grupo. En estas condiciones, se obtuvieron 7,94 gazapos destetados/parto (llegando a 8,60 en los partos de otoño), que proporcionan 68,0 gazapos destetados por jaula-hembra y año y 51,7 gazapos destetados por hembra y año, cifras no lejanas a las de granjas con reposición periódica de jóvenes sin soportar el coste que éstas tienen por la reposición.

CONCLUSIÓN

Este estudio preliminar muestra que la ausencia de renovación periódica con jóvenes, el inicio del grupo con aproximadamente el 150% de conejas nulíparas respecto a las jaulas-hembra, la inclusión de conejas multíparas como reposición y el ajuste de la sobreocupación a la fertilidad del grupo, proporciona resultados técnicos adecuados así como unas excepcionales longevidad en las conejas y mortalidad general.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A Rosell, J, González, F.J. 2009. Cunicultura, 200:27-28
- Gómez, E.A., Pascual, M., Serrano, P. 2016. <https://cunicultura.info/aumentar-la-rentabilidad-mediante-la-gestion/>

Agradecimientos: Trabajo desarrollado en la granja cunícola Campanales Balaguer (Fabara, Zaragoza), financiado por la convocatoria PDR del Gobierno de Aragón GCP2019003700

EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD, ALOJAMIENTO Y CRITERIOS DE SELECCIÓN GENÉTICA EN GANADERÍAS HOLSTEIN FRÍSIA DEL NORTE DE PORTUGAL

Cerqueira^{1,2}, J.L., Sousa¹, J., Cruz¹, L., Blanco-Penedo³, I., Cantalapiedra⁴, J. y Araújo^{1,5}, J.P.

¹Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios do Lima, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal. ²Centro de Ciência Animal e Veterinária (CECAV) - UTAD, 5000-801 Vila Real, Portugal. ³Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Lleida, Av. Rovira Roure 191, 25198 Lleida, Spain. ⁴Servicio de Ganadería de Lugo. Xunta de Galicia, Spain.

⁵Centro de Investigação de Montanha (CIMO), ESA - IP Viana do Castelo, Portugal; cerqueira@esa.ipv.pt

INTRODUCCIÓN

En los últimos años y en la actualidad, el sector ganadero lechero se ha centrado en aumentar la productividad (Oltenucu y Algers, 2005) de tal manera que la raza Holstein Frísia representa alrededor del 80% de las vacas lecheras. El aumento en la producción provocó la disminución del rendimiento reproductivo y de la longevidad, aumentó la incidencia de problemas de salud y modificó el comportamiento normal de los animales, todo lo cual influyó en el bienestar animal. Según Pryce *et al.* (2004), las correlaciones genéticas entre fertilidad y producción conllevan que la fertilidad disminuya con el aumento del mérito genético de los animales a favor de la producción de leche. En general, la ineficiencia reduce el retorno económico y la sostenibilidad de la explotación. El objetivo del presente trabajo consistió en la evaluación de la productividad y otros factores de manejo de las explotaciones de vacuno lechero del Norte de Portugal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una encuesta para obtener datos sobre las instalaciones y manejo de los animales en 30 explotaciones de ganado lechero en Norte de Portugal. También se recopilaron datos de control lechero de las explotaciones en estudio. El tratamiento estadístico de los datos se realizó en Microsoft Excel e IBM SPSS versión 22.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número medio de lactaciones por vaca fue de 2,3 y el máximo de 8 lactaciones. La producción media a los 305 días fue de 9.633,8 kg de leche, con un valor máximo de 11.643,7 kg. Según ANABLE (2019) la media nacional de lactaciones fue de 2,4 y la producción a los 305 días de 9.736 kg de leche. Así podemos afirmar que los valores medios de las explotaciones en estudio son ligeramente inferiores a la media nacional, con una producción a los 305 días inferior en 103 kg. El contenido de grasa fue de 3,8%, con un alto coeficiente de variación (17,4%). Y fue levemente superior al promedio nacional, de 3,6% (ANABLE, 2019). El contenido de proteína fue de 3,2%, mostrando normalmente valores estándar entre 3,0 y 3,3%, estando siempre dentro de ese rango el valor estudiado y el alcanzado por los animales de la base nacional (ANABLE, 2019). Con respecto a la encuesta, alrededor del 90% de las explotaciones realizaban ordeño convencional y solo el 10% (3 explotaciones) tenían ordeño robotizado. Aproximadamente el 40% de las explotaciones tenían cubículos con cama de goma, el 17% tenía serrín. Cabe señalar que en el 16% de las explotaciones se identificaron cubículos sin uso de ningún material para reducir la abrasión del corvejón. La principal prioridad para la selección genética fue la producción de leche (52%), seguida de la resistencia y longevidad de las vacas (14%) y la facilidad de parto (14%). Siendo residual la selección de la morfología (17%) y recuento celular de la explotación (3%) como primera opción.

CONCLUSIÓN

Las ganaderías del Norte de Portugal tienden a crecer en productividad, manteniendo el contenido de grasa y proteico en valores estándar. Se observa una mejora en el confort para los animales y en la selección genética para mejorar la longevidad y la salud de la ubre.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANABLE (Associação Nacional para o Melhoramento dos Bovinos Leiteiros), 2019. Publicação de Resultados.
- Oltenucu, P.A., & Algers, B., 2005. *Ambio*, 34: 311-315.
- Pryce, J.E., Royal, M.D., & Garnsworthy, P.C. 2004. *Livest Sci.*, 86:125-135.

EFFECTOS DE LA MELATONINA EN OVEJAS LECHERAS A MITAD DE LACTACIÓN EN CONDICIONES DE FOTOPERIODO CRECIENTE

Elhadi, A., Salama, A.A.K., Such, X. y Caja, G.

Grup de Recerca en Remugants (G2R), Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), 08193 Bellaterra, Barcelona, España; abdelali.elhadi@uab.cat

INTRODUCCIÓN

EL uso de implantes subcutáneos de melatonina (MEL) en condiciones de fotoperiodo creciente (primavera) favorece la actividad reproductiva en ovejas y cabras al imitar el efecto de los días cortos (Zarazaga *et al.*, 2012). La MEL induce además una disminución de prolactina (PRL) que podría reducir a la producción de leche. Sin embargo, implantes de MEL junto con la elevada MEL endógena producida en condiciones de fotoperiodo decreciente (otoño-invierno), no modificaron la producción o la composición de leche de ovejas lecheras al inicio de la lactación (Abecia *et al.*, 2005; Elhadi *et al.*, 2019). La información disponible sobre los efectos de la MEL en la producción y composición de leche de ovejas en condiciones fotoperiodo creciente son muy limitadas. El objetivo del presente trabajo fue evaluar los efectos de implantes subcutáneos de MEL sobre la producción y composición de leche en 2 razas de ovejas lecheras en condiciones de primavera.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 104 ovejas lecheras adultas de 2 razas (Manchega, MN, n = 51; Lacaune, LC, n = 53) a mitad de la lactación (125 ± 2 d), con PV ($80,1 \pm 1,1$ kg) y condición corporal ($3,40 \pm 0,05$ kg) similares, pero diferentes niveles de producción (MN, $0,94 \pm 0,07$; LC, $1,65 \pm 0,09$ kg/d), del rebaño del Servicio de Granjas Experimentales de la UAB (Bellaterra, Barcelona). Las ovejas se distribuyeron en 4 grupos equilibrados según un diseño factorial 2x2 (tratamiento x raza). Las ovejas pastaron 6 h/d y se complementaron con una ración total mezclada (F:C, 60:40% sobre MS) *ad libitum*, calculada según INRA (2010). Los tratamientos fueron: CON (control, sin tratamiento; n = 52) o MEL (1 implante s.c. de MEL en la base de la oreja, 18 mg/oveja; Melovine, Ceva, Barcelona, ES; n = 52). La producción de leche se midió 2 veces al día utilizando medidores automáticos (MM25SG, DeLaval, Tumba, SE). La composición de la leche se analizó a partir de muestras individuales de leche (d -1, 7, 21 y 32) y se tomaron muestras de sangre de la yugular (d -1, 7 y 32) para análisis de MEL, PRL e IGF-I en plasma. EL PV y la condición corporal se valoraron en los d -1, 15 y 32. Los datos se analizarán mediante el PROC MIXED para medidas repetidas (SAS, v.9.4).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con las características de las razas, las ovejas LC produjeron más leche que las MN ($P < 0,001$) con menores contenidos en grasa y proteína, pero no se detectaron diferencias en los valores medios de producción de leche ($1,20 \pm 1,1$ kg/d; $P = 0,13$) y en la leche estandarizada por grasa y proteína ($P = 0,26$). Sin embargo, en respuesta al tratamiento (CON vs. MEL), aumentaron los contenidos en grasa (8,11 vs. 9,11%; $P = 0,004$) y proteína (6,23 vs. 6,53%; $P = 0,036$) de la leche. No se detectaron efectos sobre la lactosa ($P = 0,19$) o células somáticas ($P = 0,11$) en la leche de ambas razas, con tendencia a aumentar la urea en leche (7%; $P = 0,09$) en las ovejas MN-MEL. El tratamiento con MEL aumentó el nivel de MEL en plasma ($P < 0,001$) en ambas razas, pero no se detectaron diferencias en la concentración de PRL ($P = 0,92$) o IGF-I ($P = 0,98$) en plasma durante el experimento. Por otro lado, el PV ($P = 0,79$) y la condición corporal ($P = 0,30$) de las ovejas no variaron por efecto del tratamiento o de la raza durante el periodo experimental.

CONCLUSIÓN

El uso de implantes MEL en ovejas lecheras a mitad de lactación en condiciones de fotoperiodo creciente (primavera), aumentó el contenido de grasa y proteína de la leche sin efectos significativos en la producción de leche. Estos aumentos pueden ser de interés para la mejora de la calidad de la leche durante la primavera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abecia, J.A., Forcada, F., Valares, J., Palacín, I., Martín, S., Martino, A., Gómez, M.I., & Palacios, C. 2005. Spanish J. Agr. Res. 3:396–401
- Elhadi, A., Salama, A.A.K., Such, X., & Caja, G. 2019. XVIII Jornadas Prod. Animal, Zaragoza
- INRA. 2010. Alimentation des Bovins, Ovins et Caprins, Éd. Quæ, Paris, 330 pp
- Zarazaga, L., Gatica, I., Celi, I., & Guzmán, J. 2012. Reprod. Dom. Anim. 47:436–442.

Agradecimientos: Ceva Salud Animal (Barcelona, ES) y personal del SGCE de la UAB.

EFFECTOS A CORTO Y LARGO PLAZO DEL USO DE LA CABERGOLINA EN EL SECADO EN DOS RAZAS DE OVEJAS LECHERAS

Elhadi, A., Salama, A.A.K., Such, X. y Caja, G.

Grup de Recerca en Remugants (G2R), Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), 08193 Bellaterra, Barcelona, España; abdelaali.elhadi@uab.cat

INTRODUCCIÓN

La cabergolina (CAB) es un agonista específico de receptores D_2 de la dopamina. El uso de CAB, como facilitador del secado, disminuye la prolactina (PRL) en sangre y acelera la involución de la ubre, reduciendo la actividad secretora de las células epiteliales mamarias en vacas (Bach *et al.*, 2015; Boutinaud *et al.*, 2016). Sin embargo, a pesar de estos efectos positivos, el uso de la CAB se asoció en vacas lecheras a trastornos metabólicos al parto. La Agencia Europea del Medicamento suspendió la comercialización de la CAB en Europa en 2019, al considerar que el balance global beneficio-riesgo era negativo en vacuno. En ovejas lecheras en lactación, el uso de la CAB a dosis similares a las de vacas (0.56 mg/oveja) inhibió la secreción de PRL y redujo la secreción de leche y el volumen de ubre, sin observarse en las ovejas reacciones adversas (Caja *et al.*, 2020). El objetivo de este estudio fue valorar los efectos del empleo de CAB a corto plazo (durante el secado) y a largo plazo (en la siguiente lactación) en ovejas lecheras.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 93 ovejas adultas de 2 razas (Manchega, MN, $n = 48$; Lacaune, LC, $n = 45$) a final de lactación (208 ± 4 d) con PV similares ($75,5 \pm 1,0$ kg) y diferentes niveles de producción (MN, $0,47 \pm 0,05$; LC, $0,97 \pm 0,08$ kg/d), para evaluar los efectos de la CAB durante el secado y en la siguiente lactación. Para ello, se distribuyeron en 4 grupos equilibrados según un diseño factorial 2x2 (tratamiento x raza). Las ovejas pastaron 6 h/d y se complementaron con una ración total mezclada (F:C, 55:45% sobre MS) *ad libitum*, calculada según INRA (2010). Los tratamientos fueron una única inyección i.m. de CON (control, 1 mL/oveja de solución salina; $n = 47$) o CAB (cabergolina, 0,56 mg/oveja; Velactis, 1,12 mg/mL; Ceva, Libourne, FR; $n = 46$). Tras la inyección se evaluó la reacción cutánea local, las medidas de ubre (volumen, ancho y distancia al suelo), el área de la cisterna (ultrasonografía tipo B) y las pautas de normalidad de comportamiento (comida y bebida, rumia, en pie o tumbadas, ida y vuelta al ordeño). Al parto, se registró la prolificidad, mortalidad, peso al nacimiento y al destete de los corderos. La producción de leche se midió a cada ordeño (MM25SG, DeLaval, Tumba, SE) y se tomaron muestras de leche cada 15 d. EL PV y la condición corporal se valoraron mensualmente. El análisis de datos usó PROC MIXED para medidas repetidas (SAS, v.9.4).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se detectaron reacciones adversas o cambios aparentes de comportamiento en las ovejas de ambas razas tratadas con CAB. El volumen ($P=0,017$) y ancho ($P=0,012$) de ubre, así como el área de la cisterna ($P=0,040$) disminuyeron por efecto de la CAB durante el secado en ambas razas. No se detectaron diferencias en prolificidad ($P=0,18$) o peso de los corderos al parto ($P=0,24$) pero, al destete, el peso de los corderos de las ovejas LC-CAB fue un 14% mayor que los de las LC-CON ($P=0,009$). La diferencia en producción de leche fue significativa ($P<0,001$) por efecto de la raza, pero no se detectaron efectos del tratamiento con CAB sobre la producción de leche ($P=0,90$). El tratamiento CAB tampoco afectó a la grasa ($P=0,38$), proteína ($P=0,54$) y recuento de células somáticas ($P=0,28$) de la leche en ambas razas. Sin embargo, la lactosa de la leche aumentó 4% en las ovejas LC-CAB ($P=0,046$). Las reservas corporales tampoco variaron por efecto de CAB.

CONCLUSIÓN

El uso de cabergolina al final de la lactación de ovejas lecheras, facilitó su secado y mejoró la involución de la ubre (volumen y anchura), sin detectarse efectos negativos en su comportamiento o afectar a los corderos, ni a la producción y composición de leche en la siguiente lactación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bach, A., de Prado, A., & Aris, A. 2015. J. Dairy Sci. 98:7097–7101
- Boutinaud, M., Isaka, N., Lollivier, V., Dessauge, F., Gandemer, E., Lambertson, P., de Prado A., Deflandre, A., & Sordillo. L.M. 2016. J. Dairy Sci. 99:5707–5718
- Caja, G., Elhadi, A., Such, X., & Salama, A.A.K. 2020. J. Dairy Sci. 103:12033–12044
- INRA. 2010. Alimentation des Bovins, Ovins et Caprins, Éd. Quæ, Paris, 330 pp.

Agradecimientos: Trabajo realizado mediante convenio de investigación CEVA-UAB (#CF613827).

EFFECTO DE LA EDAD DE SACRIFICIO EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE POTROS DE PURA RAZA GALEGA

Crecente¹, S, Purriños², L, Lorenzo² y J.M., Moreno¹, T

¹Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo - Carretera Betanzos-Santiago km7 - 15318 Abegondo (A Coruña); ²Centro Tecnológico de la Carne – Avda. de Galicia 4, Parque Tecnológico de Galicia – 32900 - San Cibrao das Viñas (Ourense); santiago.crecente.campo@xunta.gal

INTRODUCCIÓN

La Pura Raza Galega (PRG) es la única raza equina autóctona de Galicia (D 149/2011, de 7 de julio), declarada como raza en peligro de extinción. La tipología del caballo PRG es de tamaño pequeño, muy rústico, vinculado al aprovechamiento del monte. Los potros se venden normalmente al destete con 6-9 meses de edad, pero las canales que se obtienen son muy pequeñas para lo que demanda el mercado, por lo que el precio de venta es bajo. Para mejorarlo, se debería aumentar el peso canal. En este estudio se ha determinado el efecto de la edad de sacrificio en el rendimiento de potros PRG.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el desarrollo del estudio se utilizó el rebaño de yeguas de Pura Raza Galega de la Estación Experimental de Ganadería de Montaña de Marco da Curra (Monfero-A Coruña), integrada en el CIAM. Las yeguas adultas presentaron un peso vivo medio de unos 350 kg. Los partos se agruparon de forma natural entre los meses de marzo y julio. Las yeguas y los potros se alimentaron de pasto, tanto sembrado como espontáneo (principalmente agrostis, holco, raigrás y trébol blanco). Los potros, tanto machos y hembras, se sacrificaron de mamones (n=10), al destete con 7-9 meses de edad (noviembre-enero), y de quincenos (n=9), con 14-16 meses (julio-agosto). Se tomaron datos del peso vivo al nacimiento (PVn), peso vivo al sacrificio (PVs), peso canal (PC), rendimiento canal (RC) y ganancia media diaria de peso vivo nacimiento-sacrificio (GMD).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores se presentan para los potros mamones y quincenos, respectivamente. Edad de sacrificio (días): 248,80; 464,57 (P<0,001); PVn (kg): 36,40; 40,71 (ns); PVs (kg): 181,90; 234,44 (P<0,001); PC (kg): 92,69; 111,09 (P<0,01); RC (%): 50,26; 47,42 (P<0,05); GMD (g/día): 583; 413 (P<0,001). El PVs y PC fueron superiores al de otros estudios con potros de la misma raza criados en base a matorral (Lorenzo *et al.*, 2013), lo que pone de manifiesto la importancia del tipo de vegetación en el rendimiento del sistema. Con la misma vegetación que en este estudio, el PVs y PC fueron más bajos que el de potros gallegos cruzados con razas de mayor peso (Domínguez *et al.*, 2015). Asimismo, el RC también fue más bajo que el de razas de mayor peso (De Palo *et al.*, 2013). Por otra parte, mientras que el RC disminuyó con la edad, en otros estudios aumentó (Polidori *et al.*, 2015; Ruiz *et al.*, 2018) o no varió (De Palo *et al.*, 2013; Domínguez *et al.*, 2015). La GMD fue más elevada en los potros mamones, lo que era de esperar teniendo en cuenta que los potros quincenos tuvieron que pasar un invierno, donde la GMD se reduce notablemente, mientras que los mamones se criaron sólo durante el período de crecimiento vegetativo. Aunque el peso canal aumentó con la edad, el incremento fue sólo de un 20% respecto de los potros mamones, lo que se puede considerar un valor bajo teniendo en cuenta que la edad fue casi el doble. Se deberían explorar estrategias para incrementar más el peso canal, como aumentar la edad de sacrificio o subir la GMD, por ejemplo, introduciendo puntualmente concentrados en la dieta.

CONCLUSIÓN

El aumento de la edad de sacrificio permitió incrementar significativamente el peso vivo y en canal, aunque el rendimiento en canal y la GMD nacimiento-sacrificio disminuyeron.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Decreto 149/2011, de 7 de julio, Diario Oficial de Galicia num 141
- Domínguez, R. *et al.* 2015. *Animal*, 9: 1713-1720.
- De Palo, P. *et al.* 2013. *Asian-Austr. J Anim Sci.*, 26(11): 1637-1643.
- Lorenzo, J.M. *et al.* 2013. *Animal*, 7: 1199-1207.
- Polidori, P. *et al.* 2015. *Meat Sci.*, 106: 6-10.
- Ruiz, M. *et al.* 2018. *Animal*, 12(5): 1084-1092.

Agradecimientos: agradecer al Insituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) la financiación del proyecto RTA-00081-C04-02, en el marco del cual se ha podido desarrollar este estudio.

EFFECTO DE LA EDAD DE SACRIFICIO EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE CABRITOS DE RAZA CABRA GALEGA

Crecente¹, S., Lorenzo², J.M., Purriños², L. y Moreno¹, T.

¹Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo - Carretera Betanzos-Santiago km7 - 15318 Abegondo (A Coruña); ²Centro Tecnológico de la Carne – Avda. de Galicia 4, Parque Tecnológico de Galicia – 32900 - San Cibrao das Viñas (Ourense); santiago.crecente.campo@xunta.gal

INTRODUCCIÓN

La raza Cabra Galega es la única raza caprina autóctona de Galicia (D 149/2011, de 7 de julio). Son animales de tamaño pequeño, cuyo uso tradicional se ha vinculado al aprovechamiento del monte, en zonas inadecuadas para otro tipo de ganado. La carne de cabrito es un producto muy apreciado, cuyo consumo está vinculado a algún tipo de celebración (fiestas tradicionales, navidad, semana santa, etc). No existen por el momento estudios acerca de esta raza, declarada en peligro de extinción. En este estudio se ha estudiado el efecto de la edad de sacrificio en el rendimiento productivo de cabritos de raza Cabra Galega.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el desarrollo del estudio se utilizó el rebaño de Cabra Galega de la Estación Experimental de Ganadería de Montaña de Marco da Curra (Monfero-A Coruña), integrada en el CIAM. Las cabras adultas presentaron un peso vivo medio de aproximadamente 40 kg. Los partos tuvieron lugar durante el mes de abril. Durante 15-20 días postparto las cabras y cabritos permanecieron en cuadra alimentadas con heno y concentrado. Posteriormente salieron a parcelas de pastoreo, compuestas principalmente por vegetación herbácea (*Agrostis* spp., *Holcus lanatus*, *Trifolium repens*, etc.). Se utilizaron cabritos machos de parto simple. Los cabritos se sacrificaron a edades aproximadas de 60 (n=13), 90 (n=15) y 120 (n=13) días. Se tomaron datos del peso vivo al nacimiento (PVn), peso vivo al sacrificio (PVs), peso canal (PC), rendimiento canal (RC) y ganancia media diaria de peso vivo nacimiento-sacrificio (GMD). El peso canal se calculó sin la cabeza y con los riñones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores se presentan para los grupos de 60, 90 y 120 días de edad, respectivamente. Edad de sacrificio (días): 58,15 c; 90,47 b; 121,85 a (P<0,001); PVn (kg): 2,89; 2,85; 3,07 (ns); PVs (kg): 12,17 b; 16,43 a; 16,03 a (P<0,001); PC (kg): 5,78 b; 7,29 a; 6,40 ab (P<0,01); RC (%): 47,37 a; 44,13 b; 39,91 c (P<0,001); GMD (g/día): 160 a; 149 a; 107 b (P<0,001). Letras distintas para el mismo parámetro indican diferencias significativas para el test Duncan (P<0,05). El peso vivo de los cabritos fue inferior al de razas más pesadas (Elmaz *et al.*, 2017) y de mayor producción lechera (Peña *et al.*, 2009), pero parecido al de otras razas de tamaño similar (Zimmerman *et al.*, 2008). La evolución del peso con la edad fue muy similar al observado por Akbas *et al.* (2020) con la raza Saanen y sus cruces. El rendimiento canal fue similar al obtenido en cabras del genotipo canario (Marichal *et al.*, 2003), y su disminución con la edad fue observado en cabritos de otras razas (Marichal *et al.*, 2003; Zimmerman *et al.*, 2008). Esta disminución podría deberse a que la proporción que ocupa el tracto gastrointestinal respecto al peso vivo aumenta a medida que al animal tiene más edad (Marichal *et al.*, 2003). El descenso de la GMD a partir de 90 días seguramente esté relacionado con la finalización de la lactación y una peor calidad del pasto al empezar el verano.

CONCLUSIÓN

Incrementar la edad de sacrificio de 90 a 120 días no presenta ninguna ventaja desde el punto de vista de la productividad del sistema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akbas, A *et al.* 2020. Turk J. Vet. Anim. Sci., 44: 1203-1211.
- Decreto 149/2011, de 7 de julio, Diario Oficial de Galicia num 141: 20634-20714.
- Elmaz, Ö *et al.* 2017. Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg. 23 (5): 749-755.
- Marichal *et al.* 2003. Liv. Prod. Sci., 83: 247-256.
- Peña F *et al.* 2009. Rev. Cient. (Maracaibo), 16(6): 619-629.
- Zimmerman, M *et al.* 2008. Meat Sci. 79: 453-457.

Agradecimientos: agradecer al Insituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) la financiación del proyecto RTA-00081-C04-02, en el marco del cual se han obtenido los resultados mencionados en la presente comunicación.

IMPLANTAR MELATONINA AL PARTO MEJORA LA CALIDAD DE LA LECHE Y EL CRECIMIENTO DE LOS CORDEROS DE LA OVEJA RASA ARAGONESA

Luis, S., Canto, F. y Abecia, J.A.

IUCA. Miguel Servet, 177, 50013 Zaragoza; alf@unizar.es

INTRODUCCIÓN

Los implantes de melatonina se han utilizado para mejorar los parámetros reproductivos en ovejas, particularmente en primavera. Recientemente, se han presentado evidencias que muestran la capacidad de la melatonina para mejorar los rendimientos de los corderos, a través de la implantación durante la gestación. Así, implantando a los 90 días de gestación, hemos observado un aumento de la supervivencia de corderos Merinos en Australia, además de un incremento significativo del peso al destete (Davis *et al.*, 2021). Además, hemos detectado un aumento del 50% en la concentración de IgG en el calostro de ovejas implantadas el cuarto mes de gestación (Abecia *et al.*, 2020). Este trabajo se ha diseñado para conocer el efecto de los implantes de melatonina inmediatamente tras el parto sobre el crecimiento de sus corderos y la calidad de la leche de ovejas Rasa Aragonesa.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 31 ovejas gestantes Rasa Aragonesa, portadoras del gen GASE, que fueron tratadas (M; n=16) o no (C; n=15) con un implante de melatonina (18 mg, Melovine, CEVA Salud Animal, Barcelona) a las 24 horas del parto. Los corderos (M, n=27; C, n=28) fueron pesados (PV) semanalmente hasta el destete, (6 semanas de edad), calculándose el crecimiento diario (CD, g/d) hasta el destete. Se tomaron muestras de leche a los 15, 30 y 45 días del parto, analizándose el porcentaje de grasa (G), proteína (P) y lactosa (L) (Lactoscan SAP, Milkotronic LTD, Bulgaria). Las variables fueron comparadas entre grupos mediante t-test y entre días de muestreo mediante el test t de Student para muestras relacionadas. Los resultados se presentan como media \pm error estándar de la media.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de corderos nacidos (M: 2,1 \pm 0,2; C: 2,1 \pm 0,1) y amamantados (M: 1,7 \pm 0,1; C: 1,9 \pm 0,1) fue similar para ambos grupos. Los corderos criados por ovejas M presentaron un mayor CD (221,0 \pm 10,5) y PV (13,6 \pm 1,0 g/d) que los corderos C (189,9 \pm 12,4 y 12,1 \pm 0,8 kg) (P<0,05) a partir de la tercera semana de vida, particularmente evidente en los machos (13,6 \pm 1,6 vs. 11,8 \pm 0,3 kg y 220,2 \pm 20,9 vs. 178,4 \pm 11,8 g/d, resp.; P<0,01). La leche de ovejas M presentó un mayor % de G que ovejas C el día 45 (P<0,05), sin diferencias entre lotes los días 15 y 30, ni para los % de P o L en los tres días de muestreo (G15: 8,8 \pm 0,4 y 9,5 \pm 0,4; G30: 8,0 \pm 0,5 y 6,8 \pm 0,8; G45: 6,4 \pm 0,9 y 4,1 \pm 0,5%; P15: 4,8 \pm 0,1 y 4,6 \pm 0,1; P30: 4,9 \pm 0,1 y 4,9 \pm 0,1; P45: 5,1 \pm 0,2 y 5,3 \pm 0,1; L15: 4,6 \pm 0,1 y 4,4 \pm 0,1; L30: 4,6 \pm 0,2; 4,6 \pm 0,1; L45: 4,9 \pm 0,3 y 5,0 \pm 0,2%; para M y C, resp.). Además, los grupos estudiados presentaron una distinta evolución en el tiempo de sus valores, de modo que el grupo C presentó un descenso significativo en su % G del día 15 al 45 (P<0,01), superior al 5%, mientras que las ovejas M no presentaron diferencias significativas en sus niveles de G durante toda la lactación. Además, mientras que el lote M mantuvo unos niveles constantes de P y L durante los tres muestreos de leche, las C aumentaron de modo significativo sus niveles (P<0,01) desde el día 15 al 30 y al 45, lo que podría indicar una menor producción de leche en estas ovejas, ya que se ha descrito una relación inversa entre producción de leche y contenido en proteína y lactosa en la oveja (Assan, 2015).

CONCLUSIÓN

En conclusión, el tratamiento con implantes de melatonina al parto afecta de modo positivo al crecimiento de los corderos, quizás debido al mantenimiento durante toda la lactación de unos niveles elevados de G en la leche, o incluso a un aumento de su producción láctea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abecia JA, *et al.*, 2020. J Anim Physiol Anim Nutr 104:1305–1309
- Assan N. S. 2015. Int J Pure Appl Sci Technol 4: 1-6
- Davis R, Abecia JA. 2021. BSAS 2021 Conf 12-15 Apr Online Virtual Conference, Worldwide, UK.

Agradecimientos: Gobierno de Aragón (BIOFITER, A07_20R), alumnos de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza y José Antonio Ruiz y Antonio Barrio, del SAI de la Universidad de Zaragoza, por el cuidado de los animales.

EFFECTOS DEL PASTOREO DE TRITICALE SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA LECHE EN OVEJAS MANCHEGAS DE ALTO MÉRITO GENÉTICO

Salcedo¹, G., García², O. y Gallego², R.

¹CIFP La Granja, Heras, 39001 Cantabria ²AGRAMA. Avda. Gregorio Arcos, 19. 02005 Albacete; gregoriosal57@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La alimentación representa el mayor gasto de una explotación de ovino lechero. La utilización y aprovechamiento a diente de los cereales de invierno en estados de madurez temprana, permite entre otros, aportar un alimento de alto valor nutritivo y reducir parcialmente la compra de forrajes y concentrados. Desde mediados de enero a finales de mayo las condiciones de humedad y temperaturas son favorables para el crecimiento herbáceo. Bajo la denominación “efecto primavera” se pretende maximizar las condiciones climáticas de la primavera a expensas de minimizar parte de los gastos de alimentación al menos durante un tiempo de aproximadamente 100-120 días. Los objetivos de este experimento fueron analizar producción y calidad físico-química de la leche en condiciones de pastoreo “efecto primavera” respecto a la “alimentación en pesebre” del mismo período del año 2019.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la finca experimental “La Nava del Conejo” de Valdepeñas, (Ciudad Real) perteneciente a la Consejería de Agricultura, Agua y Desarrollo Rural y regentada por AGRAMA. Cuatrocientas ovejas en lactación fueron divididas en dos grupos según la producción de leche en alta (A) y baja (B) para el aprovechamiento a diente del triticale, siguiendo un pastoreo rotacional desde el 13 de enero al 28 de mayo del 2020. La suplementación de las ovejas de alta y baja consistió en 1,9-0,8 kg de pienso; 0,78-0,05 kg de alfalfa; 0,1-0,1 kg de paja respectivamente y 0,44 kg de heno de veza-avena las de baja. El pasto en oferta muy ingerido fue estimado mediante siegas al azar de cuatro marcos de 0,4x0,5 m y secado en estufa a 60°C para estimar su contenido en materia seca. La ingestión de forraje durante el pastoreo fue estimada siguiendo el método de rendimiento animal propuesto por Macoon *et al.* (2003) mediante la ecuación: $MS_{\text{triticale}} = (EN_{\text{requerimientos}} - EN_{\text{pienso}} - EN_{\text{suplementada}}) / EN_{\text{triticale}}$. Durante el pastoreo los animales dispusieron de agua a libre disposición. La producción de leche se registró diariamente y composición química analizada cada 2-3 días. Los valores fueron comparados con el mismo período del año 2019 sin pastoreo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de leche corregida por grasa y proteína (Pulina *et al.*, 2005) fue similar en ambos grupos de ovejas, con rendimientos medios de 2,08 y 2,26 litros día las de alta y de 0,87 y 1,04 litros las de baja para los años 2019 y 2020 respectivamente. Del mismo modo la eficiencia (litros kg⁻¹ MS ingerida) no difiere entre años y sí, (P<0.05) entre las ovejas de alta y baja producción, con valores medios de 0,56 y 0,61 las de alta y 0,33 y 0,38 las de baja en 2019 y 2020 respectivamente. La eficiencia de utilización del N no fue diferente, y sí, numéricamente, compensada con la menor concentración interanual y entre animales (P<0.05) en la concentración de urea. El extracto quesero se redujo en las de alta un 5,82% y 4,78% las de baja durante el pastoreo de triticale. Pese a estas diferencias de composición química de la leche y considerando el precio medio pagado de 1,06 € L⁻¹ desde el 13 de enero al 28 de mayo, los márgenes por litro de leche en relación a la alimentación durante el experimento en pastoreo fueron de +6,4% en las ovejas de alta y +47,2% las de baja.

CONCLUSIÓN

El aprovechamiento a diente del triticale siguiendo un pastoreo rotacional puede contribuir a mantener la curva de producción y aprovechar las condiciones climatológicas de la primavera, contribuyendo a reducir los costes de producción, sin afectar al consumo de nutrientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Pulina, G., Macciotta, N., Nudda, A. 2005. J. Anim. Sci. 4: 5-14.
- Macoon, G., Sollenberger, L.E., Moore, J.E., Staples, C.r., Fike, J.H., Portier, K.M. 2005. J. Anim. Sci. 81: 2357-2366.

Agradecimientos: Al personal de la fina “La Nava” Cirilo, Angel y Elvira por el cuidado de los animales.

ANÁLISIS COMPARADO DE LAS FUNCIONES DE LOS ANIMALES Y LOS VÍNCULOS HUMANO-ANIMAL, EN DOS ZONAS CAMPESINAS DE ALTA MONTAÑA EN MÉXICO Y ECUADOR

Estévez-Moreno¹, L.X., González-Colín², X., Miranda-de la Lama¹, G.C.

¹Departamento de Producción Animal y Ciencias de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza; ²Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Lerma; lestevez@unizar.es

INTRODUCCIÓN

Las actividades económicas que desarrollan los habitantes de las comunidades de alta montaña en América Latina, tienden a ser a pequeña escala, siendo la ganadería un punto clave en su desarrollo socioeconómico y su seguridad social (Markemann et.al., 2009). En la Sierra Madre Oriental en México y la cordillera de los andes en Ecuador la actividad pecuaria ha sido una de las actividades que históricamente ha soportado los modos de vida de los campesinos, quienes invierten su mano de obra familiar en el manejo y cuidado de los animales. Atendiendo a esto, el objetivo de este estudio es describir y comparar las funciones que cumple la producción pecuaria en los modos de vida campesinos de alta montaña y las relaciones humano animal, en dos comunidades de alta montaña en el Ejido Ojo de Agua (Zinacantepec) en México y la Parroquia Honorato Vásquez en Ecuador.

MATERIAL Y MÉTODOS

Mediante un muestreo no probabilístico se aplicó una encuesta a 186 individuos mayores de 18 años, 95 en México (34 hombres y 61 mujeres) y 91 en Ecuador (37 hombres y 54 mujeres). En la encuesta se preguntó por la caracterización del componente pecuario de los hogares y la identificación de la función principal de los animales de producción, y otras preguntas exploraron las percepciones en torno al bienestar animal y al nivel de cercanía emocional con los animales. Mediante la aplicación de análisis descriptivos uni-variados y bi-variados a partir de tablas de contingencia, se realizó un análisis comparativo de cada variable por género y país. Las asociaciones significativas ($P < 0.05$) se establecieron mediante el test de Chi-cuadrado y la prueba U de Mann-Whitney para variables categóricas y continuas, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El componente pecuario de los hogares encuestados está conformado por gallinas/pollos, guajolotes, patos, gansos, cerdos, ovejas, cabras, conejos, cuyes, caballos, burros, vacas/toros y mulas; además de animales de compañía (perros, gatos y pájaros). Se encontró una mayor diversificación en la comunidad ecuatoriana, donde la mayoría de los hogares mantienen cuatro especies de producción. Los animales tienen un papel multifuncional en los modos de vida de los hogares estudiados. De acuerdo con la especie, las principales funciones son: el grupo de las aves, conejos y cuyes para el autoconsumo; los cerdos en caso de emergencias; las ovejas como una forma de ahorro; las vacas o toros para cubrir los gastos frecuentes del hogar y los equinos son considerados principalmente como animales de trabajo. Las funciones se extienden a la provisión frecuente de ingresos económicos, amortiguamiento, aseguramiento, acumulación y ahorro, así como uso para gastos poco frecuentes y funciones culturales (Estévez-Moreno, 2017). En ambas comunidades existe una preocupación por el bienestar animal, y los campesinos reconocen establecer lazos afectivos incluso con sus animales de producción. No se encontraron asociaciones significativas entre las anteriores variables y la nacionalidad o género de los encuestados.

CONCLUSIÓN

El papel multifuncional de la actividad pecuaria en los modos de vida campesinos es un elemento común a las comunidades estudiadas en México y Ecuador, como también lo es la preocupación por el bienestar de los animales de producción y los lazos afectivos que los campesinos establecen con estos últimos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Estévez-Moreno, L.X., Sanchez-Vera, E., Nava-Bernal, G., Estrada-Flores, J.G., Gomez-Demetrio, W., & Sepúlveda, W.S. (2019). Small Ruminant Research, 178, 94-101.
- Markemann, A.; Stemmer, A.; Siegmund-Schultze, M.; Piepho, H.P.; Valle Zárate, A. (2009). Livestock Science 124, 119-125.

Agradecimientos: Se agradece a los agricultores de Ojo de Agua y Honorato Vásquez por participar de manera desinteresada en este estudio.

LA NORMA DE CALIDAD DEL IBÉRICO: ANÁLISIS DE LA OPINIÓN DE GANADEROS E INDUSTRIALES MEDIANTE TÉCNICAS CUALITATIVAS

Ortiz¹, A., Carrillo², N., A., Escribano², M. y Gaspar², P.

¹Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX-La Orden), Ctra. A-V, Km372, 06187 Guadajira, Badajoz, 06187 ²Departamento de Economía, Universidad de Extremadura, Av. de Adolfo Suárez, s/n, 06007 Badajoz; alberto.ortiz@juntaex.es

INTRODUCCIÓN

El sector porcino ibérico tiene una gran importancia económica dentro de la producción ganadera en regiones del suroeste español. En estas regiones se localizan un gran número de explotaciones porcinas con características diferentes y también una importante industria de transformación de muy diversa capacidad y orientación comercial. Desde el año 2014, la Norma de Calidad de carne, jamón, paleta y lomo curado de cerdo ibérico (RD 4/2014) rige la producción y comercialización de la carne y productos cárnicos. En la actualidad algunos de esos industriales y ganaderos están exigiendo cambios en esta Norma de Calidad. Estos cambios van en diferentes direcciones dependiendo de sus características ya que, en muchos casos hay intereses divergentes. Por ello, se ha desarrollado un trabajo de investigación cualitativa cuyo objetivo ha sido conocer la percepción de los ganaderos e industriales del sector porcino ibérico sobre la aplicación de la actual la Norma de Calidad, con el fin de identificar las limitaciones y oportunidades para la comercialización de los productos ibéricos en el entorno actual.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para ello, se realizaron 14 entrevistas en profundidad a ganaderos e industriales del sector Ibérico de diferentes características (tamaño, tipo de producción; ciclo cerrado o solo engorde para ganaderos y productos frescos, curados o ambos para industriales, categoría de producto vendidos, plan de mercado; local, nacional o internacional) durante los meses de octubre a diciembre de 2018 estructuradas en cinco partes, incluyendo preguntas similares para ambos, pero en algunos casos con ciertas especificaciones para cada uno de los actores; tipo de ganadería/Industria, opinión sobre aspectos recogidos en la Norma de Calidad (RD 4/2014), estacionalidad de la producción y demanda de los productos ibéricos, y propuestas de mejora para el sector. Una vez realizadas las entrevistas, las grabaciones se transcribieron y la información se procesó mediante un análisis de contenido (Taylor y Bodgan, 1986), el cual se fundamenta en obtener inferencias válidas y aplicables a partir de los textos (Neri de Souza *et al.*, 2011). Para este análisis se utilizó el programa webQDA, estableciendo un sistema de árbol con categorías "a priori" y un sistema de códigos "emergentes" vinculados a cada categoría.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron consenso entre la mayoría de los participantes en aspectos como el mantenimiento de la base racial 100% ibérica de las reproductoras, los requerimientos de peso y edad al sacrificio de la categoría "Montanera" y los tiempos de maduración de los productos curados. Por otro lado, existieron discrepancias en las categorías "cebo" y "cebo de campo", estando la visión de industriales y ganaderos orientada a la reducción de la edad al sacrificio en la primera y en la distinción de las condiciones de producción de la segunda.

CONCLUSIÓN

El presente estudio de investigación cualitativa mostró consenso entre las partes interesadas en aspectos que tienen un impacto en la rentabilidad, el rendimiento de la producción y la calidad del producto final, y permitió identificar aspectos clave para futuras modificaciones potenciales en la actual Norma de Calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Real Decreto 4/2014. MAGRAMA
- Taylor, S. J. & Bogdan, R. 1986. Introducción a los métodos cualitativos. Paidós
- Neri de Souza, F., Costa, A.P., Moreira, A. 2011. Análise de Dados Qualitativos Suportada pelo Software WebQDA, in VII Conferência Internacional de TIC na Educação: Perspetivas de Inovação.

Agradecimientos: RTA2015-00002-C04-03 proyecto financiado por INIA-EAI y fondos FEDER

CRECIMIENTO DE TERNEROS DE RAZA MINHOTA

Araújo^{1,2}, J.P., Tinoco¹, D., Sobreiro³, J., Cantalapedra⁴, J. y Cerqueira^{1,5}, J.L.

¹Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios do Lima, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal. ²Centro de Investigação de Montanha (CIMO), ESA - IP Viana do Castelo, Portugal.

³Associação Portuguesa dos Criadores de Bovinos de Raça Minhota (APACRA, Ponte de Lima ⁴Servicio de Ganadería de Lugo. Xunta de Galicia, España. ⁵Centro de Ciência Animal e Veterinária (CECAV) - UTAD, 5000-801 Vila Real, Portugal. pedropi@esa.ipvc.pt.

INTRODUCCIÓN

La raza vacuna Minhota, presenta como principal aptitud la producción de carne, representando la ternera blanca (V) y ternera (Z), las categorías comerciales principales, con cerca de 60% del total de los canales (Serpa *et al.*, 2017). La producción estrella se corresponde a un tipo de animal con menos de 200 kg/canal, producidos a base de un amamantamiento de terneros, con su sacrificio entre 5 y 10 meses de edad (Araújo *et al.*, 2016; Araújo *et al.*, 2020). Además esta raza presenta una *Rotulagem Facultativa CM-Carne Minhota* y un agrupamiento de productores de carne (Agrominhota). El pesado de los animales es importante para evaluar su crecimiento, estado nutricional, adecuar su alimentación y valorarlos comercialmente en relación a la categoría, peso y edad. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el crecimiento de machos y hembras de la raza Minhota hasta el año de edad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado datos de la Associação Portuguesa de Criadores de Raça Minhota (APACRA) relativos a pesos vivos de terneros, inscritos en el Libro de Nacimientos hasta el año de edad, provenientes de 11 explotaciones de raza Minhota. El número total de animales ha sido de 2944 (1512 machos y 1432 hembras) con un total de 5939 pesos, correspondiendo a 2,0 pesadas/animal.

Los datos han sido analizados mediante regresión lineal y estimadas las ganancias medias diarias entre el nacimiento y el año de edad, mediante el programa Excel 2016 y IBM SPSS versión 22.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La ganancia media diaria (GMD) estimada ha sido de 1,156 kg/día en los machos y 1,044 kg/día en las hembras resultante de las siguientes ecuaciones lineales: $y=1,156x+43,03$ ($r^2=0,94$; $P<0,001$ (machos); $y=1,044x+43,45$ ($r^2=0,96$; $P<0,001$ (hembras), resultando en pesos vivos de 251,0 Kg (6 meses), 355,0 kg (9 meses) en machos y 231,4 Kg (6 meses) 325,4 kg (9 meses). Hubo una relación significativa ($p<0,001$) y altos coeficientes de determinación entre edad y peso en ambos los sexos. En esta raza Araújo *et al.* (2018) han obtenido GMD estimadas de 1,104 kg/día en los machos y 1,091 kg/día en las hembras. El efecto del sexo sobre el crecimiento ha sido evidente, presentado los machos pesos superiores con respecto a las hembras. Esta diferencia se observa a los 90 días de edad, con una diferencia de 10 kg aumentando con la edad. En el presente estudio, desde los tres meses hasta los nueve meses de edad, los pesos obtenidos fueron superiores a los de Araújo (2011), lo que se traduce en una evolución positiva del crecimiento de los terneros y de la capacidad de amamantamiento de las vacas, reflejo de la mejora genética de la raza y de su manejo. La obtención de pesos superiores en los machos es una realidad como confirman los trabajos de Dios (2001) y Parvu *et al.* (2015).

CONCLUSIÓN

Esta raza presenta GMD superiores en los machos con 1,156 kg/día, con respecto a las hembras 1,044 kg/día. Se ha encontrado una elevada relación y significativa ($P<0,001$) entre edad y peso vivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo J.P., Lorenzo J.M., Cerqueira J., Vazquez J.A., Pires P., Cantalapedra J., Franco D., 2016. *Animal Production Science*, 56, 2086-2092
- Araújo, J.P., Pires, P., Cerqueira, J.L., Barros, M., Moreno, T., 2020. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 20(1): 17-24.
- Araújo, J.P., Soares, L., Lucarelli, R., Pinna, M., Durão, J., Cantalapedra, J. e Cerqueira, J.L., 2018. Livro de resumos: 44, editado por SERGA e SPREGA, Murcia. Espanha.
- Dios, A., 2000. Tese Doutoramento. Universidade de Santiago de Compostela.
- Parvu, M., Andronie, I., Simion, V., Amfim, A., 2015. *Animal Science and Biotechnologies*, 48(1), 276–278.
- Serpa, R.M.P., Cerqueira, J.O.L., Cantalapedra J., Lorenzo J.M., Araújo, J.P., 2017. XVII Jornadas sobre Producción Animal, 30 e 31 de maio de 2017, Zaragoza - Espanha. Livro de atas: 693-695.

MORFOMETRÍA DE CORDEROS, HERRAMIENTA PARA PREDECIR EL PESO

Carrasco¹, J., Agudo², B., López³, F. y Rodríguez¹, P.L.

¹Nutrición Animal, Facultad de Veterinaria, 10003, Cáceres ²EA-Group, V^a de la Serena, 06700, Badajoz;
³Producción Animal, Cicytex, Guadajira, 06817, Badajoz. nutpedro@unex.es

INTRODUCCIÓN

La morfometría se ha utilizado como técnica básica en estudios etnológicos (Sañudo, 2009) y guarda una relación obvia con el peso del animal, habiéndose desarrollado básicamente en animales adultos (Canaza *et al.*, 2017). Se están desarrollando algoritmos para estimar con precisión el peso de los corderos a partir de imágenes de video. El paso previo es predecir el peso a partir de medidas morfológicas con buena exactitud. De conseguirse, será posible estimar el peso de los corderos sin necesidad de manipulación alguna, mediante cámaras, lo que redundará en una mejora del bienestar animal, de la gestión de cebaderos asociativos, así como de su planificación comercial. El objetivo último es poder clasificar los corderos en lotes por su potencial de crecimiento y disponer del peso individualizado en tiempo real para su gestión comercial.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha realizado un control morfométrico de un total de 785 corderos de ambos sexos (399 hembras y 386 machos, parideras 2019, 2020 y 2021). Variables determinadas (n=25): Kg Peso (báscula electrónica), Alz. Cruz, Alz. Dorso, Alz. Grupa, Alz. Cola, Diam. Longitudinal, Alt. Hueco Esternal, Alt. Corvejón, Diam. Bicostral, Diam. Dorso-Esternal, Anch. Grupa, Perim. Max. Vientre, Perim. Pierna, Perim. Caña Post., Long. Cabeza, Anch. Cabeza, Long. Cuello, Perim. Recto Pecho, Perim. Oblicuo Pecho, Perim. Antebrazo, Perim. Rodilla, Perim. Caña Anterior, Dist. Codo-Rodete, Dist. Codo-Cruz (Sañudo, 2009). Los kg de peso vivo arrancan en 5.4kg hasta los 36.6 kg, abarcando el periodo de cebo (15-30kg). Se ha establecido un modelo de regresión por mínimos cuadrados parciales (PLS) y un sistema de validación cruzada aleatoria en 20 grupos (Martens y Naes, 1992), entre el conjunto de variables los Kg Peso, que varía entre un mínimo de 5.4kg y un máximo de 36.6kg, con una media de 19.7 kg. El Software utilizado ha sido The Unscrambler (V 11.0).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado es satisfactorio, con sólo dos factores, PC1-93% y PC2-2%, se alcanza un valor de R² superior a 0.95 para kg de peso sobre los datos de validación. Con un error promedio conjunto de 1.2 kg. Todas las variables tienen carga positiva en el primer componente. El segundo componente separa las variables de altura (negativas), frente a las variables de anchura (positivas). Todas las variables predictoras resultan significativas, excepto Alt. Corvejón y Dist. Codo-Rodete y sólo la Alt. Hueco Subesternal presenta un coeficiente de regresión negativo. Por tramos de peso el error promedio es el siguiente: 5.40-10.99kg (1.15±0.76); 11.00-14.99kg (0.86±0.66); 15.00-19.99kg (0.91±0.80); 20.00-24.99kg (0.94±0.68); 25.00-29.99kg (1.12±0.77), 30.00-36.60kg (1.54±0.92). Por lo tanto, en el tramo típico de cebo (15-25kg), el error medio es inferior a 1kg y hasta los 30kg apenas sube a 1.1kg.

CONCLUSIÓN

El conjunto de datos morfométricos de un cordero permite una estimación correcta del peso vivo. Ello abre la posibilidad de obtener dicha variable a partir de imágenes sin intervención directa sobre el animal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Canaza, A.L., Beltrán, P.A., Gallegos, E. & Mayta, J. 2017. Rev. Inv. Altoand., 19(3): 313-318.
- Martens, H., Naes, T. 1992. Multivariate Calibration. John Wiley & Sons.
- Sañudo, C. 2007. Valor. Morf. Anim. Domest. MMARM, Madrid.

Agradecimientos: Esta investigación ha sido financiada por el proyecto de investigación regional IB18118, de la Junta de Extremadura, y cofinanciado por los fondos FEDER

COMPARACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA DE PRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL CON OTROS ALIMENTOS

Manzano^{1,2,3*}, P. y del Prado³, A.

¹GCC, Faculty of Biological and Environmental Sciences, University of Helsinki. ²HELSUS, Fac. Biol. Env. Sci., University of Helsinki, P.O. Box 65, FI-00014 Helsinki, Finlandia. ³BC3, Parque científico UPV/EHU, 48940 Leioa, España; *pablo.manzano.baena@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La huella hídrica es un concepto comúnmente usado en medios de comunicación para destacar los grandes impactos ambientales de la producción ganadera. La imputación de miles de litros de agua por kg de carne o leche producido es habitual también en muchas narrativas de activismo en pro de dietas basadas en vegetales. La comunidad científica de Análisis de Ciclo de Vida que trabaja con impactos hídricos, consciente de esa preocupación, ha consensuado algunas líneas para destacar el diferente coste de oportunidad y el diferente impacto ambiental de distintos tipos de agua (Boulay et al 2021). La diferencia básica radica en la interpretación que se hace del agua verde (agua de lluvia caída sobre los campos bajo uso pascícola), que supone la mayor parte del agua contabilizada. La contextualización de agua azul (uso de agua canalizada) y la generación de aguas grises también puede arrojar bastantes diferencias. En el presente trabajo comparamos las huellas hídricas de la carne de cordero, como ejemplo paradigmático, tanto con cultivos de secano y regadío como con alimentos que puedan sustituir su aporte calórico. Esto nos permite extraer conclusiones sobre los cambios propuestos por algunos colectivos en el sistema alimentario.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para realizar las comparativas se extrajeron datos relativos al impacto de la carne de cordero para España de la base de datos de Mekonnen y Hoekstra (2011a). Se calcularon los impactos hídricos de un kg de carne de cordero tipo con un kg de trigo de secano y un kg de trigo de regadío, obteniendo los datos de dicho cereal de Mekonnen y Hoekstra (2011b). Así mismo, y en el marco de un reemplazo de proteínas y vitaminas animales por otras de origen vegetal, se comparó el impacto hídrico de 1 kcal de carne de cordero con el de 1 kcal de pan y 1 kcal de ensalada. Para el cálculo de la huella del pan se utilizó el valor citado por Mekonnen y Hoekstra (2011b), mientras que para la ensalada se procedió a la suma de ingredientes de una receta típica usando la misma fuente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1 kg típico de carne de cordero resulta tener una huella de agua verde (lluvia) muy superior a 1 kg de trigo, ya sea de secano o de regadío (8248 vs 1629 y 679 l). Sin embargo, los impactos en términos de agua gris son mucho más favorables al cordero, cuyas deyecciones contaminan mucha menos agua que el cultivo de trigo (35 vs 175 y 263 l). Producir trigo en regadío también consume mucha más agua azul (926 l/kg) que cordero (422 l/kg). Producciones muy extensivas de carne, como las trashumantes, tendrán además un consumo de agua azul aún más reducido que el que exponemos aquí (Casas & Manzano 2011). Las diferencias se ven aún más exacerbadas cuando consideramos cambios netos de dieta y los aportes calóricos necesarios. Con un balance más equilibrado en cuanto a agua verde (2796 l/kcal en cordero, contra 424 en pan y 1282 en ensalada), y relativamente homogéneo en agua azul (190 vs 114 y 292, respectivamente), donde sí hay gran diferencia es en impacto de agua gris: en cordero convencional es mínimo (1 l/kcal) mientras que tanto en pan como en ensalada es mucho más significativo (69 y 104 l/kcal).

CONCLUSIÓN

La huella hídrica de la ganadería de rumiantes es muy reducida una vez se contextualiza adecuadamente, y más aún para las prácticas más extensivas. Este resultado subraya la necesidad de entender la ganadería a pasto como un equivalente ecológico de la herbivoría silvestre, y por tanto de impactos muy reducidos si se usa un nivel de referencia de escenarios naturales (Manzano 2020).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Boulay, A.-M. et al 2021. Ecol. Indic. 124: 107391. • Casas, R. & Manzano, P. 2011. 2º Congreso Nal. VVPP : 302-315. • Manzano, P. 2020. VIII Remedía Workshop: 61-64. • Mekonnen, M.M. & Hoekstra, A. Y. 2011a. National water footprint accounts: the green, blue and grey water footprint of production and consumption. Value of Water Research Report Series No. 50, UNESCO-IHE, Delft, NL • Mekonnen, M.M. & Hoekstra, A. Y. 2011b. Hydrol. Earth Syst. Sci., 15, 1577–1600.

EVALUACIÓN DE LOS COSTES ECONÓMICOS DEL USO DE SEMEN SEXADO COMBINADO CON SEMEN DE CARNE EN UNA GRANJA LECHERA

Marquès, C., Castillejos, L. y Calsamiglia, S.

¹Servicio de Nutrición y Bienestar Animal, Dpto. Ciencia Animal y de los Alimentos, Universidad Autónoma de Barcelona, 01893 Bellaterra, España. sergio.calsamiglia@uab.cat

INTRODUCCIÓN

El semen sexado (SS) se ha convertido en un recurso importante para el manejo y expansión de los rebaños de vacas lecheras. Esta tecnología de sexado permite una nueva forma de planificar la reposición de los rebaños, además de acelerar la mejora genética de este. Si se utiliza como una estrategia de reproducción sostenible se puede combinar el uso de SS para generar reposición en las vacas de mayor valor genético con el uso de semen de carne (SC) en las vacas de menor valor genético. Li y Cabrera (2019) observaron que puede ser económicamente rentable, ya que el precio de un ternero cruzado es mayor que el de un ternero de raza lechera.

El objetivo de este estudio fue valorar cual es la combinación óptima del porcentaje de inseminación de SS e inseminación de SC, en función de la fertilidad (F) de la granja y el precio de los terneros (PT) en el mercado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizó un modelo estocástico dinámico de simulación de granjas lecheras (www.dairyfarm.es; Calsamiglia *et al.*, 2018). Las simulaciones se realizaron en una granja tipo de 300 vacas lecheras con una producción de 12.000 L / año. Todas las simulaciones se hicieron para un periodo de 5 años. La tasa de detección de celo se fijó en el 50% que representa el promedio de España. El precio de la leche fue de 0,36 € / L y el precio del alimento fue de 0,20 € / kg MS. Las simulaciones se hicieron con el 30, 45 y 60 % de SS en las vacas de mejor genética (40 € / inseminación artificial, IA) con 2 intentos, y el resto de inseminaciones con SC (10 € / IA). La F se simuló al 25, 35 y 45 %; el PT de carne en el mercado se simuló a 70, 130, 190 y 250 €. También se hicieron simulaciones con SS en terneras de reposición en una granja tipo con las mismas características anteriores. Las simulaciones se hicieron con el 40, 60 y 80 % de SS en las terneras de cría (40 € / IA) con 2 intentos, y el resto de inseminaciones con SC (10 € / IA). La F se simuló al 55, 65 y 75 %; el PT de carne en el mercado se simuló a 70, 130, 190 y 250 €. Se hizo un análisis estadístico con el PROC GLM ajustado por Tukey (SAS®).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al evaluar las simulaciones de SS en vacas no se encontraron diferencias económicas significativas entre los porcentajes de inseminación con SS, pero sí en función de la F ($p < 0,01$) y el PT ($p < 0,01$). El margen neto mejoró a medida que la F y el PT aumentaron. La mayor F resultó en una mayor tasa de preñez, media de lactaciones y producción de leche; y menos días abiertos y menor porcentaje de vacas de primera lactación. El uso de SS no fue rentable cuando la F era del 25 % si el PT no era superior a 190 €. El uso de SS en cría resultó en diferencias económicas debidas al efecto del uso de SS ($p < 0,03$), la F ($p < 0,01$) y el PT ($p < 0,01$), pero no se observaron interacciones entre ellas. La mejor opción económica fue utilizar un 30% de SS siempre que el PT fuera superior a 130 €. Por el contrario, cuando la F fue del 55 % no fue rentable utilizar el SS si el PT no era superior a 190 € y con F superiores si el PT no era superior a 130 €.

CONCLUSIÓN

El uso de semen sexado en vacas adultas está siempre justificado, excepto cuando la fertilidad es del 25 % si el precio del ternero no supera los 190 €. En cuanto a la cría, la mejor opción económica es utilizar el 30 % de semen sexado siempre que el precio del ternero sea superior a 130 €, excepto cuando la fertilidad es del 55 %, donde el precio del ternero debe ser superior a 190 €.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calsamiglia, S. et al, 2018. J. Dairy Sci. 101:7517-7530.
- Li, W. and V. E. Cabrera. 2019. Proc. West. Dairy Mgmt. Conf., Reno, NV.

Agradecimientos: Proyecto COMRDI16-1-0032, Comunitats RIS3CAT (FEDER 2014-2020)

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA REDUCCIÓN DE PROTEÍNA BRUTA E INCLUSIÓN DE ALGARROBO EN LOS PIENSOS DE CEBO DEL CORDERO LIGERO

Pelegrin-Valls, J., Serrano-Pérez, B., Villalba, D., Molina, E. y Álvarez-Rodríguez, J.

Departament de Ciència Animal, Universitat de Lleida, Lleida, España.; jonathan.pelegrin@udl.cat

INTRODUCCIÓN

El sector ovino de carne español se enfrenta a numerosas dificultades, entre ellas, las económicas. En este sentido, la alimentación de corderos de cebo representa uno de los mayores costes en una explotación ovina (RENGRATI, 2019). Asimismo, existe cierta variabilidad en el precio de los ingredientes del pienso y en el de la carne que pueden limitar los beneficios. Por ello, el objetivo de este estudio fue valorar la viabilidad económica de, por una parte, reducir la proteína bruta (PB) y, por la otra, incluir pulpa de algarrobo como ingrediente local en la dieta del cordero.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para realizar este estudio se recogieron datos productivos de un total de 48 corrales (6 animales/corral), distribuidos en 4 lotes durante dos años consecutivos (2019-2020) y en las épocas de invierno-primavera-verano. Se formularon 4 dietas con diferentes niveles de PB (20% y 19% "CONTROL" vs. 18% y 17% "BAJO", en crecimiento y acabado, respectivamente) y 3 dietas de algarrobo (0% "T0", 15% "T15" y 30% "T30"). Todos los ingredientes de las dietas fueron valorados semanalmente para determinar el precio (€/Tm) más alto, más bajo y el promedio anual según la LCB (2020) y el Observatorio agroalimentario de precios (DARP, 2020). El coste del corrector vitamínico, macrominerales y surfactante fue similar en todas las dietas (30,1 €/Tm), y se calculó por la diferencia de precio ponderado de los ingredientes y el precio medio de pienso compuesto para cebo de corderos (MAPA, 2020). Por otra parte, se registraron los pesos de la canal para calcular los ingresos brutos a partir del precio por kg máximo (6,58 €), mínimo (5,28 €) y medio (6,11 €) anual para canales ligeras (MAPA, 2020). El margen bruto (M.B.) se calculó por diferencia entre los ingresos de venta de carne y los costes derivados de la alimentación. Los datos se analizaron con un modelo de mínimos cuadrados estándar que incluyó el efecto de la dieta para cada coyuntura de precios.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los costes de alimentación, ingresos por canal y M.B. obtenidos en el estudio de la PB fueron similares entre los grupos CONTROL y BAJO ($P > 0,05$). El M.B. por animal, con situación de ingredientes y precios de venta máximo, mínimo y medio para los grupos CONTROL y BAJO en PB fueron de 68,8 vs. 68,5 \pm 1,04€, 53,9 vs. 54,2 \pm 0,85€ y 63,3 vs. 63,5 \pm 0,97€, respectivamente. Esto apoyaría resultados anteriores (Pelegrin-Valls *et al.* 2020), en los que se determinó que una reducción del 2% de la PB en la dieta de corderos de raza autóctona no afecta a su rendimiento productivo. Por su parte, la inclusión de algarrobo no afectó a los ingresos por animal, independientemente de la situación temporal del precio de venta de carne ($P > 0,05$). Sin embargo, los costes máximos y medios de las dietas por animal, fueron mayores en el T30 respecto al T15 y T0 (11,1 vs. 9,9 y 8,3 \pm 0,57€; 9,2 vs. 8,4 y 7,1 \pm 0,47€; respectivamente, $P < 0,05$); probablemente, debido a la necesidad de incrementar el contenido de aceites y fuentes de proteína para conseguir unas dietas isoenergéticas e isoproteicas. En cambio, en la coyuntura de precios bajos de los ingredientes, los costes fueron similares entre dietas ($P > 0,05$). Pese a estas diferencias, el M.B. de T0, T15, y T30 en su máximo, mínimo y promedio no mostró diferencias significativas (71,9 vs. 70,7 vs. 65,2 \pm 3,45€; 57,9 vs. 57,3 vs. 53,3 \pm 2,80€; 67,2 vs. 66,3 vs. 61,5 \pm 3,25€; respectivamente, $P > 0,05$). Así pues, la inclusión de hasta un 15% de algarrobo como estrategia de alimentación en el cordero podría contribuir en la economía circular, especialmente en aquellas zonas donde se cultiva. Además, se reducirían los costes y el impacto ambiental por el desplazamiento de materias primas (Vries y Boer, 2010).

CONCLUSIÓN

Se puede reducir un 2% la PB e incluir hasta un 15% de algarrobo en los piensos de cebo de corderos ligeros sin alterar el margen bruto después de cubrir los costes de alimentación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DARP. 2020.
- Lonja de Cereales de Barcelona (LCB). 2020.
- MAPA. 2020.
- Pelegrin-Valls, J. *et al.* 2020. *Animals* 10: 328.
- RENGRATI. 2019.
- Vries, M. & Boer, I.J.M. 2010. *Livest. Sci.* 128: 1-11.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto RTA2017-00008-C02-02.

ESTUDIO DE LAS TRAYECTORIAS DE UNA MUESTRA CONSTANTE DE EXPLOTACIONES OVINAS DE CARNE EN ARAGÓN

Chekman¹, L. Maza¹, M.T. y Pardos², L.

¹Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural, Facultad de veterinaria. Universidad de Zaragoza. Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza, España. ²Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural, Escuela Politécnica Superior de Huesca, Universidad de Zaragoza. Carretera Cuarte s/n, 22071 Huesca, España; kahina.lahna79@hotmail.fr

INTRODUCCIÓN

España era hasta la salida del Reino Unido de la UE, el segundo país con mayor rebaño ovino con casi 16 millones de cabezas, equivalente al 18% del total del rebaño de la UE (MAPA, 2020). La producción de carne de ovino generalmente se ubica en áreas marginales donde las condiciones ambientales limitan la producción agrícola y ganadera (Toro-Mujica, 2015). El objetivo del presente estudio es estudiar cómo ha evolucionado una muestra representativa de explotaciones ovinas de carne en Aragón en un periodo amplio de tiempo.

MATERIAL Y MÉTODOS

La muestra está compuesta por 23 explotaciones ovinas de carne. Forman parte de un programa de gestión técnico-económica de ovino de carne en el que han estado 18 años o más (1993-2016). Las 23 explotaciones aparecen representadas en este periodo de tiempo en 497 años-finca (número de individuos). Se han utilizado 13 variables técnico-económicas con las que se ha realizado un análisis de componentes principales (ACP). Se han proyectado los datos correspondientes a las 13 variables sobre el plano definido por los dos primeros factores. Posteriormente los puntos correspondientes a los diferentes años se han conectado resultando las curvas que representan las trayectorias. Siguiendo a Benoit et Laignel (2011), se han utilizado las distancias medias entre años sucesivos y entre el primero y el último año de registro de datos para cada finca.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se han podido identificar 4 trayectorias de evolución diferentes para el conjunto de explotaciones: Caso 1: Evolución muy estable a corto y largo plazo (n= 8); Caso 2: Evolución estable entre años sucesivos y media a largo plazo (n=7) ; Caso 3: Evolución inestable entre años sucesivos y estable a largo plazo (n=3); Caso 4: Evolución inestable a largo plazo y moderada entre años sucesivos (n=5). En el Caso 1 las explotaciones no han cambiado sus estructuras ni la gestión de su rebaño. Están situadas fundamentalmente en zonas de secano lo que se traduce en con una autonomía forrajera muy baja y altos costes de alimentación comprada que no han podido compensar ni las subvenciones ni los ingresos por venta de los corderos. Son de tamaño medio y tienen la actividad ovina como complemento de la agricultura y de los ingresos de la unidad familiar. En el caso 2 son explotaciones más grandes y con mayor especialización ovina que las del caso 1, tienen mayor finca agrícola y mayor superficie forrajera lo que les da mayor autonomía forrajera. Esta disponibilidad de recursos hace que sus resultados sean más estables entre años sucesivos y presenten menores costes de alimentación. El caso 3 corresponde a explotaciones con rebaños pequeños, escasa finca agrícola (elevado porcentaje de SAU arrendado) y bajo número de ovejas por unidad de trabajo. Tienen mayor porcentaje de superficie forrajera que el primer grupo pero la poca SAU disponible hace que dependan mucho de pluviometría generándose inestabilidad en los resultados entre años sucesivos. Necesitan mantener la actividad ganadera para completar su renta familiar. El caso 4 corresponde a explotaciones grandes y especializadas que han incrementado su censo a pesar del desacoplamiento parcial o total de las subvenciones; han incrementado también la SAU, han mejorado su autonomía forrajera y su productividad.

CONCLUSIÓN

La evolución de las explotaciones ovinas estudiadas ha sido desigual en este largo periodo de tiempo, por lo que podemos concluir que las medidas de la PAC han tenido un efecto diferente debido a la heterogeneidad de las estructuras productivas y a los diferentes condicionantes a que se han visto sometidas las explotaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MAPA, 2020.
- Benoit, M. & Laignel, G. 2011. INRA Prod. Animal. 24(3): 211-220.
- Toro-Mujica, MP. 2015.

APLICABILIDAD DE UN MÉTODO NO INVASIVO MEDIANTE EL APOYO DE LAS PATAS DELANTERAS PARA PREDECIR EL PESO VIVO EN CERDOS EN CRECIMIENTO Y ENGORDE

López-Vergé¹, S., Aymerich², P., Soldevila², C., Bonet², J., Gasa¹, J., Coma², J. y Castillejos¹, L.

¹Servei de Nutrició i Benestar Animal (SNI BA), Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra. ²Grupo Vall Companys, Polígono Industrial El Segre, 25191, Lleida. Sergio.Lopez.Verge@uab.cat

INTRODUCCIÓN

Conocer el peso vivo (PV) de los cerdos en crecimiento resulta muy útil para programar intervenciones nutricionales o de manejo que mejoren su rendimiento y bienestar. Esto es especialmente relevante en porcino, y podría derivar en la implementación de estrategias de alimentación y manejo que maximicen el crecimiento y contribuyan a homogeneizar el rebaño previo al sacrificio. Un ejemplo podría ser la alimentación de precisión, ofreciendo a cada cerdo la ración nutricional más adecuada de acuerdo a su PV, atendiendo a que cada cerdo tiene requerimientos distintos (Pomar *et al.*, 2009). Sin embargo, el pesaje de cerdos en engorde constituye una ardua y estresante tarea tanto para los animales como para los propios cuidantes (Kashiha *et al.*, 2014). El objetivo del presente estudio fue comprobar la aplicabilidad de un método de pesaje automático mediante una báscula que permite el apoyo de las patas delanteras (BPD) en comparación con una báscula convencional (BC).

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 1320 cerdos machos y hembras [*Pietrain* x (*Landrace* x *Large White*)] fueron incluidos en el presente estudio. El pienso fue ofrecido granulado y *ad libitum*. Los animales fueron distribuidos a razón de 13 animales por corral e identificados individualmente mediante chip electrónico. En cada corral se instaló una báscula con una plataforma para colocar las patas delanteras (BPD), pesando cada cerdo automáticamente cada vez que se acercaba a comer, y una antena para la lectura de cada crotal. Del mismo modo, todos los cerdos fueron pesados nuevamente de forma manual con una báscula convencional (BC) los días 64 (entrada al engorde), 78, 90, 132 y 180 de vida respectivamente, para poder comparar los resultados de ambos métodos de pesaje. La relación entre el peso vivo obtenido utilizando la BPD o bien la BC se analizó por correlación, considerando el coeficiente de correlación de Pearson, *r*. Finalmente, se hizo un análisis de regresión lineal para predecir el peso vivo de los animales a partir de la báscula de dos patas (BPD). Todos los análisis se replicaron para machos y hembras respectivamente. La ecuación general, fue validada empleándola para predecir el PV de cerdos en el mismo rango de días de vida de otro lote productivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron una alta correlación ($r = 0,99$; $P < 0,0001$) entre los dos métodos de pesaje (también por sexo). Además, el modelo lineal ajustado ($PV = 0,803 + 1,682 \times BPD$; $p < 0,0001$) presentó un alto R^2 (0,98) y un bajo CV (7,83%). De modo similar, para las hembras y los machos las ecuaciones resultantes ($\text{♀: } PV = 1,491 + 1,659 \times BPD$; $\text{♂: } PV = 0,191 + 1,703 \times BPD$) presentaron también un alto R^2 ($\text{♀: } R^2 = 0,97$; $\text{♂: } R^2 = 0,98$) y bajo CV ($\text{♀: } CV = 9,01\%$; $\text{♂: } CV = 6,38\%$). En cuanto a la validación de la ecuación, la diferencia a nivel general del PV medio fue de menos de 400 g, mostrando la aplicabilidad de esta metodología.

CONCLUSIÓN

Los resultados sugieren que pesar automáticamente animales mediante la BPD constituye un método razonablemente preciso para estimar el PV real de los cerdos en cebo. Los resultados no son necesariamente extrapolables a otras genéticas ni condiciones de producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kashiha, *et al.* 2014. *Comput. Electron. Agric.* 107, 38-44.
- Pomar, C., *et al.* 2009. *R. Bras. Zootec.*, 38, 226-237.

Agradecimientos: Proyecto COMRDI16-1-0032, Comunitats RIS3CAT (FEDER 2014-2020).

SEGUIMIENTO DE UN COLMENAR PERIURBANO EN EL VALLÉS OCCIDENTAL

Caja, G., Nieto A., Elhadi, A., Salama, A.A.K., Piedrafita, J., Albanell, E., Riba, C., De Linares, C., Cardellach, P. y Belmonte, J.

Grupo UABee, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), 08193 Bellaterra, Barcelona, España; gerardo.caja@uab.cat

INTRODUCCIÓN

España, con más de $3 \cdot 10^6$ y 90 colmenas/explotación, es el país con más colmenas de la UE (16.4%), aunque su producción de miel es baja (10 kg/colmena) y sólo abastece 88% del consumo (0,4 kg/hab y año). En la UE se ha puesto en marcha una iniciativa de la Comisión (18/6/2018) para el estudio y protección de los polinizadores, en la que se enmarcan los objetivos de este trabajo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El apiario experimental se instaló en el Campus universitario de la UAB en Bellaterra (41°29'N y 02°06'E) con 6 colmenas Dadant pobladas con abejas ibéricas (*Apis mellifera iberiensis*) procedentes de un colmenar de multiplicación a 20 km de distancia (J. López, Castellar del Vallés). El seguimiento se realizó durante 2 años (marzo 2019-febrero 2020) a intervalos de 7-30 d según las estaciones. Las observaciones realizadas fueron el peso de las colmenas, condiciones meteorológicas (THI según NRC 1971) y filmación de la actividad (12 h) mediante teléfono móvil. Las colmenas recibieron 2 tratamientos anuales contra *Varroa destructor* después de las cosechas de miel mediante 2 tiras de amitraz 500 mg durante 6 semanas (Amitraz, Calier, Barcelona) y alimentación azucarada de estimulación (jarabe 60:40) a la salida del invierno y en verano (1 kg pasta). El colmenar se protegió en 2020 contra *Vespa velutina* mediante la instalación de 5 arpas eléctricas secas (Sanve, Coruña). Las cosechas de miel se realizaron en 6/6 y 9/10 (2019) y 14/7 (2020). El análisis melisopalínológico se realizó en el Laboratorio de Análisis Palinológicos (LAP) de la UAB con la metodología de Louveaux *et al.* (1978). Los datos recogidos se trataron mediante análisis descriptivo en Excel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de colmenas activas ($n = 6$) se mantuvo constante por medio de la recuperación de enjambres y refuerzo entre colmenas. El peso de las colmenas y la actividad de las abejas aumentó con la temperatura en invierno y primavera, pero disminuyó en verano y tras las cosechas de miel, recuperándose en otoño. El peso medio anual (alzas, 0-4) fue de $45,0 \pm 1,3$ kg/colmena (35,6-63,1 kg). La actividad pecoreadora (0 a 55 abejas/min) se relacionó de forma cuadrática con la temperatura ($y = -0,171x^2 + 6,644x - 30,1$; $R^2 = 0,45$), con un máximo de actividad a $19,4^\circ\text{C}$ y <10 abejas/min a $<7^\circ\text{C}$ ó $>31^\circ\text{C}$. Las correlaciones con el fotoperiodo, temperatura media del día o THI fueron inferiores ($R^2 = 0,29$ a $0,39$). Las abejas portadoras de polen fueron relativamente constantes a lo largo del año (media, $31 \pm 2\%$) e indicador de la actividad de cría. La mortalidad de colmenas fue del 33,0% (2 años), equivalente a 16,7% anual, inferior a la media española (18,1%). Bajo control de varroosis, los ataques de avispa velutinas fueron la mayor amenaza entre junio-noviembre. Las velutinas supusieron 1/3 de las bajas totales de colmenas y las arpas abatieron 4,3 velutinas/d, pero con efectos colaterales en abejas y otras especies. Se estima que evitaron la predación (25-50 abejas/velutina; Perrard *et al.*, 2009) de más de 14.000 abejas en 2020. La producción media de miel (alzas iniciales de cera no estirada) fue de $13,4 \pm 1,5$ kg/colmena y año, ligeramente superior a la media española (10 kg). La miel se clasificó como multifloral, color marrón claro y contenido polínico Clase II (68.176 granos/10 g; 2019) y III (150.734 granos/10 g; 2020), coherente con bosque y matorral mediterráneo. El tipo polínico más frecuente fue fabáceas ($53,1 \pm 7,1\%$), seguido de brasicáceas ($9,5 \pm 1,2\%$), ericáceas ($7,5 \pm 2,6\%$), tiliáceas ($5,9 \pm 4,4\%$) y boragináceas ($5,3 \pm 2,7\%$).

CONCLUSIÓN

El colmenar se adaptó bien a las condiciones periurbanas, mostrando una baja mortalidad, pero necesitando ayuda en épocas críticas, tratamiento sistemático contra varroa y defensa frente a velutinas. La producción de miel fue multifloral, característica de bosque y matorral mediterráneo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Louveaux, J., Maurizio, A. & Vorwohl, G. 1978. Bee world 59:139–157
- Perrard, A., Haxaire, J., Rortais, A. & Villemant, C. 2009. Ann. Soc. Entomol. Fr. 45:119–127.

Agradecimientos: Granja San Francisco (Barcelona, ES), Juan López (Castellar del Vallés) y Pajuelo Consultores Apícolas (Castelló de la Plana).

IMPLEMENTACIÓN DE INNOVACIONES EN EXPLOTACIONES EXTENSIVAS DE VACAS NODRIZAS

Casasús, I., Lobón, S., Bernués, A., Muñoz-Ulecia, E. y Martín-Collado, D.
Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), Instituto Agroalimentario de Aragón – IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza), Avda. Montañana 930, 50059, Zaragoza, España
icasasus@cita-aragon.es

INTRODUCCIÓN

Los sistemas ganaderos en zonas de montaña han experimentado notables cambios en las últimas décadas, debido a factores sociopolíticos, características del entorno y aspectos internos de las explotaciones (Muñoz-Ulecia *et al.*, 2021). En este contexto, la adopción de innovaciones de carácter técnico, organizativo, en los procesos o en los productos (Sunding y Zilberman, 2001) puede mejorar su capacidad de respuesta ante los diferentes retos. El objetivo de este trabajo fue analizar la intención de adopción de innovaciones en ganaderías de vacuno de carne de montaña, así como el potencial interés por la innovación en ciertas áreas, e identificar los factores que los motivan.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron 51 encuestas a titulares de explotaciones de vacas nodrizas de tres valles del Pirineo oscense. Además de registrar sus datos socio-económicos y productivos (Muñoz-Ulecia *et al.*, 2021), se consultó a los ganaderos sobre su intención de implementar innovaciones (de manera reciente o inmediata) y en qué áreas, mediante una pregunta abierta. Además, valoraron en una escala de Likert de 5 puntos el interés de diversas innovaciones para el desarrollo de su actividad. Las explotaciones se caracterizaron por su tamaño, carga de trabajo, carga ganadera, margen económico por trabajador y edad del ganadero, divididas en dos grupos (50% superior e inferior de cada valor), y por el cebo o no de los terneros. La tasa de adopción real de innovaciones se comparó entre los grupos de cada categoría mediante un test de X^2 , y la relación entre el interés por las diversas innovaciones y las características de la explotación se estableció mediante un análisis de componentes principales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El 75% de los ganaderos manifestó la intención de implementar al menos una innovación, con mayor número de innovaciones previstas en las explotaciones con cebo de terneros, y en las de mayor tamaño de rebaño y carga de trabajo ($p < 0,05$). De acuerdo con otros estudios en vacuno de carne (Groher *et al.*, 2020) destacaron por su importancia las tecnologías para la vigilancia de partos (29% de las explotaciones), instalaciones y maquinaria (16%) y manejo de la alimentación (14%), seguido de las tecnologías de gestión de pastoreo y cambios en el manejo de los pastos o de la reproducción (10%), con un interés residual por el cebo y la gestión informatizada. No hubo diferencias significativas entre categorías, salvo una mayor tendencia al cambio en el manejo reproductivo en las ganaderías de mayor margen económico ($p < 0,05$) y en el manejo del pastoreo en las de mayor carga ganadera ($p = 0,05$).

El análisis multivariante mostró que la edad del ganadero y la carga ganadera se relacionaron positivamente con el interés por los dispositivos de localización remota del ganado en pastoreo y los vallados virtuales y negativamente con la formación online. El tamaño de explotación (censo y superficie forrajera) se asoció al interés por automatizar el manejo de la alimentación y a la sustitución de mano de obra, pero negativamente con el interés por la comercialización de terneros cebados y por la cría colectiva de novillas. Finalmente, las explotaciones con mayor margen económico por trabajador estuvieron más predispuestas al uso de herramientas de gestión informatizada y de detección de celos, y relativamente reacias a la sustitución de mano de obra y a la conversión a ganadería ecológica.

CONCLUSIÓN

Las innovaciones con mayor tasa de adopción e interés son las orientadas a facilitar el trabajo en la explotación y el manejo del rebaño y, en mucha menor medida, al cambio de producto o al registro de datos productivos. Las características socioeconómicas y productivas de la explotación condicionan el interés por la innovación en determinadas áreas, aunque no tanto su implementación real.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Groher *et al.* 2020. *animal* 14: 2404-2413.
- Muñoz-Ulecia *et al.* 2021. *Agricultural Systems* 186: 102983.
- Sunding D., Zilberman D., 2001. *Handbook of Agricultural Economics* 1: 207-261.

Agradecimientos: GenTORE (H2020, contrato 727213), Gobierno de Aragón (contrato predoctoral).

ESTUDIO DE CASOS: ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DE INFRAESTRUCTURA E INDICADORES TÉCNICOS PRODUCTIVOS EN PEQUEÑOS/AS PRODUCTORES/AS OVINOS DE PAILLACO, CHILE.

Canto¹, F, Negrón, M., De la Barra², R., Morales², R., Arias³, M., y Cayul³, C.
¹IUCA, UNIZAR. ²INIA Remehue, Chile. ³UCT, M. Montt 56, 4813302 Temuco, Chile;
francisco.canto@inia.cl

INTRODUCCIÓN

En Chile, la crianza de ovinos constituye un importante sustento para las familias rurales. Se caracteriza por sustentarse en los cimientos tradicionales, traspasados entre generaciones (Hervé, 2013). En la Región de Los Ríos, el sector ovino se concentra en un 98% en manos de la agricultura familiar campesina (AFC), ubicándose principalmente en el secano y en la precordillera. La infraestructura de las ganaderías es importante en el sistema productivo, destacando los apriscos, maternidades, cercos, praderas, mangas y comederos. El objetivo de este estudio fue evaluar la infraestructura de las explotaciones y los indicadores técnicos productivos de explotaciones ovinas en productores de la AFC.

MATERIAL Y MÉTODOS

Entre los meses de septiembre a noviembre del 2018, se realizó una encuesta descriptiva de tipo no experimental con respuestas cerradas a 36 productores ovinos de la AFC, pertenecientes a la comuna de Paillaco (Chile). Para la recopilación de la información se hizo una encuesta dirigida y se seleccionaron aquellos productores que poseían a lo menos un plantel ovino de: 15 vientres reproductivos, 3 ha y experiencia en el sector. Los parámetros analizados en la encuesta fueron: infraestructuras, parámetros técnicos reproductivos y manejos sanitarios. Se evaluó el estado de las instalaciones mediante una calificación que va de uno a cinco (1 Inutilizable, 5 Muy buen estado). Para el análisis descriptivo se utilizaron las medias aritméticas y desviaciones estándar de las variables estudiadas. En el análisis estadístico se utilizó el programa XLSTAT 2017. Para el estado de las infraestructuras, se utilizaron los coeficientes de correlación no paramétricos de Spearman con nivel de confianza del 95% ($p \leq 0,05$). Para la variable porcentaje de mortalidad total de corderos se utilizaron pruebas de correlación múltiple Spearman, con un nivel de confianza del 95% ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indicaron que el promedio de la superficie de aprisco por oveja fue 0,61 m², este valor se encuentran por debajo de lo sugerido por Romero y Bravo (2012). La temperatura interior promedio del cobertizo fue 17,9°C, y exterior promedio de 16,1°C. Jimeno (2012) menciona que la temperatura óptima de un aprisco para ovejas debe oscilar entre los 10°C y 16°C. La superficie pastoreada por los ovinos corresponde al 35,3 % del total de la finca, las praderas se dividieron en: 56% naturalizadas, 40% mejoradas por fertilización y 4% sembradas. Los índices reproductivos de los rebaños fueron en promedios: fertilidad 90,68%, prolificidad 1,29 corderos/parto, fecundidad 1,03 corderos/oveja, mortalidad perinatal 7,4% y mortalidad al destete de corderos 11,5%. Las vacunas clostridiales fueron aplicadas en 58,3% de los productores, concentrándose en julio. El 100% de los agricultores desparasitaban una vez al año. Los coeficientes de correlación para el estado de la infraestructura fueron positivas para todas las variables. Se observó que el estado de los cercos fue significativamente ($p \leq 0,05$) correlacionado con el estado del aprisco, los comederos, los heniles y los bebederos. El análisis de correlación mostró una relación significativa ($p \leq 0,05$) entre el uso de vacunas clostridiales y la mortalidad total de corderos.

CONCLUSIÓN

En general los productores de este estudio cuentan con parte de la infraestructura necesaria para realizar diferentes manejos durante el año. Las variables de calidad estructural de las construcciones analizadas presentaron todas correlaciones significativas entre ellas. El uso de vacuna clostridial disminuye la mortalidad total de los corderos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hervé, M. 2013. Carne ovina producción, características y oportunidades en lo que hoy demanda el consumidor nacional e internacional. 23 p. Inteligencia Competitiva para el Sector Agroalimentario. Santiago, Chile.
- Jimeno, V. 2012. Aspectos básicos de alojamientos en pequeños rumiantes. 40 p. Departamento de nutricional animal, Universidad de Madrid. España.
- Romero, O. y S. Bravo. 2012. Fundamentos de la producción ovina en la Región de La Araucanía. N° 245. 206 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Carillanca. Temuco, Chile.

Nutrición-Alimentación

INCLUSIÓN DE ESPARCETA EN LA DIETA DE OVEJAS EN LACTACIÓN: EFECTOS SOBRE LOS RENDIMIENTOS, LA CANAL Y LA CARNE DEL CORDERO LECHAL

Baila, C., Lobón, S., Blanco, M., Casasús, I., Ripoll, G. y Joy, M.

Centro de Investigación y Tecnología Alimentaria de Aragón – IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza).

Avda. Montañana 930, 50059, Zaragoza, España; cbaila@cita-aragon.es

INTRODUCCIÓN

Actualmente se apuesta por una ganadería más respetuosa con el medio ambiente, que abogue por el uso de recursos locales y que, a su vez, permita reducir el gasto de alimentación. La esparceta (*Onobrychis viciifolia*) es una leguminosa forrajera mediterránea con gran capacidad productiva y alto valor nutritivo que se caracteriza por contener taninos condensados (TC). Sin embargo, se desconocen sus efectos sobre la producción y calidad del cordero lechal. Por ello, el objetivo del estudio fue valorar el efecto de los TC en la dieta de ovejas en lactación sobre el crecimiento y la calidad de la canal y de la carne de sus corderos lechales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Después del parto, 20 ovejas y sus corderos machos se dividieron en dos grupos homogéneos en peso y edad, alojándose cada pareja de madre-cordero en jaulas individuales. Los tratamientos fueron: esparceta fresca (Esparceta) y esparceta fresca + polietilenglicol (Esparceta+PEG), con el fin de bloquear el efecto de los TC. La esparceta fresca se ofreció *ad libitum* 2 veces al día. El PEG se administró oralmente antes de cada oferta (50 g de PEG 4000/100 ml agua) y, del mismo modo, se administró la misma cantidad de agua en las ovejas del lote Esparceta. Además, se suplementó a todas las ovejas con 200 g/d de cebada. Los corderos se pesaron semanalmente y se sacrificaron con un peso vivo de 10-12 kg, registrándose el peso de la canal caliente y de los órganos digestivos vacíos. Tras el oreo (24 h a 4°C), se pesó la canal fría y se midió el color [luminosidad (L*), índice de rojo (a*), índice de amarillo (b*), saturación (C_{ab}^*) y tono (h_{ab})] de la grasa subcutánea caudal con un colorímetro. Posteriormente, se extrajo el músculo *Longissimus thoracis et lumborum* para analizar la composición química mediante NIRS y medir el pH. Se colocó la carne en bandejas envueltas en *film* permeable al oxígeno y se midieron el color y los pigmentos hemínicos (MMb, DMb y OMb) los días 0, 2, 5, 7 y 9.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La ingestión de TC de las ovejas no produjo efecto en los parámetros productivos de los corderos, que presentaron similar peso y edad al sacrificio y ganancias medias diarias ($11,3 \pm 0,24$ kg PV; $27 \pm 1,7$ días; $278 \pm 14,8$ g/d; $P > 0,05$). Tampoco variaron los pesos de canal caliente y fría, el grado de engrasamiento y conformación y rendimiento canal ($P > 0,05$). Sin embargo, el tratamiento afectó al peso de los órganos vacíos, presentando el grupo Esparceta mayor peso del retículo-rumen vacío (126 vs. 78 g, e.e.: 11,5; $P < 0,05$) y del duodeno y yeyuno vacío (171 vs. 132 g, e.e.: 9,7, respectivamente; $P < 0,05$). Se desconocen los motivos de estas diferencias en el desarrollo de los órganos digestivos, ya que la ingestión de leche de los corderos fue similar al no afectar la presencia de TC de la esparceta a la producción de leche de las ovejas (Baila *et al.*, 2020). En relación al color de la grasa caudal, el tratamiento alteró la L*, provocando una disminución de la misma en las canales del tratamiento Esparceta (68,8 vs. 71,4, e.e.: 0,68; $P < 0,05$), aunque no afectó al resto de parámetros de color. En lo referente a la carne, no se produjeron diferencias en su composición química (proteína bruta: $21,2 \pm 0,14\%$, grasa bruta: $2,28 \pm 0,088\%$; $P > 0,05$) y tampoco varió su pH ($5,52 \pm 0,023$; $P > 0,05$). Los parámetros del color y los pigmentos hemínicos no se vieron afectados por el tratamiento ($P > 0,05$), pero sí por el tiempo de exposición al oxígeno ($P < 0,01$).

CONCLUSIÓN

La presencia de TC en ovejas alimentadas con esparceta durante la lactación no afectó a los parámetros productivos, a la calidad de la canal, a la composición química, ni al color de la carne de los corderos lechales, aunque aumentó el peso de los órganos digestivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baila, C., Lobón, S., Blanco, M., Casasús, I., Bertolín, J.R., Joy, M. 2020. J. Dairy Sci. 103 (Suppl. 1): 209.

Agradecimientos: Al INIA por la beca predoctoral PRE2018-086670 y el proyecto RTA2017-8-C2-2, al Gobierno de Aragón (A14-20R), personal técnico y al Laboratorio de Digestibilidad del CITA.

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CARACTERÍSTICAS DE LA CARNE DE CORDEROS ALIMENTADOS CON SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES

de Evan¹, T., de Benito¹, H.P., Cabezas², A., de la Fuente², J. y Carro¹, M.D.

¹Departamento de Producción Agraria, ETSIAAB, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid, España. ²Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid, España; t.deevan@alumnos.upm.es

INTRODUCCIÓN

El uso de subproductos agrícolas en la alimentación de rumiantes está en constante aumento, debido no solo a la reducción del coste de la alimentación y de los problemas medioambientales producidos por su acumulación, sino también debido a la presencia de compuestos bioactivos que pueden mejorar la calidad y vida útil de los productos animales (Vasta *et al.*, 2008). El objetivo de este estudio fue analizar el efecto de sustituir algunas materias primas de un pienso convencional para corderos de cebo por pulpa de cítricos, DDGS de maíz y orujo extractado de aceituna sobre la composición química y características de la carne.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para realizar este estudio se sacrificaron 24 corderos de raza Lacaune (26 kg), de los cuales la mitad habían sido alimentados con un pienso control y el resto con un pienso que contenía pulpa de cítricos (18%), DDGS de maíz (18%) y orujo extractado de aceituna (8%) en sustitución de cereales y concentrados proteicos (de Evan *et al.*, 2020). Se tomaron muestras del músculo *Longissimus dorsi* de cada animal para determinar su composición química y los cambios en el perfil de ácidos grasos (AG; Segura y López-Bote, 2014) y la oxidación lipídica durante 6 días de almacenaje, para lo que se analizó la concentración de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS; Maraschiello *et al.*, 1999) y el contenido en dienos conjugados (DC; Srinivasan *et al.*, 1996). Los datos de composición química se analizaron mediante un ANOVA de una vía con el PROC GLM del paquete estadístico SAS (2017), y los datos obtenidos a lo largo del tiempo se analizaron según un modelo de medidas repetidas utilizando el PROC MIXED (SAS, 2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La dieta no influyó en la composición química de la carne ($P \geq 0,573$), que tuvo un contenido medio de 71,9; 22,6; 4,16 y 1,29 % en humedad, proteína, grasa y cenizas, respectivamente. El uso de subproductos en la dieta redujo ($P = 0,001$) en un 2,6 y 3,3 % (a los 0 y 6 días de almacenamiento) el total de AG saturados, aumentó ($P = 0,003$) el total de AG poliinsaturados (1,27 y 2,21 %, respectivamente) y tendió ($P = 0,085$) a aumentar el total de AG monoinsaturados con respecto a la dieta control. Estas diferencias ocasionaron un descenso ($P \leq 0,003$) de los índices aterogénico y trombogénico y un aumento ($P < 0,001$) del ratio hipo/hipercolesterolemia en la carne de los corderos que recibieron la dieta con subproductos, modificando el perfil de AG de su carne hacía una grasa más saludable. La carne de los corderos alimentados con subproductos sufrió una menor oxidación lipídica durante los 6 días de almacenamiento, ya que presentó una menor concentración de TBARS que la de los corderos control y además no se observaron cambios a lo largo del tiempo en la concentración de DC, lo que indica una ausencia de oxidación de los AG poliinsaturados. Esto puede deberse a la mayor concentración de polifenoles en el pienso con subproductos (Inserra *et al.*, 2014).

CONCLUSIÓN

La sustitución del 44% de los cereales y concentrados proteicos de un pienso para corderos de cebo por una mezcla de pulpa de cítricos, DDGS de maíz y orujo extractado de aceituna no tuvo efectos sobre la composición química de la carne, pero mejoró su perfil de ácidos grasos y aumentó su vida útil debido a una menor oxidación lipídica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Vasta, V., *et al.* 2008. Anim. Feed Sci. Technol. 147: 223–246.
- de Evan, T., *et al.* 2020. Animals, 10: 600.
- Segura, J. y López-Bote, C.J. 2014. Food Chem. 145: 821–825.
- Maraschiello, C., *et al.* 1999. J. Agric. Food Chem. 47: 867–872.
- Srinivasan, S., *et al.* 1996. J. Agric. Food Chem 44: 119–125.
- SAS Institute. 2017. SAS Inst. Inc.: Cary, NC, USA.
- Inserra, L., *et al.* 2014. Meat Sci. 96: 1489–1493.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto AGL2016-75322-C2-1-R.

EFFECTO DEL USO DE BRÓCOLI EN LA ALIMENTACIÓN DE GANADO OVINO LECHERO SOBRE EL PERFIL BIOQUÍMICO SANGUÍNEO

Mateos^{1,2*}, I., Saro^{1,2}, C., Giráldez², F.J., López^{1,2}, S. y Ranilla^{1,2}, M.J.

¹Departamento de Producción Animal. Universidad de León. Campus Vegazana, s/n, 24071 León. ²IGM (CSIC-Universidad de León). Finca Marzanas, 24346 Grulleros, León; *imata@unileon.es

INTRODUCCIÓN

Debido a la alta demanda de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) para consumo humano se ha incrementado la producción de esta crucífera a nivel nacional y europeo (FAOSTAT, 2020). Esta circunstancia ha determinado tanto un aumento de la producción de excedentes, como de residuos no aptos para consumo humano, que podrían valorizarse mediante su empleo en la alimentación animal, contribuyendo a la sostenibilidad de la actividad ganadera. El objetivo de este trabajo fue estudiar los posibles cambios provocados por la inclusión de floretes de brócoli en la ración de ovejas lecheras en la salud de los animales mediante el análisis del perfil bioquímico en sangre.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon 20 ovejas en lactación, divididas en 2 grupos, equilibrados para el peso, el número de parto, los días transcurridos desde el parto y la producción de la leche. Uno de los grupos recibió una ración unifeed (50% forraje – 50% concentrado, grupo CON) administrada ad libitum y el otro la misma ración y un suplemento diario de 1,5 kg de brócoli (83 g MS/kg, grupo BRO). El experimento duró 42 días y se realizaron 3 muestreos sanguíneos los días 1, 21 y 42 para el posterior análisis del perfil bioquímico del plasma. Además, se tomaron muestras de sangre venosa sin coagulante que fue utilizada para determinar el equilibrio ácido-base. Los 21 días últimos de experimento se registró la ingestión de la ración de manera individual. Se realizó un análisis de varianza de medidas repetidas, utilizando el paquete lme4 de R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los animales del grupo BRO ingirieron toda la hortaliza y no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,5$) en la ingestión total de MS ($3,090 \pm 0,0579$ y $3,072 \pm 0,0461$ kg de MS/animal y día para el grupo CON y BRO, respectivamente). No se observaron diferencias en el perfil bioquímico [GPT, GGT, albúmina, proteínas totales, creatinina, triglicéridos, colesterol total, HDL, LDL, ácidos grasos no esterificados (NEFA) y β -hidroxibutirato (BHB)], a excepción de la concentración plasmática de glucosa ($P=0,048$) y urea ($P=0,035$), cuyos valores fueron mayores en las ovejas que recibieron el subproducto. Por el contrario, la concentración de lactato tendió ($P=0,062$) a ser más alta en las ovejas del grupo CON que en las del grupo BRO. Las diferencias observadas en cualquier caso fueron de escasa magnitud y los valores obtenidos estuvieron dentro del rango de valores fisiológicos registrados para la especie ovina (Jackson y Cockcroft, 2002; Fielder, 2015). En cuanto al equilibrio ácido-base sanguíneo, las ovejas que recibieron el suplemento de brócoli presentaron valores más elevados para el anión GAP ($P=0,007$), pero inferiores para la concentración de Na^+ ($P=0,004$). En concordancia con los resultados obtenidos, Pailan y Singhal (2007) no observaron cambios en la función hepática ni renal cuando administraban torta de mostaza (*Brassica alba*) a cabras en ordeño. La ausencia de diferencias en la concentración de albúmina, urea, triglicéridos, BHB y NEFA concuerda con la ausencia de diferencias en la ingestión total de MS e indica que la suplementación con brócoli no afectó al balance energético.

CONCLUSIÓN

Esta investigación evidenció que los floretes del brócoli pueden ser empleados en la alimentación del ganado ovino lechero sin efecto perjudicial sobre la salud de los animales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FAOSTAT 2020. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data> (accedido: 3 de febrero de 2021).
- Fielder, S. E. 2015. Merck manual. Disponible en: <https://www.merckvetmanual.com/special-subjects/reference-guides/serum-biochemical-reference-ranges> (Accedido: 14 de enero de 2021).
- Jackson, P. G. G. y Cockcroft, P. D. 2002. Clinical examination of farm animals, 150: 303-305.
- Pailan, G. H. y Singhal, K. K. 2007. Small Rumin. Res. 71(1-3): 31-37.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el MINECO (Proyecto AGL2016-75322-C2-2-R).

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE BRÓCOLI EN LA ALIMENTACIÓN DE GANADO OVINO LECHERO SOBRE LA COMPOSICIÓN Y LA PRODUCCIÓN DE LECHE

Mateos^{1,2*}, I., Saro^{1,2}, C., Giráldez², F.J., López^{1,2}, S. y Ranilla^{1,2}, M.J.

¹Departamento de Producción Animal. Universidad de León. Campus Vegazana, s/n, 24071 León. ²IGM (CSIC-Universidad de León). Finca Marzanas, 24346 Grulleros, León; *imata@unileon.es

INTRODUCCIÓN

El sector hortifrutícola europeo genera una gran cantidad de residuos agroindustriales (aproximadamente, 16×10^6 t) de forma anual. La mayor parte de estos residuos son generados por Alemania, Reino Unido, Italia, Francia y España ($1,6 \times 10^6$ t) (Correddu *et al.*, 2020). Para minimizar el alto impacto ambiental que generan estos residuos, una estrategia a tener en cuenta es su utilización en la alimentación de rumiantes. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la inclusión de brócoli en la ración de ovejas en lactación sobre la producción y composición de la leche.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon 20 ovejas de raza assaf en lactación divididas en 2 grupos, que recibieron diariamente un suplemento de brócoli (1,5 kg MF) con una ración completa unifeed (50% forraje – 50% concentrado, grupo BRO) o solo la ración unifeed (grupo CON) durante 6 semanas (3 de adaptación y 3 de muestreo). Durante la fase de muestreo se registró la producción diaria de leche y se tomaron muestras los días 1, 3, 7, 10, 14, 17 y 21 para el posterior análisis químico (extracto seco, grasa, proteína bruta, lactosa, urea y beta-hidroxibutirato) y el recuento de células somáticas. Se realizó un análisis de varianza de medidas repetidas, utilizando el procedimiento MIXED del SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los animales del grupo BRO ingirieron toda la hortaliza y no se observaron diferencias entre grupos en la ingestión total de MS ($P > 0,05$). La producción diaria de leche no se vio afectada ($P > 0,05$) por la ingestión de brócoli, con una media de $1,842 \pm 0,553$ y $1,828 \pm 0,457$ kg/día para los grupos CON y BRO, respectivamente. En cuanto a la composición química de la leche, la inclusión de esta hortaliza en la dieta no modificó ninguno de los parámetros analizados salvo el contenido de proteína bruta (PB) que fue mayor en grupo BRO que en el grupo CON (5,24 vs 4,98 % de PB, respectivamente, $P = 0,007$). Los valores de producción diaria y composición se encuentran dentro del rango de valores para la raza reportados en la literatura (Milan *et al.*, 2011; Pulido *et al.*, 2012; Prieto *et al.*, 2013). Tanto el contenido de proteína en la dieta, como la fuente de procedencia, pueden influir en el contenido de proteína en la leche (Purroy y Jaime, 1995; Pulina *et al.*, 2006) y en nuestro estudio los animales del grupo BRO consumieron más proteína que el grupo CON (595 vs 559 g/oveja y día, respectivamente). Cabe destacar que en la caseína de la leche de oveja los aminoácidos mayoritarios son el ácido glutámico, el aspártico y la prolina (Rafiq *et al.*, 2016), los cuales, como se constata en el estudio de Kmiecik *et al.* (2010), son también abundantes en la proteína del brócoli (glutámico: 18 %; aspártico: 11 %, prolina: 8 %). No se observaron diferencias significativas ($P > 0,05$), atribuibles a la dieta, en el recuento de células somáticas.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos sugieren que los subproductos del brócoli podrían utilizarse en la alimentación del ganado ovino lechero para abaratar los costes de alimentación y reducir el impacto ambiental asociado a la gestión de dichos subproductos, ya que no se observan efectos negativos ni sobre la producción de leche ni sobre su composición química, pero sí un efecto beneficioso sobre el contenido de proteína en la leche.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Correddu, F. *et al.* 2020. *Animals*, 10(1): 1-25.
- Kmiecik, W. *et al.* 2010. *J. Food Process. Preserv.*, 34(2): 639-652.
- Milan, M.J. *et al.* 2011. *J. Dairy Sci.*, 94: 771-784.
- Prieto, N. *et al.* 2013. *J. Anim. Sci.* 91: 446-454
- Pulido, E. *et al.* 2012. *J. Dairy Sci.* 95(7): 3527-3535
- Pulina, G. *et al.* 2006. *Anim. Feed. Sci. Tech.*, 131(3-4): 255-291.
- Purroy, A. y Jaime, C. 1995., *Small Rumin. Res.* 17(1): 17-24. 71(1-3): 31-37.
- Rafiq, S. *et al.* 2016. *Asian Australas J. Anim. Sci.*, 29(7): 1022-1028.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el MINECO (Proyecto AGL2016-75322-C2-2-R).

EL PASTOREO MODIFICA LA RELACIÓN trans-11/trans-10 18:1 DE LA LECHE

De La Torre-Santos, S., Royo, L.J., Martínez-Fernández, A. y Vicente, F.

Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). 33300 Villaviciosa, Asturias, España; senen_30@msn.com

INTRODUCCIÓN

El forraje fresco es una importante fuente de ácidos grasos para los rumiantes que se transfieren a la leche (Alothman, 2019), produciendo una grasa láctea con una alta proporción de ácidos grasos insaturados (O'Callaghan *et al.*, 2019). Ahora bien, se han observado pérdidas de ácidos grasos poliinsaturados de la hierba inmediatamente tras su corte por la oxidación de los tejidos vegetales (Kalač y Samková, 2010), afectando así a la ingesta de ácidos grasos. Kucuk *et al.* (2001) observaron una reducción de la biohidrogenación ruminal de los ácidos grasos de la dieta cuando disminuye la proporción de forraje, así como un aumento en el flujo duodenal de t10 18:1 que afectaría directamente a la relación entre los isómeros trans 10 y 11 del 18:1 de la leche. El objetivo de este trabajo fue estudiar cómo afecta el modo de oferta de la hierba sobre la producción y composición de la leche, su perfil de ácidos grasos y su posible aplicación para la identificación del sistema de producción.

MATERIAL Y MÉTODOS

Dieciocho vacas Holstein en la segunda mitad de la lactación fueron distribuidas al azar en tres grupos para el estudio de tres tratamientos con un diseño en cuadrado latino 3x3: 1) estabulación y ensilado de hierba *ad libitum*, 2) estabulación y hierba en pesebre *ad libitum* y 3) pastoreo permanente. La dieta se completó con 6 kg/día de concentrado ofrecidos durante el ordeño. El pastoreo y el corte de hierba para el pesebre se realizó en praderas polifitas adyacentes con manejo rotacional. El ensilado de hierba provenía del forraje cosechado en la primavera anterior en las mismas praderas. La ingesta individual de forraje en pesebre y de concentrado se registraron con un sistema de control automático y la de hierba en pastoreo se estimó con el método de rendimiento animal (Macon *et al.*, 2003). La producción de leche se registró y muestreó diariamente para determinar las concentraciones de grasa, proteína, lactosa, extracto seco magro y urea con MilkoScan FT6000 y el perfil de ácidos grasos por Cromatografía de Gases con detector de ionización de llama. Los resultados se analizaron mediante ANOVA considerando el tipo de manejo y el período como efectos fijos utilizando R Core Team (2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las vacas en pastoreo tuvieron mayor consumo de materia seca y producción de leche con mayor concentración de proteína, lactosa, sólidos no grasos y urea que las estabuladas. También se observaron variaciones significativas entre tratamientos en el perfil de ácidos grasos de la leche, con una mayor proporción de t11 18:1 y c9t11 18:2. No hubo diferencias entre los tratamientos con estabulación permanente independientemente del modo de aporte de la hierba. Asimismo, se observó una mayor ratio t11/t10 18:1 con 18,3 vs 13,1 y 10,4 para pastoreo, pesebre y ensilado respectivamente, $p < 0,05$). Esto podría explicarse porque el forraje fresco en la dieta induce a una mayor ingesta de ácidos grasos poliinsaturados en el pastoreo (Elgersma *et al.*, 2006) ya que durante el marchitamiento y ensilado hay un aumento en las pérdidas de ácidos grasos insaturados (Kalač y Samková, 2010). Además, las vacas en pastoreo tienen la posibilidad de seleccionar las plantas y sus partes más frescas, frondosas y fáciles de digerir con posiblemente mejor valor nutricional (Mohammed *et al.*, 2009).

CONCLUSIÓN

El pastoreo incrementa la ratio t11/t10 18:1, lo que podría utilizarse como herramienta para distinguir la leche producida en base a pastoreo frente a la producida con hierba fresca en pesebre o ensilada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alothman *et al.* 2019. *Foods* 8: 350.
- Baumann & Griinari 2001. *Livest. Prod. Sci.* 70: 15-29.
- Elgersma *et al.* 2006. *Anim. Feed Sci. Tech.* 131: 207-225.
- Kalač & Samková 2010. *Czech J. Anim. Sci.* 55: 521-537.
- Kucuk *et al.* 2001. *J. Anim. Sci.* 79: 2233-2240.
- Macoon *et al.* 2003. *J. Anim. Sci.* 81: 2357-2366.
- Mohammed *et al.* 2009. *J. Dairy Sci.* 92: 3874-3893.
- O'Callaghan *et al.* 2016. *J. Dairy Sci.* 99: 9424-9440.
- R Core Team. 2017. R Foundation for Statistical computing, Austria.

Agradecimientos: Trabajo cofinanciado por INIA RTA2014-00086-C02, PCTI IDI2018-000237 (GRUPIN NYSA) y Fondos FEDER. S. De La Torre-Santos está financiado por una beca de doctorado SENACYT-IFARHU (Panamá).

EFFECTO DEL USO DE QUITOSANO COMO ADITIVO ALIMENTARIO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA LECHE, LA FERMENTACIÓN RUMINAL Y LAS EMISIONES DE METANO ENTERICO EN VACUNO LECHERO

Rey, J., Atxaerandio, R., Ruiz, R., Díaz de Otálora, X., Goiri, I. y García-Rodríguez, A.
NEIKER-Granja Modelo de Arkaute, Apdo. 46. 01080 Vitoria-Gasteiz. Jrey@neiker.eus

INTRODUCCIÓN

La producción de metano entérico supone el 39% del metano referido al sector ganadero (IPCC, 2014). Además de su impacto en la huella de carbono la producción de metano entérico supone una pérdida de la energía bruta ingerida de entre 5-7% (Hristov *et al.*, 2013). El quitosano (polímero de N-acetil-D-glucosamina, CHI) es un biopolímero no tóxico y biodegradable (Muzzarelli, 1993) derivado de la desacetilación parcial de la quitina presente en el exoesqueleto de crustáceos. Estudios previos observaron que la utilización del quitosano como aditivo alimentario conseguía modular la fermentación ruminal incrementando la proporción de propionato y reduciendo la de acetato (Goiri *et al.*, 2010). Sin embargo, los estudios sobre su efecto en la producción de metano son escasos y en ocasiones contradictorios. Por lo tanto, este estudio tiene como objetivo ampliar el conocimiento sobre la actividad y el modo de acción de CHI en la fermentación ruminal, su relación con aspectos productivos y las emisiones de metano en vacuno lechero.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este ensayo se llevó a cabo en la escuela agraria de Fraisoro. Se utilizaron un total de 16 vacas (12 Parda Suizas y 4 Holstein), divididas en 8 bloques en función de la raza, días en leche y producción lechera. Cada vaca dentro del bloque se distribuyó a cada uno de los tratamientos: control y quitosano (135 mg/kg PV). El estudio duró 8 semanas con 10 d para toma de muestras utilizadas como covariable, 2 semanas de adaptación y las últimas 5 semanas para toma de datos. La concentración individual de CH₄ se midió diariamente durante todo el ensayo con un dispositivo NDIR (Guardian NG Edinburg Instruments Ltd., Livingston, Reino Unido) instalado en el robot de ordeño. La producción de leche se midió diariamente de manera individual y se tomaron muestras para análisis de grasa, proteína y lactosa semanalmente. Se extrajo líquido ruminal de manera individual la última semana del ensayo, durante dos días cada 12 h para el análisis de los ácidos grasos volátiles. Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza utilizando el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS, con el tratamiento y la raza como efectos fijos y el animal dentro del bloque como aleatorio. A su vez se utilizó el mismo modelo con medidas repetidas para la producción de leche.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El quitosano aumentó significativamente en un 10% la proporción de ácido propiónico en el rumen (18.4 frente a 16.6%; P = 0,020) y redujo en un 11% la relación acético/ propiónico (3.49 frente a 3,92; P = 0,029) y en un 12% la relación (acético+butírico)/propiónico (4,31 vs 4,88; P = 0,024), lo cual concuerda con el potencial antimicrobiano del CHI visto en otros estudios (Goiri *et al.*, 2010). A pesar de observarse esta modulación de la fermentación ruminal encaminada hacia rutas de fermentación más eficientes, no se observa una disminución significativa de la producción diaria de metano en el grupo con quitosano (2145 vs. 2076 ppm; CTR vs. CHI, respectivamente P=0,762), lo cual podría ser debido a la gran variabilidad observada para este parámetro (EEM =226,7) y el reducido tamaño muestral del presente ensayo. En esta línea, tampoco se observó una diferencia significativa en la producción de leche CTR vs. CHI, (26,5 vs. 26,6 kg; P=0,887), % grasa (4,23 vs. 3,90%; P=0,344), % proteína (3,54 vs. 3,63%; P=0,283) o % lactosa (4,76 vs 4,86%; P=0,185).

CONCLUSIÓN

Aunque el quitosano pudo provocar un cambio en las proporciones de AG ruminales hacia rutas más eficientes, no afectó a la producción de metano, la producción o la calidad de la leche.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Goiri *et al.*, 2010, Animal Feed Science and Technology 159: 1–2, 20, Pages 35-40
- Hristov *et al.*, 2013, J. Anim.Sci.
- IPCC (International Panel on Climate Change). 2014:
- Matushashi & Kume, 1997, Journal of the Science of Food and Agriculture
- Muzzarelli, 1993. Carbohydrate Polymers. Volume 20, Issue 1, 1993, páginas 7-16.

Agradecimientos: Esta investigación se financió mediante el proyecto RTA2015-00022-C03-02.

EFFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN CON DOS FUENTES DE METIONINA PROTEGIDAS DE LA DEGRADACIÓN RUMINAL SOBRE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE EN VACAS HOLSTEIN

Francia¹, F., Rodríguez-Prado¹, M., Piera², M. y Calsamiglia¹, S.

¹Servei de Nutrició i Benestar Animal, Facultat de Veterinària. Universitat Autònoma de Barcelona.

²Centre Veterinari Tona, Barcelona. Sergio.Calsamiglia@uab.cat.

INTRODUCCIÓN

A pesar de las mejoras en los sistemas de formulación, la eficiencia de utilización de N en el ganado lechero sigue siendo baja (Huhtanen y Hristov, 2009). Al menos una parte de esta ineficiencia está asociada a un desequilibrio en el aporte de aminoácidos (AA) esenciales (Doepel y Lapiere, 2010), principalmente lisina (Lys) y Metionina (Met). El aporte de AA protegidos en el rumen permite equilibrar su aportación en las dietas. Sin embargo, la respuesta al aporte de estos AA es variable (Zanton *et al.*, 2014), probablemente debido a la variabilidad en la biodisponibilidad de las fuentes de AA protegidos (Whitehouse *et al.*, 2017) que pueden afectar al rendimiento. El objetivo de este experimento fue determinar el efecto de la suplementación con dos fuentes de Met protegidas de la degradación ruminal en la producción y composición de leche en vacas Holstein.

MATERIAL Y MÉTODOS

Noventa y cuatro vacas lecheras Holstein multíparas entre 1 y 70 días en leche se asignaron a 3 grupos experimentales: Dieta control (CTR); o la misma dieta suplementada con 11,4 g de metionina metabolizable de KES (KESSENT® M, Kemin Animal Nutrition and Health) o SMT (Smartamine® M, Adisseo Inc.). La dieta CTR ofrecida como TMR, tenía una proporción 46:54 forraje: concentrado formulada para cubrir las recomendaciones del NRC (2001) (17.5 % CP, 28.4 % FND, 33.2 % almidón, 4.6% grasa y equilibrada en Lisina. Las vacas se bloquearon por el nivel de producción lechera en la lactación previa y asignadas a cada uno de los 3 grupos desde el inicio de la lactación. La producción y la composición de la leche se determinó en las semanas 6 y 10 posparto. Los datos se analizaron utilizando el procedimiento PROC MIXED de SAS con un modelo en bloques al azar y las diferencias se declararon significativas a $P < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de leche (kg/d) fue mayor ($P < 0,002$) en KES (46,7) que en CTR o SMT (43,9 y 44,5, respectivamente). La leche corregida al 3,5 % de grasa (kg/d) fue numéricamente mayor en KES y SMT (51,3 y 50,6, respectivamente) versus CTR (48,8), pero no alcanzó significación ($P < 0,11$). El contenido % de grasa en la leche (%) tendió a ser mayor ($P < 0,06$) en SMT (4,38) que en CTR o KES (4,16 y 4,14, respectivamente). El contenido de proteína de la leche (%) fue mayor ($P < 0,04$) en KES y SMT (3,09 y 3,11, respectivamente) comparado con CTR (3,04). La producción de grasa (kg/d) fue similar entre los tratamientos (1,90), pero la producción de proteína (kg/d) fue mayor ($P < 0,01$) en KES (1,43) en comparación con CTR y SMT (1,33 y 1,38, respectivamente). La producción de caseína (kg/d) fue mayor ($P < 0,01$) en KES (1,13) en comparación con CTR y SMT (1,05 y 1,09, respectivamente). El impacto de la suplementación con Met protegida es variable en magnitud y tipo de respuesta, probablemente debido a diferencias en el equilibrio de la dieta, el nivel de producción o la biodisponibilidad de los productos protegidos utilizados (Whitehouse *et al.*, 2017). Las dietas del experimento fueron formuladas para suministrar suficiente lisina y, la producción promedio de las vacas fue elevada (45,0 kg de leche; 4,23 % de grasa y 3,09% de proteína). La respuesta productiva fue relevante en los tratamientos con Met protegida (+2,8 y + 0,5 kg de leche/d; o +2,5 y +1,8 kg de leche corregida por grasa/d para KES y SMT, respectivamente), pero las diferencias entre los productos también fueron evidentes.

CONCLUSIÓN

Ambos suplementos de metionina protegidas en el rumen mejoraron el rendimiento de las vacas lecheras en comparación con el control, pero también se observaron diferencias significativas entre los suplementos comerciales.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Doepel L., Lapiere H., 2010. J. Dairy Sci., 93:3264-3274.
- Huhtanen P., Hristov A.N., 2009. J. Dairy Sci., 92: 3222-3232.
- NRC. 2001. Nutrient requirements of Dairy Cattle. National Academy Press. Washington, DC.
- Zanton G.I., Bowman G.R., Vázquez-Añón M., Rode L.M., 2017. J. Dairy Sci., 97:7085-7101.
- Whitehouse N.L., Schwab C.G., Brito A.F., 2017. J. Dairy Sci., 100:9585-9601.

EFFECTO DEL NIVEL DE ENERGÍA DEL PROGRAMA DE PIENSO SOBRE LOS RESULTADOS PRODUCTIVOS, DE MATADERO, COMPORTAMIENTO ANIMAL Y SALUD DIGESTIVA EN EL CEBO INTENSIVO DE TERNEROS FRISÓN

Soldevila¹, X., Cucurull², J., Villalba¹, D. y Verdú², M.

¹Departament de Ciència Animal, Universitat de Lleida, 25198 Lleida, España. ²Alimentació Animal i Producció, bonÀrea Corporació (Corporación Alimentaria Guissona, S.A.), 25210 Guissona, España; xavi149314@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La alimentación tiene un gran impacto sobre los resultados económicos y productivos en terneros cebados intensivamente (Santos, 2014). En una revisión del programa de pienso para el cebo intensivo de terneros Frisón se planteó el nivel de energía del pienso como una estrategia de mejora de la productividad. Existen recomendaciones (FEDNA, 2008) y referencias (Jimeno *et al.*, 2018) sobre las necesidades nutricionales energéticas para el engorde de terneros, pero no hay demasiadas evidencias de los efectos de la energía en las condiciones actuales (Mora *et al.*, 2019). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el impacto del nivel de energía del pienso para el cebo intensivo de terneros Frisón, sacrificados a 450 kg de peso vivo (PV) y 10 meses de vida, sobre los resultados productivos, de matadero, comportamiento animal y salud digestiva.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 64 terneros machos Frisón ($183 \pm 2,3$ kg de PV y $142 \pm 2,5$ días de edad al inicio) fueron utilizados en el estudio de dos programas de cebo intensivo que diferían en el nivel de energía del pienso según la fase de engorde (97 días de crecimiento y 70 días de acabado). Se evaluó un programa convencional con un pienso de crecimiento [1,00 unidades forrajeras de carne (UFC) y 13,1% proteína bruta (PB) sobre materia fresca (MF)] y acabado (1,05 UFC y 12,5% PB sobre MF) versus un programa alternativo con un pienso de crecimiento más energético (1,02 UFC y 13,2% PB sobre MF) y un acabado menos energético (1,03 UFC y 11,9% PB sobre MF). A su llegada los animales fueron distribuidos en 16 corrales (4 terneros/corral), de PV y edad similar, a los que se les asignó uno de los dos programas ($n = 8$). Los terneros fueron alimentados con pienso, paja y agua *ad libitum*. En cada corral se registró el consumo de pienso, paja y agua, el PV, el grado de meteorismo (Johnson *et al.*, 1958) y la consistencia de las heces (Lesmeister y Heinrichs, 2004) cada 14 días. Además, se evaluó el comportamiento animal cada 21 días mediante el procedimiento de escaneo (Verdú *et al.*, 2015). Tras 167 días de estudio, los terneros fueron sacrificados y se obtuvieron los registros de peso de canal y su calidad, además de realizar una inspección macroscópica de rúmenes (Lesmeister *et al.*, 2004), hígados (Brown *et al.*, 1975) y registrar el pH ruminal. Los datos se analizaron usando un modelo de efectos mixtos con medidas repetidas. El modelo estadístico incluyó el PV inicial como covariable, el programa de pienso, el período y su interacción como efectos fijos, y el corral como efecto aleatorio. Las variables discretas se analizaron mediante una prueba Chi-cuadrado.

RESULTADOS Y CONCLUSIÓN

Durante la fase de crecimiento, el programa alternativo registró ($P < 0,05$) una mejora de la conversión alimentaria en comparación con el convencional (4,56 vs. $4,79 \pm 0,067$ kg/kg) a causa de una tendencia ($P = 0,07$) a un menor consumo de pienso (6,83 vs. $7,02 \pm 0,069$ kg/día). Dichas diferencias en la conversión alimentaria tendieron ($P = 0,08$) a mantenerse en el global del estudio a favor del programa alternativo (5,29 vs. $5,48 \pm 0,072$ kg/kg). No se observaron efectos del nivel de energía del programa de pienso en los resultados de matadero, comportamiento animal y salud digestiva. Por consiguiente, el presente estudio evidenció que un programa de pienso con un concentrado de crecimiento más energético (1,02 UFC) y uno de acabado menos energético (1,03 UFC) mejora significativamente la eficiencia alimentaria en la fase de crecimiento (5%) y en la globalidad del cebo (3,6%).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brown, H. 1975. J. Anim. Sci. 40:207-213.
- FEDNA, 2008.
- Jimeno, V. 2018. Comunicación personal.
- Johnson, R. 1958. J. Anim. Sci. 17:893-902.
- Lesmeister, K. 2004. J. Dairy. Sci. 87:1336-1344.
- Lesmeister K. y Heinrichs, A. 2004. J. Dairy. Sci. 87:3439-3450.
- Mora, J. 2019. Tesis doctoral.
- Santos, R. 2014. Albéitar 176:6-8.
- Verdú, M. 2015. J. Anim. Sci. 93:1-16.

Agradecimientos: Gracias a la colaboración del personal de Granja Nial de bonÀrea Corporació.

EFFECTO DEL NIVEL ENERGÉTICO DEL PIENSO SOBRE LOS RESULTADOS PRODUCTIVOS, DE MATADERO, COMPORTAMIENTO ANIMAL Y SALUD DIGESTIVA EN LA FASE DE ACABADO DE TERNEROS FRISÓN

Sanmartí¹, M., Cucurull², J., Villalba¹, D. y Verdú², M.

¹Departament de Ciència Animal, Universitat de Lleida, 25198 Lleida, España. ²Alimentació Animal i Producció, bonÀrea Corporació (Corporación Alimentaria Guissona, S.A.), 25210 Guissona, España; martisanmarti@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La mejora de la eficiencia alimentaria puede conllevar un aumento de la sostenibilidad económica (Arthur *et al.*, 2004) y medioambiental (Haskell *et al.*, 2019) en el sistema de cebo de terneros. El valor de energía del pienso es un factor clave a nivel nutricional, que también condiciona la rentabilidad de la producción. La escasez de trabajos (FEDNA, 2008; Jimeno *et al.*, 2018) y resultados (Mora *et al.*, 2019) que evidencien efectos del nivel de energía del pienso de acabado en las condiciones actuales originó el presente estudio. El objetivo del trabajo fue evaluar el impacto del nivel de energía del pienso en la fase de acabado del cebo intensivo de terneros Frisón, sacrificados a 450 kg de peso vivo (PV) y 11 meses de vida, sobre los resultados productivos, de matadero, comportamiento animal y salud digestiva.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 58 terneros machos Frisón (348 ± 14,3 kg de PV y 260 ± 3,6 días de edad), distribuidos en 15 corrales de PV y edad similar (4 terneros/corral), para contrastar el nivel de energía del pienso durante 72 días de acabado. Se evaluaron tres piensos con distinto valor energético: bajo [1,04 unidades forrajeras de carne (UFC) y 13,1% proteína bruta (PB) sobre materia fresca (MF)], medio (1,06 UFC y 12,9% PB sobre MF) y alto (1,08 UFC y 12,8% PB sobre MF). Cada tratamiento fue asignado aleatoriamente a cinco corrales. Los terneros fueron alimentados con pienso, paja y agua *ad libitum*. Cada 14 días se registró el PV, consumo de pienso, paja y agua, grado de meteorismo (Johnson *et al.*, 1958), consistencia de las heces (Lesmeister y Heinrichs, 2004) y el comportamiento animal (Verdú *et al.*, 2015) por corral. Tras 72 días de estudio, los terneros fueron sacrificados obteniéndose el peso, la clasificación y engrasamiento de la canal, además de inspeccionar macroscópicamente los rúmenes (Lesmeister *et al.*, 2004), hígados (Brown *et al.*, 1975) y medir el pH ruminal. Se consideró el corral como unidad experimental y el animal como unidad de muestreo. Los datos se analizaron usando un modelo de efectos mixtos con medidas repetidas. El modelo estadístico incluyó el PV inicial como covariable, el nivel de energía del pienso, el período y su interacción como efectos fijos, y el corral como efecto aleatorio. Las variables discretas se analizaron mediante una prueba Chi-cuadrado.

RESULTADOS Y CONCLUSIÓN

Al finalizar el período de acabado, los terneros alimentados con un nivel de energía medio y alto mostraron ($P < 0,01$) una mejora de la conversión alimentaria en comparación con el bajo (6,48 vs. 8,04 ± 0,333 kg/kg); estas diferencias se explican por una mayor ($P < 0,01$) ganancia media diaria del nivel de energía medio y alto respecto al bajo (1,48 vs. 1,14 ± 0,069 kg/día). Se observó una tendencia ($P = 0,10$) a una mayor proporción de terneros con heces blandas y leve distensión del rumen en el pienso de nivel de energía medio y alto en relación con el bajo (16 vs. 6% y 56 vs. 36%, respectivamente). No se evidenciaron otros efectos de la energía del pienso en los resultados de matadero, comportamiento animal y salud digestiva. Así pues, el presente estudio constató una mejora de la eficiencia alimentaria (24%) e incremento del crecimiento (23%) con niveles de energía del pienso de 1,06 y 1,08 UFC sin un perjuicio en el comportamiento animal y la salud digestiva en la fase de acabado del cebo intensivo de terneros Frisón.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arthur, P. 2004. Aust. J. Exp. Agric. 44:361-369.
- Brown, H. 1975. J. Anim. Sci. 40:207-213.
- FEDNA, 2008.
- Haskell, M. 2019. App. Anim. Behav. Sci. 2019:9-15.
- Jimeno, V. 2018. Comunicación personal.
- Johnson, R. 1958. J. Anim. Sci. 17:893-902.
- Lesmeister, K. 2004. J. Dairy. Sci. 87:1336-1344.
- Lesmeister K. y Heinrichs, A. 2004. J. Dairy. Sci. 87:3439-3450.
- Mora, J. 2019. Tesis doctoral.
- Verdú, M. 2015. J. Anim. Sci. 93:1-16.

Agradecimientos: Gracias a la colaboración del personal de Granja Nial de bonÀrea Corporació.

TOLERANCIA DE LAS VACAS A LA ARCILLA SEPIOLÍTICA E 563

Amanzougarene¹, Z., Elcoso², G. y Bach³, A.

¹S.A. MYTA Minería Y Tecnología de Arcillas, grupo SAMCA, Pº Independencia, nº 21 6ª Planta 50001 Zaragoza. ²Blanca from the Pyrenees, 25795Hostalets de Tost, Lleida. ³Marlex, Recerca i Educació, 08173 Sant Cugat del Vallès, Barcelona; zamanzougarene@samca.com

INTRODUCCIÓN

La arcilla sepiolítica es un aditivo registrado por la Unión Europea en la lista de aditivos tecnológicos con el número E563, que pertenece a la categoría de agentes ligantes, antiaglomerantes y coagulantes. Se utiliza para mejorar las características físicas de los piensos destinados a todas las especies de animales. Además de este uso se ha demostrado que E563 puede afectar de manera positiva sobre el rendimiento de los animales. En este trabajo el objetivo fue determinar la tolerancia de las vacas lecheras a la arcilla sepiolítica mediante un estudio dosis-respuesta sobre seguridad de los animales, incluyendo evidencia visual de los efectos clínicos, las características de rendimiento, la producción y la composición de leche, así como análisis hematológico y de química clínica.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó con 45 vacas lecheras de $607 \pm 9,8$ kg de peso vivo. Los animales se dividieron en tres grupos de 15 vacas cada grupo. La duración total del tratamiento fue de 56 días. Durante este periodo las vacas recibieron una ración totalmente mezclada (RTM; compuesta de forraje y un pienso completo) *ad libitum* y tuvieron acceso libre al agua. Las dietas experimentales incluyeron una dieta control (sin inclusión de la arcilla sepiolítica; T0) y dos dietas con dos niveles de inclusión diferentes de arcilla sepiolítica (E563; 2%; T1 y 20%; T2). El rendimiento de los animales (el peso vivo; PV, la ingestión de materia seca; IMS, la producción y la composición de leche) se registró diaria e individualmente. De cada grupo de tratamiento, se tomaron tres muestras de sangre (10 ml cada una) de 8 animales por tratamiento los días 0 y 56 por la mañana después del ordeño. Los datos se analizaron utilizando un modelo de efectos mixtos que incluía los efectos fijos del tratamiento, el tiempo de muestreo, y su interacción, más el efecto aleatorio del animal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observaron diferencias, entre los tres tratamientos, en la ingestión de materia seca ni en la producción de leche (o leche corregida por energía; $P > 0,05$). Se observó una interacción entre el tratamiento y la semana del estudio para la producción de leche, la producción de grasa, la producción de proteínas y la leche corregida por energía ($P < 0,05$). Los análisis de bioquímica sanguínea el día cero mostraron concentraciones altas de urea en el grupo T2 respecto al grupo T0 (35,1 mg/dl vs. 26,6 mg/dl; $P < 0,05$) pero son valores dentro del rango fisiológico (7,1–47,3 mg/dl; Cozzi *et al.*, 2011), y tampoco hubo diferencias de estos dos tratamientos con T1 (30,7 mg/dl). Después de 56 días, se observó una tendencia a una menor concentración de urea en sangre en los grupos T1 y T2 respecto a T0 (32,2, 36,1, 38,2 mg/dl, respectivamente; $P < 0,09$), que podría deberse a la capacidad de E563 para secuestrar el nitrógeno amoniacal en el rumen, contribuyendo a una reducción en el contenido de urea de la leche en el grupo T1 respecto al T0 (197 vs. 225, $P < 0,05$), y como consecuencia, los sólidos no grasos aumentaron en T1 (9,00%) vs. T0 (8,93%) y T2 (8,89%; $P < 0,02$). El hecho de no observarse la misma tendencia en T2 podría deberse al menor aporte energético en la dieta T2. También es interesante notar que la concentración de la aspartato transaminasa (AST) no difirió entre los tratamientos el día cero, pero después de 56 días, T1 y T2 tendieron a tener valores más bajos, lo que podría ser indicativo de un menor estrés hepático, debido a una menor necesidad de producir urea en T1 y un menor aporte de nutrientes en T2.

CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio confirman que la inclusión de arcilla sepiolítica E563, incluso a dosis del 20% del alimento completo, no tiene consecuencias negativas sobre el rendimiento o la salud de los animales, al contrario, puede ejercer un efecto positivo sobre algunos parámetros estudiados como el metabolismo de la urea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cozzi, G., Ravarotto, L., Gottardo, F., Stefani, A.L., Contiero, B., Moro, L., Brscic, M., Dalvit, P. 2011. J Dairy Sci: 3895-3901

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por S.A. MYTA (Zaragoza, España).

INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3 EN DIETAS PARA CERDAS SOBRE LOS PARAMETROS PRODUCTIVOS DE LOS LECHONES

Llauradó-Calero, E., Lizardo, R., Torrallardona, D., Esteve-García, E. y Tous, N.
Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries (IRTA), Nutrició Animal, Mas Bover, Crta. Reus-El
Morell km 3.8, 43120 Constantí (Tarragona); eudald.llaurado@irta.cat / nuria.tous@irta.cat

INTRODUCCIÓN

La incorporación de ácidos grasos poliinsaturados omega-3 en las dietas para cerdas presenta cierta controversia en cuanto a los resultados productivos de los lechones. Algunos estudios recomiendan un mínimo de omega-3 en la dieta de las cerdas modernas para optimizar el crecimiento de los lechones (Rosero *et al.*, 2016) (Skrzypczak *et al.*, 2015) mientras que otros no reportan ningún efecto (Smit *et al.*, 2015a,b). El objetivo de este estudio es evaluar el impacto de los ácidos grasos omega-3 en la eficiencia productiva de la cerda mediante la incorporación de aceite de pescado rico en ácido eicosapentaenoico (EPA) y ácido docosahexaenoico (DHA) en las dietas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 48 cerdas [Landrace x Large White], de entre 3 y 6 partos y con un peso inicial de 221,1 ± 27,7 Kg, de cuatro bandas consecutivas fueron seleccionadas para ser utilizadas en el estudio desde la cubrición hasta el destete. Las cerdas fueron agrupadas en 24 bloques según el número de parto y peso corporal, y asignadas al azar entre los dos tratamientos experimentales: una dieta control con grasa animal (1,5% en gestación y 3% lactación) u otra reemplazando un 1,5% de esta grasa por aceite de pescado rico en ácidos grasos poliinsaturados omega-3. Las cerdas fueron pesadas a la cubrición, a la confirmación de gestación (29 d), al traslado a las maternidades (107 d), 24 h tras el parto y al destete (aprox. 28 d). El consumo de pienso de las cerdas se monitorizó de forma individual durante todo el estudio. Los partos fueron supervisados y el número de lechones y su peso fue monitorizado al nacimiento, a las 24 h, 20 d y al destete. Se analizaron los datos de las 34 cerdas que completaron el ensayo (el resto no quedaron cubiertas, murieron o tuvieron un parto con 5 o menos lechones) como un diseño en bloques aleatorizado mediante el procedimiento Proc Mixed del programa SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La inclusión de ácidos grasos omega-3 en la dieta de las cerdas no afectó su condición corporal ($P = 0,314$ (final gestación) y $P = 0,830$ (destete)), evolución de peso vivo ($P = 0,315$ (gestación) y $P = 0,559$ (lactación)) o el consumo de pienso a lo largo del estudio ($P = 0,694$ (gestación) y $P = 0,621$ (lactación)). El tamaño de la camada al nacimiento y su peso tampoco se diferenciaron entre los tratamientos ($P = 0,533$ y $P = 0,596$, respectivamente). En 10 de 12 estudios revisados por Tanghe y De Smet (2013), en los cuales se evaluó la suplementación de las dietas para cerdas con ácidos grasos omega-3, tampoco se reportaron diferencias en estos parámetros. A los 20 d de lactación, los lechones de las cerdas del grupo omega-3 presentaron mayor peso individual (6,06 vs. 6,67 Kg; $P = 0,019$) y una mayor ganancia de peso (229 vs. 259 g/d; $P = 0,008$). No obstante, estas diferencias disminuyeron al destete, observándose tan solo una tendencia para una mayor ganancia de peso (241 vs. 262 g/d; $P = 0,058$) en los lechones provenientes de las cerdas del grupo omega-3. Estos resultados son similares a los obtenidos por Laws *et al.* (2007) y contrastan con los estudios que no reportan mejoras del crecimiento de los lechones entre nacimiento y destete (Tanghe y De Smet, 2013).

CONCLUSIÓN

La inclusión de ácidos grasos omega-3 en la dieta de cerdas reproductoras no parece afectar su condición corporal o consumo de pienso durante la gestación y lactación. No obstante, los ácidos grasos omega-3 podrían conllevar a un incremento del peso de los lechones durante la lactancia y, por lo tanto, la obtención de camadas más pesadas y vigorosas al destete.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Laws, J. 2007. *Animal* 10: 1482-1489.
- Rosero, D.S. 2016. *Animal* 168: 151-163.
- Skrzypczak, E. 2015. *Anim. Sci. J.* 86: 83-91.
- Smit, M.N. 2015a. *Animal* 9: 838-846.
- Smit, M.N. 2015b. *Animal* 9: 471-480.
- Tanghe, S. 2013. *Vet. J.* 197: 560-569.

Agradecimientos: Este estudio fue financiado por el INIA (Proyecto RTA2017-00086-C02-01) y E. Llauradó-Calero obtuvo una beca INIA (PRE2017-0086-C02-01) para llevar a cabo el mismo. Finalmente, agradecer al personal del IRTA Mas Bové quien ha hecho posible este estudio.

ESTUDIO DEL CONSUMO DE AGUA EN CERDAS AL FINAL DE LA GESTACIÓN Y SU RELACIÓN CON EL PARTO

López-Vergé¹, S., Mainau², E., Verdú³, M., Gasa¹, J., Castells-Rufas⁴, D., Manteca¹, X. y Castillejos¹, L.
¹Servei de Nutrició i Benestar Animal, Dept. de Ciència Animal i dels Aliments, UAB, 08193 Bellaterra.

²AWECA Advisors, Parc de Recerca de la UAB, 08193 Bellaterra. ³Alimentació Animal i Producció, bonÀrea Corporació (Corporación Alimentaria Guissona, S.A.), 25210 Guissona. ⁴Dept. d'Arquitectura de Computadors i Sistemes Operatius, UAB, Bellaterra, 08193. Sergio.Lopez.Verge@uab.cat

INTRODUCCIÓN

Conocer con antelación el día del parto permitiría programar mejor las rutinas de manejo en la maternidad y reducir la mortalidad de los lechones (Vanderhaeghe *et al.*, 2013). El día del parto las cerdas apenas comen y muestran signos de inminencia del parto (nerviosismo, contracciones uterinas y abdominales irregulares, presencia de gotas de calostro en los pezones, etc.), que requieren la supervisión individual. Cualquier indicador automatizado que evalúe el rebaño simultáneamente puede ser una buena alternativa. El consumo de agua podría utilizarse como un indicador eficaz para prever el día del parto de forma precoz, pues cambios repentinos en el patrón normal de consumo al final de la gestación indicarían que este se va a producir.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 28 caudalímetros inteligentes (iPERL®) fueron instalados en dos salas de maternidad (12 + 16 plazas) para registrar el consumo individual de agua desde la entrada de las cerdas (*Landrace* × *Large White*) a la maternidad hasta el parto, durante 5 bandas consecutivas (120 cerdas). Cada caudalímetro registra el consumo de agua cada hora y se comunica con un centro de control siguiendo un esquema de Internet of Things (IoT). Un total de 200.377 registros correspondientes a seis meses de lecturas se manejaron código desarrollado en el lenguaje Python utilizando las librerías de tratamiento de datos masivos Numpy y Pandas, como se propone en (McKinney, 2012). Los datos se analizaron mediante un modelo de medidas repetidas. La paridad (primíparas, P; y múltiparas, MP), la franja horaria (mañana, M: 6- 14h; tarde, T: 14-22h; noche, N: 22-6 h) y los días parto (-9 a -1) y parto (0) se incluyeron como factores fijos y la plaza de maternidad como efecto aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados (media ± error std.) de nacidos vivos, muertos y destetados fueron de 14,6±0,38, 0,79±0,10 y 12,9±0,19, respectivamente, y la duración de la lactación de 24,1±0,28 días. El consumo de agua fue inferior en cerdas primíparas (P: 6,9± 1,12 L/d vs. MP: 8,5±1,09 L/d; P<,0001). Un 57,5% del consumo tuvo lugar por la mañana (M: 13,1±1,11 L), y por la tarde y la noche el consumo fue de un 31,0% (T: 7,1±1,11 L) y un 11,8% (N:2,7±1,11 L) respectivamente, siguiendo el ritmo circadiano (Fraser y Phillips, 1989) y la curva de consumo de pienso. Desde el día -9 (4,9±1,29 L) hasta el día -3 (9,2±1,17 L) el consumo de agua fue aumentando (alrededor 0,8 L diarios), destacando el aumento de 2 L a día -2 (11,2 ±1,16 L; P<,0001). Este pico respondería al aumento del número de cambios de postura antes del parto (Mainau *et al.*, 2009), así como a una mayor manipulación del bebedero debido a la conducta de nidificación (Wischner *et al.*, 2009). Finalmente, el día -1 se observa un descenso drástico (4 L) y significativo del consumo (7,3±1,16 L; P<,0001), justo antes de la caída de la ingestión de pienso el día 0, que permitiría planificar la atención de partos.

CONCLUSIÓN

Los resultados sugieren que el consumo de agua puede constituir un indicador válido para detectar de forma precoz el día del parto, facilitando así la planificación de las rutinas de manejo en la maternidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Fraser, D. y Phillips, P.A., 1989. *Appl Anim Behav Sci*, 24: 13-22. • Mainau, E., 2009. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 121: 96-102. • McKinney, W., 2012. O'Reilly Media, Inc. • Vanderhaeghe *et al.*, 2013. *Anim. Reprod. Sci.* 139: 76-88. • Wischner, D, 2009. *Livest. Sci.* 124: 1-8.

Agradecimientos: Proyecto COMRD16-1-0032, Comunitats RIS3CAT (FEDER 2014-2020) y al personal de granja Secanell de bonÀrea Cooperativa.

ESTIMACIÓN DE LAS TASAS DE RENOVACIÓN PROTEICA EN CERDOS EN CRECIMIENTO

Crespo, T.A., Sarri, L., Tor, M., Seradj, A.R., de la Fuente, G. y Balcells, J.
Departament de Ciència Animal, Universitat de Lleida- Agrotecnio Centre, Av. Alcalde Rovira Roure 191,
25198, Lleida; laura.sarri@udl.cat

INTRODUCCIÓN

Las proteínas son estructuras sometidas a un proceso continuo que combina síntesis con degradación y cuyo equilibrio determina sus necesidades netas. Un estudio de la cinética de renovación del tejido magro podría desvelar los factores reguladores (genética, castración, disponibilidad nutritiva, etc.) que intervienen en dicho proceso y con ello refinar las necesidades proteicas para cada escenario productivo. En la literatura se reconoce la relevancia del proceso de síntesis, y en este sentido se han descrito y contrastado fehacientemente diferentes metodologías que permiten su estudio. En relación con el proceso de degradación, aunque se reconoce su importancia, su estudio se ha visto limitado por la dificultad metodológica y obtención de mediciones consistentes. El presente ensayo pretende mostrar la puesta en marcha de un método que permita medir simultáneamente los procesos de síntesis y degradación, mediante la utilización de agua deuterada ($^2\text{H}_2\text{O}$).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 14 cerdos macho [Pietrain \times (Landrace \times Large White)] de $40,5 \pm 4,33$ kg de peso vivo, alimentados *ad libitum* con un pienso comercial adecuado a su fase de crecimiento. Tras 15 días de adaptación, los animales fueron distribuidos aleatoriamente en dos lotes experimentales, el grupo tratamiento (Tr: n=8) y el control (C: n=6). El grupo Tr recibió una dosis única de $9,65 \text{ ml } ^2\text{H}_2\text{O}/\text{kg}$ de tejido magro (Kremer *et al.*, 2012). Tras la administración del isótopo se realizaron dos sacrificios seriados al cabo de 4 y 11 días, respectivamente, a razón de 4 cerdos del grupo Tr y 3 del grupo C por sacrificio. Se procedió a la extracción de sangre en vena yugular a todos los animales al inicio del ensayo y a los días correspondientes al sacrificio. Inmediatamente después del sacrificio, se tomaron muestras de tejido hepático y muscular (*longissimus dorsi* y *biceps femoris*). El tratamiento de las muestras se inició con la extracción de aminoácidos (AAs) libres tisulares y plasmáticos (Piraud *et al.*, 2005; Li *et al.*, 2015), así como los AAs ligados a la proteína de los tejidos (Colgrave *et al.*, 2008). Para determinar el enriquecimiento en deuterio, los AAs se analizaron por cromatografía líquida y espectrometría de masas, con un sistema UPLC/XevoTQS. El análisis estadístico se realizó mediante un modelo mixto utilizando el software JMP Pro12 y el test de comparación múltiple Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis se focalizó en la Alanina (Ala) dada su mayor capacidad de intercambio de deuterio (Holmes *et al.*, 2015). Los análisis plasmáticos mostraron un aumento significativo en el enriquecimiento en Ala deuterada (D-Ala) al cabo de 4 días de la administración de $^2\text{H}_2\text{O}$, seguido de un descenso notable a los 11 días, aunque el nivel de enriquecimiento fue siempre superior al natural (C; $P < 0.001$). La misma tendencia se evidenció en los AAs libres en los diferentes tejidos, que fueron perdiendo su enriquecimiento con el tiempo, a medida que la D-Ala fue incorporándose a la proteína (Holm *et al.*, 2013). Esto se tradujo en un incremento en el enriquecimiento de AAs ligados, especialmente evidente en músculo, mientras que el hígado alcanzó antes el *plateau*, momento en el que síntesis y degradación se equilibraron.

CONCLUSIÓN

El presente ensayo demuestra que se puede obtener información relevante sobre los procesos de síntesis y degradación proteica mediante el uso de $^2\text{H}_2\text{O}$ en cerdos en crecimiento. Futuros estudios en diferentes escenarios permitirán comprobar la sensibilidad de dicha técnica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Colgrave *et al.*, 2008. J. Chromatogr. A. 1212: 150–153.
- Holm *et al.*, 2013. Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab. 304: 895–907.
- Holmes *et al.*, 2015. Methods in Enzymology 561: 219-276.
- Kremer *et al.*, 2012. Animal 6: 2041–2047.
- Li *et al.*, 2015. Br. J. Nutr. 113: 739–748.
- Piraud *et al.*, 2005. Rapid Commun. Mass Spectrom. 19: 1587–1602.

Agradecimientos: Al personal del CEP, y también a J.C. Melo y F. Vilaró por su asistencia técnica.

EFFECTO DE UN ANTIOXIDANTE RICO EN FLAVONOIDES DE *TAGETES ERECTA* EN GALLINAS PONEDORAS

Estévez¹, J., Verdú², M., Farré², G., Sadurní³, M., Barroeta³, A.C., Castillejos³, L. y Carné¹, S.
¹Industrial Técnica Pecuaria, S.A. (ITPSA), 08011 Barcelona, España; ²Alimentació Animal i Producció, bonÀrea Corporació (Corporación Alimentaria Guissona, S.A.), 25210 Guissona, España; ³Servicio de Nutrición y Bienestar Animal, Dpto. Ciencia Animal y de los Alimentos, Universidad Autónoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, España; jestevez@itpsa.com

INTRODUCCIÓN

Diversos estudios describen el efecto de distintos flavonoides en la dieta sobre el estado oxidativo de los animales, sus parámetros productivos y la calidad del producto final (Dibner et al., 1996; Iskender et al., 2016; Lin et al., 1989; Pietta, 2000). No obstante, son escasos los estudios sobre su eficacia frente a la oxidación del pienso para promover la calidad nutricional y organoléptica del mismo. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la inclusión en la dieta de un nuevo antioxidante natural, rico en flavonoides de *Tagetes erecta* y otros compuestos fenólicos, sobre la estabilidad oxidativa del pienso y los parámetros productivos en gallinas ponedoras en época estival.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 720 gallinas ponedoras ISA Brown, de 33 semanas de edad, fueron alojadas en 24 lotes de 2 jaulas en batería (30 gallinas/lote) dentro de una nave con ventilación natural. Se aplicó un programa de 16 h de luz y 8 h de oscuridad. Temperatura y humedad se registraron diariamente con un *data logger* (Omega®). El promedio de temperatura y humedad fue de 22,5°C y 61%; en 5 de las 10 semanas de estudio, la temperatura media fue de 26°C, superior a la temperatura máxima de termoneutralidad de las aves (19-22 °C; Kilic y Simsek, 2013). A cada lote se le asignó aleatoriamente uno de los dos tratamientos experimentales (n=12): dieta control sin sustancias antioxidantes (CTR) vs. dieta suplementada al 0,15% con un antioxidante natural con extracto de *Tagetes erecta*, rico en flavonoides (AOX). Durante 10 semanas de estudio se suministró pienso en harina y agua *ad libitum*. La producción de huevos (número total y peso medio) se registró diariamente por lote; el consumo de pienso, el peso y clasificación de los huevos, semanalmente. La eficacia del antioxidante en el pienso se evaluó mediante Rapidoxy, la evolución del valor de peróxido (PV; titración) y la degradación de tocoferoles (uHPLC) y xantofilas (espectrofotometría) en un estudio longitudinal (0-12 semanas).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observaron efectos del antioxidante en el consumo de pienso ni en la producción de huevos. En cuanto a la estabilidad oxidativa del pienso, con AOX se obtuvieron periodos de inducción superiores en Rapidoxy ($0,61 \pm 0,006$ vs. $0,67 \pm 0,009$ h; $P < 0,05$, $n = 6$), deduciéndose un retraso de los procesos oxidativos del pienso y, por tanto, una mayor protección frente al enranciamiento. Estos resultados coinciden con los menores valores de PV que se observaron en el pienso con AOX ($39,62 \pm 5,90$ vs. $22,07 \pm 1,36$ mEqO/kg de grasa tras 8 semanas desde la fabricación; $P < 0,05$; $n = 6$) y mayores niveles de moléculas susceptibles a la oxidación sin degradar, como las xantofilas ($3,58 \pm 0,26$ vs. $6,15 \pm 0,63$ ppm a 12 semanas; $P < 0,05$; $n = 6$) y los tocoferoles (no detectados vs. $19,44 \pm 0,12$ ppm a 12 semanas; $P < 0,05$; $n = 6$).

CONCLUSIÓN

La inclusión en la dieta de un antioxidante natural rico en flavonoides de *Tagetes erecta* y otros compuestos fenólicos no afectó los resultados productivos. Este antioxidante natural ha mostrado una elevada eficacia en la protección del pienso frente al enranciamiento y en la prevención de los efectos negativos de la oxidación, pudiendo constituir una alternativa natural a los antioxidantes sintéticos actuales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dibner J.J., et al. 1996. Anim. Feed Sci. Technol. 62: 1-13.
- Iskender H. et al. 2016. Rev. Bras. Cienc. Avic. 18: 663-668.
- Kilic y Simsek. 2013. J. Anim. Vet. Adv. 12: 42-47.
- Lin C.F. et al. 1989. Br. Poult. Sci. 30: 855-64.
- Pietta P.G. 2000. J. Nat. Prod. 63: 1035-1042.

Agradecimientos: Proyecto COMRDI16-1-0033, Comunitats RIS3CAT (FEDER 2014-2020) y a la colaboración del personal de Granja Nial de bonÀrea Corporació.

EFEECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE LA RACIÓN CON BUTIRATO SÓDICO Y SUSTANCIAS AROMÁTICAS SOBRE LOS RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS DE POLLOS DE ENGORDE

de Cara^{1,2}, A., Saldaña², B., Ferrero², J.I., Oltra³, L. y Rey¹, A.I.

¹Dpto. Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid, Avda. Puerta de Hierro s/n., 28040 Madrid, España; ²Nuevas Tecnologías de Gestión Alimentaria S.L., C/ Marconi, 9, 28823 Coslada, Madrid, España; ³Imasde Agroalimentaria, S.L., C/ Nápoles, 3, 28224 Pozuelo de Alarcón, Madrid, España. almudeca@ucm.es

INTRODUCCIÓN

El ácido butírico (AB) es un ácido graso volátil de cadena corta que se encuentra de manera natural en el intestino, con efecto positivo sobre los enterocitos (Ahsan *et al.*, 2016). Diversos autores han demostrado que la inclusión de AB en forma de butirato sódico (BS), en dietas de broilers, da lugar a mayor ganancia de peso y consumo diario, y mejor índice de conversión (IC) (Adil *et al.*, 2010; Chamba *et al.*, 2014). No obstante, la eficacia de la suplementación con BS depende del lugar del tracto gastrointestinal donde se disocia a AB. En este sentido, el BS protegido permite que la disociación se produzca en el intestino delgado, actuando sobre las vellosidades y estimulando la excreción de enzimas digestivas (Ahsan *et al.*, 2016). Por otro lado, ciertas sustancias aromáticas (SA) pueden estimular el apetito y aumentar la secreción de enzimas digestivas mejorando la digestibilidad (Bento *et al.*, 2013) o incluso incrementar los niveles de butirato cecal (Tiihonen *et al.*, 2010). Sin embargo, los efectos de dichas SA en combinación con el BS son desconocidos. Este trabajo tuvo como objetivo el estudio del efecto del BS y SA en dietas de broilers sobre los rendimientos productivos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 1.320 pollos machos Ross 308 de 1 hasta 40 d de edad. Los animales se distribuyeron de forma aleatoria en 60 corrales, y fueron alimentados con 4 tratamientos experimentales estructurados factorialmente (2x2) con 2 niveles de inclusión de BS (0 y 0,2%) y 2 niveles de inclusión de SA (0 y 0,2%) sobre la misma dieta basal. El programa alimenticio se dividió en 3 fases: iniciación (0-12 d edad), crecimiento (13-28 d) y acabado (29-40 d de edad). Cada tratamiento se replicó 15 veces. Los días 0, 12, 28 y 40 de edad se registró el peso vivo (PV) y el consumo por corral, y a partir de esos datos se calculó la ganancia media diaria (GMD) y el IC por periodo y para el global de la prueba. La unidad experimental fue el corral. Los datos se analizaron utilizando el procedimiento GLM y el test de Tukey de comparación de medias (SPSS, v.24). Las diferencias se consideraron significativas con $P \leq 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La suplementación de las dietas con BS aumentó el PV de los pollos a 12 y 28 d de edad ($P=0,001$ y $P=0,020$, respectivamente), y mejoró la GMD en el periodo de iniciación y acabado ($P=0,007$ y $P=0,025$, respectivamente) y el IC en iniciación, crecimiento y acabado ($P=0,001$, $P=0,051$ y $P=0,025$, respectivamente). Estos resultados coinciden con lo observado por Adil *et al.* (2010) y concuerda con la mayor digestibilidad al aumentar la superficie de absorción intestinal. No se presentaron diferencias de consumo relacionado con la inclusión de BS, coincidiendo con los resultados de Zhang *et al.* (2011) y contrastando con Chamba *et al.* (2014). Por otro lado, no se observaron diferencias de los parámetros estudiados tras añadir las SA, ni interacción de éstas con el BS. En este sentido, existe gran disparidad de resultado que pueden ser debidos al origen botánico de las plantas, así como a la concentración de sustancias bioactivas (Herrero-Encina *et al.*, 2020).

CONCLUSIÓN

La suplementación de las dietas de pollos con butirato sódico puede resultar de interés para mejorar el crecimiento y la eficiencia alimenticia de los animales. Más estudios son necesarios para tratar de esclarecer su efecto en combinación con sustancias aromáticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adil, S. *et al.*, 2010. Vet. Med. Int. 10: 4061-4067.
- Ahsan, U. *et al.*, 2016. World's Poult. Sci. J. 72: 265-278.
- Bento, M.H.L. *et al.*, 2013. Vet. Med. 53: 449-458.
- Chamba, F *et al.*, 2014. Int. J. Poult. Sci. 13: 390-396.
- Herrero-Encina, J. *et al.*, 2020. Poult. Sci. 99: 2-10.
- Tiihonen, K. *et al.*, 2010. Br. Poult. 51: 381-392.
- Zhang *et al.*, 2011. Br. Poult. Sci. 52: 292-301.

Agradecimientos: Este trabajo, parte del proyecto IDI-20180945, ha sido cofinanciado por el CDTI y el FEDER.

EFFECTO DE BUTIRATO SÓDICO PROTEGIDO SOBRE LA SALUD INTESTINAL EN POLLOS DE CARNE DESAFIADOS CON *EIMERIA*

Sadurní¹, M., Barroeta¹, A.C., Sala¹, R., Sol², C., Puyalto², M. y Castillejos¹, L.

¹Servicio de Nutrición y Bienestar Animal, Dpto. Ciencia Animal y de los Alimentos, Universidad Autónoma de Barcelona, 01893 Bellaterra, España; ²Norel S.A., 28007 Madrid, España.
meritxell.sadurni@uab.cat

INTRODUCCIÓN

La coccidiosis aviar es una enfermedad entérica de gran incidencia a nivel mundial provocada por protozoos del género *Eimeria*. Para combatirla, pueden emplearse diferentes estrategias nutricionales que promueven un óptimo estado de salud intestinal. El ácido butírico es un aditivo que contribuye a mantener la integridad de la barrera intestinal, favoreciendo el desarrollo del epitelio (Leeson *et al.*, 2005). Existen diferentes formas de presentación de este ácido para evitar su inmediata absorción y potenciar su efecto a lo largo del tracto intestinal. Por todo ello, el objetivo del presente estudio es evaluar el efecto de butirato sódico protegido (DIC) con sales sódicas de ácidos grasos de cadena media (AGCM) sobre los parámetros productivos y la salud intestinal en pollos de carne desafiados con *Eimeria*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 360 pollos hembra Ross 308 se distribuyeron al azar en 36 jaulas a razón de 10 aves por jaula (12 réplicas/tratamiento). Los tratamientos experimentales fueron un grupo control no desafiado (CTR+), un grupo control desafiado (CTR-) y un grupo desafiado y suplementado a 1 kg/t (1DIC). El desafío se realizó a los 7 días de vida inoculando vía oral oocistos de *Eimeria* con una vacuna atenuada a x50 veces la dosis recomendada. Los animales no desafiados recibieron agua como *placebo*. Semanalmente se realizaron controles productivos (crecimientos y consumo de pienso). A los 14 y 21 días de vida, se tomó una muestra de íleon y se determinó la altura de las vellosidades (AV), la profundidad de las criptas (PC) y se calculó la ratio AV/PC. Además, se recogió contenido ileal y cecal para hacer recuento de bacterias lácticas totales; *Enterobacteriaceae*, *Escherichia coli* y *Clostridium perfringens*, respectivamente. Los resultados se analizaron con un modelo lineal mediante el programa estadístico R. En caso de existir diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$), se realizó la corrección de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la primera semana del estudio, previa a la inoculación de *Eimeria*, los animales no mostraron diferencias productivas entre tratamientos. A los 7 días post-inoculación, los grupos desafiados presentaron una menor ingestión y crecimiento diario que el grupo CTR+; a los 14 días post-inoculación, mostraron valores superiores ($P < 0,05$). Tal y como describen otros autores (Cervantes *et al.*, 2020), la coccidiosis empeoró los parámetros productivos alrededor de los 7 días post-infección dependiendo de la especie de *Eimeria*. Por otro lado, el grupo CTR+ tendió a presentar mayor ratio AV/PC que los grupos desafiados, aunque los animales desafiados del grupo 1DIC presentaron una mayor PC en relación al CTR+. A los 14 días post-infección, el grupo CTR+ continuó mostrando la mayor ratio AV/PC, sin embargo, los animales del grupo 1DIC mostraron una mayor ratio AV/PC que los animales del grupo CTR-. Finalmente, el desafío y la suplementación con DIC conllevaron cambios en la microbiota ileal a 14 y 21 días de vida, de acuerdo con diversos autores (Bortoluzzi *et al.*, 2017; Vieira *et al.*, 2020). En ciego, no se obtuvo modificación del recuento de *Clostridium perfringens* debido a los tratamientos, a diferencia de Namkung *et al.* (2011) los cuales observaron que el ácido butírico podía controlar su crecimiento.

CONCLUSIÓN

La coccidiosis en pollos de carne es una enfermedad que altera la barrera intestinal afectando negativamente a los parámetros productivos. El butirato sódico protegido con sales sódicas de AGCM es una estrategia nutricional que puede promover mejoras en la salud intestinal del pollo de carne ante un desafío por *Eimeria*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Bortoluzzi C. 2017. Poult. Sci. 96: 3981-3993 • Cervantes H.M. 2020. Wiley-Blackwell • Leeson S. 2005. Poult. Sci. 84: 1418-122. • Namkung H. 2011. Poult. Sci. 90: 2217-2222 • Vieira A.M. 2020. PLoS One 15: e0237118.

Agradecimientos: Proyecto COMRDI16-1-0033, Comunitats RIS3CAT (FEDER 2014-2020).

USO DE HARINA DE *TENEBRIO MOLITOR* EN POLLOS ECOLÓGICOS: ÍNDICES DE CONVERSIÓN Y CONSUMOS DE PIENSO Y AGUA

Nieto¹, J., Sarmiento-García¹, A., Plaza¹, J., Lara², J., Abecia³, J.A., Revilla⁴, I. y Palacios¹, C.

¹Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales. Universidad de Salamanca. Av. Filiberto Villalobos, 119, 37007, Salamanca, España. ²I.E.S. Torres Villarroel, Av. Hilario Goyenechea, 42-44, 37008, Salamanca, España. ³IUCA, UNIZAR, Zaragoza, España. ⁴Escuela Politécnica Superior de Zamora, Universidad de Salamanca, 49022, Zamora, España; jaimenl@usal.es

INTRODUCCIÓN

Se están buscando nuevas fuentes de proteína distintas a la soja en la alimentación animal (Leiber *et al.*, 2017), siendo los insectos una alternativa sostenible y con una alta calidad de nutrientes para las alimentación de las aves de corral (Benzertiha *et al.*, 2020). El objetivo de este estudio fue evaluar los consumos de pienso y agua de pollos de engorde de crecimiento lento, bajo el régimen producción ecológica, alimentados con harina de larva de *Tenebrio molitor* como principal fuente proteica y comprobar cómo afecta a su índice de conversión.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 128 pollos de crecimiento lento machos *Coloryield* de 1 día de edad (PV: 39,85 ± 0,06 g) se dividieron de forma homogénea en 2 grupos de 64 pollos cada grupo, divididos en 8 repeticiones de 8 aves cada uno. Hasta los 50 días de edad, los grupos fueron alimentados con dietas isoenergéticas e isoproteicas, donde se dividieron las dietas en dos fases, 1^a: 1-30 días y 2^a: 30-50 días. En el grupo Control (C), la principal fuente proteica fue la soja (44% PB) y en el grupo tratamiento (TM), la soja fue sustituida por harina de larva de *Tenebrio molitor* (62% PB). Se pesó a los animales cada semana registrando el consumo de pienso y agua, calculándose el índice de conversión (IC). Se realizó un GLM como tratamiento estadístico para comparar las medias de los factores estudiados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias significativas en el consumo de pienso ($p < 0,0001$), siendo mayor el consumo en el grupo C, que en el grupo TM, desde la 4^a semana hasta la finalización del experimento. Este hecho puede estar relacionado con un mayor rechazo del pienso debido al oscurecimiento de este por la presencia de los insectos, aunque la proporción ideal de insectos en el pienso para evitar rechazos parece variar entre los animales según su la edad (Bamgbose, 1999). En el consumo de agua se encontraron diferencias significativas a lo largo de todo el ensayo ($p < 0,0001$), siendo el grupo C el que más agua consumió. El consumo de agua fue cercano al doble del consumo de pienso en ambos grupos, lo que se encuentra de acuerdo con lo descrito por Obaia (2015). El IC solo se vio afectado en la 2^a y 3^a semanas ($p < 0,0001$), siendo mayor para el grupo TM. Este hecho podría justificarse porque, a pesar de tener un menor consumo, no hubo un incremento de peso en los pollitos del grupo TM. Otros autores han relacionado variaciones en el IC relacionándolo con la menor digestibilidad de los nutrientes de los piensos que llevan insectos. Esto se debe a la presencia de quitina, un componente del exoesqueleto de los insectos que puede reducir la digestibilidad de la proteína (Bovera *et al.*, 2016).

CONCLUSIÓN

El consumo de pienso fue diferente a partir de la 4^a semana, siendo menor para el grupo TM; el consumo de agua fue mayor en el grupo C durante todo el ensayo; mientras que, para el IC, solo se vio afectado en la 2^a y 3^a semana, con mejores resultados para el grupo C en dichas semanas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bamgbose A. Indian J. Anim. Sci. 1999. 69: 1056-8.
- Benzertiha, A., Kierończyk, B., Kołodziejki, P., Pruszyńska-Oszmałek, E., Rawski, M., Józefiak, D., & Józefiak, A. (2020). Poultry Sci. 99: 196–206.
- Bovera, F., Loponte, R., Marono, S., Piccolo, G., Parisi, G., Iaconisi, V., Gasco, L., & Nizza, A. (2016). J. Anim. Sci. 94: 639–647.
- Leiber, F., Gelencsér, T., Stamer, A., Amsler, Z., Wohlfahrt, J., Früh, B., & Maurer, V. 2017. Ren. Agri. Food Sys. 32: 21–27.
- Obaia, A. 2015. J. Soil Sci. Agri. Eng. 6: 903–910.

Agradecimientos: al departamento de Agrarias del I.E.S. Torres Villarroel y a la empresa TEBRIO por su colaboración.

EVALUACIÓN DE UN NUEVO TRATAMIENTO DE CEREAL CON UREA COMO ESTRATEGIA PARA OPTIMIZAR LA FUNCIÓN RUMINAL EN OVINO

Belanche^{1*}, A., Martín-García¹, A.I., Jiménez¹, E., Jonsson², N.N. y Yáñez-Ruiz¹, D.R.

¹Estación Experimental del Zaidín (CSIC), Profesor Albareda 1, 18008, Granada, España. ²Institute of Biodiversity, Animal Health & Comparative Medicine, University of Glasgow, G61 1QH, Reino Unido; a.belanche@csic.es

INTRODUCCIÓN

El correcto racionamiento de rumiantes de alta producción para que satisfagan sus necesidades energéticas y nitrogenadas pero evitando alteraciones digestivas como la acidosis ruminal, supone un reto en la actualidad. Además es necesario buscar fuentes alternativas de energía (e.g. subproductos) y nitrógeno (e.g. urea) que permitan abaratar el coste de la ración. En las últimas décadas se han desarrollado varios tratamientos a base de urea para preservar cereales cosechados con excesiva humedad. Estudios preliminares han demostrado que dichos tratamientos también pueden tener efectos beneficiosos sobre la salud digestiva en terneros (Jonsson *et al.*, 2018) y la productividad de vacas lecheras (Libera *et al.*, 2020). En este ensayo se pretende evaluar el efecto de un nuevo tratamiento de granos de cereal con urea (MaxammonTM, Harbro Ltd, Turriff, Reino Unido) que permite su conversión a amonio con el objetivo de optimizar la función ruminal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 12 ovejas segureñas adultas canuladas en el rumen que fueron asignadas aleatoriamente a dos grupos ($n=6$) y alimentadas con una dieta a base de 60% de cebada tratada con urea (TRT) o con cebada convencional (CTL) y 40 % de heno de avena. Tras una adaptación a la dieta de 15 días se describió la evolución del pH y de la fermentación ruminal a las 0, 2 y 4 h post-ingesta durante 3 días consecutivos. Durante los siguientes 4 días se evaluó la cinética de degradación ruminal *in sacco* tanto de la los cereales tratados con urea como de dos subproductos agro-industriales (pulpa de naranja y ensilado de tomate), así como el proceso de colonización microbiana mediante la cuantificación del ADN microbiano. Posteriormente se analizó durante 5 días el efecto sobre la digestibilidad total aparente y sobre la síntesis de proteína microbiana mediante el uso de jaulas metabólicas y en base a la excreción urinaria de derivados púricos, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las ovejas alimentadas con la dieta TRT presentaron un mayor pH ruminal medio (6,31 vs 6,03) y tendieron a mostrar un menor pico postprandial de amonio y mayor proporción de acetato (+5.1%) que las ovejas alimentadas con la dieta CTL. La dieta TRT tendió a incrementar la materia orgánica insoluble y potencialmente degradable en el rumen (fracción b) para la cebada (+9,1%) y la avena tratada (+22%). Además, el ambiente ruminal generado por la dieta TRT favoreció la colonización y utilización de subproductos agro-industriales por parte de los microorganismos ruminales, propiciando una mayor degradabilidad ruminal de la MS para la pulpa de naranja (+6,3%) y el silo de tomate (+7,0%). Las ovejas alimentadas con la dieta TRT también presentaron una mayor digestibilidad aparente del N (+21,7%) y una mayor excreción urinaria de derivados púricos (+34%), sugiriendo una utilización más eficiente del N dietético y una mayor síntesis de proteína microbiana que las ovejas alimentadas con la dieta CTL.

CONCLUSIÓN

La inclusión de cebada sometida a un nuevo tratamiento con urea en dietas para rumiantes representa una estrategia válida para mantener el pH ruminal en un rango fisiológico y para mejorar la utilización del N por parte de los de los microorganismos ruminales, lo que podría suponer efectos positivos sobre la salud animal y la productividad en sistemas de producción intensiva. Dichas observaciones justifican la necesidad de realizar futuros ensayos en explotaciones comerciales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Libera, K., Szumacher-Strabel, M., Vazirigohar, M., Zieliński, W., Lukow, R., Wysocka, K., Lechniak, D., Varadyova, A., Patra, A. & Cieslak, A. 2020 *Annals Anim Sci* 1, 1-24
- Jonsson, N., Wolff, G. & MacKenzie, D. 2018 *Proceedings 9th Nordic Feed Sci Conference* 163-165

Agradecimientos: Este trabajo fue financiado por la Unión Europea (H2020 MASTER, nº 818368) a través del proyecto N° 818368 y Harbro Ltd.

ADMINISTRACIÓN DE L-CARNITINA DURANTE EL PERIODO DE CEBO EN CORDEROS CON RESTRICCIÓN ALIMENTARIA DURANTE LA LACTANCIA

Martín¹, A., Giráldez¹, F.J., Cremonesi², P., Castiglioni², B., Biscarini², F., Cecilian³, F., Alonso¹, M. y Andrés¹, S.

¹Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-Universidad de León). Finca Marzanas s/n, 24346, Grulleros, León (Spain). ²Institute of Agricultural Biology and Biotechnology (IBBA-CNR), Lodi (Italy). ³Department of Veterinary Medicine. Università degli Studi di Milano, Milano (Italy); sonia.andres@eae.csic.es

INTRODUCCIÓN

Estudios previos de nuestro grupo han demostrado cómo la restricción de alimento en la fase de lactancia de corderos programa a los animales para mostrar una reducción de la eficiencia alimentaria durante el cebo (Santos *et al.*, 2018), fundamentalmente debido a una disfunción mitocondrial y a un aumento del grado de engrasamiento. La administración de L-carnitina en la dieta de estos animales podría ayudar a aliviar, al menos parcialmente, estos efectos, ya que este compuesto activa el transporte de ácidos grasos a las mitocondrias para que sean oxidados. Este estudio se ha planteado para contrastar esta hipótesis y para determinar los efectos de este compuesto sobre la microbiota y la fermentación en el rumen.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se usaron 22 corderos de raza Merina que se separaron de las madres durante 10 horas al día. Antes de reunir a los animales diariamente con sus madres, éstas se ordeñaron para asegurar la restricción alimentaria de los corderos en la primera etapa de vida. Una vez destetados, los corderos se dividieron en dos grupos de 11 corderos cada uno. El grupo control (CTRL) recibió una ración completa granulada ad libitum y el grupo carnitina (CARN) recibió la misma ración a la que se añadieron 6 g de Carniking® (50% L-carnitina, 35 % sílica y 15 % agua, Lonza) por kg. Los animales se pesaron una vez a la semana y se realizó el control de ingestión individual para poder calcular la eficiencia alimentaria (RFI, consumo residual de alimento). Tras 75 días de cebo los animales fueron sacrificados. En el sacrificio se midió el pH ruminal y se recogieron muestras de líquido ruminal para el análisis de ácidos grasos volátiles (AGV) por cromatografía y para la secuenciación de la microbiota.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observaron diferencias en la eficiencia alimentaria de los dos grupos estudiados (RFI = -25,9 vs. 25,9 g/día para CTRL y CARN, respectivamente; P=0,293). Sin embargo, el pH del contenido ruminal fue más bajo en CARN (5,70 vs. 5,18; P=0,023), la concentración de AGV totales aumentó (113 vs. 154 mmol/l; P=0,036) y también la proporción de propionato (18,47 vs. 22,57 mmol/100 mmol AGV; P=0,079), mientras que las de isovalerato (1,50 vs. 0,65 mmol/100 mmol AGV; P=0,045) e isobutirato (1,20 vs. 0,67 mmol/100 mmol AGV; P=0,040) disminuyeron. Estas diferencias pudieron estar ocasionadas por variaciones en la microbiota como consecuencia de la degradación de la carnitina (Ringseis *et al.*, 2018). A este respecto, se pudo observar una disminución de las abundancias relativas de *Fibrobacteraceae*, *Lachnospiraceae*, *Rikenellaceae* y *Spirochaetaceae*, así como un aumento de la familia bacteriana *Succinivibrionaceae*, esta última relacionada positivamente con la producción de ácido propiónico (Iqbal *et al.*, 2018).

CONCLUSIÓN

La administración de 6 g/kg de Carniking por cada kg de ración completa granulada no mejora la eficiencia alimentaria de corderos de cebo que han sufrido una restricción de alimento durante la lactancia, aunque sí provoca cambios en la fermentación y microbiota del rumen.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Santos, A. 2018. *Animal* 12: 1838-1846. • Ringseis, R. 2018. *Arch. Anim. Nutr.* 72: 1-30 • Iqbal, M W. 2018. *Anim. Nutr.* 4: 100-108

Agradecimientos: Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (RTI2018-099329-B-I00, MCIU/AEI/FEDER, EU).

USO DE HARINA DE GRILLO (*Acheta domestica*) COMO NUEVA FUENTE DE PROTEÍNA EN LA ALIMENTACIÓN DEL OVINO

Labbouz, Y., Toral, P.G., Della Badia, A., Mendoza, A.G., Frutos, P. y Hervás, G.
Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-Univ. de León), Finca Marzanas s/n, 24346 Grulleros, León;
g.hervas@csic.es

INTRODUCCIÓN

La cría de insectos despierta cada vez más interés y algunas empresas ya comercializan productos, como por ejemplo harinas ricas en proteína. Una de las posibles salidas de estas harinas de insectos sería la alimentación de rumiantes, como alternativa a la importación de soja a la que se ven sometidos muchos países (Rumpold y Schlüter, 2013; Makkar *et al.*, 2014). Además, ayudaría a reducir la competencia por la proteína entre animales y humanos, pues la inclusión de insectos en la dieta humana genera cierto rechazo, pero su uso en la alimentación animal parece que podría ser fácilmente aceptado por los consumidores (Van Huis *et al.*, 2013).

Por tanto, este trabajo se realizó con el objetivo de investigar la utilización digestiva de una harina de grillo (*Acheta domestica*) como alternativa al uso de torta de soja en el ganado ovino.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se trabajó con 4 ovejas canuladas en el rumen, que se alimentaron con una dieta completa mezclada (TMR, 55:45 F:C) durante 2 periodos consecutivos de 20 días cada uno: Control, en el que la principal fuente de proteína de la dieta fue torta de soja (10% MS) y Acheta, en el que se sustituyó la torta de soja por harina de grillo. Las dietas se diseñaron para ser isoproteicas. Al final de cada periodo, durante 2 días consecutivos, se tomaron muestras del contenido ruminal a las 0, 1,5, 3, 6, 9 y 12 h de la oferta de la dieta para analizar parámetros indicativos de la fermentación ruminal (i. e., pH, amoníaco –por colorimetría– y ácidos grasos volátiles –AGV, por cromatografía de gases–) y durante los 2 siguientes se realizaron incubaciones in situ de harinas de grillo y soja (a 8 y 16 h, para determinar la desaparición de MS y proteína) y de paja (a 24 h; para desaparición de MS y fibra –FND–). Los datos se analizaron mediante un ANOVA con el MIXED del SAS (v9.4). El modelo incluyó el efecto fijo del tratamiento y el aleatorio del animal anidado al tratamiento. En las evoluciones diurnas, la hora de muestreo se incluyó como medida repetida en el tiempo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ninguna de las incubaciones in situ (ni de las harinas, ni de la paja) mostró variaciones debidas a la inclusión en la dieta de harina de grillo ($P>0,10$). Tampoco se observaron diferencias significativas ni en la evolución diaria del pH ruminal, ni en la concentración de amoníaco entre el Control y Acheta. En cambio, la concentración de AGV fue significativamente menor en las ovejas que consumían harina de grillo en lugar de soja (–27,4%; $P<0,001$) lo cual se debió especialmente a una menor concentración ($P<0,01$) de acetato (–29,5%) y butirato (–32,5%), pero también de propionato (–19,3%).

La harina de grillo tiene un contenido de proteína bruta muy similar al de la torta de soja, pero, aunque la información sobre su valor nutritivo para rumiantes es sumamente escasa (Makkar *et al.*, 2014), su utilización parece dar lugar a un ambiente ruminal menos favorable para el metabolismo energético que el conseguido con la soja.

CONCLUSIÓN

Aunque este estudio no muestra diferencias debidas a la sustitución de la torta de soja por harina de grillo en un buen número de indicadores de la función ruminal (pH, concentración de amoníaco, desapariciones de MS, FND y proteína), la concentración de AGV parece verse reducida, por lo que esta estrategia no podría recomendarse en condiciones prácticas. Sería necesario investigar si una sustitución parcial de la torta de soja, no del 100% como se ha estudiado en esta prueba, podría evitar este problema

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Makkar *et al.* 2014. Anim. Feed Sci. Technol., 197:1-33.
- Rumpold y Schlüter. 2013. Innov. Food Sci. Emerg. Technol., 17:1-11.
- Van Huis *et al.* 2013. *Edible insects. Future prospects for food and feed security*. FAO (Italia).

Agradecimientos: Contrato RYC-2015-17230 de P. G. Toral (MINECO y Fondo Social Europeo). Becas del IAMZ-CIHEAM de Y. Labbouz y Y. Boussalia.

DEPRESIÓN DE LA GRASA LÁCTEA EN CABRAS Y OVEJAS. 1) PAPEL DEL RUMEN EN LA RESPUESTA INDIVIDUAL

Della Badia, A., Hervás, G., Mendoza, A.G., Frutos, P. y Toral, P.G.
Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-Univ. de León), Finca Marzanas, 24346 Grulleros, León;
a.dellabadia@csic.es

INTRODUCCIÓN

Durante muchos años, se pensó que solo el vacuno sufría el síndrome de depresión de la grasa láctea (MFD). Aunque los pequeños rumiantes son menos sensibles, con el tiempo se ha ido demostrando que tanto ovejas como cabras pueden desarrollar esta condición cuando sus dietas se suplementan con ciertos lípidos para mejorar la composición de ácidos grasos (AG) de su leche (Dewanckele *et al.*, 2020). Uno de los principales mecanismos responsables del desarrollo de la MFD parece ser la alteración de la función ruminal (Bauman y Griinari, 2001). Además, al menos en vacuno y ovino, se ha observado una amplia variación individual en la intensidad de este síndrome (Frutos *et al.*, 2017). Por lo tanto, este estudio se llevó a cabo para analizar el papel del rumen en las diferencias individuales, en ovino y caprino, en la intensidad de la MFD inducida por el consumo de lípidos marinos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se partió de 25 cabras murciano-granadina y 25 ovejas assaf en lactación. Tras una adaptación de 2 semanas a una dieta mixta completa (F:C 50:50; control), se tomaron, mediante sonda esofágica, muestras de fluido ruminal para analizar el pH y las concentraciones de amoníaco y ácidos grasos volátiles, mediante colorimetría y cromatografía de gases (GC), respectivamente. También se recogió leche, durante 4 días consecutivos, para conocer el contenido de grasa, mediante espectroscopia infrarroja, la partición de AG en preformados o de síntesis de novo, y el contenido de AG impares y ramificados, todos ellos mediante GC. A continuación, la dieta se suplementó con 20 g de aceite de pescado/kg MS para inducir una MFD y, tras 36 días, se repitió la recogida de muestras de fluido ruminal y de leche y sus análisis. Durante todo el proceso, se controló diariamente la ingestión y producción de leche. En función de los cambios en el contenido de grasa láctea, se seleccionaron las 5 cabras y 5 ovejas que mostraron una MFD más marcada en respuesta a la segunda dieta (RESPO+) y las 5 cabras y 5 ovejas cuya respuesta fue más leve (RESPO-). Los análisis se llevaron a cabo únicamente en estos 20 animales. Los resultados se analizaron mediante un ANOVA con el MIXED del SAS (v9.4). El modelo incluyó los efectos fijos de la especie y la rpeuesta (RESPO- vs. RESPO+), así como su interacción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La caída del porcentaje de grasa en las ovejas RESPO- y RESPO+ fue de 2,7 y 24,8%, en tanto que en las cabras fue de 9,7 y 26,1%, respectivamente. No hubo diferencias entre grupos ni en la ingestión ni en la producción de leche ($P>0,10$). El pH resultó ligeramente inferior en RESPO+, tanto en cabras como en ovejas, pero habiéndose tomado la muestra con sonda esofágica, esto debe interpretarse con precaución. Sorprendentemente, la concentración de AGV totales, así como la de acético y propiónico, fue superior en RESPO+ ($P<0,05$). Algunas teorías han especulado con el efecto negativo de la deficiencia de estos AGV, en especial del acético, en la síntesis de AG de novo de la leche (i. e., $<16C$; Urrutia y Harvatine, 2017). Sin embargo, en este caso no es aplicable, porque la caída de la producción molar de estos AG fue 3 veces más alta en RESPO+ que en RESPO- ($P<0,05$), de forma similar en ambas especies. En cambio, la producción de preformados (i. e., $>16C$) mostró una tendencia a la interacción ($P<0,10$) con descensos medios del 30% en las cabras y en las ovejas RESPO+ y un aumento del 2,3% en las ovejas RESPO-. No se detectaron diferencias en los impares y ramificados, a pesar de su origen también ruminal (Fievez *et al.*, 2012).

CONCLUSIÓN

Aunque las diferencias y similitudes entre cabras y ovejas podrían contribuir a esclarecer la MFD, los parámetros analizados no parecen explicar en suficiente medida la distinta intensidad observada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bauman y Griinari. 2001. Liv. Prod. Sci 70: 15-29.
- Dewanckele *et al.* 2020. J. Dairy Sci. 103: 7655-7681.
- Fievez *et al.* 2012. Anim. Feed Sci. Technol. 172: 51-65.
- Frutos *et al.* 2017. J. Dairy Sci. 100: 9611-9622.
- Urrutia y Harvatine. 2017. J. Nutr. 147: 763-769.

Agradecimientos: Proyecto AGL2017-87812-R (MINECO/AEI/FEDER, UE). Contratos PRE2018-086174 de A. Della Badia (MCIU/AEI/FSE, UE) y RYC-2015-17230 de P.G. Toral (MINECO/FSE, UE).

DEPRESIÓN DE LA GRASA LÁCTEA EN CABRAS Y OVEJAS. 2) PAPEL DE LOS ÁCIDOS GRASOS ANTILIPOGÉNICOS EN LA RESPUESTA INDIVIDUAL

Della Badia¹, A., Toral¹, P.G., Hervás¹, G., Mendoza¹, A.G., Plante-Dubé^{1,2}, M., Barrio¹, E y Frutos¹, P.

¹Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-Univ. de León), Finca Marzanas, 24346 Grulleros, León

²Département des Sciences Animales, Université Laval, Quebec, Canadá; a.dellabadia@csic.es

INTRODUCCIÓN

La suplementación de la dieta de cabras y ovejas con lípidos de origen marino permite una mejora relevante del perfil de ácidos grasos (AG) de su leche, con un elevado incremento de los potencialmente saludables para los consumidores (Shingfield *et al.*, 2010; Toral *et al.*, 2015). Sin embargo, causa el síndrome de depresión de la grasa láctea (MFD). Este síndrome no se presenta con la misma intensidad en todos los animales, siendo algunos más sensibles y otros más resistentes, tanto en el ovino como en el caprino (Toral *et al.*, 2015; Frutos *et al.*, 2017). Por otra parte, la MFD, multifactorial y compleja, se ha relacionado con la presencia en la leche de ciertos metabolitos de la biohidrogenación ruminal con carácter antilipogénico (Dewanckele *et al.*, 2020). Por tanto, este estudio se llevó a cabo en ovejas y cabras para investigar si el contenido de AG antilipogénicos en la leche permite explicar la diferente respuesta individual en la intensidad de la MFD.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se partió de 25 cabras murciano-granadina y 25 ovejas assaf. Tras una adaptación de 2 semanas a una dieta control (F:C 50:50), se tomaron muestras de leche, durante 4 días consecutivos, para conocer el contenido de grasa, mediante espectrometría de infrarrojos, y para el análisis, mediante GC, de los siguientes AG antilipogénicos: *cis*-9 16:1, *trans*-10 18:1, *cis*-11 18:1, *trans*-10 *cis*-15 18:2, *trans*-9 *cis*-11 18:2, *trans*-10 *cis*-12 18:2 y 10-*oxo*-18:0. A continuación, la dieta se suplementó con 20 g de aceite de pescado/kg MS para inducir una MFD y, tras 36 días, se repitió la recogida de muestras de leche y sus análisis. Durante todo el proceso, se controló diariamente la producción de leche. En función de los cambios en el contenido de grasa láctea, se seleccionaron las 5 cabras y 5 ovejas que mostraron una MFD más marcada en respuesta a la dieta suplementada (RESPO+; caída del contenido de grasa del 26 y 25%, respectivamente) y las 5 cabras y 5 ovejas cuya respuesta fue más leve (RESPO-; caída de grasa del 9,7 y 2,7%, respectivamente). Los análisis de AG se llevaron a cabo únicamente en estos 20 animales. Los resultados se analizaron mediante un ANOVA con el MIXED del SAS (v9.4). El modelo incluyó los efectos fijos de la especie y la respuesta (RESPO- vs. RESPO+), así como su interacción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los AG estudiados aumentaron con la dieta suplementada, pero en ningún caso se detectó una interacción especie × respuesta, ya que tanto las cabras como las ovejas respondieron en el mismo sentido. Los animales que experimentaron un síndrome más acusado (RESPO+) mostraron un mayor incremento del *cis*-9 16:1, un AG presente en el aceite de pescado, del que se investiga su implicación en la MFD (Dewanckele *et al.*, 2020). También el incremento del *trans*-10 18:1, sobre cuyo papel aún existe cierta controversia (Shingfield *et al.*, 2010; Dewanckele *et al.*, 2020), fue mucho mayor en las cabras y ovejas más sensibles (130% en RESPO- vs. 260% en RESPO+; P<0,10). Aunque algo parecido se observó en el *trans*-10 *cis*-15 18:2 (P<0,05), este AG coeluye, como componente minoritario, con el *trans*-11 *cis*-15 18:2 y, por tanto, no pueden extraerse conclusiones al respecto. Ninguno de los otros AG, ni siquiera el *trans*-10 *cis*-12 18:2, con un demostrado carácter antilipogénico (Shingfield *et al.*, 2010), difirió entre tratamientos.

CONCLUSIÓN

Algunos AG antilipogénicos presentes en la leche (p. ej., el *cis*-9 16:1 o el *trans*-10 18:1) muestran una clara relación, tanto en cabras como en ovejas, con la diferente intensidad de la MFD. Su implicación se vería reforzada por la coincidencia de la respuesta en ambas especies.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dewanckele *et al.* 2020. J. Dairy Sci. 103: 7655-7681.
- Frutos *et al.* 2017. J. Dairy Sci. 100: 9611-9622.
- Shingfield *et al.* 2010. Animal 4: 1140-1166.
- Toral *et al.* 2015. J. Dairy Sci. 98: 7277-7297.

Agradecimientos: Proyecto AGL2017-87812-R (MINECO/AEI/FEDER, UE). Contratos PRE2018-086174 de A Della Badia (MCIU/AEI/FSE, UE) y RYC-2015-17230 de P.G. Toral (MINECO/FSE, UE).

MICROBIOMA DE LAS CÉLULAS MONONUCLEARES DE SANGRE PERIFÉRICA EN CABRAS

Peña-Cearra^{1,2}, A., Belanche³, A., Gonzalez-Lopez¹, M., Lavin¹, J.L., Pascual-Itoiz¹, M.A. Jiménez³, E., Rodríguez¹, H. Aransay^{1,4}, A.M., Anguita^{1,5}, J., Yáñez-Ruiz³, D.R. y Abecia^{1,2}, L.

¹CIC bioGUNE, Derio, 48160. ²Universidad del País Vasco, Leioa, 48940. ³Estación Experimental del Zaidín, Granada, 18008; ⁴CIBERehd. ⁵Ikerbasque, Basque Foundation for Science; leticia.abecia@ehu.eus

INTRODUCCIÓN

La información sobre el microbioma circulante sanguíneo y su relevancia funcional en individuos sanos es limitada tanto en humanos como en animales. Con el objetivo de mejorar este conocimiento, se realizó la evaluación del microbioma circulante a partir de células mononucleares de sangre periférica (PBMC) de cabras sanas que durante los primeros meses de vida fueron suplementadas o no con líquido ruminal de animales adultos para valorar si los cambios en la microbiota intestinal pueden modificar el microbioma circulante.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 16 cabritos machos criados con lactoreemplazante distribuidos en dos tratamientos (n=8). Un grupo fue inoculado diariamente con 5 mL de líquido ruminal de cuatro cabras adultas hasta los 2,5 meses de edad, mientras que el otro no recibió inóculo. Los animales se destetaron a las 7 semanas y permanecieron separados en los grupos hasta los seis meses. En ese momento, se tomaron muestras de sangre de la vena yugular. El aislamiento de los PBMC se realizó por medio de un gradiente de densidad utilizando ficol. La extracción de ADN siguiendo el protocolo del reactivo trizol, se realizó bajo estrictas condiciones de esterilidad para evitar la contaminación de las muestras. En paralelo se llevó una muestra control de todo el proceso. Todas estas muestras fueron amplificadas con cebadores de alta sensibilidad y especificidad. La secuenciación de las regiones V3 y V4 del gen *16S* ARNr se realizó en un equipo MiSeq (Illumina Inc.). Tras el sacrificio, se tomaron muestras tanto del contenido digestivo como del tejido epitelial del colon.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mayor parte del ADN bacteriano detectado en los PBMC correspondió a Proteobacteria (55%) seguido de Firmicutes (24%), Bacteroidetes (11%) y Actinobacteria (8%). Los géneros predominantes fueron *Pseudomonas*, *Prevotella*, *Sphingomonas*, *Acinetobacter*, *Corynebacterium* y *Ruminococcus*. Otros géneros como *Butyrivibrio*, *Bifidobacterium*, *Dorea* y *Coprococcus* se encontraron en menores proporciones. Asimismo, se identificaron varias especies conocidas como patógenos de la sangre u otras involucradas en la homeostasis intestinal como *Faecalibacterium prausnitzii*. Nuestros resultados coinciden con diferentes estudios donde se ha caracterizado el microbioma sanguíneo en donantes sanos, representando Proteobacteria el 80% (Whittle *et al.*, 2018). Sin embargo, la composición del microbioma asociado a los PBMC fue diferente del perfil encontrado en el colon, siendo Firmicutes el filo predominante, al igual que del rumen, donde Bacteroidetes fue el más abundante (Palma-Hidalgo *et al.*, 2021). La administración de líquido ruminal en las primeras etapas de la vida modificó la estructura de la comunidad bacteriana presente en el colon y aumentó la expresión del *Tlr5* en el tejido epitelial indicando una mayor translocación bacteriana. Sin embargo, menos del 8% de las OTUs encontradas se detectaron también en el microbioma asociado a los PBMC. Por lo tanto, otros compartimentos digestivos, órganos o tejidos, como la piel, la cavidad oral, nasal, tracto reproductor o la mucosa pulmonar, probablemente puedan contribuir significativamente al microbioma de los PBMC.

CONCLUSIÓN

Los datos sugieren que el microbioma de los PBMC es diverso y no se ve sustancialmente afectado por la composición microbiana del colon. Aunque se requieren otros estudios con un mayor número de animales y que cubran otros tejidos, los resultados apuntan hacia un perfil bacteriano circulante común en los mamíferos, siendo el filo Proteobacteria el más abundante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Palma-Hidalgo *et al.* 2021. *Animal Microbiome* 3:11 • Whittle, E., *et al.* 2018. *Front Microbiol.* 9:3266.

Agradecimientos: Financiado por los proyectos AGL2017-86757 y AGL2017-86938-R.

EFFECTO DE LA PRESENCIA DE CABRAS ADULTAS ACOMPAÑANTES SOBRE LA MICROBIOTA DE CABRITOS EN LACTANCIA ARTIFICIAL

Palma-Hidalgo, J.M., Yáñez-Ruiz, D.R., Jiménez, E., Martín-García, A.I. y Belanche, A.
Estación Experimental del Zaidín, CSIC. C/ Profesor Albareda 1, 18008, Granada, España;
juanm.palma@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

En sistemas de producción lechera intensiva, los rumiantes recién nacidos suelen ser separados de sus madres al nacimiento y criados con lactancia artificial. La ausencia de contacto con rumiantes adultos puede comprometer la colonización microbiana del tracto gastrointestinal en cabritos, y más concretamente del rumen (Abecia *et al.* 2014), lo que a su vez podría dificultar una óptima transición a una dieta sólida tras el destete (Belanche *et al.*, 2020). Con la intención de evitar este hándicap, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la mera presencia de cabras adultas que actúan como acompañantes sobre la microbiota ruminal de cabritos al destete. La hipótesis fue que las cabras adultas podrían transmitir parte de su microbiota ruminal por contacto directo con los cabritos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon 32 cabritos recién nacidos de la raza Murciano-Granadina, los cuales fueron separados de sus madres dentro de las 12 horas posteriores al parto. Los cabritos se encalostraron y distribuyeron aleatoriamente en 2 grupos experimentales con similar peso medio. Uno de los grupos (CTL) se mantuvo aislado del contacto con rumiantes adultos, mientras que el segundo grupo (CMP) estuvo en contacto continuo con dos cabras adultas. Ambos grupos recibieron *ad libitum* leche artificial y pienso de arranque desde el nacimiento y heno de avena a partir de la semana 2, y se destetaron a las 7 semanas de vida. Se tomaron muestras de contenido ruminal mediante sondaje oro-gástrico a las 5, 7 y 9 semanas para describir la fermentación ruminal, el recuento óptico de protozoos y para la extracción de ADN para medir la abundancia de bacterias, arqueas, protozoos y hongos por PCR cuantitativa (qPCR). Las muestras de las 7 semanas se secuenciaron con *primers* específicos para procariotas (bacterias y arqueas). A partir de la tabla de OTUs obtenida, se calculó la diversidad alfa, la abundancia relativa de los distintos taxones y se evaluó la composición microbiana mediante análisis PERMANOVA y Análisis de Coordinadas Principales (PCoA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cabritos que co-habitaban con cabras adultas presentaron en su rumen un elevado número de protozoos, los cuales estaban totalmente ausentes en el grupo CTL. La diferencia en la presencia de protozoos fue igualmente constatada mediante qPCR por una mayor abundancia relativa de estos microbios en cabritos CMP ($P < 0,001$), los cuales también presentaron una mayor abundancia de arqueas ($P = 0,003$). La abundancia de bacterias ruminales fue similar en ambos grupos pero no así su diversidad, ya que a las 7 semanas se observaron hasta un 61% más OTUs en el grupo CMP con respecto a CTL, dando lugar a una mayor alfa-diversidad ($P < 0,001$ en ambos parámetros). Se observaron diferencias significativas entre ambos grupos en la abundancia relativa de varios taxones microbianos, lo que originó una estructura de la comunidad ruminal significativamente distinta entre ambos tratamientos ($P = 0,002$). En este sentido, se constató que el número de OTUs compartidos entre CMP y los animales adultos fue más de 4 veces mayor con respecto a los compartidos entre CTL y los adultos. Estos resultados sugieren que la presencia de animales adultos con cabritos recién nacidos pudo favorecer la colonización microbiana del rumen, lo que ocasionó una mayor biodiversidad ruminal en cabritos CMP. Esto, junto con la presencia de protozoos en estos cabritos, podría indicar un mayor desarrollo microbiológico del rumen (Palma-Hidalgo *et al.*, 2020), que a su vez podría ir acompañado de mejoras en parámetros productivos (De Paula-Vieira *et al.*, 2012).

CONCLUSIÓN

La presencia de cabras adultas acompañantes favorece la colonización microbiana ruminal, la presencia de protozoos y una mayor diversidad bacteriana en cabritos bajo lactancia artificial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abecia *et al.* 2014 Anim Prod Sci 54:1449–54
- Belanche *et al.* 2020 J Dairy Sci 103:5047–60
- De Paula Vieira *et al.* 2012 J Dairy Sci 95:3218–3224
- Palma-Hidalgo *et al.*, 2021 Anim Microbiome 3:11

Agradecimientos: financiado por el proyecto AGL2017 86938-R y el contrato FPU16/01981.

SEMILLA DE AGUACATE COMO ALTERNATIVA AL EMPLEO DE CEREALES EN LA DIETA DE RUMIANTES

Martín-García, A.I., Belanche, A., Romero, P., Bas-Rivas, A., Jiménez, E.,
Palma-Hidalgo, J.M. y Yáñez-Ruiz, D.R.

Estación Experimental del Zaidín (CSIC), Profesor Albareda 1, 18008, Granada, España;
ignacio.m@csic.es

INTRODUCCIÓN

El empleo de subproductos agroindustriales en la alimentación es una de las estrategias más prometedoras para contribuir a la necesaria sostenibilidad ambiental y económica en el desarrollo de la ganadería de rumiantes. En el mundo se producen anualmente casi 6 millones de toneladas de aguacate y la industria de sus transformados tiene cada vez mayor penetración en la sociedad. Resultados aún no publicados de nuestro grupo pusieron de manifiesto que la semilla es el subproducto de la industria del aguacate que promueve mejores parámetros de fermentación ruminal. Una de las características nutricionalmente singulares de este producto es su alto contenido en almidón (60-75% MS, Silva *et al.*, 2017). El objetivo de este estudio fue determinar el impacto sobre la fermentación ruminal *in vitro* de la sustitución parcial del alimento concentrado, de una dieta formulada para rumiantes en producción lechera intensiva, por distintas proporciones de hueso de aguacate sobrante de la industria de obtención de transformados del aguacate, especialmente guacamole.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se empleó un sistema *in vitro* de cultivo no renovado de microorganismos ruminales (Theodorou *et al.*, 1994). La incubación se realizó en botellas Wheaton (120 ml de capacidad total) a las que se les añadió 500 mg MS de dieta experimental y se mantuvieron a 40°C durante 72 horas. Como donantes de inóculo ruminal, para sendas réplicas, se utilizaron 6 cabras murciano-granadina adultas, canuladas en el rumen y alimentadas con una dieta constituida por un 60% de heno de avena (HA) y un 40 % de concentrado comercial de producción (CC). La proporción líquido ruminal filtrado:solución tamponadora fue de 1:3. Las dietas experimentales incubadas estaban basadas en una mezcla 1:4 de HA y CC en las que una fracción (0; 12,5; 25; 37,5 y 50 %) de CC fue sustituido por semilla de aguacate (SA). Se emplearon dos tipos de SA en función del tipo de secado al que se había sometido industrialmente: mediante tromel, o túnel rotativo de deshidratación a alta temperatura (SAT), o bien mediante estufa de ventilación forzada a 70 °C (SA70). Se realizaron los análisis necesarios para conocer la composición en nutrientes de SAT y SA70. Para estudiar la cinética de fermentación, se midió el volumen del gas producido a las 2, 4, 6, 8, 12, 24, 48 y 72 horas. A las 24 horas se tomaron muestras tanto del gas producido, en las que se analizó la proporción de CH₄, como de la fracción líquida, donde se determinó el pH y la concentración de ácidos grasos volátiles, amonio y lactato. Las técnicas analíticas empleadas se encuentran detalladas en Arco *et al.* (2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observó efecto significativo ($P>0,322$), sobre ninguno de los parámetros de estudio antes descritos, del empleo de las diferentes proporciones de SAT o SA70 para sustituir el concentrado comercial. Tampoco se observó diferencia significativa alguna en función del método de secado empleado. De su composición nutritiva destacar, además del alto contenido en almidón antes citado, un 91,2% MS, 97,0% MO, 5,00% PB, 2,94% grasa y 24,4 y 4,08% en hemicelulosa y celulosa, respectivamente.

CONCLUSIÓN

La semilla de aguacate presenta un interesante potencial como ingrediente de raciones para rumiantes en sustitución de cereales y convendría hacer pruebas para estudiar los posibles efectos que tendría su uso *in vivo* sobre la utilización de nutrientes de la dieta, la cinética de fermentación ruminal, e incluso sobre parámetros productivos e indicadores del estado de la salud animal, tanto a corto como largo plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arco *et al.* 2017 Anim Feed Sci Technol 232, 57-70
- Silva *et al.* 2017. Int J Food Propert 20, 279-289
- Theodorou *et al.* 1994. Anim Feed Sci Technol 48, 185-197.

Agradecimientos: Trabajo financiado por el proyecto AGUACAVALUE (www.aguacavalue.com).

LA INCLUSIÓN DE PULPA DE CÍTRICOS EN SUSTITUCIÓN DE MAÍZ EN LA DIETA DE FERMENTADORES RUSITEC MODIFICÓ LAS COMUNIDADES BACTERIANAS

Saro^{1*}, C., Mateos¹, I., Carro², M.D. y Ranilla¹, M.J.

¹ Departamento de Producción Animal. Universidad de León. Campus Vegazana, s/n, 24071 León. IGM (CSIC-Universidad de León). Finca Marzanas, 24346 Grulleros, León

² Departamento de Producción Agraria, ETSIAAB, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid;

*cristina.saro@unileon.es

INTRODUCCIÓN

La pulpa de cítricos es el principal subproducto de las industrias de producción de zumo y se puede usar como sustituto de los cereales en la alimentación de rumiantes por su concentración energética y elevada digestibilidad (Heuzé *et al.*, 2017). Además, la pulpa de cítricos puede contener productos bioactivos con cierta actividad moduladora de las poblaciones microbianas (Joch *et al.*, 2016). El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de la sustitución en la dieta de maíz por pulpa de cítricos en las comunidades bacterianas ruminales en fermentadores Rusitec.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se usaron 4 fermentadores Rusitec que recibieron dos dietas diferentes en dos periodos de 14 días (diseño cruzado). La dieta control (CON) contaba con un 50% de forraje y un 50% de concentrado con alta proporción de cereales. En la dieta con pulpa de cítricos (CIT) se sustituyó el maíz (20%) del concentrado por pulpa de cítricos. Las dietas fueron formuladas para ser isoproteicas y con un contenido similar de fibra neutro detergente. En los días 13 y 14 de cada periodo se tomaron muestras de la digesta sólida y líquida de los fermentadores para la posterior extracción de ADN y análisis de las poblaciones bacterianas mediante secuenciación masiva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar los datos de diversidad alfa (índice de Shannon), se observó que la diversidad de las poblaciones bacterianas fue mayor en los fermentadores a los que se administró CIT que aquellos a los que se administró la dieta CON ($P < 0,001$). En cuanto a la diversidad beta, al construir el gráfico representado el análisis de coordenadas principales utilizando la distancia Bray-Curtis, el eje vertical separó las muestras de la dieta CIT de las muestras de la dieta CON sugiriendo un efecto en la estructura de la comunidad bacteriana de la dieta incubada en los fermentadores. Cuando se analizó la abundancia relativa de los diferentes filos bacterianos, hubo diferencias significativas en 6 de los 15 filos detectados. La abundancia relativa de Bacteroidota, Patescibacteria, Cyanobacteria, Planctomycetota y Elusimicrobiota fue mayor en los fermentadores con dieta CIT mientras que la de Actinobacteria fue mayor en los fermentadores con la dieta CON. En cuanto a la diversidad de las diferentes familias bacterianas, se observaron diferencias en 38 de las 69 detectadas, siendo 32 de ellas más abundantes en los fermentadores alimentados con la dieta CIT. La familia Ruminococcaceae fue más abundante en fermentadores CIT, concordando con los resultados de Zhao *et al.* (2015) que observaron un aumento de dos especies de *Ruminococcus* al incluir pulpa de cítricos en sustitución de almidón en fermentadores Rusitec, achacando este aumento al mayor aporte de fibra digestible de la pulpa de cítricos. Sin embargo, no hubo diferencias en otros grupos de bacterias fibrolíticas como Fibrobacteriaceae o Lachnospiraceae. Las diferencias observadas en este estudio podrían ser debidas a la diferente composición química del maíz y la pulpa o a la inclusión en la misma de compuestos bioactivos presentes en los cítricos.

CONCLUSIÓN

La inclusión de pulpa de cítricos en sustitución del maíz en la dieta de fermentadores Rusitec influyó en la diversidad de las poblaciones bacterianas, favoreciendo el desarrollo de ciertas poblaciones de bacterias fibrolíticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Heuzé, V. *et al.* 2017. Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. www.feedipedia.org/node/679.
- Joch, M. *et al.* 2016. Asian Australas. J. Anim. Sci. 29: 952-959.
- Zhao, X.H. *et al.* 2015. Ital. J. Anim. Sci. 14: 220-225.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto AGL2016-75322-C2-2-R.

BIODISPONIBILIDAD DE VITAMINAS HIDROSOLUBLES Y LIPOSOLUBLES DURANTE LA SUPLEMENTACIÓN CON ADSORBENTES DE MICOTOXINAS EN VACAS LECHERAS

Kihal¹, A., Marquès¹, C., Rodríguez-Prado¹, M., Jose-Cunilleras², E. y Calsamiglia¹, S.

¹Servei de Nutrició i Benestar Animal; ²Dept. Medicina i Cirurgia Animal; Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Spain; Sergio.Calsamiglia@uab.cat

INTRODUCCIÓN

El consumo de alimentos contaminados con micotoxinas resulta en pérdidas de producción que tienen un impacto económico importante en la producción ganadera. Los adsorbentes de micotoxinas (AMT) han demostrado ser eficaces en la protección del ganado frente a micotoxicosis mediante el secuestro de las micotoxinas en su matriz. Sin embargo, el mecanismo de acción es inespecífico y también puede secuestrar otros nutrientes (Kihal *et al.*, 2020). El objetivo de este estudio fue evaluar la biodisponibilidad de vitaminas hidro y lipo-solubles en el vacuno lechero cuando las dietas fueron suplementadas con adsorbentes de micotoxinas, mediante el método del área bajo la curva (AUC).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron seis vacas lactantes multiparas canuladas (32 kg de leche/d y 175 días en leche) alimentadas con una dieta 48:52 forraje:concentrado, asignadas al azar en un diseño crossover 2*2. Cada período consistió en 7-d de adaptación a la dieta seguidos de 7-d de muestreo y 2-d de descanso entre periodos. La dosis del AMT (1,2 g/kg DM) se calculó según las recomendaciones de Diaz *et al.* (2002). Las dosis de vitaminas (liposolubles: A, D y E; e hidrosolubles: B1 y B6) se calcularon para exceder 8 veces las recomendaciones del NRC (2001) y generar curvas de cinética plasmática medibles. En todos los casos se mantuvo una ratio de AMT:Vitaminas similar a las estimadas *in vivo*. El AMT se mezcló con la dieta, mientras que las vitaminas se disolvieron en etanol el mismo día de la suplementación y se administraron directamente en el abomaso por infusión a través de la cánula ruminal. Se recogieron muestras de sangre de la vena yugular a las 0, 1, 2, 3, 4, 6, 9, 12, 24, 48 h después de la administración de cada vitamina. Los resultados se ajustaron a curvas teóricas y se determinó la concentración basal a tiempo 0 h (C_{basal}), la concentración máxima (C_{max}), el tiempo en alcanzar la C_{max} (T_{max}), y el AUC en el tiempo para cada vitamina. Los resultados se analizaron con el PROC MIXED de SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC) y las diferencias entre tratamientos se declararon significativas cuando P<0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observaron diferencias en la C_{basal}, T_{max}, C_{max} entre las vitaminas liposolubles en vacas control y suplementadas con AMT. La vitamina A alcanzó el T_{max} a las 5 h con una C_{max} 1,15 veces superior a la C_{basal}. Las concentraciones plasmáticas de vitaminas D y E fueron constantes en el tiempo y no se identificaron picos de concentración. Tampoco hubo diferencias en la C_{basal}, T_{max}, C_{max} y AUC entre las vitaminas B1 y B6 para las dietas control y suplementadas con AMT. El ajuste de la curva teórica de la vitamina B6 indicó que el T_{max} se alcanzó a las 5 h con una C_{max} 1,31 veces superior a la C_{basal}. La concentración plasmática de vitamina B1 fue constante y no se detectó ningún pico. A pesar que diversos estudios *in vitro* han demostrado la capacidad de numerosos adsorbentes de micotoxinas de secuestrar vitaminas (Kihal *et al.*, 2019; Kihal *et al.*, 2020), los resultados de este estudio no muestran evidencias de que dichos secuestrantes afecten a la biodisponibilidad de las vitaminas *in vivo*.

CONCLUSIÓN

La suplementación con AMT en la dieta no afectó a los parámetros cinéticos de la concentración plasmática de vitaminas lipo e hidrosolubles (C_{basal}, C_{max}, T_{max} y AUC), lo cual indica que no hay evidencia del secuestro *in vivo* ni la reducción de la biodisponibilidad de dichas vitaminas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kihal, A., Rodríguez-Prado, M., Godoy, C., Cristofol, C., Calsamiglia, S. 2020. J. Dairy Sci. 103:3125-3132.
- Kihal, A., Rodríguez-Prado, M., Calsamiglia, S. 2019. Abstract AIDA-ITEA 2019.

COMPARACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO DE HENOS Y ENSILADOS DE CEBADA CAPUCHONA (CV. MOCHONA) Y TRITICALE (CV. TITANIA) EN GANADO OVINO

Guamán, S.A., Albanell, E., Ajenjo, O., Casals, R., Elhadi, A., Salama, A.A.K. y Caja, G.
Grupo de Investigación en Rumiantes (G2R), Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra,
España; santiagoalexander.guaman@e-campus.uab.cat

INTRODUCCIÓN

Las cebadas capuchonas o sin aristas presentan una mutación que produce la sobreexpresión del gen *K* lo que da origen a una flor extra estéril en lugar de aristas en las espigas. Las variedades capuchonas podrían ser más apetecibles y nutritivas que las convencionales u otros cereales de invierno. Con este objetivo se compararon henos y ensilados de una cebada capuchona (cv. Mochona) con una variedad comercial de triticale (cv. Titania), cultivados en años diferentes.

MATERIAL Y MÉTODOS

En noviembre de 2 años consecutivos (2016 y 2017), se sembraron 0,75 ha de cebada cv. Mochona y 0,75 ha de triticale cv. Titania (Semillas Batlle, Bell-lloc, Lleida) en los campos del Servicio de Granjas y Campos Experimentales de la UAB (Bellaterra, Barcelona). En mayo, se les dio un único corte y se procesaron para heno (baja presión; 1 x 0,5 x 0,4 m) y ensilado (contenedores de plástico con drenaje; 1,1 x 0,9 x 1 m). En el año 2 se añadió aditivo (Alter-Entorn, Benisanet, Barcelona) al ensilado. La digestibilidad se determinó con 20 ovejas secas ($80,3 \pm 3,4$ kg PV) alojadas en jaulas metabólicas, repartidas en 2 grupos equilibrados por tratamiento (cebada y triticale), en los que se compararon secuencialmente los henos y ensilados *ad libitum* (115%). Cada tratamiento constó de periodos de adaptación (15 d), medición y muestreo (5 d; consumo y heces) y otro final de transición (7 d). La composición química (AOAC, 2000) se analizó por duplicado. El valor nutritivo, ingestión y digestibilidad se calcularon según Demarquilly *et al.* (1995) e INRA (2018). Los datos fueron analizados utilizando PROC MIXED para medidas repetidas (SAS, v.9.4).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Debido a las condiciones meteorológicas, se produjeron importantes diferencias en la composición química de ambos forrajes entre cosechas ($P < 0,006$ a $P < 0,001$), excepto en FAD ($P = 0,20$) de los henos. La especie condicionó la composición química de ambos forrajes ($P < 0,001$), excepto en PB (henos: 7,5-12,8%, $P = 0,50$; ensilados: 8,8-12,5%, $P = 0,25$) y en la FAD de los henos (39,7 a 40,0%, $P = 0,12$), que fueron semejantes en cebada y triticale. De forma general, la cebada fue más rica en cenizas y fibras que el triticale ($P < 0,001$), aunque los ensilados presentaron menores contenidos en fibras que los henos. La adición de aditivo al ensilado del año 2 mejoró su conservación (pH año 1 vs 2: 3,90 vs 3,65; $P = 0,001$). La ingestión de los forrajes (31 ± 3 g MS/kg PV^{0,75}) fue semejante entre años ($P = 0,10$ a $P = 0,69$), especies ($P = 0,10$ a $P = 0,89$) y métodos de conservación, excepto para FND que fue mayor en los henos de triticale ($P = 0,008$). En consecuencia, se obtuvo un elevado valor medio de llenado para ambos forrajes como henos y ensilados (UEm = $2,83 \pm 0,22$), superior a lo indicado en las tablas del INRA (2018). Aunque los valores de digestibilidad variaron entre años ($P < 0,05$ a $P < 0,001$), ambas especies mostraron valores similares de digestibilidad de MS ($P = 0,40$) y FND ($P = 0,24$). Sin embargo, la digestibilidad de MO ($P < 0,05$) y PB ($P < 0,01$) fue mayor en triticale que en cebada. En general, la cebada capuchona, tanto en heno como ensilado, mostró valores nutritivos ligeramente superiores a la cebada convencional, de acuerdo con las tablas del INRA (2018).

CONCLUSIÓN

Se observaron diferencias claras en la composición química de los forrajes entre años, pero no entre especies. Sin embargo, aunque ingestión y digestibilidad fueron similares entre años, los valores obtenidos en triticale fueron ligeramente superiores a los de cebada. En la práctica, se recomiendan cortes tempranos con el fin de mejorar el valor nutritivo de ambos forrajes estudiados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC International. 2000. 17th ed. Gaithersburg, MD, USA
- Demarquilly, C., 1995. Pertes fécales et digestibilité des aliments. INRA ed., Paris. p. 601-648
- INRA. 2018. Alimentation des ruminants, Éditions Quæ, Paris, 728 pp.

Agradecimientos: Trabajo financiado por MINECO/FEDER (AGL2015-69435-C3-3-R) y Beca de formación del Gobierno de Ecuador (SENESCYT) a S. Guamán.

ESTUDIO *IN VITRO* DEL TRATAMIENTO COMBINADO CON ALGA *ASPARAGOPSIS TAXIFORMIS* Y COMPUESTOS FENÓLICOS PARA MITIGAR LA PRODUCCIÓN DE METANO Y MEJORAR LA EFICIENCIA DE LA FERMENTACIÓN RUMINAL

Romero*, P., Belanche, A., Jiménez E., Palma-Hidalgo, J.M., Martín-García A.I. y Yáñez-Ruiz D.R.
Estación Experimental del Zaidín (CSIC), C/ Profesor Albareda 1, 18008 - Granada;
*pedro.romero@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

El metano (CH₄), como uno de los productos de la fermentación ruminal, supone un 28% del total de las emisiones antropogénicas de este gas de efecto invernadero (EPA, 2018) y una pérdida del 2-12% de energía bruta ingerida (Johnson y Johnson, 1995). Cuando una estrategia de mitigación consigue una reducción de la producción de CH₄ en el rumen, la gran mayoría del H₂ que se genera en exceso se emite por vía gaseosa y en su mayoría no se emplea para sintetizar otros compuestos utilizables por el animal (Janssen, 2010), por lo que no aporta ningún beneficio productivo para el mismo. El presente trabajo tiene como objetivo identificar compuestos fenólicos que añadidos a la dieta sean degradados a metabolitos que puedan ser empleados por el animal y que en su conversión empleen parte del H₂ producido en un escenario de inhibición de la metanogénesis ruminal por la acción de un alga roja.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon sistemas de cultivo ruminales semicontinuos en botellas Wheaton tratadas con el alga roja *Asparagopsis taxiformis* (3% de la MS de la dieta), como inhibidor de la metanogénesis, y 8 compuestos fenólicos (fenol, catecol, resorcinol, hidroquinona, floroglucinol, pirogalol, ácido gálico y ácido fórmico) en concentración 6 mM como sumideros alternativos de H₂. Se incubó líquido ruminal de 4 cabras Murciano-Granadina durante 5 días, con renovación de buffer y dieta cada 24h (un tercio del volumen del cultivo era inoculado en un nuevo medio) para adaptar la microbiota a la presencia de los compuestos fenólicos. A las 6 h y 24 h del último pase se midió la presión de gas acumulado y se recogió una alícuota de éste para determinar la concentración en CH₄ e H₂ por cromatografía de gases. A las 24 h se muestreó el líquido de incubación para describir el patrón de fermentación (ácidos grasos volátiles, lactato y N-NH₃) (Belanche *et al.*, 2019).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los compuestos fenólicos estudiados, pirogalol y floroglucinol mostraron el mayor impacto sobre la reducción de la metanogénesis (99%). El pirogalol, que puede ser degradado a floroglucinol por *Eubacterium oxidoreducens* mediante una reacción isomerasa (Armstrong y Patel, 1994), demostró un potencial como sumidero alternativo de H₂ al disminuir significativamente la producción de H₂ y la relación molar entre H₂ liberado y CH₄ reducido. Sin embargo, no fueron observados efectos sobre la producción de ácidos grasos volátiles. Por el contrario, el floroglucinol fue el único compuesto que causó un aumento significativo (17,6%) en la producción de ácidos grasos volátiles totales, especialmente de acetato. Esto se debe a que el floroglucinol puede ser reducido por *Coprococcus spp.* presente en la microbiota ruminal, dando lugar a dos moléculas de acetato y dos de CO₂, consumiendo NADPH como poder reductor durante este proceso (Tsai *et al.*, 1976).

CONCLUSIÓN

De entre los compuestos fenólicos estudiados, pirogalol y floroglucinol fueron los únicos que mostraron capacidad de captar H₂ ruminal acumulado por la inhibición de la metanogénesis provocada por *A. taxiformis*. La adición de floroglucinol promovió una mejora en la fermentación ruminal mediante un incremento de la producción de acetato, lo que podría suponer una mejora productiva en el animal. Se sugiere profundizar en el potencial de la combinación alga-floroglucinol mediante ensayos dosis-respuesta *in vitro* para aumentar los efectos sin comprometer la función ruminal, para después confirmarlo en condiciones *in vivo* en futuros estudios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Armstrong, S.M. 1994. J. Basic Microbiol. 34: 123–135. • Belanche, A. 2019. J. Sci. Food Agric. 99: 163–172. • Janssen, P. H. 2010. Anim. Feed Sci. Technol. 160: 1-22. • Johnson, K. A. 1995. J. Anim. Sci. 73: 2483–2492. • Tsai, C.-G. 1976. Can. J. Microbiol. 22: 0-5.

Agradecimientos: Proyecto H2020 MASTER (nº 818368), www.master-h2020.eu

SUSTITUCIÓN DEL ACEITE DE SOJA POR ACEITES DE INSECTOS EN LA DIETA DE OVEJAS: EFECTO SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL *IN VITRO*

Boussalia, Y., Toral, P.G., Della Badia, A., Mendoza, A.G., Hervás, G. y Frutos, P.
Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-Univ. de León), Finca Marzanas s/n, 24346 Grulleros, León;
p.frutos@csic.es

INTRODUCCIÓN

El uso de aceite de soja está extendido en los sistemas intensivos de producción de rumiantes, no solo para aumentar la densidad energética de la ración (Palmquist y Jenkins, 2017), sino también para mejorar el perfil lipídico de la carne y la leche. Como alternativa a esta grasa, por las consecuencias medioambientales de su cultivo masivo, podrían emplearse aceites de insectos, que se obtienen como subproducto en el fraccionamiento de los insectos para obtener quitosanos y harinas ricas en proteína (Rumpold y Schlüter, 2013; Makkar *et al.*, 2014). Sin embargo, existe aún la percepción de que los aceites tienen un efecto negativo sobre la fermentación ruminal de la dieta (Jenkins, 1993), lo cual se ha relacionado con su grado de insaturación: cuanto mayor es esta, más negativo es el efecto sobre la microbiota ruminal (Maia *et al.*, 2007) y, por ello, sobre la fermentación. Sin embargo, es probable que a dosis bajas o moderadas no haya efectos negativos, pero no existen trabajos a este respecto con aceites de insectos. Por tanto, el objetivo de este estudio fue investigar el uso de varios aceites de insectos como alternativa al empleo de aceite de soja en la dieta del ovino.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio se llevó a cabo *in vitro* mediante cultivos discontinuos de microorganismos ruminales y la técnica de producción de gas. Para la obtención del inóculo ruminal se utilizaron 4 ovejas canuladas en el rumen, alimentadas con la misma TMR (55:45 F:C) usada después como sustrato en las incubaciones. Se analizaron 5 tratamientos, consistentes en la suplementación del sustrato con un 2% MS de 4 tipos de aceites: aceite de soja (rico en ácidos grasos 18:2n-6), aceite de gusano de la seda (*Bombyx mori*; rico en 16:0, *cis*-9 18:1 y 18:3n-3), aceite de grillo (*Acheta domesticus*; rico en 16:0, *cis*-9 18:1 y 18:2n-6) y aceite de mosca soldado (*Hermetia illucens*, rico en 12:0) o bien sin ningún suplemento lipídico (Control). Las incubaciones, de 16 h, se repitieron 3 días y la parte analítica incluyó la determinación de parámetros indicativos de la fermentación ruminal (i. e., producción de gas y desaparición de MS, pH y concentraciones de amoníaco –por colorimetría– y de ácidos grasos volátiles –AGV, por cromatografía de gases–). Los resultados se analizaron mediante un ANOVA con el procedimiento MIXED del SAS (v9.4). El modelo incluyó el efecto fijo del tratamiento y el aleatorio de la tanda de incubación. Las medias se ajustaron para comparaciones múltiples con el tratamiento Control utilizando el método de Dunnett.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ninguno de los parámetros analizados mostró diferencias debidas a la suplementación con aceite de soja o aceites de insectos, independientemente de su composición lipídica o de su grado de insaturación. Dada esta ausencia de diferencias, se presentan únicamente los valores medios de cada parámetro: producción de gas (171 mL/g MS incubada), desaparición de MS (0,65 g/g), pH (6,60), amoníaco (285 mg/L), AGV totales (57,4 mmol/L) y ratio acético/propiónico (3,59). Los resultados indican que la cantidad añadida (2% MS) a esta TMR no es suficiente para causar efectos negativos, como también se ha observado en algunos trabajos previos (p. ej., Toral *et al.*, 2009), y destacan la relevancia de la dosis utilizada (Palmquist y Jenkins, 2017).

CONCLUSIÓN

Aunque se trata de un trabajo preliminar, los resultados sugieren que la suplementación de la dieta de ovejas con un 2% de aceites de insectos no afecta negativamente a la fermentación ruminal *in vitro*. Esto permitiría sustituir el aceite de soja y jugar con el impacto potencial de sus diferentes perfiles lipídicos, según el tipo de insecto, para modular la composición de ácidos grasos de la carne o la leche.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Jenkins. 1993. J. Dairy Sci. 76, 3851-3863.
- Makkar *et al.* 2014. Anim. Feed Sci. Technol., 197:1-33.
- Palmquist y Jenkins. 2017. J. Dairy Sci. 100: 10061-10077.
- Rumpold y Schlüter. 2013. Innov. Food Sci. Emerg. Technol., 17:1-11.
- Toral *et al.*, 2009. Small Rumin. Res. 81: 119-125.

Agradecimientos: Contrato RYC-2015-17230 de P.G. Toral (MINECO y Fondo Social Europeo). Becas del IAMZ-CIHEAM de Y. Boussalia y Y. Labbouz.

ANÁLISIS DE DIFERENTES ENSILADOS DEL ALGA *SACCHARINA LATISSIMA*

Marcos¹, C.N., Carro¹, M.D., Fernández-Yepes², J.E., García-Ecija², A.,
Novoa-Garrido³, M., y Molina-Alcaide², E.

¹Departamento de Producción Agraria, ETSIAAB, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid. ²Estación Experimental del Zaidín (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), Profesor Albareda, 1, 18008 Granada. ³Faculty of Biosciences and Aquaculture, Nord University, P.O. 1490, 8049 Bodø, Noruega *Dirección actual: Imasde Agroalimentaria S.L., Calle Nápoles, 3, 28224 Pozuelo de Alarcón, España; cnavarro@e-imasde.com

INTRODUCCIÓN

Las algas pueden ser una alternativa interesante a las materias primas convencionales utilizadas en alimentación animal ya que contienen biocompuestos que pueden contribuir a mejorar la salud del animal y del consumidor y no compiten con los cultivos terrestres. Sin embargo, su elevado contenido en agua representa una limitación para su uso en alimentación animal y requieren de un método de conservación que evite su deterioro, como puede ser el ensilado (Novoa-Garrido *et al.*, 2020). El objetivo de este trabajo es estudiar distintos métodos de ensilado de *Saccharina latissima* sobre su composición y fermentación ruminal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las muestras de *S. latissima* se recogieron en el municipio de Bodø (Noruega), se picaron y se ensilaron en bolsas al vacío siguiendo cuatro tratamientos: sin aditivos (Control), con ácido fórmico (AF; 4 ml / kg), con bacterias ácido lácticas (BAL; Biocenol™), y con bacterias ácido lácticas tras un pre-secado del alga hasta un 30% de materia seca (MS; 30BAL). Los ensilados se almacenaron durante 90 días a 16°C antes de su apertura, congelado (- 40°C) y liofilizado. Se analizó la composición química de los ensilados y del alga sin ensilar según los métodos de la AOAC (2005) y se determinó la cinética de producción de gas mediante incubaciones *in vitro* de 120 horas de duración con líquido ruminal de cabras como inóculo según el procedimiento descrito por Novoa-Garrido *et al.* (2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido en MS de *S. latissima* fue 78,6 g/kg y los contenidos en cenizas, nitrógeno, fibra neutro-detergente (FND), fibra ácido-detergente (FAD) y lignina fueron 225, 1,58, 528, 260 y 40,3 g/kg MS, respectivamente. En comparación con el alga sin ensilar, la proporción de FND y FAD se redujo con el ensilado (369 y 236 g/kg MS, respectivamente; valores medios para los cuatro ensilados) mientras que el contenido en lignina aumentó de media un 37,8%, lo que sugiere la pérdida de una fracción fácilmente degradable de la fibra y la formación de compuestos que son recuperados en el análisis de lignina durante el ensilado. Los resultados concuerdan con los observados en la cinética de producción de gas, ya que todos los ensilados tuvieron una menor producción potencial de gas ($P < 0,05$; valor medio 73,6 ml/g MS) que el alga sin ensilar (84,3 ml/g MS incubada). Por otro lado, no hubo diferencias en el ritmo medio de producción de gas entre el alga sin ensilar y los ensilados AF y 30BAL, pero los ensilados control y BAL mostraron valores menores ($P < 0,05$), lo que concuerda con el mayor contenido en FND en estos dos últimos ensilados (447 y 451 g/kg MS, respectivamente). La degradabilidad potencial de los ensilados FA, BAL y 30BAL (70,6, 69,4 y 71,2%, respectivamente) fue mayor ($P < 0,05$) que la del alga sin ensilar (61,9%) y el ensilado control (59,3), indicando un efecto positivo de los aditivos y el pre-secado del alga. Se observaron diferencias similares en los valores de la degradabilidad efectiva de la MS calculada para un ritmo de paso a través del rumen del 3% (25,8, 21,3, 31,6, 27,9 y 32,0% para el alga sin ensilar y los ensilados control, FA, BAL y 30BAL, respectivamente).

CONCLUSIÓN

La utilización de ácido fórmico y bacterias ácido lácticas como aditivos y el pre-secado del alga antes de ensilarla pueden aumentar la degradabilidad ruminal del ensilado de *Saccharina latissima*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis.
- Novoa-Garrido, M., Marcos, C.N., Carro, M.D., Molina-Alcaide, E., Larsen, M., Weisbjerg, M.R. 2020. *Animals* 10: 1957.

Agradecimientos: Trabajo realizado en el marco del Proyecto ES 631289 "Ensiled Cultivated Macroalgae as a Sustainable Ruminant Feedstuff (EnMac)", financiado por el programa MABIT (Marine Biotechnology in Northern Norway) de Noruega.

SIMULACIÓN *IN VITRO* Y *EX VIVO* DE LOS PROCESOS DE DIGESTIÓN PORCINA CON DIETAS INCLUYENDO DISTINTOS ADITIVOS NUTRICIONALES

Amanzougarene¹, Z., Pérez-Calvo², E. y Fondevila¹, M.

¹Depto. Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2), Universidad de Zaragoza-CITA, M. Servet 177, 50032 Zaragoza; ²DSM Nutritional Products, Animal Nutrition and Health, Village Neuf, F-68128, Francia. mfondevila@unizar.es

INTRODUCCIÓN

Los métodos *in vitro* son una alternativa económica a los estudios *in vivo* que permite el control de las condiciones de valoración. La estimación enzimática de la digestión en estómago e intestino delgado se ajusta con precisión a los resultados *in vivo*. En estudios de fermentación, el contenido digestivo debe ser utilizado inmediatamente después de su obtención, limitando la aplicabilidad de la técnica. En rumiantes, Prates *et al.* (2010) propusieron un método de conservación del inóculo mediante congelación en N líquido, sin observar diferencias respecto al inóculo fresco. En este trabajo se compara la estimación enzimática de la digestión en estómago e intestino delgado con el uso de inóculo fresco *ex vivo*, y se valora la viabilidad de la congelación del inóculo de fermentación, como métodos aplicados al estudio de tres aditivos en ganado porcino.

MATERIAL Y MÉTODOS

Como sustrato se emplearon muestras del pienso ofertado, solo (control) o con tres aditivos (CRINA TEP, 80 mg/kg; CRINA TMEC, 100 mg/kg y Vitamina B2, 100 mg/kg). Tres cerdos con un peso medio de 43,3 ± 3,56 kg, que habían recibido una dieta comercial sin aditivos durante 30 días, se sacrificaron y se les extrajo el contenido de estómago, intestino delgado y grueso. El contenido digestivo de las fracciones gástrica y de intestino delgado se filtró y se congeló hasta su utilización en pruebas de digestión *ex vivo*. La digestión enzimática en los tramos del tracto digestivo se simuló secuencialmente (Boisen y Fernández, 1997). Para las pruebas de fermentación, el contenido cecal se dividió en dos alícuotas de 320 mL; una se envasó en tubos de 16 mL, que se congelaron en N líquido y se almacenaron a -80°C (Prates *et al.*, 2010), y la otra se empleó inmediatamente como inóculo fresco en pruebas de fermentación. La fermentación *in vitro* de sustratos preincubados en pepsina-pancreatina se llevó a cabo durante 12 h (Theodorou *et al.*, 1994). Se determinó también la producción de ácidos grasos volátiles (AGV) y amoníaco a las 6 y 12 h. Los resultados se compararon por ANOVA, de una vía (con tratamiento como factor) para digestión en estómago e intestino delgado, y como Split Plot (método como plot y tratamiento como subplot) para fermentación en intestino grueso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ambos métodos de estimación de la digestión gástrica (enzimático y *ex vivo*) mostraron diferencias entre tratamientos, con valores más altos para Vitamina B2 (P = 0,072 y P = 0,021, respectivamente), pero estas diferencias desaparecieron en intestino delgado (P > 0,10). La estimación enzimática de la digestión gástrica resultó numéricamente superior (medias de 0,726 ± 0,013 vs. 0,678 ± 0,020), pero las diferencias fueron mínimas a nivel de intestino delgado (0,802 ± 0,005 vs. 0,842 ± 0,021).

En los estudios de fermentación, los resultados obtenidos con inóculo fresco no difirieron de los observados con inóculo congelado (P > 0,05), aunque a las 4 h de incubación el volumen de gas con inóculo fresco tendió a ser superior (P = 0,081). Las diferencias entre tratamientos se manifestaron del mismo modo para ambos tipos de inóculo. No se observaron diferencias entre inóculos en la concentración de AGV o de amoníaco, a las 6 ni a las 12 h (P > 0,05).

CONCLUSIÓN

En cerdos, los resultados de la simulación enzimática de la digestión en estómago e intestino delgado no difieren de los obtenidos *ex vivo*. La técnica de producción de gas aporta información sobre la evolución de la fermentación en intestino grueso. Para facilitar su aplicación, el inóculo vehiculado en pequeñas muestras y congelado en N líquido puede conservarse para posteriores incubaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boisen S. & Fernandez J.A. 1997. Anim. Feed Sci. Technol. 68: 277-286.
- Prates A. 2010. Anim. Feed Sci. Technol. 155: 186-193.
- Theodorou, M.K. 1994. Anim. Feed Sci. Technol. 48: 185-197.

Agradecimientos: Trabajo financiado por la empresa DSM Nutritional Products (OTRI 2018/0627).

VARIABILIDAD DEL VALOR NUTRITIVO *IN VITRO* PARA PORCINO DE LOS SUBPRODUCTOS DEL SECADO DEL ALPERUJO

Navarro¹, S., Caídas¹, A., Rodríguez¹, C.A., Cerisuelo², A., Calvet³, S., Piquer⁴, O., González⁴, C., Segovia⁴, C. y García-Rebollar¹, P.

¹Dpto. Producción Agraria, UPM. 28040-Madrid. ²CITA-IVIA, 12400-Castellón; ³ICTAN-UPV. 46022-Valencia; ⁴Dpto. Prod. y San. Animal, UCH-CEU. ⁵Sacyr Industrial Operación y Mantenimiento, S.L.U.; paloma.grebollar@upm.es

INTRODUCCIÓN

Durante el proceso de secado del alperujo se obtiene una fracción de polvo que queda retenida en los ciclones de extracción de los gases húmedos, conocida como orujo ciclón (OC). Los OC suponen aproximadamente un 3% en peso del orujo graso (OG) producido (Clara González, comunicación personal). Actualmente los OC se reciclan en los OG, pero trabajos previos (Marcos *et al.*, 2019) sugieren que, para rumiantes, los OC tienen un valor nutritivo potencialmente mayor a los OG por su mayor fermentación ruminal. La incorporación de OG a niveles del 20% en piensos de cebo para porcino permite reemplazar cereales sin afectar los rendimientos productivos, y reducir las emisiones de gases contaminantes del purín (Ferrer *et al.*, 2017 y 2020). Sin embargo, la composición de los OG es muy variable (de Blas *et al.*, 2015) lo que puede limitar sus niveles máximos de inclusión en la formulación de piensos. El objetivo de este trabajo es comparar la variación de la digestibilidad *in vitro* de la energía del OC y OG para su valorización nutricional en las matrices de formulación de piensos para porcino.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron un total de 20 muestras de orujos, 10 de tipo OC y sus correspondientes 10 OG, recogidos en fechas diferentes de dos campañas en una planta industrial de secado (Puente Genil, Córdoba). Las muestras se analizaron con los métodos AOAC (2000) para materia seca (MS), materia orgánica (MO) y extracto etéreo con hidrólisis ácida previa (EEh); fibra (Van Soest *et al.*, 1991) y energía bruta mediante bomba calorimétrica. La energía digestible (ED) para porcino se determinó con la metodología de Boisen y Fernández (1997) a partir de la digestibilidad *in vitro* de la MO (DIVMO). Los resultados se analizaron con el programa SAS como un modelo completamente al azar, con el tipo de orujo y la campaña de recogida como efectos principales. La homogeneidad de las varianzas se determinó mediante un test de Levene.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ni la campaña de recogida ni su interacción con el tipo de orujo influyeron significativamente ($P > 0,15$) sobre las variables estudiadas, por lo que fueron excluidos del modelo. El tipo de orujo no afectó al contenido en MO ($92,1 \pm ES=1,29\%MS$) pero sí ($P < 0,001$) a las concentraciones de fibra neutro detergente ($41,8$ vs $50,9 \pm 1,55\%MS$), de EEh ($16,4$ vs $12,3 \pm 0,544\%MS$), y a la DIVMO ($61,7$ vs $52,5 \pm 1,50\%$) para OC vs OG, respectivamente. Los valores estimados de ED para porcino resultaron ser igualmente superiores ($P < 0,001$) en los orujos tipo OC que en los OG (3.040 vs $2.348 \pm 88,4$ kcal/kg MS, respectivamente). Los resultados del test de Levene indicaron una variabilidad menor ($P = 0,046$) de las concentraciones de ED para porcino en los orujos tipo OC ($DS = \pm 126$ kcal/kg MS) que en los OG (± 360 kcal/kg MS).

CONCLUSIÓN

Los resultados sugieren un valor nutritivo superior para el OC en comparación con el OG para porcino que, unido a su menor variabilidad, justifica el interés de un uso diferenciado de los orujos tipo OC en la alimentación de esta especie.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC 2000. Official Methods of Analysis (17th ed.).
- Boisen, S. & Fernández, J.A. 1997. Anim. Feed Sci. Tech. 68: 277-286.
- de Blas *et al.*, 2015. XXXI Curso FEDNA, pp. 67-107
- Ferrer, P. *et al.*, 2017. AIDA XVII Jornadas Prod. Animal, 108-110.
- Ferrer, P. *et al.*, 2020. Animal 14: 426-434
- Marcos *et al.*, 2019. Animals 9,109.
- Van Soest *et al.*, 1991. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.

Agradecimientos: Trabajo financiado por el proyecto RTI2018-095246 del Ministerio de Ciencia. Nuestro agradecimiento a Sacyr Industrial Operación y Mantenimiento, S.L.U. por las muestras utilizadas y a SEEIT Oliva, S.A. como propietario de las instalaciones.

NUEVAS FUENTES DE ORUJO DE ACEITUNA PARA PORCINO: RESULTADOS PRELIMINARES

Piquer¹, L., García-Rebollar², P., Calvet³, S., Piquer⁴, O., Martínez¹ M., Rodríguez², C.A., Cano¹, C., Belloumi¹, D. y Cerisuelo¹, A.

¹CITA-IVIA, 12400-Castellón. ²Dpto. Producción Agraria, UPM. 28040-Madrid. ³ICTA-UPV, 46022-Valencia. ⁴Dpto. Prod. y San. Animal, UCH-CEU. cerisuelo_alb@gva.es

INTRODUCCIÓN

España es el mayor productor de aceite de oliva del mundo (FAOSTAT, 2019), generando grandes cantidades de subproductos como el orujo de aceituna, formado por la pulpa, piel y hueso de la aceituna. Éste se caracteriza por presentar un elevado contenido de fibra, variable contenido en grasa y un valor energético moderado-bajo en porcino (Ferrer *et al.*, 2019). En el proceso de deshidratación convencional del orujo se genera un subproducto compuesto por las partículas que se recolectan en los decantadores de los extractores de aire (orujo ciclón, OC; Navarro, 2019). Este subproducto, puede presentar una composición diferente al orujo graso (OG). El objetivo de este estudio fue determinar el coeficiente de digestibilidad aparente de la energía (CDAE) del OC, en comparación con el OG, y sus efectos sobre la fermentación intestinal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 24 cerdos macho P x (LD x LW) con un peso inicial de 54,3 ± 4,91 kg. Los animales se alimentaron con tres piensos: basal (a base de maíz, trigo y soja) y dos piensos con un 20% de inclusión de OC y OG, respectivamente. Tras un periodo de adaptación de 14 días, se recogieron las heces y orina de forma individual durante 4 días consecutivos para la realización de un balance de nutrientes, y durante 3 días más para la obtención de purín, utilizando corrales de digestibilidad. En los dos tipos de orujo y en los piensos experimentales se analizó su contenido en materia seca (MS), proteína bruta (PB) y grasa bruta (AOAC, 2000), fibra (Van Soest *et al.*, 1991) y energía bruta (EB) mediante bomba calorimétrica. Además, se analizó el contenido en MS y EB en las heces. En los purines se midió el pH y se determinó el contenido en ácidos grasos volátiles (AGV) mediante cromatografía de gases (Jouany, 1982). El CDAE de OC y OG se calculó por diferencia. Los resultados se analizaron mediante SAS®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El OC presentó un mayor nivel de grasa (16,8 vs. 11,6%MS) y de PB (10,2 vs. 8,2%MS), pero un menor nivel de fibra neutro detergente (44,4 vs. 56,4%MS), ácido detergente (32,3 vs. 41,2%MS) y lignina (16,6 vs. 18,7%MS), en comparación con el OG. El CDAE del OC tendió a ser superior al del OG (42,0 vs. 34,6%, P<0,10). En términos generales, aunque el valor energético del orujo para porcino es bajo, probablemente debido a su alto contenido en fibra muy lignificada, modificaciones en la proporción/tipo de fibra y nivel de grasa pueden mejorar su contenido en energía digestible, como ocurre en el caso del OC. Ferrer *et al.* (2019) también observaron valores superiores de digestibilidad de la energía para un orujo tamizado (16% de grasa) en comparación con uno parcialmente extractado (11% de grasa), que se situaron en torno al 48 y 32%, respectivamente. Por otro lado, el purín obtenido de animales alimentados con orujo presentó un menor pH (8,05 vs. 8,75, P<0,05) y un mayor contenido en AGV (107,4 vs. 83,8%, P<0,05), especialmente acético, butírico, caproico y heptanoico, en comparación con el purín de los animales alimentados con la dieta basal. Los animales fueron, por tanto, capaces de fermentar parcialmente estos subproductos para obtener energía.

CONCLUSIÓN

Por su composición, el OC presenta un valor energético ligeramente superior al OG. Ambos, sin embargo, son capaces de estimular la fermentación intestinal, lo que podría derivar en un potencial efecto positivo sobre la microbiota y la salud del animal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC, 2000. Washington DC, EEUU.
- FAOSTAT, 2019. <http://www.fao.org/faostat/es/>.
- Ferrer, P. *et al.* 2019. Anim. Feed Sci. Tech. 236: 131-140
- Jouany, J.P. 1982. Sci. Alim. 2: 131-144
- Navarro, C. 2019. Tesis Doctoral, UPM, Madrid
- Van Soest *et al.* 1991. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597

Agradecimientos: Trabajo financiado por el proyecto RTI2018-095246 del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. Agradecemos a Sacyr Industrial Operación y Mantenimiento, S.L.U. la provisión de los orujos utilizados.

EFFECTO DEL TIPO DE SECADO DEL ALPERUJO SOBRE LA COMPOSICIÓN Y DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DEL ORUJO GRASO PARA PORCINO

Navarro¹, S., Isabel², B., Cerisuelo³, A., Calvet⁴, S., González⁵, C., Segovia⁵, C. y García-Rebollar¹, P.
¹Dpto. Producción Agraria, UPM. 28040-Madrid. ²Dpto. Producción Animal, UCM. 28040-Madrid; ³CITA-IVIA, 12400-Castellón; ⁴ICTAN-UPV. 46022-Valencia; ⁵Sacyr Industrial Operación y Mantenimiento, S.L.U.; paloma.grebollar@upm.es

INTRODUCCIÓN

El proceso de secado convencional (gases calientes) del alperujo consume elevadas cantidades de energía fósil y afecta negativamente al coste del orujo graso y a la huella medioambiental de su posible uso en piensos. Nuevos procesos de secado con vapor de agua sobrecalentado están siendo evaluados por la industria, por ser más eficientes energéticamente, reducir la oxidación y no emitir partículas al aire (Sehrawat *et al.*, 2016). El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto de tres tipos de secado (convencional, vapor sobrecalentado y aire seco a altas temperaturas) del alperujo sobre la composición y digestibilidad *in vitro* del orujo graso para ganado porcino.

MATERIAL Y MÉTODOS

El alperujo húmedo fue muestreado a la entrada al secadero de una planta industrial (Puente Genil, Córdoba) en dos campañas de recogida y para tres tiempos de almacenamiento en las balsas (n=6). El secado hasta un 10% de humedad de las muestras se realizó con el proceso convencional (trómel Sedebisa, 150°C 30'), o con vapor sobrecalentado (horno Sharp AX-SP300R, 120°C 4h) o aire caliente (estufa Dry-Big Selecta; 108°C 8h) en el laboratorio de la misma planta. Las muestras de orujo graso se analizaron con los métodos AOAC (2000); la concentración de ácidos grasos (AG) se determinó por extracción y metilación directa (Sukhija & Palmquist, 1988) de las muestras liofilizadas para su análisis por cromatografía de gases (López-Bote *et al.*, 1997), y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) para porcino según Boisen y Fernández (1997). Los resultados se analizaron con un análisis de varianza completamente al azar con el tipo de secado como efecto principal y el tiempo de almacenamiento del alperujo en balsas como covariable. Para la predicción de la digestibilidad *in vitro* se realizó un procedimiento de regresión stepwise utilizando como variables independientes los valores de composición química de las muestras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tipo de secado no afectó ($P>0,15$) a la concentración de materia seca (MS, 91,8%), cenizas (6,96% MS), fibras neutro y ácido detergente (53,7 y 38,5% MS; respectivamente), lignina (19,1% MS), proteína (9,75% MS) y azúcares (4,98% MS) de las muestras. Por el contrario, la suma total de AG fue mayor ($P=0,046$) en los orujos secados con vapor sobrecalentado que en los secados con trómel, y los orujos secados en estufa presentaron valores intermedios (12,5; 10,6 y 11,2 \pm ES=0,50% MS, respectivamente). Estas diferencias fueron paralelas a la disminución de las concentraciones de AG monoinsaturados ($P=0,035$) y poliinsaturados ($P=0,043$), mientras que los AG saturados no variaron entre tipos de secado. La DIVMS (51,9%) no resultó afectada por el tipo de secado y puede ser estimada ($R^2=0,669$; $P<0,001$) a partir de la concentración de fibra neutro detergente de los orujos. La estimación de la DIVMS para porcino mejora incluyendo la concentración total de AG ($R^2=0,791$; $P<0,001$) y de azúcares ($R^2=0,866$; $P<0,001$) en la ecuación de predicción.

CONCLUSIÓN

El secado con vapor sobrecalentado del alperujo aumenta la concentración de AG insaturados del orujo graso respecto al secado convencional con trómel, probablemente por disminuir la oxidación de los AG por la ausencia de oxígeno libre. El tipo de secado no modifica el resto de los parámetros de composición química del orujo graso, ni la digestibilidad *in vitro* para porcino.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC 2000. Official Methods of Analysis (17th ed.).
- Boisen, S. & Fernández, J.A. 1997. Anim. Feed Sci. Technol. 68: 277-286.
- López-Bote, C., Rey, A., Ruiz, J., Isabel, B., Sanz Arias, R. 1997. Anim. Sci. 64, 177-186.
- Sehrawat, R., Nema, P.K. & Kaur, B.P. 2016. Innov. Food Emerg. Technol. 34: 285-301.
- Sukhija, P.S. & Palmquist, D.L. 1988. J. Agric. Food Chem. 36: 1202-1206.

Agradecimientos: Trabajo financiado por el proyecto RTI2018-095246 del Ministerio de Ciencia. Nuestro agradecimiento a Sacyr Industrial Operación y Mantenimiento, S.L.U. por su ayuda para obtener las muestras utilizadas y a SEEIT Oliva, S.A. como propietario de las instalaciones.

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE ALPERUJO DESECADO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS *IN VITRO* DE LA CEBADA

Barraso¹, C., Sánchez², A., López-Parra¹, M.M. y Rodríguez², P.

¹Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura, Finca La Orden-Valdesequera, CICYTEX. ²Facultad de Veterinaria. UNEX.; cbgil93@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La preocupación por el incremento de la temperatura media de la tierra es un fenómeno que se ha ido extendiendo al ámbito científico (Elcacho, 2019). Los rumiantes son considerados como parte responsable de dicho problema, ya que, por su sistema digestivo fermentador, son productores obligados de metano (CH₄). Debido a ello, se están evaluando diversas estrategias para disminuir esta metanogénesis (Veneman *et al.*, 2016), entre ellas, la incorporación de distintos subproductos agroindustriales ricos en taninos (Ugbogu *et al.*, 2019), entre los cuales se encuentra el alperujo (AL). Este subproducto, está formado por una mezcla de orujo y alpechín (Hermoso *et al.*, 1996), rico en polifenoles (Leouifoudi *et al.*, 2015). Extremadura es la tercera región con mayor producción de aceitunas, cuyo interés industrial primario es la obtención de aceite. Uniendo ambas premisas, cabe pensar que la incorporación de AL a piensos compuestos, podría ejercer un efecto inhibitorio de la producción de CH₄ ruminal. Por tanto, dado el alto volumen de AL generado en Extremadura y la potencialidad del mismo, el objetivo de nuestro trabajo es determinar el efecto de la adición de diferentes concentraciones de AL desecado, sobre las características fermentativas de la cebada, determinadas mediante la producción de gas (PG) *in vitro* y, especialmente, la producción de CH₄.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para llevar a cabo nuestro estudio, se ha incorporado AL (desecado) a la cebada en distintas proporciones 2,5%, 5%, 7,5% y 10%. Para la determinación de PG adoptamos la propuesta de Menke *et al.*, (1979), utilizando como fuente de inóculo heces frescas de 12 ovejas, y fabricando la saliva artificial y el líquido fecal (mezcla homogénea de 100gr de heces + 600ml de saliva artificial) según Aghajanzadeh *et al.*, (2015). En el proceso de fermentación se depositaron 0,2g de cada muestra de estudio y 30 ml de líquido fecal, empleándose 24 jeringas: 4 blancas (sin muestra), 4 para la cebada y 4 para cada mezcla. Posteriormente se incubaron a 39°C durante 18h anotando el avance del émbolo a este tiempo. El CH₄ se midió mediante un detector de gas CH₄ (GMI-PS200). El posible efecto de AL sobre las características fermentativas de la cebada se estudió mediante una prueba de Kruskal-Wallis y una prueba de Dunn a posteriori para establecer las diferencias significativas (p<0,05) con el programa SPSS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La PG muestra diferencias significativas al incluir AL a la cebada, alcanzando el máximo efecto inhibitorio al incorporar 2,5% de AL con valores de 251,83±12.92 ml/g frente a 278,16±7.69ml/g de la cebada, no existiendo mejora al incrementar la proporción de AL, pudiendo ser la causa de dicha inhibición es la presencia de polifenoles y no la baja digestibilidad de la materia orgánica de AL (Molina y Yañez, 2008). Referente a la producción de CH₄, el comportamiento es similar al observado para PG, aunque en este caso las diferencias no son significativas, siendo inferior la producción de CH₄ en las mezclas que la cebada (27.41±5.38-31.65±5.37ml/g, respectivamente). Otros autores como Shakeri *et al.* (2017), encuentran efecto antimetanogénico en extractos de hojas y subproductos del olivo al incubarlos con un pienso comercial, o Correddu *et al.* (2020), quien apunta de manera genérica a la acción antimetanogénica de los taninos de distintos subproductos, como los del AL.

CONCLUSIÓN

La inclusión de un 2,5% de AL a la cebada, provoca una menor PG *in vitro*, sin embargo, ello no se acompaña de una reducción significativa en la producción de CH₄.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

●Aghajanzadeh, A. *et al.* 2015. Iranian J of AppliedAnimSci, 5(2): 339-345●Correddu, F. *et al.*, 2020. Ani.10(131): 1-25●Elcacho, J. 2019. La Vanguardia, 14/05/2019●El Shaer, H.M 1987. J AgriculSci. Cambri.109:257-259●Hermoso, M. *et al.*, 1996. DGIFA, Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía.●Leouifoudi, I. *et al.*, 2015. Advan in PharmacologicalSci, 2015: 1-11●Menke, K.H. *et al.* 1979. J of AgriSciCambri. 93: 217-222●Molina, *et al.*, 2008. AniFeedSci and Tech. 147(1-3): 247-264●Shakeri, P.*et al.*, 2017. J of Sci of Food and Agri. 97: 1367-1372●Ugbogu, E.A. *et al.*, 2019. J of CleanerProduc. 213: 915-925●Veneman, J.B. *et al.*, 2016. Sci of total environment, 572: 1166-1174.

EL EFECTO DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO PODRÍA REPLICARSE MEZCLANDO LOS COMPUESTOS PUROS QUE FORMAN PARTE DE LA FÓRMULA NATURAL

Martín¹, A., Abdennebi-Najar², L., Ksouri³, R., Mateos^{1,4}, I., Ranilla^{1,4}, M.J., López^{1,4}, S., Giráldez¹, F.J. y Andrés¹, S.

¹Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-Universidad de León). Finca Marzanas s/n, 24346, Grulleros, León (Spain); ²Quality and Health Department, IDELE Institute, 149 rue de Bercy 75595 Paris Cedex 12 (France); ³Laboratory of Aromatic and Medicinal Plants, Biotechnology Center of Borj-Cédria BP 901 2050 Hammam-Lif (Tunisia). ⁴Departamento de Producción Animal. Universidad de León. Campus Vegazana, s/n, 24071 León; sonia.andres@eae.csic.es

INTRODUCCIÓN

Los aceites esenciales están formados por componentes secundarios de las plantas con ciertas propiedades bioactivas de gran interés en el campo de la nutrición animal. Es el caso del carvacrol y del timol, componentes del aceite esencial de orégano con un marcado efecto antimicrobiano (Polin *et al.*, 2014). Este efecto podría ser utilizado para modificar la microbiota ruminal y así mejorar la fermentación ruminal y disminuir la producción de gases de efecto invernadero como el metano (McIntosh *et al.*, 2003). Si se demostrase que esto es posible, sería importante poder sintetizar estos aceites esenciales a partir de los compuestos puros que se venden en el mercado, evitando de este modo depender de la disponibilidad de las plantas que puede variar según la localización, el clima o la estación. Este trabajo estudia el efecto de dos aceites esenciales de orégano y la comparación con los respectivos aceites sintéticos fabricados teniendo en cuenta la fórmula original de los aceites naturales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una fermentación *in vitro* para estudiar el efecto de dos aceites esenciales de orégano (AN1 y AN2) y sus equivalentes sintéticos (AS1 y AS2), fabricados teniendo en cuenta las formulaciones obtenidas mediante el análisis cromatográfico de los aceites naturales (AN1 con carvacrol 70,62%; p-cymene 7,06%; γ -terpinene 7,58% y AN2 con carvacrol 57,57%; p-cymene 12,26%, γ -terpinene 10,43%). Se utilizó un mismo inóculo (líquido ruminal de vacuno) para todos los botes, que contenían 0,5 g de materia seca de una ración completa destinada a la producción de leche de ovino. De cada aceite se probaron 5 dosis (0, 25, 50, 75 y 150 mg/L) y se hicieron 3 réplicas. Tras 24 horas de incubación se cogieron muestras de líquido para el análisis cromatográfico de ácidos grasos volátiles (AGV) y muestras del gas para el análisis de metano.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cuatro aceites disminuyeron los AGV totales en la dosis 150 mg/L. Esto indica que la dosis 150 causa un efecto negativo sobre la fermentación. Sin embargo, Benchaar *et al.* (2007) no encontraron diferencias en la producción de AGV totales ni en la relación acético:propiónico cuando incubaron una ración completa con 200 mg/L de aceite de orégano (64% de carvacrol). En nuestro estudio el aceite de orégano AN1, al igual que en el estudio de Benchaar *et al.* (2007), no afectó a la proporción acético:propiónico ni al metano a ninguna de las dosis estudiadas. El AE1 sintético (AS1) aumentó la proporción acético:propiónico a partir de la dosis 50. Tanto AN2 como AS2 aumentaron el metano incluso a la dosis más baja.

CONCLUSIÓN

Los aceites esenciales sintéticos tienen un efecto muy semejante a los aceites naturales, aunque a dosis por encima de 150 mg/L podrían provocar una inhibición de la fermentación ruminal. Además, cabe la posibilidad de que puedan provocar un aumento en la producción de metano, por lo que será necesario caracterizar adecuadamente los efectos sobre la microbiota ruminal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

•Benchaar, C, 2007, Can. J. Anim. Sci. 87(3): 413–419 •McIntosh, F. M, 2003, Appl. Environ. Microbiol, 69: 5011–5014 •Polin, L, 2014, Rev. Mex. Pec., 5: 25–47.

Agradecimientos: Milk Quality along the Dairy Chain for a Safe and Sustainable MILK - MILKQUA “PRIMA SECTION 2 MULTI TOPICS CALL 2018”. Proyecto Intramural especial CSIC 201940E115.

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE GRANILLA DE UVA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS *IN VITRO* DE LA CEBADA

Barraso¹, C., Espinosa², A., López-Parra¹, M.M. y Rodríguez², P.

¹Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura, Finca La Orden-Valdesequera, CICYTEX. ²Facultad de Veterinaria. UNEX;cbgil93@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El metano (CH₄) es un gas de efecto invernadero, cuya emisión se asocia a la producción ganadera, en concreto, a los rumiantes, debido a las características de su sistema digestivo, generadores de este gas en el proceso de fermentación (Fundación Global Nature, 2013). Debido a esto, se plantean estrategias de alimentación que actúen sobre la microbiota ruminal, limitando la producción de CH₄ (Moss, 1994). Entre estas estrategias, se encuentra la incorporación en la dieta de compuestos con capacidad antimetanogénica a nivel ruminal, como los taninos (Carulla *et al.*, 2005). Estos compuestos están presentes en el mundo vegetal; dentro de las especies cultivadas destaca la vid, presentando un alto contenido en taninos, tanto en el fruto, como en los subproductos generados en su procesado (Vasta *et al.*, 2019). Extremadura, es la segunda región a nivel nacional con mayor superficie destinada al cultivo de la vid (Díaz, 2015), produciendo, por tanto, una gran cantidad de residuos, entre ellos, la granilla de uva (G), con elevado contenido en taninos (Cheynier *et al.*, 1997). El objetivo de este trabajo es ver cómo afecta la adición de G en distintas proporciones a la fermentación *in vitro* de la cebada, analizando la producción de gas (PG) y CH₄.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para llevar a cabo nuestro estudio, se ha incorporado G (desechada) a la cebada en distintas proporciones: 2,5%, 5%, 7,5% y 10%. Para la determinación de PG adoptamos la propuesta de Menke *et al.*, (1979), utilizando heces frescas de 12 ovejas como fuente de inóculo y fabricando la saliva artificial y el líquido fecal (mezcla homogénea de 100gr de heces + 600ml de saliva artificial) según Aghajanzadeh *et al.*, (2015). En el proceso de fermentación se depositaron 0,2g de cada muestra de estudio y 30 ml de líquido fecal, empleándose 24 jeringas: 4 blancas (sin muestra), 4 para la cebada y 4 para cada mezcla. Posteriormente se incubaron a 39°C durante 18h anotando el avance del émbolo a este tiempo. El CH₄ se midió mediante un detector de gas CH₄ (GMI-PS200). El posible efecto de G sobre las características fermentativas de la cebada se estudió mediante una prueba de Kruskal-Wallis y una prueba de Dunn a posteriori para establecer las diferencias significativas (p<0,05) con el programa SPSS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a la PG, se obtuvo una disminución lineal, proporcional al % de G incorporada a la cebada, disminuyendo 3,26 ml/g por cada punto de G incorporada a la mezcla. Acorde con nuestros resultados, Wang *et al.* (2012) obtuvo una mayor inhibición de gas al emplear mayores dosis de G. En cuanto a la producción de CH₄, no se encontraron diferencias asociadas a la presencia de G. Aunque en condiciones de fermentación diferentes a las nuestras, Wischer *et al.* (2013) indican una disminución en la producción de CH₄ asociada a la presencia de extractos polifenólicos de G. Khiaosa-ar *et al.* (2015) con harina de G extraída, encuentran una acción inhibitoria de la producción de CH₄ con niveles por encima del 5% de incorporación. Russo *et al.* (2017) en sus estudios concluyen que la G es la fracción con menor PG, pero con mayor producción relativa de CH₄ en ese gas.

CONCLUSIÓN

La adición de G a la cebada modifica su patrón de fermentación *in vitro* siguiendo una tendencia dosis/respuesta de reducción de la PG hasta el 10% de incorporación, sin embargo, no modifica la producción de CH₄, dentro del rango estudiado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

●Aghajanzadeh, A. *et al.* 2015. Iranian J of AppliedAnimSci, 5(2): 339-345●Carulla, J.E. *et al.*, 2005. Australian J of AgriResearch 56(9): 961–970●Cheynier, V. *et al.*, 1997. Wine, nut and therapeutics effect. American ChemSocietyUSA●Díaz, M 2015. Ganadería y agriextremeña●ElShaer, H.M 1987.J AgriculSci. Cambri.109:257-259●Global Nature 2013 <https://fundacionglobalnature.org/>●Khiaosa-ar, R. *et al.*, 2015. J DairySci. 98: 2611-2626●Menke, K.H. *et al.* 1979. J of AgriSciCambri. 93: 217-222●Moss, A.R. 1994. NutAbstracts and Rev (B), 64(12): 785-806●Russo, V.M. *et al.*, 2017. AnimProdSci. 57(7): 1437-1345●Vasta, V. *et al.*, 2019. J of DairySci. 102(5): 3781-3804●Wang, D. *et al.*, 2012. J SciFood and Agri. 93(2): 276-283●Wischer, G.*et al.*, 2013. Ani. 7 (11): 1796-1805.

EVALUACIÓN DE LA DEGRADABILIDAD RUMINAL Y DIGESTIBILIDAD INTESTINAL DE LISINA Y COLINA PROTEGIDAS DE LA DEGRADACIÓN RUMINAL

Francia¹, F., Faturi², C., Rodríguez-Prado¹, M., Dubey³, D., Ranathumga³, S. y Calsamiglia¹, S.

¹Animal Nutrition and Welfare Service, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193-Bellaterra, Spain;

²Universidad Federal Rural de la Amazonia, Brazil; ³(3) Kemin Animal Nutrition and Health Europe, N.V., 2200 Herentals, Belgium. Sergio.Calsamiglia@uab.cat.

INTRODUCCIÓN

Existen varios productos comerciales de lisina (Lys) y colina (Col) desarrollados para reducir su degradación en el rumen, pero su degradabilidad ruminal y digestibilidad intestinal varían considerablemente (Whitehouse *et al.*, 2017; Humer *et al.*, 2019). El objetivo del estudio fue determinar la biodisponibilidad de diferentes productos de Lys y Col protegidos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron 2 experimentos: En el Experimento 1, se evaluaron tres fuentes de Lys protegida (LysiGEM y LysiPEARL, Kemin Animal Nutrition Health; y AjiPro L3G, Ajinomoto); y en el Experimento 2, se evaluaron tres fuentes de Col protegidas (CholiGEM, Kemin Animal Nutrition Health; Reashure, Balchem; Norcol, Nordos). La degradación ruminal se determinó mediante la técnica *in situ*. Se pesaron muestras de cada producto protegido en bolsas de nylon que se incubaron por duplicado en el rumen de una vaca durante 0, 2, 4, 8, 12, 24 y 48 h, en dos períodos consecutivos. La degradabilidad ruminal se calculó como la desaparición de N utilizando una función exponencial: $Y = a + b * (1 - \text{Exp}^{-ct})$; donde a era la cantidad de N que desaparecía a las 0 h; b era la fracción potencialmente degradable; y c era la tasa de degradación de la fracción b (Mathers y Miller, 1981). La degradabilidad efectiva se calculó asumiendo una dilución ruminal de 10%/h (Dufreneix *et al.*, 2019). El residuo de la muestra sin degradar después de 12 h de incubación ruminal se utilizó para determinar la digestibilidad intestinal *in vitro*, que consistió en incubar dicho residuo en pepsina HCl durante 1h a pH 2.0 a rotación constante, seguida por una incubación de 24 h con pancreatina a pH 7.0 a una temperatura de 39° (Gargallo *et al.*, 2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Experimento 1, la cantidad de N que desapareció de la bolsa a las 0 h (%) fue menor para AjiPro L3G (2,6) vs. LysiGEM (20,4) y LysiPEARL (24,6). La fracción b (%) fue mayor para LysiPEARL (70,7) vs. LysiGEM (48,6) y AjiPro L3G (49,1). La c (/h) fue mayor para LysiPEARL (0,05), intermedia para AjiPro L3G (0,013) y menor para LysiGEM (0,006). La degradabilidad ruminal efectiva (%) fue mayor para LysiPEARL (48,2), intermedia para LysiGEM (23,2) y menor para AjiPro L3G (8,2). Por el contrario, la digestibilidad intestinal (%) fue menor para AjiPro L3G (49,6) vs. LysiGEM (87,3) y LysiPEARL (97,1). La biodisponibilidad estimada (%) fue mayor para LysiGEM (67,1), intermedia para LysiPEARL (50,3) y menor para AjiPro L3G (45,5). En el Experimento 2, la cantidad de N que desapareció de la bolsa a la 0 h fue 27,6, 0,4 y 24,7%; la fracción b fue 57,1, 5,8 y 73,6%, y la c fue 0,032, 0,002 y 0,081 /h para CholiGEM, Reashure y Norcol, respectivamente. La degradabilidad ruminal efectiva fue menor para Reashure (0,5%), intermedia para CholiGEM (41,4%) y mayor para Norcol (57,6%). Sin embargo, la digestión intestinal fue baja para Reashure (12,2%) frente a CholiGEM (98,4%) y Norcol (80,9%), lo que resultó en una biodisponibilidad mayor para CholiGEM (57,6%), intermedia para Norcol (34,3%) y menor para Reashure. (12,1%). Se observaron diferencias importantes en la degradación ruminal y la digestión intestinal entre los diferentes productos comerciales evaluados. La calidad de los productos de Lys y Col desarrollados para ser inertes en el rumen requiere determinar no sólo el grado de protección frente a la degradación ruminal, sino también la digestibilidad intestinal de la proporción no degradable en el rumen.

CONCLUSIÓN

Los resultados indican que la biodisponibilidad difirió entre las fuentes comerciales probadas, siendo LysiGEM—entre los productos de lisina— y CholiGEM — entre los productos de colina—, los que mostraron mayor biodisponibilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dufreneix, F., Faverdin, P., Peyraud, J.L., 2019. J. Dairy Sci., 102: 3010–3022.
- Gargallo, S., Calsamiglia, S., Ferret, A., 2006. J. Anim. Sci., 84: 2163-2167.
- Mathers, J.C., Miller, E.L., 1981. Br. J. Nutr., 45: 587–604.
- Humer, E.G., Bruggeman, G., Zebeli, Q., 2019. J. Anim. Sci, 566
- Whitehouse, N.L., Schwab, C.G., Brito, A.F., 2017. J. Dairy Sci., 100: 9585-960.

CINÉTICA DE DEGRADACIÓN RUMINAL *IN SITU* DE LA SEMILLA DE AGUACATE

Yáñez-Ruiz*, D.R., Matas, A., Belanche, A., Jiménez, E., Romero, P. y Martín-García, A.I.
Estación Experimental del Zaidín (CSIC), Profesor Albareda 1, 18008, Granada, España;
*david.yanez@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

Resultados recientes *in vitro* de nuestro grupo indican que la semilla de aguacate (SA), como desecho de la fabricación de guacamole, presenta un interesante potencial como ingrediente para raciones de rumiantes (Martín-García *et al.*, 2021a) y sin riesgos para la salud de los mismos (Martín-García *et al.*, 2021b). No obstante, para poder formular adecuadamente una ración con un nuevo ingrediente, es necesario conocer su cinética de degradación en rumen, con el objetivo de poder sincronizar de la manera más eficiente la liberación de energía con la síntesis de proteína microbiana. Esto es especialmente importante para ingredientes ricos en carbohidratos de alta disponibilidad, ya que la energía que produce su degradación será la primera en ser empleada por los microorganismos fibrolíticos y proteolíticos (Herrera-Saldana *et al.*, 1990). Tal es el caso los alimentos ricos en almidón, como los cereales, empleados en altas proporciones en raciones para producción intensiva y que empleados en exceso pueden desencadenar cuadros de acidosis ruminal. La SA, a pesar de tener un contenido de almidón equivalente o superior a los cereales (35 - 60 %), su degradación en rumen aún no ha sido estudiada. Por tanto, el objetivo de este trabajo fue el estudio *in situ* de la cinética de degradación ruminal en caprino de la SA en comparación a otros cereales como el maíz o el trigo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon 8 cabras murciano-granadinas (40,5±2,8 kg PV), dotadas de cánula ruminal permanente y alimentadas con heno de avena y concentrado comercial (50:50). Se incubaron en rumen muestras (3 g) de SA, trigo o maíz en sacos de nylon, durante 0, 2, 4, 8, 16, 24, 48 y 72 h (Madsen y Hvelplund, 1994). Se emplearon dos tipos de SA en función del tipo de secado al que se había sometido industrialmente: mediante tromel, o túnel rotativo de deshidratación a alta temperatura (SAT), o bien mediante estufa de ventilación forzada a 70 °C (SA70). Los parámetros de degradación de la materia seca fueron calculados empleando el modelo no lineal $Dg = a + b \cdot (1 - e^{-ct})$ descrito por Orskov and McDonald (1979), donde "a" es la fracción rápidamente degradable o soluble, "b" la fracción potencialmente degradable (insoluble) y "c" la velocidad de degradación de "b". La degradabilidad potencial (DP) fue calculada como " $a + b$ ", mientras que la degradabilidad efectiva fue calculada como $DE = a + [(b \cdot c)/(c + k)]$, siendo $k = 0,0324$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La fracción *a* fue similar para SAT, SA70 y el trigo (58,7, 57,3 y 56,2 %, respectivamente) y muy superior para el maíz (82,7%), de manera inversa a lo que ocurrió con la fracción *b* (40,2, 42,9, 38,3 y 12,5 %, respectivamente y en el mismo orden que anteriormente). Sin embargo, *c* fue seis veces inferior para SAT y SA70 (0,038 y 0,037 h⁻¹) que para el trigo (0,240 h⁻¹) y cuatro veces inferior al maíz (0,160 h⁻¹). Por otra parte, la DE fue similar para SAT, SA70 y el maíz (80,4, 80,2 y 79,6 %, respectivamente) y superior para el trigo (86,0%), mientras que la DP fue mayor para SAT y SA70 (98,8 y 99,8 %) que para maíz y trigo (95,2 y 94,5 %). El patrón de degradación ruminal del SA puede ser interesante para su inclusión como sustituto o en combinación de cereales para evitar episodios de picos acidóticos postpandriales.

CONCLUSIÓN

La semilla de aguacate presenta una velocidad de degradación en rumen más lenta que cereales ricos en carbohidratos de reserva energética, pero con degradabilidad efectiva y potencial similar a estos, lo que representa una interesante alternativa como ingrediente en la dieta de rumiantes. El tipo de secado industrial del SA no afectó ninguno de los parámetros estudiados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Herrera-Saldana *et al.*, 1990. J. Dairy Sci. 73: 142-148. • Madsen, J. and Hvelplund, T. 1994. Livest. Prod. Sci., 39: 201-212. • Martín-García *et al.*, 2021a. AIDA-ITEA XIX. • Martín-García *et al.*, 2021b. AIDA-ITEA XIX. • Orskov, E.R. and McDonald, I. 1979. J. Agri. Sci., 92: 499-503.

Agradecimientos: Este trabajo fue financiado por el proyecto Grupo Operativo AGUACAVALUE (www.aguacavalue.com).

EFFECTO DE LA HIGIENIZACIÓN (ACIDIFICACIÓN Y CLORACIÓN) DEL AGUA DE BEBIDA SOBRE LA CALIDAD Y CONSUMO DEL AGUA, LA DIGESTIBILIDAD RUMINAL Y TOXICIDAD EN EL CEBO INTENSIVO DE TERNEROS FRISÓN

Verdú¹, M., Cucurull¹, J., Martí², S., Medinyà³, C., Riera⁴, J. y Devant², M.

¹Alimentació Animal i Producció, bonÀrea Corporació (Corporación Alimentaria Guissona, S.A.), 25210 Guissona, España. ²Producció de Remugants, IRTA, Torre Marimon, 08140 Caldes de Montbui, España. ³Sinual, S.L., Sallent, España. ⁴Nanta, S.A., Tres Cantos, España; marsal.verdu@bonarea.com

INTRODUCCIÓN

El agua es un nutriente esencial que puede afectar la productividad animal (Devant *et al.*, 2019) y un recurso cada vez más escaso (Doreau *et al.*, 2012). La cloración es uno de los métodos más comunes de higienización del agua de bebida para reducir la carga de patógenos entre otros beneficios (color, olor y gusto indeseables). No obstante, una cloración inadecuada puede conllevar riesgos potenciales para la producción (disminución de la ingesta de agua) e incluso afectar la salud animal (trihalometanos) o el metabolismo ruminal. El condicionamiento del agua tiene su relevancia en la efectividad de la cloración y un pH elevado reduce la eficacia de la cloración (Raisbeck *et al.*, 2010). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la acidificación y cloración del agua sobre su calidad e ingesta, consumo de pienso, digestibilidad ruminal y salud animal en terneros Frisón cebados en condiciones experimentales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 24 terneros Frisón [221 ± 20,9 kg de peso vivo (PV) y 184 ± 9,9 días de edad iniciales] fueron utilizados a lo largo de 196 días de estudio. A cada ternero se le asignó uno de los 4 tratamientos según un diseño factorial 2 x 2 que combinaba los factores de acidificación (condicionamiento) y cloración (higienización) del agua de bebida. Los terneros se alojaron individualmente en corrales y fueron alimentados con pienso, paja y agua a libre disposición. De cada corral se registró el PV, consumo de pienso y paja cada 14 días, y el consumo de agua y registro sanitario a diario. Se extrajeron muestras de sangre los días 0, 14, 98 y 196 de estudio para un análisis hematológico y bioquímico. Cada 28 días, se recogieron muestras de agua de depósito y bebedero para analizar pH, cloro residual libre y carga microbiológica. Finalmente, se determinó la digestibilidad ruminal los días 42 y 147 de estudio, y se realizó una inspección macroscópica de rúmenes (Lesmeister *et al.*, 2004) y medida del pH ruminal en matadero. Los datos se analizaron usando un modelo de efectos mixtos con medidas repetidas. El modelo estadístico incluyó el PV inicial como covariable, la acidificación, cloración, el período y su interacción como efectos fijos, y el corral como efecto aleatorio. Las variables discretas se analizaron mediante una prueba Chi-cuadrado.

RESULTADOS Y CONCLUSIÓN

En depósito, la cloración redujo ($P < 0,01$) el recuento de coliformes (0,8 vs. 392,7 ± 0,30 UFC/100 ml) y clostridios (0,0 vs. 9,0 ± 0,13 UFC/100 ml); en cambio, en corral, la cloración únicamente tendió ($P = 0,10$) a disminuir el contaje de coliformes (967,5 vs. 994,7 ± 0,01 UFC/100 ml). En depósito, la interacción acidificación y cloración tendió ($P = 0,10$) a registrar un pH más ácido (6,85 vs. 7,48 ± 0,117) y una mayor concentración de cloro residual libre (0,57 vs. 0,33 ± 0,078 ppm) que acidificación y cloración por separado, respectivamente, evidenciando una mayor efectividad de la combinación de factores. Se observó una tendencia ($P = 0,07$) a una mejora de la digestibilidad de almidones con la cloración (98,2 vs. 97,7 ± 0,28%) al final del estudio. No se observaron diferencias entre tratamientos en el consumo de agua, la productividad y parámetros sanguíneos de los animales. En conclusión, la acidificación (condicionamiento) y cloración (higienización) del agua mejoró la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua de bebida sin afectar negativamente el consumo de agua, la productividad, la digestibilidad ruminal ni evidenciar toxicidad en los terneros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Devant *et al.*, 2019 • Doreau *et al.*, 2012. Anim. Frontiers. 2:9-16. • Lesmeister, K. 2004. J. Dairy. Sci. 87:1336-1344. • Raisbeck, M. 2010. Comunicación personal.

Agradecimientos: Gracias al Proyecto GOTA financiado por la operación 16.01.01 (Cooperació per a la innovació) a través del Programa de desenvolupament rural de Catalunya 2014-2020, a la colaboración del personal Tashia, S.L. y de Granja Nial de bonÀrea Corporació.

DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DEL ALPERUJO DE LA COMUNIDAD VALENCIANA EN GANADO VACUNO: RESULTADOS PRELIMINARES

Piquer¹, O., Piquer², L., Cano², C., Pascual³, J.J., Cambra-López³, M., López³, M.C. y Cerisuelo¹, A.
¹Dpto. Prod. y San. Animal, UCH-CEU. ²Centro de Investigación y Tecnología Animal, IVIA. ³Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, UPV; cerisuelo_alb@gva.es

INTRODUCCIÓN

El alperujo es un subproducto reciente en las almazaras tradicionales, por la transformación de los procesos de molturación de 3 fases (aceite, alpechín y orujo) a sistemas de 2 fases (aceite y alperujo), debido a la nueva regulación medioambiental. Presenta una humedad del 65% y hasta un 15% (en materia seca, MS) de aceite. A día de hoy, se producen alrededor de 80.000 toneladas anuales en la Comunidad Valenciana, que son retiradas por orujeras. Su uso directo en la alimentación de la ganadería cercana a la zona de producción es una vía alternativa de aprovechamiento que, además, potencia la economía circular local. El objetivo del trabajo es determinar la digestibilidad *in vitro* de la MS (DIVMS) del alperujo para ganado bovino. Este trabajo se enmarca en un Proyecto mayor cuyo objetivo es desarrollar un modelo de gestión y aprovechamiento del alperujo en el norte de la Comunidad Valenciana para alimentación de ganado vacuno extensivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se determinó la DIVMS de un total de 17 muestras de alperujo obtenidas en 3 almazaras durante las campañas oleícolas de 2019 y 2020. En la campaña de 2020, los alperujos se recogieron en 2 momentos de campaña (inicio y fin) y en 2 momentos de la descarga de las tolvas de almacenaje de las almazaras (primera y segunda descarga). El procedimiento de digestión *in vitro* de la MS se basó en el protocolo descrito para el equipo DAISY II® (ANKOM Technology, Fairport, NY-USA), modificado por Holden (1999) y Mabweesh *et al.* (1999). Brevemente, el protocolo modificado consistió en 2 incubaciones a 39°C con rotación continua: una primera incubación con líquido ruminal y una segunda incubación con solución de pepsina y ácido clorhídrico. El líquido ruminal se obtuvo de terneros sacrificados en un matadero comercial. Se realizó un ensayo por campaña y cada ensayo se replicó 3 veces (tandas). En cada jarra se incubaron, además, 4 ingredientes control: alfalfa, paja de cereal, pulpa cítrica y harina de maíz con el doble objetivo de comprobar que las incubaciones funcionaron correctamente y validar los resultados de digestibilidad de los alperujos, comparándolos con materias primas más estandarizadas. El análisis estadístico se realizó mediante el procedimiento GLM de SAS®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los ingredientes control no mostraron diferencias en DIVMS por jarra y tanda en ninguna de las dos campañas. La DIVMS media de estos ingredientes fue de 56,6% para la alfalfa, 36,7% para la paja de cereal, 96,2% para la pulpa cítrica y 92,0% para la harina de maíz ($P < 0,05$). Estos valores fueron comparables a los obtenidos en otros ensayos *in vitro* (Mabweesh *et al.*, 2000; Martins *et al.*, 2017). La DIVMS media de los alperujos en las dos campañas fue de 52,5%, con valores máximos de 70,3% y mínimos de 32,8%. En ambas campañas se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las diferentes muestras y almazaras. Además, en los alperujos de la campaña 2020 se observó un efecto del momento de la campaña y la descarga, siendo la DIVMS superior al inicio de la campaña en comparación con el final (59,4% vs. 51,6%, $P < 0,05$) y en la primera descarga en comparación con la segunda (56,3% vs. 54,7%, $P < 0,05$).

CONCLUSIÓN

El valor de la DIVMS de los alperujos para el ganado vacuno es moderado (52,5%) y muy variable. Factores como el origen (almazara), el momento de la campaña (ligado a la variedad de la aceituna) o el manejo en la descarga pueden afectar a su digestibilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Holden, L.A., 1999. J. Dairy Sci. 82:1791-1794.
- Mabweesh, S.J. *et al.* 2000. J. Dairy Sci. 83:2289-2294.
- Martins, P. *et al.* 2017. Acta Sci. 39:289-295.

Agradecimientos: Trabajo financiado por el proyecto AGCOOP_C/2018/011 de la Generalitat Valenciana. Nuestro agradecimiento a Cooperatives Agroalimentàries de la Comunitat Valenciana, la cooperativa Agromas y carnes Castillo por su apoyo en la organización, obtención de las muestras utilizadas y ejecución de los ensayos.

BIODISPONIBILIDAD RELATIVA DE TRES FUENTES DIFERENTES DE METIONINA NO DEGRADABLE EN EL RUMEN EN VACAS LECHERAS UTILIZANDO LA TÉCNICA DEL ÁREA BAJO LA CURVA

Kihal, A., Rodríguez-Prado, M. y Calsamiglia, S.

Servei de Nutrició i Benestar Animal, Dept. Ciència Animal i dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Spain; Tel.: (+34) 93581495; fax: (+34) 935811494; E-mail: Sergio.Calsamiglia@uab.cat

INTRODUCCIÓN

Las bacterias ruminales tienen un perfil de amino ácidos (AA) rico en Lys y Met. Las fuentes de proteína de las dietas tienen una menor concentración de ambos AA. Por lo tanto, el perfil de AA de la proteína microbiana tiende a diluirse en el intestino delgado a medida que aumenta la contribución de AA de la dieta. Como resultado, la mayoría de dietas para el vacuno lechero son deficitarias en Lys y Met. La industria ha desarrollado formas protegidas de Lys y Met para suplir el aporte de estos AA (Schwab *et al.*, 2001). Una estrategia efectiva para aumentar la biodisponibilidad de AA es el uso de análogos de AA capaces de escapar a la degradación ruminal y transformarse en la forma activa después de su absorción (Graulet *et al.*, 2005). El objetivo de este estudio fue evaluar la biodisponibilidad relativa de dos análogos de Met –Isopropil éster de 2-hidroxi-4-(metiltio) butanoico (HMBi)–obtenidos por distintos procesos de fabricación, y de una metionina encapsulada, mediante el método del área bajo la curva (AUC).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron nueve vacas lactantes múltiparas (30 kg de leche/vaca/d y 227 días en leche) alimentadas con una dieta 45:55 forraje:concentrado, en un diseño de cuadrado latino 3 x 3 triplicado. Cada período consistió en 3-d de muestreo seguidos de 3-d de descanso. Los tratamientos fueron: KESSENT MF Liquid® (HMBi-KES, Kemin Animal Nutrition and Health, Belgium); Metasmart® (HMBi-MtS, Adisseo SAS, France) y Smartamine® (SmT, Adisseo SAS, France). Se administró el equivalente a 50 g de Met de cada tratamiento en una sola dosis el primer día de cada período. El HMBi (líquido) se administró vía oral, mientras que la SmT se ofreció mezclada con 0,5 kg de concentrado, consumido en su totalidad en menos de 15 min. Se tomaron muestras de sangre de la vena coccígea a las 0, 1, 2, 3, 4, 6, 9, 12, 24, 30, 48 h después de la administración del tratamiento. Los datos se ajustaron a curvas teóricas y se determinó la concentración basal a tiempo 0 h, la concentración máxima (Cmax), el tiempo en alcanzar la Cmax (Tmax), y el AUC de Met plasmática. Los resultados se analizaron con el paquete estadístico SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC) y las diferencias entre tratamientos se declararon en P<0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La concentración basal (28,3 µM), Tmax (1,4 h), Cmax (198,3 µM) y AUC (1868 unidades) fueron similares entre las dos fuentes de HMBi, lo que indica una biodisponibilidad relativa similar, y coinciden con los resultados de Graulet *et al.* (2005). En la SmT, la concentración basal (23,4 µM) y Cmax (234,2 µM) fueron similares a los observados para el HMBi, pero el Tmax (11,3 h) fue más tardío y el AUC fue 1,8 veces mayor (3456 vs. 1868 unidades) que en el HMBi. El Tmax temprano para la concentración de Met en el HMBi sugiere una absorción rápida a través de la pared ruminal por difusión pasiva, mientras que la SmT es retenida en el rumen y absorbida en el intestino delgado.

CONCLUSIÓN

Los resultados indican que el HMBi-KES tiene una Tmax, Cmax y AUC similar al HMBi-MtS, lo que indica una biodisponibilidad relativa similar. La SmT mostró una cinética diferente al HMBi, con un retraso considerable del Tmax y una mayor AUC.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Graulet, B., Richard, C., Robert, J.C. 2005. Methionine availability in plasma of dairy cows supplemented with methionine hydroxy analog isopropyl ester. J. Dairy Sci. 88:3640- 3649.
- Schwab, C. G., Whitehouse, N.L., McLaughlin, A.M., Kadariya, R.K., St-Pierre, N.R., Sloan, B.K., Gill, R.M., Robert, J.C. 2001. Use of milk protein concentration to estimate the methionine availability of two forms of 2-hydroxy-4-methylthio butanoic acid (HMB) for lactating cows. J. Dairy Sci. 84(Suppl. 1):35. (Abstr.).

RESTRICCIONES MODERADAS DEL APORTE PROTEICO PRODUCEN CAMBIOS EN EL PERFIL METABOLÓMICO EN TERNEROS DE ENGORDE

Costa-Roura¹, S., Balcells¹, J., Villalba¹, D.

¹ Universitat de Lleida, av. Alcalde Rovira Roure, 191, 25198, Lleida; sandra.costa@udl.cat

INTRODUCCIÓN

La emisión de amoníaco procedente de la producción ganadera se ha relacionado con un exceso de proteína en la ración (Sinclair *et al.*, 2014). En este sentido, se ha observado que la restricción del aporte proteico no penaliza el rendimiento productivo en animales rumiantes (Devant *et al.*, 2000), aunque sí altera la estructura y las asociaciones de su comunidad microbiana ruminal (Costa-Roura *et al.*, 2020). Estudios previos en cerdos (Li *et al.*, 2018) y en ratas (Komatsu *et al.*, 2020) han evidenciado cambios significativos en el perfil metabólico de los animales debidos a una limitación de la ingestión proteica, por lo que el objetivo del presente trabajo fue evaluar el impacto de una reducción del nivel de proteína bruta (PB) de la ración sobre el perfil metabólico, en terneros Holstein producidos en un sistema de engorde intensivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el estudio se utilizaron 20 terneros machos de raza Holstein. A los 118 (± 1) días de edad y 165 (± 3) kg de peso vivo (PV) (promedio \pm error estándar), los animales fueron distribuidos en dos tratamientos experimentales y alimentados a base de concentrado y paja de cebada, ambos *ad libitum*. El concentrado fue formulado con un 14% (tratamiento control: **CTR**) o con un 12% (tratamiento baja proteína: **LP**) de PB sobre materia seca. Se tomaron muestras de orina mediante un masaje en la zona del prepucio, en la fase de crecimiento (**GRO**: 160 \pm 1 días de edad y 225 \pm 5 kg PV) y en la fase de acabado (**FIN**: 280 \pm 1 días de edad y 444 \pm 9 kg PV). Para determinar el perfil metabólico, se realizó una extracción de los metabolitos urinarios con metanol y se analizaron los extractos por cromatografía de líquidos y espectrometría de masas (LC-MS/MS), recogiendo los datos en modo positivo y negativo. Para determinar aquellos metabolitos cuyas abundancias fueron significativamente distintas entre tratamientos (i.e. metabolitos diferenciales), los datos se estandarizaron (transformación logarítmica y *auto scaling*) y se les aplicó un test t-student (los p-valores obtenidos se corrigieron por el método Benjamini y Hochberg). Para la identificación de los metabolitos diferenciales se utilizó la base de datos HMDB, cruzando la información referente a masa, tiempo de retención y espectro de MS/MS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del test t-student permitieron determinar un total de 58 metabolitos diferenciales entre tratamientos (ionización positiva: 35 en GRO y 12 en FIN; ionización negativa: 9 en GRO y 2 en FIN), de los cuales sólo 6 se pudo confirmar su identidad (ionización positiva: 5 en GRO y 1 en FIN). La identificación de los metabolitos es el principal escollo en los estudios de metabolómica, debido a que las bases de datos utilizadas son todavía incompletas (Alden *et al.*, 2017). En base a los metabolitos identificados, durante la fase de crecimiento, los animales del grupo CTR tuvieron una mayor abundancia en orina de cisteína, ácido 3-indolcarboxílico (glucoronido), 4,6-dihidroxiquinolina y pirofosfato de tiamina; en cambio, los terneros adscritos al grupo LP tuvieron una mayor presencia en orina del dipéptido metionina-prolina. Durante la fase de acabado, los animales que consumían la ración CTR excretaron más 2-heptenoilglicina en orina. La mayor parte de los metabolitos identificados participan en el metabolismo de distintos aminoácidos, coincidiendo con los trabajos previos de otros autores en los que se estudiaba el efecto del nivel de ingestión proteica sobre el perfil metabólico en muestras de sangre (Spring *et al.*, 2020) y de contenido colónico (Zhou *et al.*, 2016) en cerdos.

CONCLUSIONES

La restricción moderada de la ingestión proteica en rumiantes provoca una adaptación metabólica a nivel de animal que, junto con la adaptación microbiana a nivel de rumen, permitiría reducir las emisiones de amoníaco a la atmosfera sin perjudicar el rendimiento productivo de los animales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alden, N. *et al.* 2017. Anal. Chem. 89: 13097-13104
- Costa-Roura, S. *et al.* 2020. Anim. Feed Sci. Technol. 264: 114479.
- Devant, M. *et al.* 2000. J. Anim. Sci. 78: 1667-1676
- Komatsu, Y. *et al.* 2020. British Journal of Nutrition (en prensa).
- Li, Y. *et al.* 2018. J. Agr. Food. Chem. 66: 12571-12579
- Sinclair, K. *et al.* 2014. Animal 8: 262-274.
- Spring, S. *et al.* 2020. Scientific Reports 10: 3318.
- Zhou, L. *et al.* 2016. Anaerobe 38: 61-69.

CRECIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS METABÓLICAS DIFERENCIADAS DE BOVINOS DE RAZAS CON ALTO ENGRASAMIENTO EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN ESPAÑOL

de Mercado¹, E., Vázquez-Mosquera², J.M., Fernandez-Novo³, A., Pesantez-Pacheco², J.L., Martínez⁴, D., Pérez-Garnelo¹, S.S., Villagrà⁵, J.C., Gardón⁶, J.C., Sebastian⁷, F. y Astiz¹, S.
¹INIA, Madrid; ²UC, Ecuador.; ³Bovitecnia, Madrid; ⁴Embriovet SL, A Coruña; ⁵IVIA, Valencia; ⁶UCV, Valencia; ⁷Cowvets SL, Valencia; astiz.susana@inia.es

INTRODUCCIÓN

La producción de carne de vacuno con grasa altamente infiltrada tiene gran valor en el mercado mundial, debido a su excelente calidad y características organolépticas. Este tipo de carne puede obtenerse en su máxima calidad, de la raza wagyu (de origen japonés), de su cruce con la raza angus (wangus) o de la raza angus en pureza o en cruces con otras razas europeas (cruce comercial). La raza wagyu y sus cruces han sido poco estudiadas en sistemas de producción europeos y, por tanto, es difícil saber su comportamiento productivo y su eficiencia económica, comparada con razas europeas. El objetivo de este estudio fue comparar el crecimiento y las características metabólicas (diferenciadas en wagyu; Piao da *et al.*, 2015) de animales wagyu (WY), wangus (WN) y cruces comerciales (CC) en las primeras etapas de su crecimiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Incluimos en el estudio 11 animales de cada tipo racial (Wagyu, Wangus y CC) que pesamos y medimos altura (al maslo de la cola) en cuatro momentos de crecimiento. 1) 0-15d vida; 2) 4-4,5m; 3) 10,5-11m; 4) 16-16,5m. Además, en 8 animales de cada raza, elegidos aleatoriamente, determinamos valores séricos del colesterol total (CT), triglicéridos (TG), lipoproteína de alta (HDL) y baja densidad de colesterol (LDL), glucosa (GLU), fructosamina (FRU), lactato deshidrogenasa (LACT), beta-hidroxibutirato (BHB), ácidos grasos no esterificados (NEFA) y urea (UR) con analizador clínico (Konelab 20; Thermo Scientific). Los datos se analizaron mediante ANOVA y las diferencias entre medias se analizaron con test de Tukey ($P < 0,05$; SAS® 9.0). Datos expresados como media \pm desviación estándar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso difirió significativamente en los CC respecto de los dos grupos de animales Wagyu (WY y WN) en los 4 periodos estudiados: en el periodo 1) con $45,5 \pm 4,4$ vs. $31,5 \pm 5,8$ vs. $31,6 \pm 5,1$ kg; periodo 2) $204 \pm 47,6$ vs. $173 \pm 15,0$ vs. $161 \pm 48,3$; periodo 3) $508 \pm 65,4$ vs. $357 \pm 44,4$ vs. $371 \pm 83,5$; periodo 4) $649 \pm 82,6$ vs. $503 \pm 57,0$ vs. $482 \pm 93,8$, para CC, WY y WN, respectivamente. Los animales CC fueron más altos que los WY y WN, aunque se equipararon en el periodo 3. Los valores fueron en periodo 1) $79,5 \pm 1,6$ vs. $75,5 \pm 4,5$ vs. $73,7 \pm 4,2$ cm.; periodo 2) $110,1 \pm 4,5$ vs. $109,6 \pm 4,1$ vs. $103,5 \pm 7,2$; periodo 3) $129 \pm 4,8$ vs. $128,3 \pm 7,3$ vs. $122,6 \pm 6,9$; periodo 4) $135,5 \pm 4,6$ vs. $138,5 \pm 7,7$ vs. $132,3 \pm 7,5$, para CC, WY y WN, respectivamente. Algunos parámetros bioquímicos mostraron diferencias entre grupos raciales, sólo en los periodos 2 y 4. Periodo 2): CT (mg/dl): $90,5^b \pm 10,6$ vs. $145,0^a \pm 41,1$ vs. $129,4^{ab} \pm 42,3$; HDL (mg/dl): $39,9^b \pm 3,4$ vs. $57,1^a \pm 12,3$ vs. $57,0^a \pm 13,7$; LDL (mg/dl): $14,6^b \pm 4,4$ vs. $22,0^a \pm 6$ vs. $17,8^{ab} \pm 6,0$; FRU (mg/dl): $293,5^b \pm 33,6$ vs. $346,7^a \pm 42,0$ vs. $315,3^{ab} \pm 43,6$; LACT (mg/dl): $61,6^a \pm 14,3$ vs. $19,5^b \pm 6,1$ vs. $29,3^b \pm 18,4$; BHB (mmol/l): $0,5^a \pm 0,1$ vs. $0,2^b \pm 0,1$ vs. $0,3^b \pm 0,1$, para CC, WY y WN, respectivamente; periodo 4): CT (mg/dl): $85,8^b \pm 18,6$ vs. $114,6^{ab} \pm 29,2$ vs. $120,6^b \pm 22,7$; TG (mg/dl): $22,1^b \pm 10,3$ vs. $24,5^b \pm 10,1$ vs. $41,8^a \pm 19,4$; HDL (mg/dl): $30,1^b \pm 6,1$ vs. $44,9^a \pm 11,9$ vs. $51,0^a \pm 15,0$; UR (mg/dl): $21,0^b \pm 4,0$ vs. $29,5^a \pm 5,1$ vs. $28,4^{ab} \pm 9,5$, para CC, WY y WN, respectivamente.

CONCLUSIÓN

Desde terneros lactantes, los animales de razas europeas y cruzadas con angus pesan más que los wagyu y sus cruces, diferencia que se mantiene hasta el final del proceso de engorde, aunque en altura, se equiparan a partir de los 10-11 meses. Los valores metabólicos ratifican diferencias, al parecer, marcadas por la raza japonesa, mostrando estos animales WY y WN niveles más altos de colesterol y triglicéridos, lo que tendría relación con la mayor infiltración grasa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Piao da C *et al.* 2015. J Anim Sci Biotechnol. 2015; 6(1):9. • Estudio financiado por CDTI-IDI-20180254.

FASES FINALES DEL CRECIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS METABÓLICAS EN BOVINOS DE RAZA WAGYU Y CRUZADOS CON ANGUS (WANGUS) EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN ESPAÑOL

de Mercado¹, E., Vázquez-Mosquera², J.M., Fernández-Novo³, A., Pesantez-Pacheco², J.L., Martínez⁴, D., Pérez-Garnelo¹, S.S., Villagrà⁵, J.C., Gardón⁶, J.C., Sebastian⁷, F. y Astiz¹, S.
¹INIA, Madrid; ²UC, Ecuador.; ³Bovitecnia, Madrid; ⁴Embriovet SL, A Coruña; ⁵IVIA, Valencia; ⁶UCV, Valencia; ⁷Cowvets SL, Valencia; astiz.susana@inia.es

INTRODUCCIÓN

La raza wagyu (WY) se caracteriza por dar lugar a una carne con un alto grado de infiltración, de alta calidad (Shahrai *et al.* 2020) y de alto interés en el mercado mundial. Carne más engrasada que la tradicional en bovino también se origina en animales de raza angus, aunque ambas razas presentan ritmos de crecimientos y calidad de la carne diferenciadas (Radunz *et al.* 2009; Shahrai *et al.* 2020). El cruce de la raza angus con wagyu (wangus, WN) es, por lo tanto, de interés productivo. Sin embargo, hay pocos estudios sobre las características productivas de animales WY y WN en sistemas de producción españoles. Por tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el crecimiento y las características metabólicas de WY y WN en la fase final del engorde.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se usaron para este estudio 6 animales wagyu (WY) y 11 animales wangus (WN; wagyu x angus) que se pesaron (kg) y midieron en altura al maslo de la cola (cm) en tres momentos finales de su crecimiento: 1) a los 16,5-18m de vida; 2) 24-24,5m; 3) 30-30,5m. Además, en cada momento se determinaron valores séricos del colesterol total (CT), triglicéridos (TG), lipoproteína de alta (HDL) y baja densidad de colesterol (LDL), glucosa (GLU), fructosamina (FRU), lactato deshidrogenasa (LACT), beta-hidroxibutirato (BHB), ácidos grasos no esterificados (NEFA) y urea (UR) con analizador clínico (Konelab 20; Thermo Scientific). Los datos se analizaron mediante ANOVA, evaluando el efecto entre WY y WN; y entre momentos dentro de grupos experimentales. Las diferencias entre medias se compararon con test de Tukey ($P < 0,05$; SAS® 9.0). Los datos se expresan como media \pm desviación estándar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron que no había diferencias significativas entre WY y WN en ningún parámetro, excepto la altura, en el periodo 1 ($140 \pm 4,7$ vs. $134 \pm 5,1$ cm, para WY y WN, respectivamente) y TG en el periodo 3 ($25,2 \pm 7$ vs. $49,3 \pm 26,6$ mg/dl, para WY y WN, respectivamente). Donde sí observamos mayores diferencias fue dentro de cada grupo racial, entre periodos. Así, los animales WY engordaron con una curva de crecimiento de más pendiente ($572,8^a \pm 67,7$ vs. $713,3^b \pm 82,2$ vs. $872,5^c \pm 62,27$ kg, para periodos 1, 2 y 3, respectivamente), respecto de los WN ($531,8^a \pm 83,7$ vs. $690,5^{ab} \pm 115,7$ vs. $801,3^b \pm 140,2$ kg, para los mismos periodos). Los WY presentaron una metabólica más estable, solo difiriendo la urea entre momentos, con $21,6^a \pm 6,3$ vs. $29,9^b \pm 4,6$ vs. $21,2^a \pm 3,6$ mg/dl. Sin embargo, los WN incrementaron significativamente en el tiempo los valores de CT: $121,8^a \pm 29,4$ vs. $144,8^b \pm 33,7$ vs. $160,2^b \pm 29,6$ mg/dl; de TG: $23,5^a \pm 13,5$ vs. $27,5^a \pm 5,1$ vs. $49,3^b \pm 7,0$ mg/dl y LDL: $14,7^a \pm 5,6$ vs. $18,7^{ab} \pm 5,5$ vs. $23,7^b \pm 6,7$ mg/dl; y redujeron los de NEFA: $0,37^a \pm 0,23$ vs. $0,24^{ab} \pm 0,04$ vs. $0,16^b \pm 0,1$ mmol/l y GLU: $98,9^a \pm 16,9$ vs. $84,7^b \pm 5,5$ vs. $87,5^b \pm 5,3$, mg/dl, para los periodos 1, 2 y 3, respectivamente.

CONCLUSIÓN

Aunque los valores de peso y altura de bovinos WY y WN durante las fases finales de engorde no difirieron, sí resultó diferente la curva de aumento de peso en el tiempo. De manera similar, los valores de bioquímica sanguínea, aunque con valores semejantes entre grupos raciales, difirieron en su evolución en el tiempo. Así pues, los animales WY mantuvieron valores estables entre periodos, mientras que los WN mostraron claros incrementos y descensos de diferentes metabolitos. Estas diferencias corroboran que los animales WY y WN siguen patrones productivos diferentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Radunz AE *et al.* 2009 J Anim Sci; 87(9): 2971-6. • Shahrai *et al.* 2020 Asian-Australas J Anim Sci; en línea antes de la impresión.

Agradecimientos: Estudio financiado por CDTI-IDI-20180254.

TOCOFEROLES EN PLASMA Y CARNE DE TERNEROS SEGÚN LA TASA DE GUISANTE EN EL PIENSO

Blanco, M., Bertolín, J.R., Joy, M., Ferrer, J. y Casasús, I.

Centro de Investigación y Tecnología Alimentaria de Aragón – IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza).
Avda. Montañana 930, 50059, Zaragoza, España; mblanco@cita-aragon.es

INTRODUCCIÓN

Desde hace unos años en Europa se fomenta el uso de recursos proteicos de origen local en la alimentación de rumiantes para reducir la dependencia de la soja. El guisante puede ser utilizado para reemplazar la soja porque es un cultivo que mejora las propiedades del suelo y tiene una adecuada proporción de proteína y almidón. Es además una fuente de carotenoides (Bonnano *et al.*, 2012) que pueden afectar la calidad de la carne. La inclusión de guisante puede suponer la modificación de otros ingredientes de los piensos, además de la soja, modificando el contenido de tocoferoles. Por ello, el objetivo del trabajo fue estudiar el efecto de la tasa de inclusión de guisante en el pienso de cebo de terneros sobre su contenido en carotenoides y tocoferoles del plasma y de la carne.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el ensayo se emplearon 32 terneros de raza Parda de Montaña, que recibieron pienso y paja a voluntad desde los 210 (± 24) a los 508 (± 6) kg. Los terneros se distribuyeron aleatoriamente en cuatro tratamientos con diferente tasa de inclusión de guisante en el pienso: 0% (0%G), 15% (15%G), 30% (30%G), 45% (45%G). Los ingredientes de los piensos (maíz, cebada, gluten de maíz, soja, guisante y aceite de palma) variaron para que fueran iso-energéticos (11,6 MJ energía metabolizable/kg materia fresca (MF)) e iso-proteicos (13% de proteína bruta en MF). Se tomaron muestras mensuales de plasma y alimento durante el periodo de cebo y se registró la ingestión diaria mediante una estación de control automática. Los terneros se sacrificaron al alcanzar el peso objetivo y tras 24 h a 4°C se extrajo el músculo *longissimus thoracis et lumborum* y el *semitendinosus* de la canal izquierda de cada animal. Se cortó un filete de cada músculo y liofilizó. Se determinaron los carotenoides y tocoferoles del pienso, plasma y carne mediante cromatografía líquida tras ser extraídos según las metodologías de Fu *et al.* (2011), Lyan *et al.* (2001) y Bertolín *et al.* (2018), respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La luteína fue el único carotenoide detectado en el pienso, pero no se detectó ni en suero ni en carne. La inclusión de guisante en el pienso incrementó el contenido de luteína ($P < 0,01$) y por tanto su ingestión fue mayor en los terneros con 30%G y 45%G ($P < 0,05$). La concentración de retinol en el plasma de los terneros se vio afectada por la tasa de guisante ($P < 0,05$) pero sin una pauta clara, y su deposición en el músculo fue similar entre tratamientos.

En cuanto a los tocoferoles en el pienso, se detectó α - y γ -tocoferol, éste en mayor cantidad. La inclusión de guisante no afectó al contenido en los piensos, ni a la concentración en el plasma ni a su deposición en ambos músculos ($P > 0,05$). El contenido de γ -tocoferol en el pienso tuvo un incremento lineal con la tasa de inclusión de guisante, que afectó a su ingestión, a la concentración en plasma y a su deposición en ambos músculos ($P < 0,001$), con valores superiores en los terneros alimentados con el pienso 45%G que en los 0%G ($P < 0,05$). Sin embargo, el interés del γ -tocoferol es limitado, por su bajo poder antioxidante y por ser difícilmente modificable a través de la alimentación. Las correlaciones estudiadas entre la ingestión de estos compuestos y su concentración en plasma solo fueron significativas en el γ -tocoferol ($r = 0,60$, $P < 0,001$).

CONCLUSIÓN

La inclusión de guisante en el pienso modificó el contenido de γ -tocoferol, su concentración en plasma y su deposición en ambos músculos, sin afectar la deposición de α -tocoferol y retinol en músculo. Por ello su potencial efecto protector de la oxidación de la carne puede ser limitado. Sería interesante profundizar en el estudio de la relación entre γ -tocoferol de los ingredientes de la dieta y en el plasma para poder detectar diferencias en alimentación de los terneros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Bertolín *et al.* (2018). Food Chem 257: 182-188 • Bonnano *et al.* (2012). J Sci Food Agriculture 92: 2870-2875 • Fu *et al.* (2011). J Food Comp Analysis 24: 288-297 • Lyan *et al.* (2001). J Chromatography B 751: 297-303

Agradecimientos: INIA RTA2014-00032 y Gobierno de Aragón (A14-20R), personal del CITA.

SIMULACIÓN DE LA RESTRICCIÓN ALIMENTARIA Y ANOREXIA QUE SUFREN LOS TERNEROS MAMONES DURANTE EL TRANSPORTE Y SU COMERCIALIZACIÓN: EFECTOS SOBRE SUS PARÁMETROS PRODUCTIVOS, FISIOLÓGICOS Y PERMEABILIDAD INTESTINAL

Pisoni, L., Devant, M. y Martí, S.

IRTA, Programa Producción de Rumiantes, Torre Marimón, 08140, Caldes de Montbui, España;
lucia.pisoni@irta.cat.

INTRODUCCIÓN

La comercialización de terneros lactantes (mamonos) los enfrenta a diversos desafíos debido al estrés causado por el transporte, la mezcla de animales, las condiciones ambientales, el manejo y la privación de alimento y agua (Cooke, 2017). Esto afecta negativamente su salud, su estado inmunológico, su equilibrio energético (Renaud *et al.*, 2018; Marcato *et al.*, 2020) y su permeabilidad intestinal (Zhang *et al.*, 2013). El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la restricción alimentaria y anorexia que sufren los terneros en el mercado y durante el transporte antes de llegar a la granja de destino.

MATERIAL Y MÉTODOS

Veinte terneros Angus-Holstein (44 ± 2.0 kg y 14.7 ± 0.63 d) lactantes fueron alojados individualmente y aleatoriamente distribuidos en 4 tratamientos: Control (CT; $n = 5$), alimentados con 2.5 L de lactoreemplazante (LR) 2 veces/día, agua, concentrado y paja *ad-libitum* del d-4 al 7. Restricción suave (RS; $n = 5$), alimentados con 2.5 L de LR 2 veces/día con acceso *ad-libitum* al agua del d -4 al -1, imitando una estancia en un centro de concentración, al final del d -1 (período de simulación de un transporte a granja de destino) se mantuvieron en ayunas durante 9 h. Restricción moderada (RM; $n = 5$), alimentados con 2.5 L de LR 2 veces/día con acceso *ad-libitum* al agua del d -4 al -1, al final del d -1 se mantuvieron en ayunas durante 19 h. Restricción severa (RV; $n = 5$), alimentados con 2.5 L de rehidratante 2 veces/día con acceso *ad-libitum* al agua del d -4 al d -1, al final del d -1 se mantuvieron en ayunas durante 19 h. Desde el d 0 hasta el d 7, período en el que se intentó simular la llegada de estos animales a una granja de cebo, todos los animales fueron alimentados con cantidades iguales de LR y acceso *ad-libitum* a concentrado, paja y agua. El peso vivo (PV) se midió los días -4, -1, 0, 2 y 7. El consumo de pienso se midió desde el d -4 al d 7. Los días -4, -1, 0 y 2 se tomaron muestras de sangre para determinación de NEFA, BHBA, glucosa y citrulina. Se realizaron pruebas de permeabilidad intestinal utilizando marcadores administrados vía oral (Cr-EDTA y lactulosa) y posteriormente medidos en sangre los días -4, -1, 0 y 2 del estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó una disminución del PV ($P < 0.01$) y concentración de glucosa el d -1 para RV comparado con los otros tratamientos debido a la alimentación a base de rehidratante. El PV fue menor ($P < 0.01$) en RS, RM, RV en comparación con el CT entre el d 0 y el d 7 como consecuencia de la restricción alimentaria y las horas de ayuno. Se observó una interacción de tiempo por tratamiento ($P = 0.04$) con relación al consumo de pienso. Los grupos restringidos aumentaron su consumo de pienso al d 1 con una caída en el d 2. Al d 7, los terneros RV alcanzaron valores de consumo similares al CT. Las concentraciones séricas de BHBA y NEFA fueron superiores ($P < 0.01$) en RV el d 0 en comparación a los demás tratamientos. El d 2 la concentración sérica de citrulina (marcador de masa de enterocitos) disminuyó ($P = 0.02$) en todos los tratamientos excepto en el grupo CT. El d 0 la concentración sérica de Cr-EDTA y lactulosa fueron menores ($P \leq 0.01$) en los terneros CT comparado con el resto de los tratamientos siendo la concentración de lactulosa superior en los terneros RV comparado con los grupos RS y RM.

CONCLUSIÓN

Tras un período de restricción alimentaria y anorexia, los terneros sufren pérdida de peso, caída en el consumo de pienso y alteración en sus parámetros fisiológicos durante la primera la semana tras su llegada. Además, a mayor restricción alimentaria, mayor es el efecto sobre la permeabilidad intestinal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cooke, R. F. 2017. Prof. Anim. Sci. 33:1–11.
- Marcato, F., H. van den Brand, M. Wolthuis-Fillerup, & K. van Reenen. 2020. J. Dairy Sci. 103: 3505–3520.
- Renaud D. L., T. F., Duffield, S. J., LeBlanc, & Kelton, D.F. 2018. J Dairy Sci. 101:1–10.
- Zhang, S., R. I. Albornoz, J. R. Aschenbach, D. R. Barreda, & G. B. Penner. 2013. J. Anim. Sci. 91:1685–1695.

DETERMINACIÓN DEL ORIGEN DE LA LECHE CRUDA DE VACA MEDIANTE LA EXPRESIÓN DE MICROARN Y ALGORITMOS DE IA

Abou el qassim¹, L.; Alonso², J.; Royo¹, L.J. y Díez², J.

¹Servicio Regional De Investigación Y Desarrollo Agroalimentario, carretera de Oviedo, s/n, 33300 Villaviciosa, Asturias, ²Centro de Inteligencia Artificial de la Universidad de Oviedo, Campus de Viesques, 33271 Gijón, Asturias; ljroyo@serida.org

INTRODUCCIÓN

Los microARN (miARN) son pequeños ARN no codificantes de 21-25 nucleótidos, producidos dentro de las células eucariotas y con la función de coordinación de redes reguladoras de la expresión génica (He y Hannon, 2004). Los niveles de expresión de los miARN dependen de su contexto genético y también de las condiciones ambientales (Romao *et al.*, 2014). Esta última característica y su resistencia a condiciones fisicoquímicas adversas ha hecho de los miARN buenos biomarcadores en diferentes campos de estudios. La leche producida en base a pastos es cada vez más valorada por los consumidores gracias a las ventajas que implica (el bienestar animal, la calidad de leche y el medio ambiente). En este trabajo aplicamos un algoritmo de Inteligencia Artificial a los resultados de expresión de miARN en leche cruda de vaca para evaluar la posibilidad de diseñar una herramienta de trazabilidad rápida y barata, que sea capaz de discriminar la leche producida en un sistema en base a pastoreo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Setenta y cuatro muestras de leche de tanque de treinta y siete ganaderías, representativas de los sistemas de producción característicos en Asturias, fueron muestreadas durante el otoño y la primavera de 2017 y 2019. En el laboratorio se separaron y conservaron las fases celular y grasa de la leche (Li *et al.*, 2016) y se extrajo el ARN total de las 148 muestras. Se seleccionaron miARN de resultados previos de secuenciación (Abou el qassim *et al.*, 2017) y de la bibliografía, analizándose la expresión de 10 miARN en las muestras de la grasa y 13 en las células. Los resultados de expresión de los miARN fueron normalizados con miARN internos de expresión estable. Las muestras fueron agrupadas de dos maneras: 1) según la práctica del pastoreo: “no Pastoreo” VS “si Pastoreo” y 2) según el consumo de silo de maíz: “no Maíz” VS “si Maíz”. Sobre los resultados de expresión de miARN se construyeron árboles de decisión utilizando el algoritmo de aprendizaje automático C4.5(Quinlan, 1993).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El algoritmo permite dos cosas, por un lado, clasificar cada una de las muestras en una clase (Pastoreo vs no Pastoreo; Maíz vs no Maíz), y calcular su capacidad de aprender a clasificar las muestras en su clase, y por otro identificar los miARN más informativos. **Agrupación según el pastoreo:** El algoritmo no era capaz de clasificar bien cada muestra en su sistema de producción, y por lo tanto no fue capaz de identificar miARN relevantes. **Agrupación según el silo de maíz:** En este caso el mejor árbol obtenido, cuando se utilizan solo los miARN analizados en grasa, es capaz de aprender a clasificar correctamente casi el 70% de las muestras en su clase. Además, señala a los miARN bta-mir-532 y bta-mir-215 como atributos relevantes para determinar el grupo al que pertenece la muestra.

CONCLUSIÓN

Aprender a clasificar la clase Pastoreo parece bastante más complicado que la clase Maíz. La combinación de marcadores y muestras analizadas no permiten discriminar la leche en base a pastos, quizá por la enorme variabilidad interna de dietas y manejos en las explotaciones comerciales de pastoreo. Sin embargo, cuando se considera la clase Maíz, el algoritmo aprende más. Los ensayos en condiciones experimentales controladas, pueden permitir la identificación de miARN relevantes en la clasificación de leche cruda según dietas y sistemas de manejo concretos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Abou el qassim L. *et al.*, 2017. XVII Jornadas sobre Producción Animal • He, L., & Hannon, G. J. 2004. Nature Reviews Genetics, 5(7), 522. • Li R. *et al.*, 2016. PloS one 11: e0154129. • Romao, J. M. *et al.*, 2014. BMC genomics, 15(1), 137. • Quinlan, J. R. 2014. Elsevier.

Agradecimientos: Apoyo parcial de la subvención INIA y FEDER (RTA2014-00086-C03-02; RTA2015-0061-C02-01) y Principado de Asturias (PCTI 2018-2020, GRUPIN: IDI2018-000237). L. Abou el Qassim, es beneficiaria de la beca predoctoral Severo Ochoa (BP17-49). Agradecemos al personal del Laboratorio de Nutrición Animal del SERIDA, y ganaderos asturianos.

BÚSQUEDA DE BIOMARCADORES PARA DISCRIMINAR OVEJAS SEGÚN SU EFICIENCIA ALIMENTARIA: ANÁLISIS METABOLÓMICO DE LA LECHE

Hervás¹, G., Toral¹, P.G., Fernández-Díez¹, C., Yáñez-Ruiz², D.R., y Frutos¹, P.

¹Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-Univ. de León), Finca Marzanas, 24346 Grulleros, León

²Estación Experimental del Zaidín (CSIC), Profesor Albareda 1, 18008 Granada;

g.hervas@csic.es

INTRODUCCIÓN

Cada vez resulta más evidente que mejorar la productividad del ganado pasa por una mayor eficiencia en la utilización de los alimentos, característica que varía sustancialmente entre individuos alimentados con la misma dieta. Sin embargo, en las granjas comerciales de ovino, estimar la eficiencia de cada animal conlleva la dificultad o elevado coste de registrar su consumo individual diario de la dieta completa (Wilkinson, 2011; Connor *et al.*, 2012; Cantalapiedra-Hijar *et al.*, 2018). La búsqueda de biomarcadores que permitan estimar la eficiencia alimentaria de cada oveja de forma sencilla y económica en condiciones prácticas, se ha convertido en un reto (Karisa *et al.*, 2014). La utilización de técnicas “ómicas” (en este caso, la metabolómica), podría ayudar a abordar este desafío, lo que representa el objetivo específico de este trabajo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante 3 semanas se recogieron datos de ingestión y producción y composición de la leche, así como de PV, de 40 ovejas assaf en lactación (día 62±0,1 al inicio del ensayo). Se calculó un índice de eficiencia alimentaria (basado en la diferencia entre la ingestión real y la predicha a partir de las necesidades energéticas para el mantenimiento, producción y cambios de PV; (INRA, 2018) y se seleccionaron las 8 ovejas más eficientes (E+) y las 8 menos eficientes (E-). Los detalles de esta parte experimental se describen en Toral *et al.* (2021). Sobre muestras de leche de cada animal se realizó un análisis metabolómico no dirigido, mediante UHPLC-Q/TOF-MS. Los datos se procesaron con el software *Agilent MassHunter Profinder* para la detección de picos y el *Mass Profiler Professional* para su alineación e integración. Después, se sometieron a un análisis no paramétrico Mann-Whitney para determinar los metabolitos que diferían significativamente entre tratamientos y a un análisis discriminante por mínimos cuadrados parciales (PLS-DA) para detectar aquellos que mejor discriminaban los animales más o menos eficientes. Para la identificación tentativa de los metabolitos se usaron las bases de datos Metlin, KEGG y Massbank.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se detectaron casi 2000 metabolitos, de los cuales el análisis discriminante utilizó 48 para separar las ovejas más y menos eficientes en 2 grupos completamente independientes. Además, 38 metabolitos difirieron ($P < 0,05$) entre los grupos E+ y E-. De estos 38, se identificaron tentativamente 18, entre los que destacan compuestos nitrogenados (p. ej., adenosina, triptófano, alanina, glicina, ácido pipercolico o metilisoleucina). Estos resultados apoyan que la metabolómica puede ser una herramienta muy útil para detectar compuestos asociados a la eficiencia alimentaria en el ganado (Goldansaz *et al.*, 2017). Una vez confirmada la identificación de los metabolitos y estimada la mejor combinación para ofrecer el mayor poder de discriminación al menor coste, la aplicación práctica consistiría en su determinación específica, sin necesidad de recurrir a este tipo de análisis tan complejos.

CONCLUSIÓN

Aunque se trata de resultados aún preliminares, estos sugieren que ciertos metabolitos presentes en la leche (un tipo de muestra fácil de obtener en condiciones prácticas de explotación) permitirían discriminar entre las ovejas más y menos eficientes y podrían ser aplicados en futuros programas de selección y mejora genética.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Cantalapiedra-Hijar, G. *et al.* 2018. *Animal* 12: 321-335. • Connor, E.E. *et al.* 2012. *J. Anim. Sci.* 90: 1687-1694. • Goldansaz, S. A. *et al.* 2017. *PLoS ONE* 12: e0177675. • INRA. 2018. *Alimentation ruminants* (Francia) • Karisa, B.K. *et al.* 2014. *Livest Sci.* 2014. 165: 200-211. • Toral, P.G. *et al.* 2021. *J. Dairy Sci.* (en prensa). • Wilkinson, J. M. 2011. *Animal* 5: 1014-1022.

Agradecimientos: Proyecto CSI276P18 (Junta de Castilla y León, FEDER y Fondo Social Europeo). Contrato RYC-2015-17230 de P. G. Toral (MINECO y Fondo Social Europeo).

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE SEMILLA DE AGUACATE EN LA DIETA SOBRE PARÁMETROS SANGUÍNEOS DE CAPRINO Y OVINO

Martín-García*, A.I., Belanche, A., Jiménez, E., Romero, P., Palma-Hidalgo, J.M. y Yáñez-Ruiz, D.R.
Estación Experimental del Zaidín (CSIC), Profesor Albareda 1, 18008, Granada, España;
*ignacio.m@csic.es

INTRODUCCIÓN

La incorporación de nuevos subproductos en la ración de rumiantes, como estrategia para favorecer la sostenibilidad económica y ambiental de la producción ganadera, se percibe a menudo con cierta desconfianza en el sector ganadero y en la sociedad en general, por la incertidumbre de que puedan suponer algún riesgo para la salud y bienestar de los animales. La cuantificación de determinados parámetros sanguíneos puede ser empleada como indicadora de niveles sub-óptimos de bienestar por la incidencia de disfunciones fisiológicas (Broom, 1991; Ohl *et al.*, 2012). Resultados *in vitro* de nuestro grupo indican que la semilla de aguacate, desechada en la fabricación de guacamole, presenta un interesante potencial como ingrediente para raciones de rumiantes (Martín-García *et al.*, 2021), que incluso puede tener propiedades bioactivas beneficiosas. El objetivo de este trabajo fue el estudio del efecto, a medio y largo plazo, de la inclusión de semilla de aguacate en la dieta de rumiantes sobre determinados parámetros sanguíneos indicadores del estado sanitario, metabólico y oxidativo del animal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon 10 cabras murciano-granadinas (40,5±2,8 kg PV) y 14 ovejas segureñas (52,7±1,4 kg PV), siendo los animales de cada especie divididos en dos grupos y alimentados con heno de avena y concentrado (50:50). En el grupo control (CTL) el concentrado fue una mezcla comercial para producción, mientras que en el grupo tratado (SAT) el 20% de ese concentrado fue sustituido por semilla de aguacate. A los 30 días los animales fueron pesados y se les extrajo una muestra de sangre. El efecto a más largo plazo (60 días) sólo se evaluó en ovino. En las muestras de sangre se determinó el hemograma y se analizó la bioquímica general y el poder antioxidante (polifenoles totales y ABTS) en el plasma.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El hemograma general y los parámetros que pudieran indicar toxicidad o algún daño tisular (hepático, renal, cardíaco, musculoesquelético o pulmonar) presentaron valores dentro de la normalidad o incluso numéricamente favorables cuando tanto las cabras como las ovejas consumieron SAT, y que llegaron a ser tendencia ($P < 0,1$) en el caso de la aspartato aminotransferasa (AST) y lactato deshidrogenasa en ovejas. No obstante, aun en rangos fisiológicos, se detectaron valores más bajos de hemoglobina ($P = 0,042$) y hemoglobina corpuscular media ($P = 0,017$) en las cabras del grupo SAT. Contrariamente a lo esperado, por el alto contenido en compuestos fenólicos del aguacate, se observó una tendencia ($P = 0,086$) a una menor concentración de ABTS en plasma de caprino SAT. En lo referido a efectos a largo plazo (60d) en ovino, el grupo SAT mostró valores más bajos para el recuento de eosinófilos ($P < 0,01$) y linfocitos ($P < 0,01$), la concentración de creatinina ($P = 0,051$) y AST ($P < 0,1$), y tendieron a mostrar mayores concentraciones de Na, K y albúmina ($P < 0,1$) que el grupo CTL. La AST puede ser un signo de daño en hígado o corazón, o de otras enfermedades. No se observaron diferencias significativas entre grupos en relación al peso de ambas especies, aunque en el caso de las ovejas y después 60 d consumiendo las dietas experimentales, se observó una ganancia de peso un 15,7% superior en el grupo SAT que en el CTL.

CONCLUSIÓN

Según indican los parámetros analizados, a medio y largo plazo, la inclusión de semilla de aguacate en la dieta de rumiantes no presenta problemas a nivel sanitario o metabólico. Convendría llevar a cabo estudios de valoración nutritiva (i.e. digestibilidad y cinética de fermentación ruminal) y posteriormente evaluar el impacto de su uso sobre parámetros productivos en explotaciones comerciales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Broom, D.M. 1991. *J. Anim. Sci.* 69: 4167-4175. • Ohl, F. *et al.* 2012. *Vet. J.* 192: 13-19. • Martín-García *et al.*, 2021. AIDA-ITEA XIX.

Agradecimientos: Este trabajo fue financiado por el proyecto Grupo Operativo AGUACAVALUE (www.aguacavalue.com).

EFFECTOS DEL NIVEL DE PROTEÍNA BRUTA Y DE LA SUPLEMENTACIÓN CON METIONINA PROTEGIDA A INICIO DE LACTACIÓN EN OVEJAS LECHERAS

Caja¹, G., Elhadi¹, A., Rodríguez-Prado², M., Belaid², A., Such¹, X., Bahloul³, L. y Calsamiglia², S.
¹Grup de Recerca en Remugants, ²Servei de Nutrició i Benestar Animal. Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, España; ³Adisseo France SAS., Malicorne, France; Sergio.Calsamiglia@uab.cat

INTRODUCCIÓN

La metionina (Met) es un aminoácido azufrado (S) esencial en rumiantes. No se conocen con exactitud sus necesidades en ovejas lecheras que están condicionadas por el aporte de proteína (PB), síntesis de lana (alto S) y la eficiencia de utilización. El INRA (2018) considera las necesidades de aminoácidos en vacuno lechero a partir de un perfil teórico en el que las necesidades de LysDI y MetDI son de 7,0 y 2,4% PDI, respectivamente, lo que supone una relación Lys/Met≈3 en la ración. Se desconoce si suplementar con Met permitiría disminuir el nivel de proteína bruta (PB) de la ración en ovejas lecheras, así como las posibles ventajas económicas y medioambientales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 47 ovejas adultas de raza Lacaune (77,2 ± 1,2 kg PV) del Servicio de Granjas y Campos Experimentales de la UAB (Bellaterra, Barcelona), a inicio de lactación (37 ± 2 d) y recién separadas de sus corderos, para evaluar los efectos del nivel de PB (14,8 vs. 16,6% sobre MS; 1,75 vs. 1,68% MetDI/PDI) y de la suplementación con metionina (Met) protegida (0 vs. 5 g/d; Smartamine, Adisseo, FR) en la ración. Las ovejas se dividieron en 8 grupos equilibrados de 6 animales que fueron estabulados, ordeñados 2 veces/d (08:00 y 16:00) en una sala 2×12 con 12 medidores electrónicos (MM25SG, Delaval, SE) y alimentados *ad libitum* con una ración total mezclada (F:C, 44:56% sobre MS) calculada según INRA (2018). La Met se incluyó o no en un suplemento de maíz partido que fue ofrecido individualmente en el ordeño de la mañana (50 g/oveja). Los tratamientos se aplicaron al azar a cada grupo de ovejas, de acuerdo con un diseño cruzado (change-over) de 2 periodos (21 d de medida y 14 d de transición), en el que cada grupo de ovejas se alimentó con el mismo nivel de PB, con o sin suplementación de Met. Se obtuvieron así 4 tratamientos con 2 repeticiones, siendo la oveja-periodo la unidad experimental. La ración y sus componentes fueron analizados de acuerdo con AOAC (2000). La ingestión de alimento (grupo) y la producción de leche (individual) se midieron diariamente. La ingestión del grupo se repartió individualmente usando 30 g/d de PEG6000 (Caja *et al.*, 2009). En cada período se tomaron muestras de leche (d 16 y 17) para composición (MilkoScan FTIR system; Foss, DE) y de sangre a las 6 h del aporte de Met (d 18) para análisis de indicadores metabólicos. El PV y el crecimiento de lana (esquilado de 200 cm²/oveja) se valoraron al inicio y final de cada periodo. Los datos fueron analizados mediante el procedimiento GLIMMIX (SAS Inst., v.9.4).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observaron diferencias en la ingestión (3,50 ± 0,12 kgMS/d) y producción de leche (2,52 ± 0,17 kg/d) por efecto de la PB ($P=0,34$ y $0,51$) y Met ($P=0,40$ y $0,63$) en la ración, respectivamente, así como tampoco en los contenidos en proteína (5,42 ± 0,06%) y caseína (4,02 ± 0,05%) de la leche por efecto de la PB ($P=0,88$ y $0,93$) y Met ($P=0,16$ y $0,56$), respectivamente. Sin embargo, el contenido en grasa de la leche (6,43 ± 0,2%) no varió por efecto de PB ($P=0,47$), pero disminuyó un 4% al suplementar con Met ($P<0,01$). Un nivel alto de PB aumentó la urea en leche (17%; $P<0,001$), la uremia (45%; $P<0,001$) y la glucemia (2%; $P<0,05$). La Met aumentó el nivel de Met (77%; $P<0,001$) y β -OHB en sangre (11%; $P<0,05$). No se detectaron efectos de los tratamientos en los valores de NEFA, colesterol e insulina en sangre ($P=0,16$ a $0,95$), ni en el crecimiento de lana sucia ($P=0,16$ a $0,79$), aunque un mayor nivel de PB tendió a mejorar la recuperación de peso ($P=0,06$) de las ovejas.

CONCLUSIÓN

No se detectaron ventajas de un nivel >15% PB en la ración, lo que produjo elevados valores de urea en sangre y en leche, sin mejorar la producción o el contenido en caseína láctea. El aporte de Met protegida mejoró su nivel en sangre, aunque redujo la grasa láctea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• AOAC. 2000. 17thed., Gaithersburg, MD, USA • Caja, G., Ralha, V.M. & Albanell, E. 2009. XIII Jornadas Prod. Animal, Zaragoza • INRA. 2018. Alimentation des ruminants, Éd. Quæ, Paris, 728 pp.

Agradecimientos: Convenio de investigación Adisseo-UAB (2017-48-AFR-20180923).

EFFECTOS DEL ZINC SOBRE LA FERMENTACIÓN INTESTINAL EN CONDICIONES DE ESTRÉS POR CALOR EN CERDO IBÉRICO

Pardo¹, Z., Mateos^{2,3}, I., Saro^{2,3}, C., Campos⁴, R., Lachica¹, M., Ranilla^{2,3}, M.J., Fernández-Fígares¹, I.
¹Departamento de Fisiología y Bioquímica de la Nutrición Animal, Estación Experimental del Zaidín, CSIC, Profesor Albareda 1, 18008 Granada. ²Departamento de Producción Animal. Universidad de León, Campus de Vegazana s/n, 24071 León. ³Instituto de Ganadería de Montaña, CSIC-Universidad de León, Finca Marzanas s/n, Grulleros, 24346 León. ⁴Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ciencia Animal, Carrera 32 n. 12-00, Palmira, Colombia; ifigares@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

El zinc juega un papel muy importante para el correcto funcionamiento de la barrera intestinal y en la regeneración del epitelio intestinal mejorando la actividad de las enzimas digestivas y manteniendo la estabilidad de la microbiota. Por tanto, los suplementos de Zn en la dieta para el ganado porcino podrían ejercer un efecto beneficioso frente a los daños que el estrés térmico produce en el tracto gastrointestinal. El objetivo de este trabajo fue evaluar *in vitro*, el efecto que tiene la suplementación de la dieta con zinc sobre la fermentación intestinal de cerdos ibéricos sometidos a estrés térmico (30°C, 28 d).

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo con 16 cerdos Ibéricos de 44,0 kg de peso medio aproximado sometidos a estrés térmico (30°C, 28 d) alimentados *ad libitum* con una dieta suplementada con zinc (0,120 g/kg SO₄Zn; ZN) o no (CTRL). Al final del periodo experimental, los animales fueron sacrificados obteniéndose muestras de contenido rectal en condiciones anaeróbicas que se congelaron hasta las incubaciones. Mediante incubaciones *in vitro* (Pardo *et al.*, 2020) se evaluó la fermentabilidad de almidón y pectina, utilizando como inóculo *pools* de contenido rectal de los cerdos alimentados con dieta CTRL o ZN en un medio de cultivo anaeróbico. Después de 24 horas de incubación, se determinó la producción de gas, la producción de ácidos grasos volátiles (AGV) y la concentración de amonio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La suplementación con Zn disminuyó la producción de gas (-4-5%, P<0,01) y la proporción molar de ácido propiónico (-13 a -18%, P<0,01) mientras que aumentaron las proporciones molares de los AGV minoritarios: isoácidos (47-81%, 0,01<P<0,06) y valérico (54-130%, P<0,01). Aumentó igualmente la concentración de amonio (8-21%, 0,01<P<0,05). No cambiaron ni la proporción molar de acético ni la relación acético:propiónico (P>0,10). El Zn disminuyó la producción total de AGV con la mezcla de almidones (-15%, P<0,05) pero sólo numéricamente en el caso de la pectina (-5%, P>0,10). El Zn aumentó la proporción molar de butírico (10%, P<0,05) con la pectina pero dicho aumento fue sólo numérico con la mezcla de almidones (6%, P>0,10). *In vivo*, el zinc en elevada concentración (2,425 g/kg ZnO) disminuyó la concentración de AGVs, propiónico y butírico así como la de amonio en el intestino grueso de cerdos sin cambios en la concentración de acético (Starke *et al.*, 2014). La menor producción de gas y en menor medida de AGV, y la mayor concentración de amonio podrían ser debidas a una inhibición de la fermentación bacteriana, lo que estaría de acuerdo con el efecto inhibitor del crecimiento bacteriano de este mineral (Starke *et al.*, 2014).

CONCLUSIÓN

La suplementación con Zn en cerdos sometidos a estrés por calor de larga duración no parece mejorar la capacidad de fermentación intestinal *in vitro*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Pardo, Z., Mateos, I., Campos, R., Francisco, A., Lachica, M., Ranilla, M.J. & Fernández-Fígares, I. 2020. Heat stress increases *in vitro* hindgut fermentation of distinct substrates in iberian pigs. *Animals* 10, 2173
- Starke, I.C., Pieper, R., Neumann, K., Zentek, J. & Vahjen, W. 2014. The impact of high dietary zinc oxide on the development of the intestinal microbiota in weaned piglets. *FEMS Microbiol. Ecol.* 87: 416-427.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto AGL 2016-80231, Ministerio de Economía, Industria y Competitividad e Innovación. Es parte de la Tesis Doctoral de Zaira Pardo dentro del programa de doctorado Nutrición y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Granada.

ALIMENTACIÓN DE LARVAS DE *TENEBRIO MOLITOR* CON SUBPRODUCTO DE PAN Y ENSILADO DE MAÍZ EN SUSTITUCIÓN DE TRIGO Y SALVADO

Remiro, A., Remón, S. y Fondevila, M.

Dpto. Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2), Universidad de Zaragoza-CITA, M. Servet 177, 50032 Zaragoza. mfonde@unizar.es

INTRODUCCIÓN

En el presente siglo se ha observado un creciente interés por la producción industrial de insectos como fuente de alimento para el ganado, convirtiéndose en una alternativa real a otros alimentos (van Huis, 2020). Uno de los aspectos claves para maximizar su difusión es la optimización de costes de producción, especialmente en alimentación. La harina de cereales y el salvado son ingredientes característicos en la cría de larvas de *Tenebrio molitor*, pero el coste de las raciones podría reducirse incorporando ingredientes más baratos (Oonincx *et al.*, 2015), preferentemente si su disponibilidad no está limitada por la estacionalidad. Este trabajo estudia la viabilidad de emplear subproducto de pan y ensilado de maíz en sustitución de trigo y salvado en la alimentación de larvas de *T. molitor*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se comparó una dieta control (62% trigo, 34% salvado, 4% harina de soja 47; CTL), con otras que incorporaron distintas proporciones de subproducto de pan (69% pan, 30% salvado, 1% harina de soja; SBP) y subproducto de pan y ensilado de maíz (74% pan, 17% ensilado, 9% harina de soja; S15 y 60% pan, 31% ensilado, 9% harina de soja; S30). Las dietas se diseñaron para un mismo contenido proteico (154 g/kg) excepto S15, con 165 g/kg. Dada la elevada humedad del alimento original, el ensilado se secó para prevenir enmohecimiento. Los sustratos se molieron a un tamaño máximo de 2 mm.

Se prepararon 4 bandejas por dieta, con 40 larvas ($0,64 \pm 0,048$ g por bandeja) que se criaron durante 49 días en ambiente controlado (23-27°C, 31-47% humedad). Además, se ofreció zanahoria fresca como fuente de humedad. La mortalidad y el peso de las larvas y el sustrato se determinaron semanalmente. Los días 42 y 49 se determinó el número de pupas. Al final del periodo experimental, se colectaron las larvas, se congelaron a -80°C y se liofilizaron para su análisis químico (materia seca, MS, proteína bruta, PB, extracto etéreo, EE y fibra ácido detergente, FAD). Estadísticamente, el peso inicial se consideró como covariable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido en MS de las larvas se mantuvo entre 379 y 400 mg/g. El contenido medio en PB y EE fue de 469 y 378 mg/g MS, respectivamente, aunque con CTL fue 0,09 superior en PB y 0,14 inferior en EE que con SBP). Los tratamientos no afectaron al índice de mortalidad (proporción media de 0,14; $P > 0,10$), aunque la variabilidad en este parámetro fue alta (coeficiente de variación 0,51). Una vez corregido semanalmente por el número de larvas vivas, el crecimiento por bandeja fue superior con SBP y CTL que con los tratamientos que incluyeron ensilado (80,3, 79,1, 51,8 y 50,7 mg/d por larva para SBP, CTL, S30 y S15; $P < 0,05$). La ingestión diaria de MS fue mayor para SBP y CTL que para S30 y S15 (104,1, 89,0, 69,5 y 68,5 mg/d, respectivamente; $P < 0,001$). El índice de conversión (IC), expresado en base a materia fresca, fue superior ($P < 0,05$) para S15 que para SBP, y con éste que con CTL (2,37, 1,96 y 1,45), no observándose diferencias entre S30 (2,19) respecto a S15 y SBP. Expresando el IC sobre MS sólo se detectaron diferencias entre S15 y CTL (3,54 vs. 2,98, $P < 0,05$), resultando intermedio para SBP y S30 (3,38 y 3,35). La producción de larvas (sobre MS) por bandeja a los 49 d fue mayor con SBP y CTL que con S30 y S15 (1541, 1467, 1017 y 950 mg, respectivamente; $P < 0,05$). Este rango de diferencias se mantuvo respecto a la producción de PB (713, 688, 447 y 482 mg para CTL, SBP, S15 y S30, $P = 0,001$) y de EE (518, 630, 359 y 377 mg; $P < 0,05$).

CONCLUSIÓN

El subproducto de pan puede emplearse como ingrediente en dietas para larvas de *T. molitor* sin afectar los rendimientos productivos. La mezcla de ensilado de maíz como ingrediente fibroso y subproducto de pan aumenta el índice de conversión y disminuye la cantidad de proteína y grasa obtenidas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Oonincx D.G.A.B. 2015. *PLoS ONE* 10: e0144601
- van Huis, A. 2020. *J. Insect Food Feed* 6, 27-44.

Agradecimientos: Trabajo financiado por la empresa INSECTOPIA 2050 a través de un proyecto del Programa de Desarrollo Rural para Aragón 2014-2020 (OTRI 2018/0406).

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL USO DE UREA O UREA DE LIBERACIÓN LENTA EN VACAS LECHERAS: META-ANÁLISIS

Simoni¹, M., Fernandez-Turren², G., Righi¹, F., Rodríguez-Prado³, M. y Calsamiglia^{3*}, S.

¹Department of Veterinary Science, University of Parma, Italy; ²Departamento de Producción Animal y Salud de los Sistemas Productivos, Universidad de la República, Uruguay; ³Servicio de Nutrición y Bienestar Animal (SNiBA), Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona, España; *Sergio.Calsamiglia@uab.cat

INTRODUCCION

Las bacterias ruminales pueden usar urea (U) como fuente proteica como alternativa parcial de las proteínas vegetales más caras. Sin embargo, la U se degrada rápidamente en el rumen y su utilización puede verse comprometida, resultando en una reducción de la eficiencia de la utilización del N, reducción del flujo de proteína metabolizable al intestino e incremento de las emisiones urinarias de N al medio ambiente. Para reducir estos riesgos, se han desarrollado ureas de liberación lenta (ULL). El uso de U es más eficiente en dietas con un contenido elevado en hidratos de carbono fermentables. Nuestra hipótesis es que el uso de urea es eficiente en vacas de alta producción alimentadas con dietas altas en carbohidratos fermentables y alimentadas con una dieta TMR. El objetivo de este trabajo fue evaluar la literatura reciente a través de un meta-análisis para determinar los efectos de la sustitución parcial de proteína vegetal por U o ULL en vacas lecheras de alta producción alimentadas con dietas TMR altas en carbohidratos fermentables.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una búsqueda bibliográfica (Science Direct, Web of Science y Google Scholar) con los siguientes criterios: estudios en vivo con razas lecheras puras, producción media > 25 l/vaca/día, con resultados de producción y composición de leche, y con dietas iso-N y suplementadas con U o ULL. Para el análisis de datos se utilizó el método de meta-análisis sistemático de múltiples tratamientos (o en red) con el procedimiento GLIMMIX en SAS (Cary, NC, EEUU). El modelo consideró el efecto del tratamiento como efecto fijo y el estudio como efecto aleatorio. El término WEIGHT se utilizó para definir el inverso de la varianza dentro del estudio, y la varianza residual se mantuvo constante en 1. Se utilizó una declaración PARMs para estimar las diferencias medias y los intervalos de confianza para cada variable de respuesta. La significancia se declaró a $P \leq 0,05$.

RESULTADOS

Sólo 16 estudios cumplieron con los requisitos de selección. Las vacas incluidas en el estudio produjeron de media $34,4 \pm 6,0$ l/d, con $35,9 \pm 4,3$ g/kg de grasa y $31,0 \pm 2,2$ g/kg de proteína, y una ingestión de $23,1 \pm 3,0$ kg de materia seca/d. La composición media de la dieta fue de $1,64 \pm 0,09$ Mcal ENI, $168 \pm 10,5$ g/kg de proteína bruta, $319 \pm 38,5$ g/kg fibra neutro detergente, y $221 \pm 37,6$ g/kg de almidón. El aporte medio de urea fue de 216,6 y 130,1 g/d para U, y ULL, respectivamente. Ni la U ni la ULL afectaron a la ingestión de nutrientes y la utilización de N. La ULL redujo la digestibilidad aparente de la materia seca en el tracto total respecto a la U; aumentó la concentración de N amoniacal ruminal en comparación con el control; y aumentó la proporción de acetato en el rumen en comparación con la ULL. Ni la U ni la ULL afectaron a la producción o composición de la leche, pero las vacas suplementadas con U y ULL tuvieron una menor concentración de lactosa en comparación con el control.

CONCLUSIONES

Los resultados indican que la inclusión de U o ULL no afectaron a los índices productivos. Por tanto, la sustitución parcial de proteína vegetal por U en las condiciones analizadas puede estar justificada por su menor coste. Sin embargo, los resultados similares entre U y ULL, y el mayor coste de las ULL no justifican su utilización en las condiciones especificadas en este estudio.

Agradecimientos: Este proyecto ha recibido financiación del programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea en virtud del acuerdo de subvención Marie Skłodowska-Curie no 777974.

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE LA DIETA CON DIFERENTES FUENTES LIPÍDICAS SOBRE LA EFICIENCIA ALIMENTARIA EN OVEJAS LECHERAS

Toral¹, P.G., Hervás¹, G., Fernández-Díez¹, C., Amor², J. y Frutos¹, P.

¹Instituto de Ganadería de Montaña (CSIC-Univ. de León), Finca Marzanas, 24346 Grulleros, León

²INATEGA S.L., Ctra. Valdefresno 2, 24228 Corbillos de la Sobarriba, León;

pablo.toral@csic.es

INTRODUCCIÓN

La dieta del ganado lechero se suplementa frecuentemente con lípidos para incrementar su densidad energética y con ello la producción (Palmquist y Jenkins, 2017). Entre los ganaderos de ovino está extendida la incorporación de ác. palmítico (principalmente como jabón cálcico o aceite de palma, pero también como ácido graso -AG- fraccionado), si bien su sustitución por aceites vegetales insaturados, como el de oliva o el de girasol, permitiría mejorar el perfil de AG de la leche con posibles efectos beneficiosos en la salud de los consumidores (Hervás *et al.*, 2008). Puesto que la composición de la ración tiene una gran influencia en la eficiencia de utilización de los alimentos (Arthur *et al.*, 2014), este tipo de estrategia nutricional podría afectar a la eficiencia alimentaria, algo que aún se desconoce. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue analizar cómo la suplementación lipídica, dirigida básicamente a mejorar el perfil lipídico de la leche, afectaría a la eficiencia alimentaria en ovejas lecheras.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante 3 semanas se recogieron datos de ingestión y producción y composición de la leche, así como de PV, de 40 ovejas assaf en lactación. Con ellos se calcularon 3 índices de eficiencia alimentaria: el índice de conversión (IC, ratio entre lo ingerido y la producción de sólidos totales de la leche), el RFI (“*residual feed intake*”, residual de la regresión de la ingestión de MS frente a $PV^{0,75}$, cambios de PV, producción de leche corregida para la energía y días postparto) y el REI (“*residual energy intake*”, similar al RFI pero basado en la ingestión de energía, no de MS). A continuación, las ovejas se dividieron en 4 grupos y, durante un mes, su dieta se suplementó con un 2% MS de aceite de soja (SJ), aceite de oliva (OL), o ácido palmítico en polvo (PA, SOLAFAM 440) o bien no se suplementó (control). Durante las 3 últimas semanas de suplementación se recogieron de nuevo datos de ingestión, PV y producción y composición de la leche para determinar el IC y los RFI y REI. Los datos se analizaron mediante un ANCOVA con el MIXED del SAS (v9.4). El modelo incluyó el efecto fijo del tratamiento, el animal anidado al tratamiento y los datos del periodo inicial sin suplementación lipídica como covariable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El IC mostró diferencias significativas debidas a la suplementación ($P=0,019$). Las 3 fuentes lipídicas lo redujeron respecto al control, pero solo el aceite de soja lo hizo de una forma significativa (8,89 en el control vs 8,82 en PA, 8,53 en OL y 7,91 en SJ). Con estos resultados, cabría deducir que la adición de grasas más insaturadas a la dieta sería la estrategia más recomendable, no solo para mejorar el perfil lipídico de la leche de cara a los consumidores, sino también para incrementar la eficiencia alimentaria (Gómez-Cortés *et al.*, 2008; Cantalapiedra-Hijar *et al.*, 2018). Sin embargo, cuando se analizaron el RFI y el REI no se detectaron variaciones significativas ($P>0,10$) y el comportamiento de los tratamientos lipídicos no siguió un patrón similar al observado con el IC, ni siquiera similar entre ellos, con valores (para RFI y REI) de 0,01 y $-0,04$ en el control, $-0,10$ y $0,32$ en PA, $0,05$ y $1,36$ en OL y $-0,11$ y $0,53$ en SJ.

CONCLUSIÓN

Algunos resultados sugieren la conveniencia del uso de aceites insaturados para mejorar la eficiencia alimentaria en ovejas en lactación. Sin embargo, la paradoja de las diferencias observadas según el índice utilizado no permite extraer conclusiones sólidas al respecto. Es necesario profundizar en la adecuación de los índices de estimación de la eficiencia alimentaria para poder avanzar en este campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cantalapiedra-Hijar, G. *et al.* 2018. *Animal* 12:321-335.
- Gómez-Cortés, P. *et al.* 2008. *J. Dairy Sci.* 91:1560-1569.
- Hervás, G. *et al.* 2008. *J. Dairy Res.* 75:399-405.
- Løvendahl, P. *et al.* 2018 *Animal* 12:S336-S349.
- Palmquist, D.L. & Jenkins, T.C. 2017. *J. Dairy Sci.* 100:10061-10077.

Agradecimientos: Proyecto CSI276P18 (Junta de Castilla y León, FEDER y Fondo Social Europeo). Contrato RYC-2015-17230 de P. G. Toral (MINECO y Fondo Social Europeo).

EFFECTOS DEL NIVEL DE SUPLEMENTACIÓN CON METIONINA PROTEGIDA DURANTE EL INICIO DE LA LACTACIÓN EN OVEJAS LECHERAS

Francia¹, F., Rodríguez-Prado¹, M., Kihal¹, A., Caja², G., Such², X., Bahloul³, L. y Calsamiglia¹, S.

¹Servei de Nutrició i Benestar Animal, ²Grup de Recerca en Remugants. Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, España; ³Adisseo France SAS, Malicorne, Francia; Sergio.Calsamiglia@uab.cat

INTRODUCCIÓN

La metionina (Met) es un aminoácido esencial para la producción de leche que, además, juega un papel fundamental en el metabolismo lipídico durante el inicio de lactación. La información disponible sobre las necesidades y la respuesta productiva a la suplementación con metionina en ovejas al inicio de la lactación es limitada. Caja *et al.* (2021) observaron que la suplementación de Met en raciones con niveles de proteína moderados o altos en ovejas en lactación no mejora la producción. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de suplementar con niveles crecientes de Met protegida durante el inicio de la lactación, en raciones con niveles moderados de proteína, en la producción y la composición de la leche de ovejas Lacaune.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 54 ovejas multíparas Lacaune (81,4±2,37 kg PV; 3,1±0,09 condición corporal) desde el inicio de la lactación. Las ovejas fueron alimentadas *ad libitum* con una ración total mezclada (42:58 forraje:concentrado; 0,86 UFL, 87 g PDI, 38 g PDIA por kg MS). Los tratamientos consistieron en la ración control (C: 1,8% de MetDig/PDI), y la suplementación creciente con Met protegida (Smartamine®, Adisseo SAS, FR) para aportar 2,5 (Met25) y 2,7% (Met27) de MetDig/PDI. Las ovejas se dividieron en 9 lotes equilibrados de 6 animales cada uno que fueron estabulados y ordeñados 2 veces/d (08:00 y 16:00) en una sala 2×12 con 12 medidores electrónicos (MM25SG, Delaval, SE). La Met se administró mezclada con maíz partido ofrecido individualmente en dos tomas durante el ordeño de la mañana y la tarde. Los tratamientos se aplicaron de forma aleatoria a 3 lotes por tratamiento desde el día del parto hasta el día 70 de lactación. La ración y sus componentes fueron analizados de acuerdo con AOAC (2000). La ingestión por grupo se midió durante las semanas experimentales y se repartió individualmente usando 50 g/d de PEG6000 (Caja *et al.*, 2009). La producción y composición de la leche (individual) se midió en las semanas 3, 6 y 10 de lactación en los ordeños de mañana y tarde de dos días consecutivos. La composición de la leche se analizó por MIR (MilkoScan FTIR system; ALLIC, Cabrils, ES). Se obtuvieron muestras de sangre en ayunas el último día de cada semana experimental para el análisis de indicadores metabólicos. Los datos fueron analizados mediante el procedimiento GLIMMIX (SAS Inst., v.9.4).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observaron diferencias en la ingestión (2,89±0,19 kg MS/d), la producción de leche (2,53±0,31 kg/d) y el contenido en grasa (5,33±0,23%), aunque se apreciaron diferencias en producción cuantitativamente relevantes entre tratamientos (2,32, 2,60 y 2,68 kg/d para C, Met25 y Met27, respectivamente). La suplementación con Met afectó al contenido de proteína (4,94, 5,18 y 5,06% para C, Met25 y Met27, respectivamente; $P<0,05$) y urea (464, 426 y 476 g/l para C, Met25 y Met27, respectivamente; $P<0,05$) en leche. Las interacciones significativas (tratamiento x semana) en el contenido en grasa reflejó una reducción del contenido en grasa a medida que aumentaba el aporte de Met sólo en la semana 10 ($P<0,05$); y en el contenido en proteína que se reflejó en un mayor nivel de proteína en Met25 en las semanas 6 y 10 ($P<0,05$). Los niveles crecientes de Met no afectaron a las concentraciones sanguíneas de ácidos grasos no esterificados (0,25±0,04 mmol/l), B-OH-butirato (0,48±0,03 mmol/l), urea (39,5±1,1 mg/dl), colesterol (88,4±5,4 mg/dl) o glucosa (60,8±1,2 mg/dl).

CONCLUSIÓN

Los aportes crecientes de Met no mejoraron significativamente la producción de leche, pero sí se asociaron a un aumento en su contenido en proteína. Esta respuesta se evidenció con el aporte de 2,5% de MetDig/PDI y no mejoró con niveles superiores (2,7% de MetDig/PDI).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• AOAC. 2000. 17th ed., Gaithersburg, MD, USA • Caja, G., Ralha, V.M. & Albanell, E. 2009. XIII Jornadas Prod. Animal, Zaragoza • Caja, G., Elhadi A., Rodríguez-Prado, M., Belaid, A., Such, X., Bahloul, L. & Calsamiglia, S. 2021. XIX Jornadas Prod. Animal, Zaragoza.

Agradecimientos: Convenio de investigación Adisseo-UAB (2019- AFR-13).

DESARROLLO DE UN MODELO DE AVERSIÓN A LOS LACTOREEMPLAZANTES PARA TESTAR POTENCIALES ADITIVOS SENSORIALES CON EFECTOS ENMASCARADORES

Tortadès¹, M., Terré¹, M., Genís¹, S., Cresci², R., Frongia², A., Verdú³, M. y Blanch⁴, M.

¹Producció en Remugants, Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), Caldes de Montbui, Barcelona, España. ²Universidad de Sassari, Sassari, Italia. ³bonÀrea Agrupa, Guissona, Lleida, España.

⁴División de Innovación, Lucta S.A., Parc de Recerca UAB, Edifici Eureka, Bellaterra, España.; marta.terre@irta.cat

INTRODUCCIÓN

Existen algunas sustancias beneficiosas para la salud y el desarrollo de los rumiantes usadas en calidad de aditivos en piensos y lactoreemplazantes (LR), como aceites esenciales, butiratos y ácidos grasos de cadena media (Kolling *et al.*, 2018). No obstante, estos compuestos pueden producir, por su sabor amargo y baja palatabilidad, aversión y una disminución de la ingesta. Por otro lado, la adición de aditivos sensoriales es una estrategia común para estimular el consumo de LR y de pienso de iniciación, y también podría utilizarse para contrarrestar la aversión de ciertos productos con sabor amargo, pero con beneficios sobre la salud de los animales (Fathi *et al.*, 2009). Por este motivo, el objetivo de este estudio es desarrollar un modelo que cause aversión a LR en terneros lactantes usando aditivos con baja palatabilidad (Experimento 1) y usar este modelo para valorar los efectos de los aromas para enmascarar la aversión causada (Experimento 2).

MATERIAL Y MÉTODOS

En el Experimento 1 (EXP1), se estableció un modelo de aversión con veinticuatro terneros Holstein de una semana de edad. Durante las dos primeras semanas, los terneros fueron alimentados con cantidades crecientes de LR hasta llegar a 8L/d al 15% de MS divididos en dos tomas. A continuación, se añadió una mezcla de aditivos con sabor amargo (MA) a la dosis de 15 g/kg a la mitad de los animales para provocar aversión los días 14 y 15 de estudio. Al no observar cambios ni en el consumo ni en la ratio de ingestión, se dobló la dosis a 30 g/kg que se siguió aplicando durante 7 días más consecutivos. En el Experimento 2, se usó el modelo anterior con treinta y dos terneros Holstein para determinar la capacidad de 2 aditivos sensoriales (AS1 y AS2) para enmascarar la aversión causada, aplicando distintas suplementaciones en el LR: sin aditivo (CTRL), MA a la dosis de 30g/kg de LR (MA), MA + AS1 a la dosis de 2g/kg de LR (AS1) y MA + AS2 a la dosis de 2g/kg de LR (AS2). El consumo diario y la ratio de ingestión (litros consumidos / tiempo de consumo) se registraron durante los dos días previos a la inducción de aversión y durante la semana de aversión. Los datos fueron analizados con un modelo mixto generalizado incluyendo el tipo de suplementación en el LR, cada una de las comidas de los terneros durante la aversión y su interacción como efectos fijos, y el ternero como efecto aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Experimento 1, se observó que los terneros MA tuvieron mayor rechazo (123 vs. 202 ± 3,5 g de rechazo /toma, CTRL vs. MA ± EEM, respectivamente; $P < 0,05$) al tomar LR que los terneros CTRL, especialmente en la comida de la tarde (120 vs. 284 ± 3,8 g de rechazo/toma, CTRL vs. MA ± EEM; $P < 0,01$), y una tendencia a la disminución de la ratio de ingestión del LR (0,71 vs. 0,58 ± 0,055 L/min, CTRL vs. MA ± EEM, respectivamente; $P = 0,08$), probablemente debido a la naturaleza amarga del MA (Ginane *et al.*, 2011). En el Experimento 2, la incidencia de rechazo y el tiempo de consumo fueron similares en los cuatro tratamientos. Sin embargo, la ratio de ingestión fue superior en CTRL y AS2 que en MA y AS1 (1,08 y 1,00 vs. 0,82 y 0,83 ± 0,056 L/min, respectivamente; $P < 0,01$), siendo la ratio de ingestión el indicador más claro para detectar la aversión.

CONCLUSIÓN

El modelo propuesto en este estudio causó aversión a LR en terneros lactantes, observando un incremento del rechazo de leche en la toma de la tarde y una ratio de ingestión más baja. También, se identificó la capacidad de AS2 para revertir los efectos de los aditivos de sabor amargo, incrementando la ratio de ingestión a niveles similares a los de los terneros CTRL.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fathi, M. H. *et al.* 2009. J. Anim. Feed Sci. 18:412–419.
- Ginane, C. *et al.* 2011. Physiol. Behav. 104:666–674
- Kolling, G.J. *et al.* 2016. Sci. World J. 2016.

REVISIÓN: EFECTO DE UTILIZAR LEGUMINOSAS NO CONVENCIONALES COMO FUENTE DE PROTEÍNA EN PORCINO EN TRANSICIÓN Y ENGORDE

Argemí-Armengol, I., Villalba, D., Tor, M. y Álvarez-Rodríguez, J.

Departamento de Ciencia Animal. Universidad de Lleida; immaculada.argemi@udl.cat

INTRODUCCIÓN

En mezclas de pienso para porcino, la soja modificada genéticamente es la principal fuente de proteína, generando una alta dependencia a las costosas importaciones de productos proteínicos (Roman *et al.*, 2016). Otras leguminosas tradicionales de grano, como los guisantes locales, son fuentes potenciales de proteínas que implican menores costos de producción (Soñta *et al.*, 2021), aunque con limitaciones por sus factores antinutritivos. El presente meta-análisis evaluó el efecto del uso de leguminosas no convencionales sobre el rendimiento productivo en porcino, en dietas de transición y engorde.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una revisión sistemática de artículos sometidos a revisión por pares y recogidos en la base de datos Scopus, utilizando las palabras clave "peas and diet and pig". Se seleccionaron 27 artículos (años 2000-2020), que cumplieron los siguientes criterios: 1) resultados productivos en fase transición y/o engorde, 2) estudios que contenían un lote control (con soja) con la misma composición nutricional que el lote experimental (leguminosa alternativa) y 3) aportaban el tamaño de muestra (n), el sexo, la variabilidad de la media (desviación o error estándar), duración del estudio y el peso inicial y final. Los lotes, en la fase de engorde, se dividieron en dos grupos, según diferencia de contenido de leguminosa (<25%, n=108 o >25% de inclusión, n=70), tipo de concentrado (guisante, n=117 u otros, como haba, n=61) y continente geográfico (Europa, n=144 u otros, n=34); mientras que, en transición, se dividieron según el contenido de leguminosa (<25%, n=31 o >25% de inclusión, n=29) permitiendo realizar hasta un total de 178 y 60 comparaciones, en engorde y transición, respectivamente, entre lotes experimentales y control. Las variables dependientes en los modelos fueron la media del lote control, así como su diferencia con el lote experimental de ganancia media diaria (GMD), consumo medio diario de alimento (CMD), índice de conversión (IC) calculado, rendimiento de la canal, contenido de magro, espesor de grasa dorsal y contenido de grasa intramuscular. Los datos se analizaron con JMP Pro13, con un modelo por mínimos cuadrados incluyendo el contenido de leguminosa, tipo de leguminosa y continente, como efectos fijos. Se describen las medias mínimo-cuadráticas y su error estándar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El nivel de inclusión de leguminosa alternativa no afectó significativamente los resultados productivos en la fase de transición, sólo se observó una tendencia en el efecto de nivel de inclusión, con menor reducción de GMD y CMD comparado con el control en el nivel <25%; y sí en engorde, donde a niveles >25%, se redujo el CMD un 2% y el rendimiento de canal un 1% (P<0,05), pero la carne contenía un 12% más de grasa intramuscular (P<0,05). Aunque la proteína bruta y energía no difería entre grupos de nivel inclusión y la lisina total aumentaba a niveles altos de inclusión (>25%), la utilización de aminoácidos pudo verse afectada por el alto contenido de fibras (Jeziorny *et al.*, 2010) y la presencia de factores antinutritivos, comprometiendo la GMD y el IC en engorde. El uso de guisante como leguminosa alternativa a la soja (grupo control), en vez de habas, no afectó a los resultados productivos en transición y engorde, aunque el rendimiento de la canal y el contenido de grasa intramuscular fue superior con otras leguminosas alternativas (P<0,01). En Europa, se observó que los cerdos eran sacrificados a un peso inferior y presentaban un menor contenido de grasa intramuscular (P<0,05) respecto a otros países. Los guisantes y otras leguminosas como habas pueden adaptarse a climas semiáridos (Miller, 2002), como en España, e incorporadas con otros cereales y/o aminoácidos pueden sustituir el contenido de soja en las dietas de porcino de transición y engorde, siempre que su disponibilidad y precio no sea limitante.

CONCLUSIÓN

En dietas de porcino de engorde, la introducción de leguminosas diferentes a la soja no afectó negativamente a los resultados productivos, pero cuando el nivel de inclusión fue >25% en la fase de engorde tendió a reducir la GMD y redujo el CMD con respecto al lote control, aunque el IC no se vio afectado, lo que justificaría el uso de estos ingredientes como sustitutos parciales a la soja.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Jeziorny, D. 2010. Anim. Feed Sci. Tech. 157: 111–128.
- Miller, P.R. 2002. Agron. J. 94: 261-272.
- Roman, G.V. 2016. AgroLife Sci. J. 5: 178-183.
- Soñta, M. 2017. Przegł. Hod. 1: 19–25.

Agradecimientos: Gencat-FEADER, operación 16.01.01, PDR 2014-2020.

CEBO DE PORCINO CON OLEAGINOSAS PARA MEJORAR EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA CARNE: PARÁMETROS ZOOTÉCNICOS

Jauregui A., Mandaluniz N., Averós X. y Ruiz R.

NEIKER-Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario, Basque Research and Technology Alliance (BRTA), Campus de Arkaute, 01080 Vitoria-Gasteiz; rruiz@neiker.eus

INTRODUCCIÓN

Como consecuencia de las altas tasas de obesidad existentes (OMS, 2018) y los crecientes problemas de salud derivados de hábitos de consumo inapropiados (Branca *et al.*, 2017), el mercado demanda alimentos con características funcionales para ofrecer una dieta más saludable. Para los alimentos de origen animal, una de las estrategias consiste en incluir, en la alimentación de los animales, oleaginosas ricas en omega-3 para obtener carne con un perfil de ácidos grasos más saludable, como son el caso de las bellotas para el cerdo ibérico o castañas para el cerdo celta en Galicia (Mayoral *et al.*, 1999; Temperan *et al.*, 2014). El objetivo del presente estudio es evaluar el efecto de la inclusión de aceite de lino, colza y girasol en el pienso para el cebo de cerdos sobre los parámetros zootécnicos y el perfil de ácidos grasos y vitaminas liposolubles de la carne.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 24 cerdos (11 hembras y 13 machos castrados) de 2 meses de edad y $62,6 \pm 5,0$ kg de peso vivo (PV) aportados por la asociación Basatxerri (un cruce de las razas Large White, Landrace y Duroc). Se dividieron aleatoriamente en 4 lotes de 6 animales, cada uno alimentado *ad libitum* con un tipo de pienso diferente: el pienso habitual como tratamiento control sin ninguna adición de grasa (T), frente a piensos con 5% de aceite de girasol (G), lino (L) o colza (C) en su formulación. Los piensos fueron isoprotéicos ($14,0 \pm 0,2\%$) e isoenergéticos ($1,04 \pm 0,07$ UFL). Los animales se pesaron cada mes desde la llegada hasta su sacrificio, a los 5,5 meses de edad con $170,4 \pm 21,3$ kg PV. Además del peso vivo (PV) individual de cada uno, se calculó su ganancia media diaria (GMD), y se recogieron datos de conformación de la canal (longitud, anchura y grosor) de 16 de ellos. Los datos de PV y GMD se ajustaron con el procedimiento Glimmix a un modelo de medidas repetidas (SAS, 2017), teniendo en cuenta su peso inicial como covariable y el lote ($n=4$), el número de la pesada ($n=3$) y su interacción como efectos fijos. Para los datos de conformación de la canal se incluyeron los efectos del lote y el sexo del animal, y su peso al sacrificio como covariable. En caso de efectos significativos las LS Means se compararon mediante tests de comparaciones múltiples.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a la evolución del PV, se observó un efecto significativo ($p < 0,05$) del número de la pesada, del lote y del PV de cada cerdo al inicio del ensayo. Así, se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el lote C y G con menores pesos ($124,9^a$ kg y $125,4^a$ kg) que L y T ($135,0^b$ kg y $134,9^b$ kg). En el caso de la GMD, se encontró un efecto significativo del lote ($p < 0,05$), observándose diferencias significativas ($p < 0,05$) y con menores crecimientos entre los lotes C y G ($1,06^a$ kg/d y $1,06^a$ kg/d) frente a L y T ($1,26^b$ kg/d y $1,33^b$ kg/d). Respecto a la conformación de las canales no se observaron efectos significativos ($p > 0,05$) del lote o del sexo sobre los parámetros analizados.

CONCLUSIÓN

Los animales alimentados con lino obtuvieron una GMD y un peso al sacrificio similar a los del tratamiento control, y superiores a los alimentados con los piensos de colza y girasol. El tipo de alimentación no afectó a los parámetros de conformación de la canal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Branca *et al.*, 2017. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/commentaries/detail/double-duty-actions-for-ending-malnutrition-within-a-decade>
- Mayoral *et al.*, 1999. Meat Sci. 52: 315-324
- OMS. 2018. Organización Mundial de la Salud. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
- SAS, 2017. Enterprise's Guide. Cary, NC, EEUU
- Temperan *et al.*, 2014. Spanish J. Agri. Res. 2014 12: 694-707.

Agradecimientos: A la asociación de ganaderos Txerrizaleok, a la fábrica de piensos MIBA y al equipo técnico de Neiker en la Granja de Iturrieta.

SUSTITUCIÓN DE ANTIBIÓTICOS POR ADITIVOS FUNCIONALES EN ESTÁRTER DE LECHONES IBÉRICOS

López-Gallego¹, F., Rivera², J.C. y Rodríguez³, P.L.

¹Producción Animal, Cicytex, 06817 Guadajira (Badajoz); ²Solano Veterinaria y Nutrición SL, 06800 Mérida (Badajoz); ³ Nutrición Animal, Fac. Veterinaria, 10003 Cáceres; fermin.lopez@juntaex.es

INTRODUCCIÓN

La Resistencia a los Antimicrobianos (RAM) es un gran problema en Salud Pública. Su uso, tanto en salud humana como en animal, ha generado vías de transmisión bidireccionales de microorganismos y resistencias. Entre 2014 y 2019, España redujo el consumo de antibióticos un 7,2% en humanos y un 32,4% en animales (AEMPS, 2019). En el actual Plan Nacional de Resistencia Antibiótica (PRAN 19-21), se pueden aplicar estrategias nutricionales que actúen en el sistema inmune del lechón, modulando la respuesta a patógenos, contribuyendo a la reducción del uso de antibióticos. Una posibilidad, planteada como objetivo de este trabajo, es combinar ingredientes funcionales y aditivos con funcionalidades complementarias entre sí (Cimavet, 2020), mejorando la digestión y absorción de nutrientes, así como el plano inmunológico del animal (Soraci *et al.*, 2010).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un ensayo de recría con 80 lechones Ibéricos castrados (línea Valdesequera, Cycitex). Desde el 5º día de lactancia dispusieron *ad libitum* de un lactoiniciador (Babigol®), y desde 7 días antes a 7 días después del destete (26,8±4,8 días y 5,3±1,0 kg de peso vivo -PV-) de un pienso preestárter (Babipres®), para el cambio progresivo a la fase experimental que duró desde los 15,5±3,5 kg hasta los 23 kg PV y consistió en testar un pienso estándar de recría en dos lotes experimentales equilibrados (peso nacimiento, tamaño camada original, ganancia peso al destete): convencional (Ec: 3.100 ppm de ZnO) y experimental (Ee: 4 kg/tm de aditivo de ácidos grasos de cadena media-ácidos orgánicos-fuentes de fibra (Vitazero Forte®; Cimavet (2020). La formulación nutricional fue idéntica (por kg): 2.485 kcal de energía neta; 17,1% de proteína bruta; 3,0% de fibra bruta; 1,1% de lisina) en ambos piensos. Experimentalmente el factor de variación fueron los dos tipos de dietas estándar (Ec y Ee) y factor fijo el peso final (23 kg PV). Las variables individuales fueron: peso, crecimiento y edad; y para el lote: consumo de pienso, índice de conversión y coste. Se efectuó un análisis de la varianza (SPSS, V23).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No hubo bajas y hubo diferencias significativas ($p < 0,05$) en el peso final observado (Ec: 24,0±5,8 vs Ee: 21,5±5,1 kg PV), en la edad al peso final (83,3±4,7 vs 95,1±4,8 días) y en la mayor velocidad de crecimiento (546±104 vs 252±90 g/d). Ello se asocia a diferencias numéricas del consumo medio diario de pienso por lotes (1.594 vs 1.210 g/d) y por tanto en el índice de conversión (2,920 vs 4,794). Estas respuestas pueden relacionarse con reducción de procesos inflamatorios intestinales (Agrimprove, 2009), por el efecto antimicrobiano del aditivo, al tiempo que refuerza el sistema inmune y mejora la salud intestinal (Van Krimpen *et al.*, 2014). Esta ratio indexada por los precios de ambos piensos (0,360 vs 0,348 €/kg) indica diferencias de coste de la recría (0,818 vs 1,103 €/kg de ganancia diaria).

CONCLUSIÓN

La sustitución de antibiótico por aditivos funcionales en los piensos estándar muestra mejoras en las variables zootécnicas de la duración de la recría (-12%), del peso final (+12%) y de la ganancia de peso (+116%), asociado al consumo de pienso (+32%). Ello supone una mejora de la eficiencia nutricional del +39%, que empresarialmente obtiene una reducción del coste de la recría del -26%.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEMPS. 2019. www.aemps.gob.es/informa/notas-informativas/laaemps/2019/.
- Soraci, R. 2010. Uso estratégico de aditivos: impacto sobre el equilibrio y salud gastrointestinal del lechón. *Analecta Veterinaria*; vol. 30.
- Cimavet, R. 2020. <https://cimavet.aemps.es/cimavet/publico/home.html>
- Agrimprove. 2009. Vitafibra: La tercera generación de fibras. www.agrimprove.com.
- Van Krimpen, MM. 2014. Nutritional intervention in animals: benchmarking o strategies, monitoring biomarkers and immune competence. Wageningen UR Livestock Research.

Agradecimientos: Esta investigación ha sido financiada por el proyecto de investigación regional Integan, de la Junta de Extremadura, cofinanciado por fondos FEDER.

USO DE HARINA DE *TENEBRIO MOLITOR* EN POLLOS ECOLÓGICOS: PESO Y VELOCIDAD DE CRECIMIENTO

Nieto¹, J., Sarmiento-García¹, A., Plaza¹, J., Lara², J., Abecia³, J.A., Revilla⁴, I. y Palacios¹, C.

¹Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales. Universidad de Salamanca. Av. Filiberto Villalobos, 119, 37007, Salamanca, España. ²I.E.S. Torres Villarroel, Av. Hilario Goyenechea, 42-44, 37008, Salamanca, España. ³IUCA, UNIZAR, Zaragoza, España. ⁴Escuela Politécnica Superior de Zamora, Universidad de Salamanca, 49022, Zamora, España; jaimenl@usal.es

INTRODUCCIÓN

La producción avícola de carne ecológica está abocada a buscar nuevas fuentes de materias primas (Biasato *et al.*, 2018). Los insectos, debido a su gran contenido en proteína, poseen un alto potencial para sustituir a la soja de las raciones avícolas (Allegretti *et al.*, 2018). El objetivo de este estudio fue evaluar el peso y la velocidad de crecimiento de pollos de engorde ecológicos de crecimiento lento alimentados con harina de larva de *Tenebrio molitor* como principal fuente proteica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 128 pollos de crecimiento lento machos *Colonyield* de 1 día de edad (PV: 39,85 ± 0,06) se dividieron de forma homogénea en 2 grupos de 64 pollos cada grupo, divididos en 8 repeticiones de 8 aves cada uno. Hasta los 50 días de edad, los grupos fueron alimentados con dietas isoenergéticas e isoproteicas, donde se dividen las raciones en dos fases, 1^a: 1-30 días y 2^a: 30-50 días. En el grupo Control (C), la principal fuente proteica es la soja (44% PB) y en grupo tratamiento (TM), la soja fue sustituida por harina de larva de *Tenebrio molitor* (62% PB). Se realizaron pesadas semanales calculándose la Ganancia Media Diaria (GMD) para cada uno de los intervalos. Se realizó un GLM como tratamiento estadístico para comparar las medias de los factores estudiados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de la segunda semana de vida, se observaron diferencias significativas ($p < 0,0001$) en el PV de los pollos que se mantuvieron hasta el final del mismo, siendo mayor en el grupo C; alcanzando un PV final de 1.772,74 ± 98,99 g para el grupo C y 1.267,31 ± 72,10 g para el grupo TM. De igual forma, a partir de la 2^a semana hasta el final del ensayo, la GMD fue mayor para el grupo C ($p < 0,05$). La mayor GMD fue en la 6^a semana (59,58 ± 9,51 g/d para el grupo C y 44,75 ± 5,11 g/d para el grupo TM).

Aunque muchos de los estudios anteriores (Bovera *et al.*, 2016; Sarmiento-García *et al.*, 2021) han relacionado un efecto positivo de la inclusión de insectos en la dieta sobre el desarrollo productivo de los pollos, es cierto que, por otra parte, un consumo de insectos por encima de un 15% ha sido relacionado con rechazos del pienso y un menor desarrollo (Bovera *et al.*, 2016). La presencia de quitina, un polisacárido del exoesqueleto de los insectos, reduce la digestibilidad de los nutrientes y dificulta la asimilación de los nutrientes a nivel digestivo pudiendo producir un retraso del desarrollo de los animales. Por otra parte, inclusiones altas de insectos han sido relacionadas con un menor consumo y, por tanto, un menor desarrollo como consecuencia del oscurecimiento del pienso.

CONCLUSIÓN

El peso alcanzado de los animales y su GMD fue inferior en el grupo TM a partir de la 2^a semana hasta el final del ensayo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allegretti, G., Talamini, E., Schmidt, V., Bogorni, P. C., & Ortega, E. 2018. *J. Cleaner Prod.* 171: 403–412.
- Biasato, I., Gasco, L., De Marco, M., Renna, M., Rotolo, L., Dabbou, S., Capucchio, M. T., Biasibetti, E., Tarantola, M., Sterpone, L., Cavallarin, L., Gai, F., Pozzo, L., Bergagna, S., Dezzutto, D., Zoccarato, I., & Schiavone, A. 2018. *Poult. Sc.* 97: 540–548.
- Bovera, F., Loponte, R., Marono, S., Piccolo, G., Parisi, G., Iaconisi, V., Gasco, L., & Nizza, A. 2016. *J. Anim. Sci.* 94: 639–647.
- Sarmiento-García, A., Palacios, C., González-Martín, I., Revilla, I. 2021. *Animals* 11: 324.

Agradecimientos: al departamento de Agrarias del I.E.S. Torres Villarroel y a la empresa TEBRIO por su colaboración.

COMPONENTES DE LA DIETA Y VALOR NUTRITIVO SEGÚN LA ÉPOCA DEL AÑO Y SISTEMA DE ALIMENTACIÓN EN VACUNO DE LECHE EN GALICIA

Santiago, C., García, M. y Báez, D.

AGACAL- Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Estrada Betanzos-Mesón do Vento km 8, 15318 Abegondo (A Coruña); carne.santiago.andion@xunta.gal

INTRODUCCIÓN

El clima oceánico en Galicia favorece la producción de forrajes de alta calidad que son utilizados en la alimentación de vacas de leche como estrategia para producir leche a bajo coste, al disminuir la compra de alimentos. La dinámica anual de producción de forrajes hace que la composición de la dieta de las vacas sea variable, y en los sistemas de pastoreo hay que adaptar el crecimiento del pasto al estado de lactación de los animales. El objetivo de este trabajo es caracterizar en Galicia la composición de las dietas y su valor nutritivo según época del año y sistema de alimentación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diecinueve ganaderías de vacas de leche representativas de los diferentes sistemas de alimentación en Galicia: pastoreo (P), ensilado de hierba (EH), ensilado de hierba y maíz (EHM) y ensilado de maíz (EM) fueron visitadas en 2018 y 2019 en varias ocasiones, en pastoreo en primavera (2), verano (1), otoño (1) e invierno (1) y en el resto de sistemas en primavera (2) y otoño (1). Durante cada visita se obtuvo información sobre la ingestión de los alimentos que componían la ración de las vacas en lactación y se recogieron muestras de los mismos para determinar su valor nutritivo: materia orgánica (MO), proteína bruta (PB), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y digestibilidad de la materia orgánica (DMO). A partir de la producción de leche se estimó la ingestión de hierba en pastoreo. Se analizaron los datos de las explotaciones de pastoreo mediante análisis de varianza (Rstudio, 2016) usando como factor la estación, y se analizaron los datos de todos los sistemas usando como factores el sistema de alimentación y la estación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las explotaciones de pastoreo entre las cuatro estaciones del año no hubo diferencias en el valor nutritivo de la dieta, pero sí que se observó en verano una mayor proporción en el consumo de hierba fresca y menor en el consumo de forraje conservado (56,4% vs 20,9%) respecto del otoño (32,0 % vs 49,7%) y el invierno (31,1% vs 46,1%), valores relacionados con un mayor tiempo de pastoreo en verano respecto al otoño y al invierno. Los valores nutritivos de la dieta entre los sistemas de alimentación presentaron diferencias significativas sólo en FND y FAD, con valores mayores en P respecto al resto de sistemas, atribuible a un mayor consumo de forrajes propios en este sistema, fundamentalmente hierba, que tiene una composición en fibras mayor que los concentrados, de los que hubo un menor consumo, así como de ensilado de maíz respecto a EHM y EM. No se observaron diferencias en valor nutritivo entre estaciones. En P se emplearon las menores proporciones de la ración de forrajes conservados (ensilado de hierba, ensilado de maíz y forrajes secos), con un 37,9%. El ensilado de hierba fue un ingrediente utilizado en todos los sistemas estudiados, en P y EHM alcanzó el 26,9% y 21,9% respectivamente, con diferencias significativas con el resto de sistemas, con un mayor consumo en EH (46,5%) y un menor consumo en EM (8,5%). El uso del ensilado de hierba fue el único alimento que presentó diferencias entre la primavera y el otoño (21,89% vs 29,6%). El ensilado de maíz se consumió básicamente en los sistemas EHM y EM (35,8% y 44,7%, respectivamente), en estos sistemas la inclusión de un forraje energético como el maíz, concuerda con el menor aporte de concentrados observados (38,9% y 35,6%, respectivamente) respecto al sistema EH (46,2%). Estos tres sistemas se caracterizan por ser intensivos con consumos de concentrados, ingestión de materia seca y nitrógeno por vaca y día superiores al sistema P.

CONCLUSIÓN

En el sistema de pastoreo se encontraron mayores ingestiones de hierba fresca y menores de forrajes conservados en verano frente al otoño y el invierno, pero sin diferencias en valor nutritivo de la dieta. Al comparar todos los sistemas de alimentación se encontraron diferencias en FND y FAD, con mayores valores en el sistema de pastoreo respecto al resto debido al mayor consumo de hierba (fresca y ensilada). No hubo diferencias en valor nutritivo de la dieta entre estaciones.

Agradecimientos: Financiación obtenida por INIA y Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (INIA RTA2015-00058-C06-01) cofinanciado con fondos FEDER.

VALORACIÓN NUTRITIVA DE SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA VINÍCOLA

Marcos^{1*}, C.N., de Evan¹, T., Jiménez¹, C., Molina-Alcaide², E., Carro¹, M.D.

¹Departamento de Producción Agraria, ETSIAAB, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid. ²Estación Experimental del Zaidín (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), Profesor Albareda, 1, 18008 Granada. *Dirección actual: Imasde Agroalimentaria S.L., Calle Nápoles, 3, 28224 Pozuelo de Alarcón, España; cnavarro@e-imasde.com

INTRODUCCIÓN

Las lías de vino (LV) son un subproducto de la industria vinícola, obtenido por la decantación del vino y formado, principalmente, por levaduras muertas, materia orgánica y sales. Las LV se utilizan principalmente para la obtención de compuestos bioactivos (Arvanitoyannis *et al.*, 2006). Además, por su elevado contenido en proteína y ácidos grasos (principalmente oleico y linoleico) podrían usarse en la alimentación de rumiantes, pero existe poca información sobre su valor nutritivo (Molina-Alcaide *et al.*, 2008). El objetivo de este trabajo es analizar la fermentación ruminal *in vitro* de dietas para corderos de cebo que incluyan diferentes proporciones de LV.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se formularon cuatro dietas mixtas isoproteicas (13,5 g proteína bruta (PB)/100 g de materia seca (MS)) y con similar contenido en fibra neutro-detergente (FND; 24,6 g/100 g MS): una dieta sin LV (control) y tres dietas con niveles crecientes de LV (6, 12 y 18% de la materia fresca) que sustitúan parcialmente paja de cebada, maíz y harina de soja. Se incubó una única muestra de cada dieta con cuatro inóculos ruminales distintos para determinar los parámetros fermentativos (ácidos grasos volátiles (AGV), amoníaco y metano) en viales de vidrio, en los que se pesaron 400 mg de MS de cada dieta y se añadieron 40 ml de una mezcla 4:1 de un medio de cultivo (Goering y Van Soest, 1970) y líquido ruminal procedente de cuatro ovejas Lacaune fistuladas en el rumen. Los viales se incubaron a 39°C durante 24 horas y se tomaron muestras a las 8 y 24 horas para el análisis de los parámetros fermentativos. Los datos se analizaron mediante contrastes ortogonales para estudiar el efecto lineal y cuadrático del nivel de inclusión de LV en las dietas experimentales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las LV contenían 93,6, 12,5, 31,1, 24,9 y 4,30 g de materia orgánica, proteína bruta (PB), fibra neutro-detergente (FND), fibra ácido-detergente y extracto etéreo por 100 g de materia seca (MS), respectivamente. Molina-Alcaide *et al.* (2008) evaluaron LV con mayores contenidos en PB y menores en FND, por lo que la calidad de las LV usadas en este estudio fue media-baja. No hubo diferencias ($P = 0,909$) entre dietas en la producción total de AGV a las 8 horas de incubación, pero tras 24 horas se observó una reducción lineal al aumentar la cantidad de LV ($P = 0,017$), quizás debido a la menor degradabilidad de las LV comparadas con las materias primas a las que sustituyeron en la dieta. En los dos tiempos de incubación se observó un aumento lineal de la proporción molar de acético ($P < 0,001$) y una reducción de la de propiónico ($P = 0,003$) al incrementar la cantidad de LV en la dieta y, como consecuencia de ello, un aumento lineal de la relación acético/propiónico. Esto puede deberse a la menor cantidad de almidón en las dietas que contenían LV, al reducirse su contenido en maíz en comparación con la dieta control. Por el contrario, no se observaron diferencias ($P \geq 0,403$) en la proporción molar de butirato ni en la concentración de amoníaco ($P \geq 0,534$). Las LV son ricas en compuestos bioactivos que podrían afectar a la producción de metano (Vasta *et al.*, 2009) pero en este trabajo no se detectó ningún efecto ($P \geq 0,201$). Por último, se observó que la materia orgánica aparentemente fermentada, estimada a partir de la producción de AGV (Demeyer, 1991), disminuía al aumentar el nivel de LV en la dieta ($P = 0,011$).

CONCLUSIÓN

La inclusión de lías de vino de calidad media-baja en una proporción mayor del 6% en dietas para corderos de cebo en sustitución de paja, maíz y harina de soja redujo su fermentación ruminal *in vitro*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arvanitoyannis, I.S., *et al.* 2006. Int. J. Food Sci. Technol. 41: 475-487.
- Demeyer, D.I. 1991. INRA Editions.
- Goering, H.K. y Van Soest, P.J. 1970. USDA-ARS.
- Molina-Alcaide, E., *et al.* 2008. J. Sci. Food Agric. 88: 597-604.
- Vasta, V., *et al.* 2008. Anim. Feed Sci. Technol. 147: 223-246.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto AGL2016-75322-C2-1-R.

VALORACIÓN NUTRITIVA *IN VITRO* DE ENSILADOS DE *ALARIA ESCULENTA*

de Evan¹, T., Molina-Alcaide², E., Novoa-Garrido³, M. y Carro¹, M.D.

¹Departamento de Producción Agraria, ETSIAAB, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid. ²Estación Experimental del Zaidín (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), Profesor Albareda, 1, 18008 Granada. ³Faculty of Biosciences and Aquaculture, Nord University, P.O. 1490, 8049 Bodø, Noruega; t.deevan@alumnos.upm.es

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población mundial y de la demanda de productos saludables de origen animal ha promovido la búsqueda de materias primas alternativas para las dietas de los animales. Las algas son una de estas alternativas, pero su alto contenido en agua limita su almacenamiento y manejo, por lo que es necesario desarrollar procedimientos para su conservación (Novoa-Garrido *et al.*, 2020). El objetivo de este estudio es analizar la composición química y fermentación *in vitro* de diferentes ensilados del alga *Alaria esculenta*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se prepararon 4 ensilados (2 réplicas/ensilado; bolsas cerradas al vacío) diferentes de *Alaria esculenta*: alga fresca ensilada sin aditivos (CON), CON enriquecido con ácido fórmico (FA; 4 g/kg alga) o con bacterias lácticas (LAB; Biocenol™), y LAB previo pre-secado del alga (30% de materia seca (MS); SLAB). Los ensilados se almacenaron durante 90 días a 16°C antes de su apertura, congelado (-40°C) y liofilizado. Además, se analizaron el alga sin ensilar y un ensilado de gramíneas de buena calidad que se usó como referencia. En las muestras se analizó la composición química (AOAC, 2005) y se incubaron *in vitro* con líquido ruminal de 4 ovejas alimentadas con heno de alfalfa y concentrado (90:10) siguiendo la metodología descrita por de Evan *et al.* (2020). La cantidad de gas generada durante las 120 horas de incubación se midió a diferentes intervalos de tiempo y los datos se ajustaron al modelo matemático: $Y = PPG (1 - e^{-c(t - Lag)})$, en el que PPG es la producción potencial de gas, c es el ritmo fraccional de producción de gas, Lag es el tiempo hasta que comienza la producción de gas y t es el tiempo de medida. Adicionalmente, se estimó el ritmo medio de producción de gas (RMPG) y la degradabilidad efectiva de la materia seca para un ritmo de paso a través del rumen del 3% (DEMS). Los resultados se analizaron mediante el PROC MIXED del programa estadístico SAS (2017), considerando el tratamiento del alga como un efecto fijo y el inóculo ruminal como efecto aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ensilado no modificó ($P > 0,05$) el contenido en nitrógeno del alga, pero el contenido en fibra neutro y ácido detergente en el alga sin ensilar (385 y 253 g/kg, respectivamente) fue mayor que en los ensilados (285 y 206 g/kg MS; valores medios para los 4 tipos de ensilado). Todos los ensilados mostraron mayor ($P < 0,05$) PPG que el alga sin ensilar (52,5 ml/g MS), presentando SLAB el valor más alto (87,1 ml/g MS). No hubo diferencias significativas ($P > 0,05$) entre tratamientos en c y Lag , pero sí en el RMPG ($P = 0,011$), siendo los ensilados FA y SLAB los que generaron más gas por hora (3,53 y 3,32 ml/h, respectivamente; $P < 0,05$) y el alga sin ensilar y CON los que generaron menos (2,54 y 2,71 ml/h). La DEMS osciló entre 34,6% para el alga sin ensilar y 48,2% para el ensilado FA, con valores menores que el ensilado de gramíneas (53,5%). Este ensilado de referencia mostró también valores más altos de PPG (242 ml/g MS) y RMPG (8,33 ml/h) que todos los tratamientos experimentales, indicando una baja degradabilidad ruminal de los ensilados de *Alaria esculenta*.

CONCLUSIÓN

A pesar de que el proceso de ensilado de *Alaria esculenta* aumentó su degradabilidad ruminal, los valores de los parámetros de producción de gas indican que su valor nutritivo es bajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). AOAC International: Gaithersburg, MD, USA, 2005.
- de Evan, T., *et al.* 2019. *Animals*, 9, 588.
- SAS Institute. SAS Inst. Inc.: Cary, NC, USA, 2017.
- Novoa-Garrido, *et al.*, 2020. *Animals*, 10, 1957.

Agradecimientos: Trabajo realizado en el marco del Proyecto ES 631289 "Ensilado Cultivado Macroalgas as a Sustainable Ruminant Feedstuff (EnMac)", financiado por el programa MABIT (Marine Biotechnology in Northern Norway) de Noruega.

EVALUACIÓN NUTRICIONAL DEL ENSILADO DE AGAVE SALMIANA Y AGAVE AMERICANA ENRIQUECIDOS CON UREA

García, P., Reyes, S., Frías, J., Arredondo, M., Gutiérrez, A. y Gutiérrez, D.

Km 9 Carr. Irapuato-Silao, AP 311, CP 36500, Irapuato Guanajuato, Compleo 2 División Ciencias de la Vida, Irapuato, Guanajuato, México; diana.gutierrez@ugto.mx

INTRODUCCIÓN

La utilización de hojas de agave puede representar una opción importante para la alimentación animal, principalmente en la época de secas; sin embargo, existe poca o nula información sobre la utilización de este ingrediente no convencional en los sistemas de producción animal, así como su valor nutricional.

MATERIAL Y MÉTODOS

Con la finalidad de evaluar nutricionalmente el ensilado de hojas de agave adicionado con urea al momento del ensilaje, en el presente estudio, se definieron cuatro tratamientos: T1, Ensilado de *Agave salmiana*; T2, Ensilado de *Agave salmiana* adicionado con urea (1%); T3, Ensilado de *Agave americana*; T4, Ensilado de *Agave americana* adicionado con urea (1%). Se elaboraron microsilos de 2 kg en botes de plástico con capacidad para 4 kg dentro de los cuales se colocó 1 kg de material (hoja de agave con o sin urea) en una bolsa de plástico. Se almacenaron los botes por 30 días para su análisis en laboratorio. Se analizaron en el laboratorio las muestras por triplicado (36 muestras) y se determinaron Materia Seca (MS), Extracto Etéreo (EE), Proteína Cruda (PC), Cenizas (CEN), Fibra Cruda (FC), Extracto libre de nitrógeno (ELN), Nutrientes Digestibles Totales (NDT), Energía Digestible (ED), Energía Metabolizable (EM) y pH.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, se mejoró ($P < 0,05$) el valor nutricional de los ensilados al adicionar urea con excepción de los dos tipos de energía evaluados. Se encontraron diferencias ($P < 0,05$) en el contenido de MS entre los tratamientos, mostrando el T3 el mayor valor (19.52%). El contenido de EE también mostró diferencias ($P < 0,05$) entre los tratamientos de ambas especies de agave; sin embargo, los tratamientos de *A. americana* no mostraron diferencias entre sí. En cuanto al porcentaje de FC, existen diferencias ($P < 0,05$) entre los cuatro tratamientos, mostrando el valor más alto (32.34%) en el T2. Para el caso de los NDT, se encontraron diferencias ($P < 0,05$) entre todos los tratamientos; el valor más bajo (56.05%) se observó en el T1, mientras que el valor más alto (59.96%) fue para el T4, aunque ambos tratamientos de *A. americana* fueron mejores que los tratamientos de *A. salmiana*. El contenido proteínico de T2 y T4 (20,75 y 20,63%, respectivamente), se incrementó ($P < 0,05$) con respecto a T1 y T3 (4,58 y 7,43%, respectivamente), lo cual es beneficioso ya que la PC es uno de los nutrientes de mayor costo en la alimentación animal. Las diferencias encontradas en los resultados de otros autores (Zamudio *et al.*, 2009) con respecto a este trabajo, pueden atribuirse a factores climáticos, factores edáficos, etc., además están los factores propios de la planta que influyen en los resultados al momento de realizar los experimentos, ya que de acuerdo con lo reportado por Pinos-Rodríguez (2008), existen diferencias al comparar la edad (plantas jóvenes o plantas adultas), parte (piña y hoja) así como la sección de la hoja (bases o puntas), de las plantas de agave.

CONCLUSIÓN

El valor nutricional de los ensilados de hojas de *Agave salmiana* y *Agave americana* es diferente entre ambas especies. Sin embargo, en referencia a los valores de PC, se presenta un incremento de este nutriente al adicionar 1% de urea como fuente nitrogenada. Los resultados indican que el material evaluado podría tener potencial para su uso en la alimentación animal, sobre todo, en la época de secas. La disponibilidad del material durante todo el año y su bajo costo, lo convierten en una opción viable para alimentar al ganado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Pinos-Rodríguez, J.M., González-Muñoz, S., Badillo, B., García-López, J.C., Aguirre-Rivera, J.R., Infante, S. 2008. Chemical composition and ruminal *in vitro* degradation of fresh or silage of *Agave salmiana* Otto ex. Salm-Dick. Journal Applied Animal Research. 33: 45-48.
- Zamudio, D. M., Pinos-Rodríguez, J.M., González, S.S., Robinson, P.H., García, J.C. Montañez, O. 2009. Effects of *Agave salmiana* Otto Ex Salm-Dyck silage as forage on ruminal fermentation and growth in goats. Animal feed science and technology. 148: 1-11.

Agradecimientos: Proyecto financiado por la Convocatoria Institucional de Investigación Científica 2020, Universidad de Guanajuato.

CALIDAD NUTRICIONAL DEL ENSILADO DE MAÍZ Y SU INFLUENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD EN SEIS EXPLOTACIONES DE VACAS LECHERAS

Cerqueira^{1,2}, J.L., Correia¹, C., Blanco-Penedo³, I., Cantalapiedra⁴, J. y Araújo^{1,5}, J.P.

¹Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios do Lima, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal. ²Centro de Ciência Animal e Veterinária (CECAV) - UTAD, 5000-801 Vila Real, Portugal. ³Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Lleida, Av. Rovira Roure 191, 25198 Lleida, Spain. ⁴Servicio de Ganadería de Lugo. Xunta de Galicia, Spain. ⁵Centro de Investigação de Montanha (CIMO), ESA - IP Viana do Castelo, Portugal; cerqueira@esa.ipvc.pt

INTRODUCCIÓN

El análisis de la composición química y propiedades físicas de los ensilados es importante y necesaria para la correcta formulación del pienso y también para la determinación y resolución de problemas en la calidad del ensilado. El valor nutricional de los ensilados se refiere a la composición de nutrientes y digestibilidad del ensilado, lo que a su vez permite estimar el valor alimenticio, siempre que esté relacionado con la ingesta voluntaria de los animales (Grant y Ferraretto 2018). Es importante monitorear la composición química del ensilado, para asegurar que las vacas ingieran un alimento con una composición nutricional similar o lo más cercano posible a la formulación realizada, según la fase de producción de cada animal (Wolter y Ponter, 2014). El objetivo del presente trabajo consistió en la evaluación y comparación de los parámetros químicos de los ensilados de maíz y su influencia en la productividad de vacuno de leche.

MATERIAL Y MÉTODOS

El componente práctico de este trabajo, consistió en un estudio de la evaluación de diferentes parámetros de la composición nutricional de los ensilados de maíz. La evaluación se centró en 6 explotaciones de vacas lecheras en Barcelos - Portugal. La recogida de muestras (17) se realizó una vez en cada silo durante las visitas a las explotaciones y también se dispuso de datos de los diferentes parámetros de calidad del ensilado y de los datos de productividad diaria de sus animales a través del control lechero. El tratamiento estadístico de los datos se realizó en Microsoft Excel e IBM SPSS versión 22.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cantidad de alimento completo (TMR) administrado por vaca varió entre 31,1 kg en la explotación 2 y 53,0 kg en la explotación 1, mientras que la producción diaria de leche por vaca osciló entre 28,8 kg en la explotación 3 y 37,7 kg en la explotación 4. Confirmando que no hay relación directa entre la cantidad de alimentos consumidos y la producción de leche. En cuanto al almidón, se encontró valores medios de 33,1% materia seca (MS), mientras que en proteína cruda y cenizas se observaron valores medios de 7,5% MS y 3,4%MS, respectivamente. Para las cenizas, se encontró que el coeficiente de variación fue de 10,7%, mostrando una gran variabilidad entre las muestras. En cuanto a los parámetros MS, NDF y ADF, se encontraron valores medios de 34,3%, 40,8%MS y 24,1%MS, respectivamente. Siendo la MS la que presentó mayor variabilidad entre muestras, con un coeficiente de variación del 10%. Se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$) para la MS entre la explotación 5, que tuvo el valor más bajo ($28,9 \pm 2,5\%$) y la explotación 4, que obtuvo el valor más alto ($39,1 \pm 1,1\%$) y también para la proteína cruda, con el menor contenido registrado en la explotación 4 ($6,6 \pm 0,2\%$ MS) y el valor más alto en la explotación 6 ($8,0 \pm 0,3\%$ MS). El valor medio de MS obtenido en este estudio (34,3%) se encuentra dentro del criterio de calidad del ensilado de maíz de ALIP (2020), que es de 32 a 35%, lo que puede considerarse un valor adecuado, ya que valores fuera de este rango pueden comprometer la digestibilidad de NDF y almidón, asumiendo en este caso menor valoración del ensilado.

CONCLUSIÓN

La calidad nutricional del ensilado de maíz es un factor clave en las granjas lecheras, porque cuanto más rico es el ensilado, menor es la necesidad de suplementar a los animales con concentrado y mayor es la productividad de las vacas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALIP (Laboratório da Associação Interprofissional do Leite e Lactínios), 2020. Relatório de Ensaio. Lousada, Portugal
- Wolter, R. & Ponter, A., 2014. Alimentation de la vache laitière. Éditions France Agricole, 158-159.
- Grant, R.J. & Ferraretto, L. F., 2018. J. Dairy Sci., 101: 4111-4121.

VALORACIÓN *IN VITRO* DE 9 GENOTIPOS DE CARDO (*CYNARA SPP.*) PARA SU POSIBLE UTILIZACIÓN EN LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES

Lobón¹, S., Joy¹, M., Iguacel¹, L.P., Mallor¹, C., Estrada², O., Baila¹, C. y Juan¹, T.

¹Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA)– IA2. Zaragoza. ²BCCInnovation - Centro Tecnológico en Gastronomía, Basque Culinary Center, San Sebastián; slobon@cita-aragon.es

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se está trabajando en la utilización de coagulante vegetal natural procedente de las flores de cardo (*Cynara cardunculus* L.), para la elaboración de un tipo de queso diferenciado y sostenible. Para ello se recolectan las flores generándose una gran cantidad de subproducto que podría ser utilizado para la alimentación de los rumiantes. Por ello, el objetivo de este trabajo fue realizar un ensayo *in vitro* de las hojas de 9 genotipos de *Cynara* spp.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material vegetal consistió en 9 muestras de *Cynara* procedentes del Banco de Germoplasma Hortícola de Zaragoza del CITA, cultivadas conjuntamente en la finca experimental del CITA, bajo un diseño de bloques al azar, con tres repeticiones y 10 plantas por parcela elemental. Seis genotipos de *Cynara* spp. pertenecían a la variedad botánica *sylvestris* (1=Tronchón, Teruel; 2= La Morera, Badajoz; 3= Pozuel del Campo, Teruel; 4= Pitarque, Teruel; 5= Olacau del Rey, Castellón; y 9= Mures, Jaén), y dos a la variedad *altilis* (6= Tauste, Zaragoza; y 7= Fuentes de Andalucía, Sevilla). La muestra 8 (Quiroga, Lugo) correspondió a *Cynara scolymus* (alcachofa). Para la preparación de las muestras, todas las hojas se recolectaron el mismo día y se obtuvo un pool a partir de las tres repeticiones de cada genotipo (n=9). Se desecaron en estufa a 60 °C durante 48 horas y posteriormente se molieron a 1 mm en un molino rotatorio (ZM200 Retsch, Alemania). Se realizó un ensayo *in vitro* de producción de gas utilizando el sistema ANKOM (Ankom Technology, Ankom 2011), obteniendo el líquido ruminal de 4 moruecos canulados alimentados con heno de alfalfa y cebada (70:30) que se mezcló con saliva artificial en una proporción 1:2. Cada muestra (0,5 g) se incubó por triplicado y se realizaron 3 tandas. Tras 48 horas de incubación, se analizaron los productos de fermentación (metano y ácidos grasos volátiles, AGV) y se estimó la digestibilidad de la materia seca (MS). La metodología utilizada está descrita en Rufino-Moya *et al.* (2019). Los resultados se analizaron utilizando el paquete estadístico SAS, los parámetros de la fermentación se analizaron con un ANOVA mientras que los parámetros de la cinética (A y c) se analizaron utilizando el programa NLIN.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El genotipo afectó a la producción de gas expresado en ml/g MS incubada (MSi; P<0,5). El genotipo 2 presentó menor producción frente al 8 (207 vs. 235 ± 4,9 ml, respectivamente; P<0,05) presentando valores intermedios el resto de los genotipos. Estas diferencias desaparecieron cuando se calculó la producción de gas por MS degradada (P>0,05). El potencial de la producción de gas (A), fue similar entre todos los genotipos (P>0,05), en cambio la ratio de la producción de gas (c) fue menor en el genotipo 6 frente al 8 (P<0,05). La producción de metano registrada, tanto relacionada a la MSi como a la MS degradada, en el genotipo 1 fue menor (46,0 ± 1,68 ml/g MSi; P<0,05) frente a los genotipos 3, 5, 7, 8 y 9 (promedio de 55,3 ± 1,68 ml/g MSi). No se observaron diferencias en el pH final (6,3 ± 0,02) ni en la producción total de AGV (91,6 ± 2,6mM/l). Respecto a la proporción de AGV individuales únicamente hubo efecto en el ácido isobutírico, presentando mayor porcentaje el genotipo 9 frente al 3 (2,36 vs 2,16 ± 0,038, respectivamente; P<0,05). La digestibilidad de la MS fue superior en los genotipos 3 y 4 frente al 2 (89,1, 89,3 vs 81,3 ± 1,51%; respectivamente), lo que nos indica que, aun siendo de la misma variedad (*sylvestris*), el origen de su procedencia influye en su digestibilidad.

CONCLUSIÓN

El subproducto de las hojas procedentes de *Cynara* spp. es una interesante fuente de alimentación para los rumiantes, especialmente, dentro de la variedad *sylvestris*, las procedentes de Teruel debido a su mayor digestibilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Rufino-Moya, P.J. *et al.* 2019. Anim. Feed Sci. Technol. 251: 12–20.

Agradecimientos: Fondo de Inversiones de Teruel (I+D Platea FITE) 2019-2021. Personal del CITA, en especial A. Domínguez, JR. Bertolín y MA. Legua.

VALORACIÓN *IN VITRO* DE LA DIGESTIBILIDAD ILEAL APARENTE DE LA MATERIA SECA Y LA PROTEÍNA DE MATERIAS PRIMAS Y SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES EN PORCINO

Moset¹, V., Piquer², L., Cano², C., López¹, M.C., Cambra-López¹, M., Pascual¹, J.J. y Cerisuelo², A.
¹ICTA-UPV, Camino de Vera, s/n, Valencia. ²CITA-IVIA Polígono La Esperanza, 100, Segorbe, Castellón; vermoher@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Para ajustar las dietas a las necesidades de los animales es necesario conocer el valor nutritivo de los alimentos a través del coeficiente de digestibilidad. La digestibilidad de la proteína bruta (PB) se determina a nivel ileal, generalmente con experimentos *in vivo*, que implican un elevado coste económico y de tiempo, así como la utilización de animales. El objetivo de este trabajo fue validar una metodología para la caracterización proteica de materias primas y subproductos para la fabricación de piensos, alternativa a la determinación *in vivo* para ganado porcino.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este estudio se evaluó la digestibilidad *in vitro* aparente ileal de la materia seca (MS) (IVAD_{MS}) y de la PB (IVAD_{PB}) de 11 materias primas: 4 fuentes de proteína (harina de soja 47% PB, harina de girasol 32% PB, guisantes y soja extrusionada) y 7 fuentes de energía (trigo, cebada, maíz, triticale, sorgo, centeno, avena). Para ello se siguió el protocolo descrito por Boisen y Fernández (1995), modificado según Akinsola (2013). Se utilizó un equipo Daisy II incubador (Ankom Technology Corp., Macedon, NY, EE.UU.). Se llevaron a cabo dos tandas consecutivas con todas las materias primas. En todas las jarras se incluyó una muestra (harina de soja 47% PB) como control donde la jarra y la tanda fueron los efectos fijos en un análisis glm. Las medias de las muestras se compararon, ajustadas mediante el procedimiento Tukey. En todos los análisis, un P-valor < 0,05 fue considerado diferencia significativa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los efectos tanda, jarra y la interacción tanda x jarra en la harina de soja 47 no resultaron significativos. En cuanto a la IVAD_{MS}, la harina de soja 47 y la soja extrusionada fueron los ingredientes proteicos con mayor IVAD_{MS} (84-86%) y el girasol el ingrediente menos digestible (65%). Los guisantes mostraron digestibilidades intermedias. Con respecto a los ingredientes energéticos, el trigo, el maíz y el centeno fueron los más digestibles (84-87%), mientras que la avena el menos digestible (56%), probablemente por su elevado contenido en fibra. El triticale, la cebada y el sorgo mostraron IVAD_{MS} intermedias (77-83%). En cuanto a la digestibilidad de la PB, las materias primas proteicas son las que mostraron los mayores IVAD_{PB} (93-98%), siendo la más elevada la de la harina de soja 47. La IVAD_{PB} en los ingredientes energéticos se situó entre el 66 y el 93%. El trigo, avena y el triticale fueron los ingredientes con una mayor IVAD_{PB} (>90%). El sorgo mostró un valor significativamente menor al resto de materias primas (66%). El resto de materias primas energéticas mostraron digestibilidades intermedias (84-86%). Se obtuvo una buena correlación lineal ($R^2 \approx 0,9$) entre los coeficientes de IVAD_{MS} de las materias primas evaluadas y los coeficientes de la digestibilidad fecal de la energía según las tablas FEDNA (2019). Con respecto a la digestibilidad de la PB, los valores obtenidos fueron comparables con los de otros estudios *in vitro* como Boisen y Fernández (1995) para las mismas materias primas, pero superiores a los calculados a nivel fecal según las tablas FEDNA (2019).

CONCLUSIÓN

La metodología *in vitro* mostró ser robusta y repetible ya que todas las incubaciones ensayadas funcionaron de manera similar y permitió obtener valores de digestibilidad de la MS y PB comparables con la bibliografía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Akinsola, M.C., 2013. PhD thesis, Tshwane University of Technology, Sudáfrica. • Boisen, S., Fernández, J.A., 1995. Anim. Feed Sci. Technol. 51: 29–43. • FEDNA, 2019. Tablas FEDNA de composición de alimentos. <http://www.fundacionfedna.org/>

Agradecimientos: Trabajo realizado en el marco del Proyecto IDI-20180550 “Aplicación de nuevas tecnologías para la valoración del purín porcino y estrategias nutricionales y de manejo para la optimización de su gestión agrícola”, promovido por SOCIEDAD COOPERATIVA GANADERA DE CASPE, y financiado por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI).

EVALUACIÓN NUTRICIONAL *IN VITRO* E *IN VIVO* DE LA LIBERACIÓN DE ÁCIDO BUTÍRICO PROTEGIDO EN POLLOS DE CARNE

Sadurní¹, M., Barroeta¹, A.C., Sala¹, R., Sol², C., Puyalto², M. y Castillejos¹, L.

¹Servicio de Nutrición y Bienestar Animal, Dpto. Ciencia Animal y de los Alimentos, Universidad Autónoma de Barcelona, 01893 Bellaterra, España; ²Norel S.A., 28007 Madrid, España.
meritxell.sadurni@uab.cat

INTRODUCCIÓN

La restricción del uso de antibióticos, debido a las resistencias, ha motivado el uso de alternativas en la alimentación de los pollos de carne. Entre ellas, el ácido butírico ha sido ampliamente estudiado por sus efectos sobre la barrera intestinal, favoreciendo el ritmo de crecimiento del animal. Este ácido graso de cadena corta es fácilmente absorbido y metabolizado en el intestino, lo que limita su efecto sobre el tracto gastrointestinal (TGI). Su protección, en forma de butirato sódico, y su combinación con otros aditivos, como los ácidos grasos de cadena media (AGCM), puede mejorar la eficacia del ácido evitando su inmediata absorción (Kaczmarek *et al.*, 2016; Khatibjoo *et al.*, 2018). El objetivo del presente trabajo es determinar la liberación del ácido butírico, presentado como butirato sódico parcialmente protegido con sales sódicas de AGCM (DIC), *in vitro* e *in vivo* a lo largo del tracto intestinal en pollos de carne.

MATERIAL Y MÉTODOS

La digestibilidad *in vitro* se realizó de acuerdo con la técnica de Boisen *et al.* (1991) y modificada según Mallo *et al.* (2012). Las soluciones obtenidas fueron recogidas a las 1, 2, 3, 4, 5 y 6 horas totales simulando el avance por el TGI y el ácido butírico se determinó por HPLC (Agilent 1200 series). El estudio *in vivo* se realizó con un total de 8 pollos de carne Ross 308 que se distribuyeron al azar en 2 tratamientos: dieta basal y dieta suplementada con DIC a 1 kg/t de pienso. A los 42 días de vida, el grupo suplementado con DIC ingirió el producto marcado con azul brillante. A los 44 días, se recogió el contenido intestinal. Se tomaron 2 g y se homogeneizó con 3 mL de agua destilada. La muestra homogeneizada se centrifugó en dos secuencias a 4°C, 9000 rpm durante 45 minutos y 30 minutos, respectivamente (adaptación de Lee *et al.*, 2012). Se determinó la absorbancia del segundo sobrenadante por espectrofotometría a 570 nm (SpectraMax Plus384). La absorbancia media del grupo control se estableció como blanco para determinar la absorbancia del azul brillante del grupo suplementado y correlacionarlo con su concentración según Suárez *et al.* (2009). Los resultados se analizaron con un modelo lineal mediante el programa estadístico R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio *in vitro* muestra que, a medida que transcurre el tiempo de digestión, se produce un aumento de la liberación de ácido butírico. En paralelo, en el estudio *in vivo*, conforme se avanza por los diferentes tramos intestinales, se aprecia un aumento de la liberación, con mayor concentración de butírico liberado en el íleon frente a los tramos anteriores ($P < 0,05$). Los resultados coinciden con los descritos en los trabajos de Liu *et al.* (2018) quienes sugirieron que el tiempo apropiado para la liberación de productos protegidos es de entre 30 min y 2,5 h para estimular el desarrollo del epitelio intestinal, y entre 2,5 y 4 h para observar el efecto antibacteriano en el intestino distal. Por otro lado, otros autores demostraron que el butirato protegido alcanza tramos más distales que el ácido butírico no protegido (Chamba *et al.*, 2014).

CONCLUSIÓN

El butirato sódico protegido con sales sódicas de AGCM es una buena opción para aumentar la presencia de ácido butírico en los tramos posteriores del tracto intestinal de los pollos de carne. De esta manera, se podrán obtener efectos beneficiosos sobre la salud intestinal a lo largo del intestino para promover un eficiente ritmo de crecimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boisen S. 1991. Anim. Feed Sci. Technol. 68: 277-286.
- Chamba F. 2014. Int. J. Poult. Sci. 13: 390-396.
- Kaczmarek S.A. 2016. Poult. Sci. 95: 851-859.
- Khatibjoo A. 2018. J. Appl. Animal. Res. 46: 492-498.
- Lee P.S. 2012. Food Chem, 134: 992-998.
- Liu J.D. 2018. Poult. Sci. 96: 3638-364.
- Mallo J.J. 2012. J. Anim. Sci. 90: 227:229.
- Suárez R. 2009. Av. en Química. 4: 53-62.

Agradecimientos: Proyecto COMRDI16-1-0033, Comunitats RIS3CAT (FEDER 2014-2020).

REPRODUCCIÓN

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SEMINAL, CAPACIDAD DE CRIOPRESERVACIÓN Y FERTILIDAD DE UN VERRACO TPC2 KO

Navarro-Serna¹, S., Piñeiro-Silva¹, C., Almela³, L., Poto³, A. Parrington², J., Romar¹, R. y Gadea¹, J.
¹Dept. Fisiología. Universidad de Murcia. IMIB-Arrixaca. ²Dept Pharmacology, Universidad de Oxford, Oxford, UK. ³IMIDA-Murcia; jgadea@um.es

INTRODUCCIÓN

El canal de calcio Two pore channel 2 (TPC2) se encuentra en las membranas endolisosomales (Galione *et al.*, 2011) y participa en diversos procesos fisiopatológicos (Zong *et al.*, 2009), siendo este un gen candidato para su estudio en modelos animales para trasladar los conocimientos sobre su funcionalidad al humano. Recientemente hemos generado los primeros cerdos knock-out (KO) de TPC2 mediante inyección de CRISPR/Cas9, generando 3 animales (1 macho y 2 hembras) homocigotos KO (Navarro-Serna *et al.* 2021). Para poder difundir el material genético de estos animales, se necesita verificar la calidad seminal y su capacidad de conservación. Por ello, el objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad de conservación del semen del verraco KO para TPC2 mediante congelación analizando la calidad espermática previa y posterior a un proceso de congelación-descongelación y también evaluar la capacidad fecundante mediante inseminación artificial (IA) con semen refrigerado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el estudio de conservación, se evaluaron 3 eyaculados de un verraco KO-TPC2 diluidos en Beltsville Thawing Solution (BTS) (F) y después de la congelación-descongelación (FT). Los eyaculados fueron congelados mediante el método descrito por Thiman 1997 y conservados en nitrógeno líquido hasta su evaluación. Se evaluaron diversos parámetros de calidad espermática como la motilidad mediante el sistema CASA, el estado acrosomal (NAR) mediante microscopia de contraste de fases, la vitalidad (V) y la actividad mitocondrial (AM) por citometría de flujo, tiñendo con yoduro de propidio y rodamina 123, respectivamente (Harrison *et al.* 1993). Para la evaluación de fertilidad, se realizó una prueba de IA en 6 cerdas nuliíparas, con doble inseminación a las 0 y 24 h tras la detección de celo con dosis seminales refrigeradas de 3×10^9 espermatozoides. Se evaluó porcentaje de gestación (%G), media de lechones nacidos vivos (NV), nacidos muertos (NM), totales (T).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respecto a la conservación, se observa una disminución significativa ($p < 0.05$) de motilidad total ($85,0 \pm 2,2\%$ vs $45,9 \pm 2,8\%$), NAR ($98,0 \pm 0,6\%$ vs $72,5 \pm 2,3\%$), V ($86,5 \pm 1,9\%$ vs $63,6 \pm 1,3\%$) y AM ($70,1 \pm 2,6\%$ vs $54,1 \pm 1,8\%$) y un aumento de VCL ($52,4 \pm 4,9$ vs $91,2 \pm 3,2 \mu\text{m/s}$), VSL ($14,9 \pm 1,3$ vs $26,0 \pm 1,0 \mu\text{m/s}$) y VAP ($30,7 \pm 3,9$ vs $50,3 \pm 2,2 \mu\text{m/s}$). Tras su uso en IA, %G fue del 66,7% (4/6), con una media de NV de $12,0 \pm 1,1$, NM de $1,0 \pm 0,4$, T de $13,0 \pm 0,9$. Estos resultados confirman la posibilidad de usar técnicas de refrigeración y congelación para difundir el material genético de este macho KO, y sugiere que la supresión de TPC2 no afecta negativamente a la calidad seminal y no es esencial para la fertilidad. En futuros estudios deberá analizarse si existen fenómenos de compensación.

CONCLUSIÓN

El KO para la proteína TPC2 en SPZ de cerdo no parece ser esencial para la fertilidad, lo cual permite su uso para realizar IA y poder conservar esta modificación génica realizada para posteriores estudios. Por otro lado, la buena calidad seminal y capacidad de congelación de este verraco permite la posibilidad de que su eyaculado congelado pueda ser conservado y también comercializado, permitiendo trasladar variantes genéticas sin los problemas logísticos y legales del traslado de animales vivos modificados genéticamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Galione, A., *et al.* 2011. Sci. China Life Sci. 54: 725-732. • Harrison, R., *et al.* 1993. Mol. Reprod. Dev. 35: 197-208. • Navarro-Serna, S., *et al.* 2021. Crispr J. 4: 1-16. • Zong, X., Pflügers Archiv. – Eur. J. Physiol., 458: 891–899. • Thilmant, P., *et al.* 1997. JRP de France 39: 295.

Agradecimientos: Proyectos MINECO AGL2015- 66341-R, Fundación Seneca Región de Murcia 20040/GERM/16 y 21105/PDC/19 Ministerio de Educación, Cultura y Deporte por las ayudas para la Formación de Profesorado Universitario.

LA SUPRESIÓN DEL GEN *tpc2* NO AFECTA A LA CAPACIDAD FECUNDANTE *IN VITRO* DE ESPERMATOZOIDES EN LA ESPECIE PORCINA

Navarro-Serna¹, S., Piñeiro-Silva¹, C., Almela³, L., Poto³, A. Parrington², J., Romar¹, R. y Gadea¹, J.
¹Dept. Fisiología. Universidad de Murcia. IMIB-Arrixaca. ²Dept. Pharmacology, Universidad de Oxford, Oxford, UK. ³IMIDA-Murcia; jgadea@um.es

INTRODUCCIÓN

Los canales permeables a cationes, *Two-pore channel* (TPC), se encuentran en las membranas endolisosomales (Galione *et al.*, 2011) y están relacionadas con distintos procesos fisiopatológicos (Zong *et al.*, 2009). En mamíferos se encuentran dos tipos: TPC1 y TPC2 (Parrington & Tunn, 2014); se expresan en testículos de ratón (Zong *et al.*, 2009) y la proteína TPC1 participa en la reacción acrosómica en esta especie (Arndt *et al.*, 2014). En el cerdo, ambas proteínas se encuentran en el epidídimo (Petryszak *et al.*, 2014) aunque hasta la fecha no se ha estudiado su función en espermatozoides (SPZ). Nuestro objetivo fue evaluar la capacidad fecundante en un sistema *in vitro*, que presentan los SPZ de un verraco knock-out para TPC2 (KO-TPC2) (Navarro-Serna *et al.*, 2021) usando como control un *wild-type* de fertilidad probada (WT).

MATERIAL Y MÉTODOS

Dos eyaculados de un verraco KO-TPC2 se congelaron (Thiman 1997). Los complejos cúmulus-ovocito (COCs) fueron obtenidos de ovarios de cerdas prepúberes y madurados *in vitro* en medio NCSU-37 (38°C, 5%CO₂, 7%O₂) (Cánovas *et al.*, 2017) e inseminados en medio TALP (38°C, 5%CO₂, 7%O₂). Se descongeló una pajuela (38°C, 30") y los SPZ se seleccionaron mediante swim-up en NaturARTs-PIG sperm swim-up (EmbryoCloud, Murcia, España) (Navarro-Serna *et al.* 2021). A las 20h un grupo de presuntos cigotos fueron fijados y teñidos con Hoechst para evaluar la media de SPZ unidos a la zona pelúcida (S/ZP), media de SPZ penetrados por ovocito (S/O), tasa de penetración, monospermia y eficiencia de la fecundación *in vitro* (FIV). El resto de cigotos se cultivaron en medio NCSU23 (38°C, 5%CO₂, 7%O₂) hasta día 6 post-inseminación (pi) (Cánovas *et al.*, 2017). El día 2 pi se evaluó la tasa de primera división (divididos/ovocitos totales %D) y a día 6 pi la tasa de blastocistos (blastocistos/ovocitos totales, %B) que fueron fijados y teñidos con Hoechst para realizar recuento celular. Se evaluaron dos replicados de cada grupo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta experiencia preliminar se ha observado una tendencia ($p=0,06$) en el porcentaje de penetración, siendo mayor en el grupo KO (75,6%, $n=41$) que en el WT (56,5%, $n=46$), sin diferencias ($p>0,05$) en los otros parámetros siendo S/O (WT=1,5±0,2 y KO=1,7±0,2), S/ZP (WT=1,5±0,3 y KO=2,6±0,5), monospermia (WT=69,2% y KO=61,3%) y eficiencia (WT=39,1% y KO=46,3%). En cuanto al desarrollo embrionario, se observaron valores similares ($p>0,05$) en %D (WT=51,4%, $n=105$ y KO=61,7%, $n=107$), %B (WT=29,5% y KO=32,7%) y recuento celular ($n=58$; WT=51,4±3,1 y KO=46,4±2,2 células/blastocisto). Nuestros resultados muestran que el semen procedente de cerdos KO-TPC2 es capaz de fecundar y dar lugar a embriones en tasas similares al semen WT. TPC2 se encuentra expresada en tejido reproductivo masculino al igual que TPC1 (Arndt *et al.*, 2014) y por tanto su función podría estar siendo compensada por TPC1. Esta hipótesis deberá ser contrastada en el futuro con nuevos modelos KO, para TPC1 y dobles KO TPC1 y TPC2.

CONCLUSIÓN

A pesar de que la expresión de TPC2 se encuentra descrita en las gónadas masculinas, no parece ser una proteína necesaria en el espermatozoide para la fecundación ni a el desarrollo embrionario *in vitro*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arndt, L., *et al.* 2014. Mol. Biol. Cell. 25: 948-964.
- Cánovas, S., *et al.* 2017. ELife. 6: e23670.
- Galione, A., *et al.* 2011. Sci. China Life Sci. 54:725-732.
- Parrington, J., 2014. Acta Physiol. 211: 285-296.
- Petryszak, R., 2014. Nucleic Acids Res. 42(D1): D926-D932.
- Navarro-Serna, S., *et al.* 2021. Crispr. J. 4: 1-16.
- Zong, X., Pflügers Archiv. – Eur. J. Physiol. 458: 891–899.
- Thilmant, P., *et al.* 1997. JRP de France 39: 295.

Agradecimientos: Proyectos MINECO AGL2015- 66341-R, Fundación Seneca Región de Murcia 20040/GERM/16 y 21105/PDC/19 Ministerio de Educación, Cultura y Deporte por las ayudas para la Formación de Profesorado Universitario.

RECUPERACIÓN, CULTIVO Y PRESERVACIÓN DE FIBROBLASTOS PORCINOS DE ANIMALES GENÉTICAMENTE VALIOSOS

Piñeiro-Silva^{1,2}, C., Navarro-Serna^{1,2}, S., Sarrías-Gil¹, L., Cánovas^{1,2}, S., Romar^{1,2}, R., Gadea^{1,2}, J. y Vieira¹, L.A.

¹Dept. Fisiología. Universidad de Murcia. ²IMIB-Arrixaca; luisalberto.vieira@um.es

INTRODUCCIÓN

Los cultivos celulares tienen diversas aplicaciones, como la realización de ensayos bioquímicos, toxicológicos o moleculares, además de permitir la conservación y propagación de material biológico (Phelan *et al.*, 2016). Por otra parte, estas células se pueden utilizar para generar organismos mediante clonación (Polejaeva *et al.*, 2000), proceso especialmente interesante cuando se utilizan células de animales valiosos (modificados genéticamente), pudiendo reproducir sus características o recuperarlas si el animal ha fallecido. Recientemente, hemos producido cerdos KO para el gen TPC2 (*two pore segment channel 2*) (Navarro-Serna *et al.*, 2021). Debido al alto valor de los animales, el objetivo de este trabajo fue realizar un cultivo celular de muestras procedentes de dos de los cerdos KO fundadores, así como de los lechones de la F1 que murieron en el parto con la finalidad de conservar su material biológico para posteriores estudios.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se tomaron muestras de oreja de dos cerdos adultos vivos y muestras de oreja, cola, lengua y mucosa oral de tres lechones en el plazo de 18 h tras su muerte. Además, de uno de estos lechones se pudo obtener muestra de oreja previamente a su fallecimiento. Tras lavar las muestras tres veces con PBS (100 U/ml penicilina y 100 µg/ml estreptomina), se cultivaron una media de cuatro fragmentos de 2-5 mm en frascos de 25 cm², en medio DMEM:F12 (*Dulbecco's Modified Eagle Medium, 4,5 g glucosa:Nutrient Mixture F-12*; 10% suero fetal bovino, 2,5 mM glutamina, 100 U/ml penicilina, 100 µg/ml estreptomina y 2,5 µg/ml anfotericina) a 38,5 °C y 5% CO₂. Cuando las células alcanzaron la fase exponencial de crecimiento con alrededor de 80-90% de confluencia, se realizó el primer pase mediante la digestión con tripsina (0,25% y 0,02% EDTA). Posteriormente, se determinó la viabilidad celular con azul Tripán y la concentración mediante el conteo automático. Finalmente, se sembraron entre 8.000-10.000 células vivas/cm² en frascos de 25 cm². A partir del segundo pase, se congelaron las células en la fase exponencial de crecimiento a una concentración de entre 1 y 2 millones/ml en medio DMEM:F12 (20% suero y 10% DMSO) y se almacenaron en nitrógeno líquido (Davis, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 15 muestras sembradas, en 9 de ellas (60%) apareció contaminación bacteriana y fúngica. En todas las muestras de lengua y mucosa oral (n=6) se registró crecimiento bacteriano y/o fúngico, pero se pudieron cultivar células de 4 de los 5 animales muestreados a partir de tejido de oreja o cola. De estos 4 animales, finalmente se logró la preservación de la línea celular congelando viales a concentraciones entre 0,975 y 1,865 millones de células/ml tras 3-4 semanas en cultivo con una viabilidad superior al 97%. Estos fibroblastos almacenados suponen una fuente de material con potencial uso para su posterior multiplicación y análisis, o bien para ser empleados en clonación con el objetivo de producir animales genéticamente idénticos a estos cerdos.

CONCLUSIÓN

Bajo las condiciones empleadas, las muestras obtenidas de cola y oreja son una mejor opción que las de lengua o cavidad bucal por su alta incidencia de contaminación. Se ha conseguido preservar un cultivo primario de células de animales genéticamente valiosos con alta eficiencia (80%; 4/5 animales) y suficiente concentración celular viable como para continuar con su propagación, estudio y futura clonación pudiendo producir animales con sus mismas características genéticas. La contaminación de las líneas celulares originadas de animales muertos supone un problema técnico a resolver en un futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Davis, J.M. 2002. Basic Cell Culture. 2nd Edition. Oxford University Press.
- Navarro-Serna, S., *et al.* 2021. Crispr J. 4: 1-16
- Phelan, K. & May, K.M. 2016. Current Protoc. Toxicol. 70: A.3B.1-A.3B.22.
- Polejaeva, I.A., *et al.* 2000. Nature. 407 (6800): 86-90.

Agradecimientos: Proyectos MINECO AGL2015- 66341-R y Fundación Seneca Región de Murcia 20040/GERM/16 y 21105/PDC/19

EFFECTO DE LA EXPOSICIÓN DE NANOPARTÍCULAS MAGNÉTICAS A ESPERMATOZOIDES PORCINOS

Garrappa^{1,2}, G., Jiménez-Movilla^{3,4}, M. y García-Vázquez^{1,4}, F.A.

¹Departamento de Fisiología, Facultad de Veterinaria, Campus Mare Nostrum, Universidad de Murcia (España). ²Instituto de Investigación Animal del Chaco Semiárido-IIACS-INTA (Argentina). ³Departamento de Biología Celular e Histología, Facultad de Medicina, Campus Mare Nostrum, Universidad de Murcia (España) ⁴IMIB-Arrixaca, Murcia (España); gabriela.garrappa@um.es

INTRODUCCIÓN

El uso de nanopartículas para aplicaciones biomédicas se encuentra en pleno crecimiento (Durfey *et al.*, 2019). En reproducción, se han desarrollado numerosas aplicaciones, especialmente para selección espermática basada en nanopartículas magnéticas (MNPs) (Feugang, 2017). Además, se ha diseñado un sistema de cultivo 3D de ovocitos bovinos inmaduros utilizando MNPs (Antonino, 2017). El aumento en el uso de MNPs en reproducción se acompaña por la necesidad de analizar posibles efectos nocivos sobre células y organismos. En este contexto, recientemente hemos desarrollado un método de conjugación de MNPs con la proteína recombinante OVGP1, para aplicarlo a la mejora de las técnicas de reproducción asistida. Sin embargo, consideramos imprescindible conocer sus posibles efectos en la viabilidad de los gametos. Por esto, el objetivo de este trabajo fue analizar el efecto de la co-incubación de espermatozoides porcinos con MNPs-OVGP1 sobre parámetros de calidad espermática.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para este estudio se utilizaron 5 eyaculados de verracos de fertilidad probada. Se diseñaron los siguientes grupos experimentales que contenían 30×10^6 espermatozoides por ml: **1) NOVGP**: 10 μ l MNPs-OVGP, **2) NOVGP20**: 20 μ l MNPs-OVGP1, **3) NANOP10**: 10 μ l MNPs sin OVGP1; **4) NANOP20**: 20 μ l MNPs sin OVGP1; **5) CONTROL**: sin nanopartículas. La co-incubación se realizó con dos medios: medio de conservación *Beltsville Thawing Solution* (BTS, Zoitech); y medio de fecundación *in vitro*, *Tyrode's albumin-lactate-pyruvate* (TALP) suplementado con 1.5% de albumina sérica bovina (BSA). Los parámetros evaluados fueron motilidad total, motilidad progresiva y parámetros cinéticos mediante el sistema CASA y la viabilidad mediante tinción de eosina-nigrosina. El análisis se realizó en los tiempos 0, 30 y 60 minutos de co-incubación. Las muestras en BTS fueron conservadas a 15°C y las muestras en TALP en un incubador a 38.5°C con 5% de CO₂ en atmósfera saturada de humedad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La motilidad total, motilidad progresiva, y la viabilidad no presentaron diferencias entre grupo control y los demás grupos en ninguno de los medios. No se observaron diferencias en los parámetros cinéticos para los grupos con medio TALP. Sin embargo, cuando el medio utilizado fue BTS, la velocidad curvilínea y la amplitud lateral de la cabeza fueron superiores en el grupo control respecto a los otros grupos ($P \leq 0.001$ y $P \leq 0.007$, respectivamente). La velocidad lineal y la velocidad media del grupo control fue mayor que NANOP10, NANOP20 y NOVGP20 ($P \leq 0.02$ y $P \leq 0.001$, respectivamente), pero sin diferencias con el grupo NOVGP10. Es posible que esto se deba a que las nanopartículas presentes favorecieron la aglutinación, afectando de este modo la cinética del movimiento espermático (Pérez-Duran *et al.*, 2020). En el grupo con TALP, probablemente debido al alto porcentaje de BSA utilizado, se evitó dicho efecto. Por último, los coeficientes de linealidad y rectitud del grupo control fueron menores que NANOP20 y NOVGP20 ($P \leq 0.001$ y $P \leq 0.007$, respectivamente) lo cual resulta esperable dado que son valores calculados a partir de los valores anteriormente mencionados.

CONCLUSIÓN

La presencia de MNPs no afectó la motilidad (total y progresiva) ni la viabilidad espermática en ninguno de los medios utilizados en el estudio (capacitante y conservación). Únicamente algunos parámetros cinéticos se vieron afectados por la unión inespecífica de los espermatozoides a las nanopartículas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Durfey C.L. *et al.* 2019. J. Anim. Sci. Biotechnol. 10: 1-12.
- Feugang J.M. 2017. Mol. Reprod. Dev. 84: 832-4.
- Antonino D.C. 2017. Sistema Bibl. da UFU, MG, Brasi. 72.
- Pérez-Duran F. *et al.* 2020. Syst. Biol. Reprod. Med. 66: 281-289.

Agradecimientos: financiado por fundación Seneca-Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia "Ayudas a la realización de proyectos para el desarrollo de investigación científica y técnica por grupos competitivos 2018" (20887/PI/18).

EFFECTO DEL FLUIDO UTERINO SOBRE LA CALIDAD ESPERMÁTICA PORCINA TRAS SU CONSERVACIÓN EN PRESENCIA DE DIFERENTES FRACCIONES DEL PLASMA SEMINAL

Luongo¹, C., Garrappa^{1,3}, G., Llamas-López¹, P.J., Rodríguez-Tobón¹, E. y García-Vázquez^{1,2}, F.A.
¹Departamento de Fisiología, Facultad de Veterinaria, Campus Mare Nostrum, Universidad de Murcia (España). ²IMIB-Arrixaca, Murcia (España). ³Instituto de Investigación Animal del Chaco Semiárido-IIACS-INTA, (Argentina); chiara.luongo@um.es

INTRODUCCIÓN

El eyaculado está formado por una parte celular, los espermatozoides (SPZ), y el plasma seminal (PS), el cual proviene de los testículos, epidídimo y glándulas reproductivas accesorias en la especie porcina (Rodríguez-Martínez *et al.*, 2005). El eyaculado puede dividirse en 4 fracciones: fracción pre-espermática (FPRE): PS; fracción rica (FR): alta concentración de SPZ y menos PS; fracción intermedia (FI): menos SPZ y PS; fracción post-espermática (FPOST): pocos SPZ y gran volumen de PS (López Rodríguez *et al.*, 2017). Los centros de inseminación artificial (IA) recolectan únicamente la FR, para diluirla con un diluyente comercial con el fin de preparar las dosis seminales. Las dosis pueden conservarse (15-17°C) varios días antes de depositarlas en el tracto genital de la hembra (IA), donde los SPZ interactúan con el fluido uterino (FU). Durante esta interacción, el PS juega un papel fundamental para mantener la calidad espermática (Luongo *et al.*, 2019), modular la respuesta del tracto femenino (García *et al.*, 2009), así como modificar el proteoma de los SPZ (Luongo *et al.*, 2020). Por lo tanto, se puede hipotetizar que la suma de las fracciones del PS presentes en las dosis seminales podría afectar a la calidad espermática durante su conservación y su paso por el ambiente uterino.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este estudio se utilizaron 31 eyaculados de machos de fertilidad probada. Se realizaron los siguientes grupos experimentales: 1) FS1: 100% FR; 2) FS2: 25% FR y 75% FI; 3) FS3: 11% FR, 33% FI y 56% FPOST. Las dosis se conservaron 72 h a 15°C, evaluando diferentes parámetros de calidad espermática [motilidad total (MT) y progresiva (MP) (sistema CASA), daño acrosomal (DA) (FITC-PNA), viabilidad (V)] a las 0, 24, 48 y 72 h de conservación. Además, a las 72 h, las muestras se incubaron con 20% de FU (fase folicular tardía) durante 3 h a 38.5°C, tras lo que se evaluó la calidad espermática.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras la conservación, la MT de FS3 (82.4±1.4%) fue menor que FS1 (90.7±1.4%) y FS2 (86.2±1.4%) ($p < 0.0001$). Igualmente, la MP de FS3 (57.4±1.5%) fue menor que FS1 (64.3±1.5%) y FS2 (61.6±1.5%) ($p = 0.002$ y $p < 0.0001$, respectivamente). Además, FS3 mostró mayor porcentaje de DA (19.8±0.7%) respecto a FS1 (14.7±0.7%) y FS2 (14.9±0.7%) ($p < 0.0001$). No se observaron diferencias significativas en la V entre los grupos. Esto podría deberse a las diferencias en composición proteica y lipídica en las fracciones (Höfner *et al.*, 2020) que podría estabilizar la membrana espermática. Por otro lado, tras la incubación de los grupos experimentales con FU no se observaron diferencias significativas entre ellos, disipando por tanto las diferencias encontradas tras su conservación. Cuando se compararon los grupos a las 72 h con y sin FU, la MT de los grupos FS1+FU (76.3±2.6%) y FS2+FU (70.9±2.3%) fue respectivamente menor que FS1 (87.4±2.6%) y de FS2 (87.3±2.3%). La MP también fue menor en FS1+FU (59.9±2.6%) frente a FS1 (65.7±2.6%). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre FS3-FU y FS3. Esto podría deberse a la presencia de proteínas más abundantes en la FPOST, ayudando a preservar la funcionalidad espermática dentro del útero (García *et al.*, 2009).

CONCLUSIÓN

A pesar de que la calidad espermática de la suma de todas las fracciones (FS3) es menor que la FS1 o FS2 durante la conservación, la presencia de PS de la FS3 confiere un efecto protector en presencia de FU y podría mejorar la funcionalidad espermática a lo largo del tracto genital femenino tras una IA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Rodríguez-Martínez, H. *et al.*, 2005. *Theriogenology*. 63: 514-35.
- López Rodríguez, A., *et al.*, 2017. *Porc. Heal. Manag.* 3: 15.
- Luongo, C. *et al.*, 2019. *Theriogenology*. 136: 28-35.
- Luongo, C. *et al.*, 2020. *Int. J. Mol. Sci.* 21: 60-60.
- García, E.M. *et al.*, 2009. *Reprod. Domestic. Anim.* 44:200-5.
- Höfner, L. *et al.*, 2020. *Int. J. Mol. Sci.* 21: 64-74.

Agradecimientos: financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (PID2019-106380RB-I00 / AEI / 10.13039/501100011033).

APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA CASA-Mot PARA EXPLICAR LA FERTILIDAD DEL SEMEN DE VERRACO

Barquero¹, V., Sevilla¹, F. y Valverde¹, A.

¹Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Agronomía, Laboratorio de Reproducción Animal, BioTEC, Campus San Carlos, 223-21002 Alajuela, Costa Rica; anvalverde@tec.ac.cr

INTRODUCCIÓN

La evaluación de la fertilidad del eyaculado de verraco es importante para optimizar el número de dosis seminales y la mejora de los índices de reproductivos mediante la inseminación artificial (IA). La relación entre las características de movilidad, las variables de cinética espermática, la tasa de preñez y el tamaño de la camada son de gran importancia para la rentabilidad. El objetivo del estudio fue determinar la relación entre las variables CASA-Mot de los eyaculados de verraco y la fertilidad de las cerdas inseminadas con dosis procedentes de los mismos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante 2019-2020 se analizó el semen de verraco para establecer la relación entre las variables seminales y la fertilidad en cerdas. Se utilizaron verracos de dos líneas genéticas comerciales terminales (Duroc*Pietrain y Pietrain) con edades al inicio del experimento de $20,9 \pm 3,0$ y $24,1 \pm 9,8$ meses, respectivamente, y de fertilidad conocida. Los animales se alojaron individualmente en corrales ventilados con una temperatura media de $25,6 \pm 2,94$ °C. Las hembras procedían de cuatro líneas genéticas cruzadas [York (Y), Landrace (L) y Pietrain (P); con los siguientes esquemas de cruce YLP-50 ($\frac{1}{4}$ Y x $\frac{1}{4}$ L x $\frac{1}{2}$ P), YLP-75 ($\frac{1}{8}$ Y x $\frac{1}{8}$ L x $\frac{3}{4}$ P) y YLP-87.5 ($\frac{1}{16}$ Y x $\frac{1}{16}$ L x $\frac{7}{8}$ P); e Y-L-50 ($\frac{1}{2}$ Y x $\frac{1}{2}$ L)]. Todas las hembras fueron criadas en la granja y provenían de esquemas de cruces maternos. Las muestras de semen se analizaron mediante el sistema CASA-Mot ISAS@v1 (Proiser R+D, España). Se estudiaron ocho parámetros cinéticos de velocidad de movimiento, relaciones de velocidad y oscilación espermática. Sólo los eyaculados con más de 70% de movilidad total y menos de 15% de morfoanomalías se utilizaron para IA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tasa de preñez media \pm error estándar de las cerdas presentaron diferencias ($P < 0,05$) comparando los verracos Pietrain ($71,88 \pm 5,44\%$) con los verracos Duroc*Pietrain ($82,84 \pm 5,59\%$). Otros autores también han descrito un aumento de la fertilidad en cerdas con la heterosis (Cassady *et al.*, 2008). La diferencia ($P < 0,05$) en los patrones de movilidad total y progresiva mostró que el semen de los verracos Pietrain ($62,90 \pm 2,24\%$; $52,39 \pm 2,54\%$ respectivamente) tenía menor movilidad que los verracos Duroc*Pietrain ($80,89 \pm 1,66\%$; $62,11 \pm 1,89\%$ respectivamente). Además, los valores de cinética espermática fueron significativamente mejores ($P < 0,05$) en los verracos Duroc*Pietrain. Lo anterior coincide con el estudio realizado por Wysokińska y Kondracki (2013) donde el efecto de la heterosis incrementó el porcentaje de movilidad y la calidad del eyaculado. Algunos autores afirman que la movilidad total espermática no es un buen parámetro para predecir el tamaño de camada (Gadea 2005). Sin embargo, en nuestro trabajo determinamos que la movilidad y parámetros avanzados de cinética pueden explicar mejor la variabilidad presentada en la fertilidad del semen. Los resultados de este estudio demostraron que los parámetros de fertilidad en hembras no mostraron diferencias ($P > 0,05$) entre líneas de cerdas, pero YLP-50 con semen de verracos Duroc*Pietrain presentó una tendencia a un mayor número de lechones nacidos vivos ($10,20 \pm 0,58$).

CONCLUSIÓN

Las cerdas inseminadas con semen de verracos Duroc*Pietrain presentaron una mayor tasa de preñez. La línea genética Duroc*Pietrain mostró mayor movilidad total y valores más altos de cinética espermática.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cassady, J. P., Young, L. D., & Leymaster, K. A. 2002. *J. Anim. Sci.* 80: 2286-2302.
- Gadea, J. 2005. *Theriogenology* 63: 431-444.
- Wysokińska, A., & Kondracki, S. 2013. *Arch. Anim. Breed.*, 56: 65-74.

Agradecimientos: Agropecuaria Los Sagitarios S.A. por proveer las dosis de semen. Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria de Costa Rica (FITACORI; "Proyecto F23-19") y de la Vicerrectoría de Investigación y Extensión "Proyecto VIE-5402-2151-1015" del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

EFFECTOS DE LA INMUNOCASTRACIÓN TEMPRANA Y TARDÍA DEL CERDO IBÉRICO SOBRE LA MORFOMETRÍA E HISTOLOGÍA TESTICULAR

García-Gudiño, J., Hurtado de Llera, A., Pardo-Amado, M.S., Flores-Roco, A., Izquierdo-Cebrián, M., Pérez-Rodríguez, M.A., Garrido de la Osa, N., Alarcón-Sánchez, M.V. y Hernández-García, F.I. CICYTEX, Finca La Orden-Valdesequera, 06187 Guadajira (Badajoz); javier.garciag@juntaex.es

INTRODUCCIÓN

Para evitar el olor sexual de la carne y problemas de manejo, el sector del cerdo Ibérico necesita urgentemente protocolos efectivos de inmunocastración (IC) como alternativa a la castración quirúrgica. Debido al largo ciclo productivo del cerdo Ibérico, los protocolos estándar de inmunocastración fueron modificados por nuestro grupo de investigación, siendo en este caso necesarias tres dosis de vacuna anti-GnRH. El objetivo del presente estudio es evaluar los efectos de los protocolos de IC temprana y tardía a nivel testicular, tanto macroscópica como microscópicamente.

MATERIAL Y MÉTODOS

El grupo de IC precoz se inmunizó a los 7, 8 y 10 meses de edad, mientras que el grupo de IC tardía se inmunizó a los 10, 11 y 13 meses de edad. Los animales se pesaron mensualmente. Además, se realizaron ecografías testiculares y recogidas muestras sanguíneas para evaluar la evolución de la IC. El sacrificio tuvo lugar a los 16m. Tras la ecografía pre-sacrificio y la matanza, se pesaron los testículos, y se midió el color de su parénquima con un colorímetro CR400 (Konica Minolta®). Posteriormente, se obtuvieron segmentos de 1 cm³ que se fijaron en paraformaldehído al 2 % y se incluyeron en parafina. Después se obtuvieron secciones de 10 µm de grosor (Leica RM2255) y se tiñeron con Hematoxilina-Eosina. Tras el montaje, se obtuvieron microfotografías en la lupa (Nikon SMZ1000) y en el microscopio (Nikon Eclipse 50 i). Finalmente se analizaron mediante el software Nis-Elements (Nikon) e Image J. El análisis estadístico se realizó con el programa SAS®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El protocolo IC tardía no necesitó un flushing nutricional a la 3ª dosis como en nuestros anteriores estudios (Hernández *et al.*, 2018a) para alcanzar una eficacia de prácticamente el 100%. En el grupo IC tardía, sólo el 2,13% animal superó los 150 g de peso medio bilateral testicular, que es el umbral máximo de eficacia de la IC y mínimo de riesgo de presencia de testosterona en sangre (Hernández *et al.*, 2018b). En cambio, en el grupo IC precoz, el 46% de los animales mostraron reversión del tratamiento (200-320 g) después de un periodo de atrofia. La colorimetría del parénquima testicular fue variando en función del peso, presentando menores valores de a* (menos rojo en coordenadas rojo-verde) aquellos testículos con un peso más reducido. Histológicamente, los túbulos seminíferos se redujeron en más de un 70% en diámetro y no se observaron espermatozoides. Además, hubo degeneración de las células de Leydig y disminución del espacio intersticial. La espermatogénesis se vio claramente afectada en cerdos inmunizados a diferentes grados, observándose la completa desaparición de células germinales en los casos más graves. El grosor de la túnica albugínea fue aumentando de forma inversa al peso testicular. En las imágenes ecográficas se observó menor ecogenicidad según avanzaba la atrofia testicular.

CONCLUSIÓN

A pesar de las diferentes respuestas de cada animal y en los diferentes protocolos utilizados, la inmunización contra la Gn-RH, además de ser mucho más respetuosa y coherente con los estándares de bienestar animal que la castración quirúrgica, es altamente efectiva cuando se sigue un protocolo de inmunocastración tardía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Hernández-García *et al.*, 2018a. Arch. Zootec. Proceedings IX Int. Congr. Mediterranean Pig: 97-100.
- Hernández-García *et al.*, 2018b. Adv. An. Biosci. 9: S1, N° S20.

Agradecimientos: Financiado por Fondos FEDER, Junta de Extremadura (proyecto ESTRIBER), Fondo Social Europeo (Contrato PO17022, A. Hurtado) y AEI (contrato PEJ2018-004265-A, A. Flores).

EXOSOMAS DEL PLASMA SEMINAL PORCINO

Sánchez-Zamora, P., Cantero, M., Luongo, C. y Matás, C.

Departamento de Fisiología, Facultad Veterinaria, Universidad de Murcia, España; cmatas@um.es

INTRODUCCIÓN

Los exosomas son vesículas con bicapa lipídica cuyo contenido forma parte de la célula de donde proceden y cuya función está relacionada con la comunicación celular. Se encuentran en la mayoría de los fluidos biológicos incluyendo el plasma seminal (PS). Parece ser que los exosomas del PS regulan la función espermática, además de prevenir la capacitación (Camussi *et al.*, 2011). Este trabajo tuvo como objetivos, i) estudiar la relación entre la calidad seminal y el tamaño del exosoma del PS y ii) determinar si la actividad de la fosforilación de la proteinkinasa A (PKA) se veía regulada por la presencia de los exosomas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron los siguientes parámetros rutinarios de calidad seminal: 1) concentración espermática, 2) formas anormales (FA), 3) integridad de la membrana plasmática y 4) motilidad. Los análisis se realizaron durante 6 días de conservación. El número de machos y eyaculados utilizados fue de seis. En base al porcentaje FA se clasificaron en eyaculados de buena calidad (<15%) y eyaculados de mala calidad (>15%). El resto de parámetros fue similar entre los eyaculados y se encontraban dentro de los valores considerados como normales.

Los exosomas del PS se aislaron por ultracentrifugación y se identificaron por microscopía electrónica de transmisión y por dispersión dinámica de luz. Se analizó estadísticamente la relación entre la calidad seminal y el tamaño del exosoma.

Para determinar el efecto de los exosomas sobre la actividad de la PKA, espermatozoides procedentes de epidídimo se incubaron en medio de capacitación TALP (1 h, 5% de CO₂, 38°C y humedad a saturación), suplementado o no con exosomas procedentes del PS de los eyaculados de buena y mala calidad. La actividad de la PKA se determinó mediante WB. Como control de capacitación se utilizaron espermatozoides incubados en el medio capacitante TALP y de no capacitación el medio PBS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron una relación positiva entre el tamaño de los exosomas procedentes de eyaculados de buena calidad seminal y el porcentaje de motilidad y motilidad progresiva durante los 6 días de conservación. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Du *et al.* (2016), quienes evidenciaron el efecto de mejora de la motilidad, el tiempo de supervivencia y la integridad de membrana espermática al añadir exosomas de PS a preparaciones de espermatozoides durante almacenamiento prolongado en refrigeración.

En cuanto a la actividad de la PKA, se observó una disminución en aquellos espermatozoides incubados con exosomas del PS, independientemente de la procedencia de estos. Durante el proceso de capacitación se produce un incremento de cAMP que conduce a la activación de la PKA, la cual fosforilará distintas proteínas que a su vez modifican la funcionalidad espermática. Por tanto, es posible que los exosomas regulen esta vía de manera que mantengan a los espermatozoides en un estado no capacitado.

CONCLUSIÓN

Los exosomas mantienen la motilidad progresiva de los espermatozoides durante las primeras horas de conservación. Además, disminuyen la actividad de la PKA por lo que modulan la capacitación espermática.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Camussi, G., Deregibus, M.C., Bruno, S., Grange, C., Fonsato, V., Tetta, C. Exosome/microvesicle-mediated epigenetic reprogramming of cells. 2011. *Am. J. Cancer Res.* 1: 98-110.
- Du, J., Shen, J., Wang, Y., Pan, C., Pang, W., Diao, H., & Dong, W. 2016. Boar seminal plasma exosomes maintain sperm function by infiltrating into the sperm membrane. *Oncotarget*, 7: 58832–58847. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.11315>

Agradecimientos: Ministerio de Ciencias e Innovación (PID2019-106380RB-I00 / AEI / 10.13039/501100011033).

CONCENTRACIONES DE PROGESTERONA POSTERIOR A TRES DOSIS DE CLOPROSTENOL EN DISTINTAS RAZAS DE OVEJAS. RESULTADOS PRELIMINARES

Díaz^{1,3}, F.R., Yáñez-Ortiz², I., Flores¹, A.C., Guagalango¹, A. y Mena¹, L.

¹Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad San Francisco de Quito, Cumbayá, Ecuador. ²Departament de Medicina i Cirurgia Animals, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, España. ³Instituto de Investigaciones en Biomedicina, Universidad San Francisco de Quito, Cumbayá, Ecuador; ivan.yanez22@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La ganadería ovina en el Ecuador se ha consolidado como un medio de subsistencia para pequeños y medianos productores que se dedican a la crianza de esta especie animal, explotando lana principalmente. Sin embargo, para potencializar la producción, no solo de lana, sino de carne y leche, se requiere de la implementación de biotecnologías que permitan mejorar la eficiencia reproductiva, tal como la sincronización de estros. Un método eficiente y económico es la administración de Prostaglandinas (Light *et al.*, 1994). Estas son secretadas en el endometrio, y en ausencia de gestación, provocan la regresión del cuerpo lúteo (Amiridis *et al.*, 2005), bloqueando así la secreción Progesterona (P4). Existen reportes en cuanto a la diferencia entre razas con respecto al número de estros por época reproductiva, duración del ciclo estral y eventos relacionados con la luteólisis (Zarco *et al.*, 1988). Es posible que las concentraciones de P4 luego de un tratamiento con Cloprostenol puedan ser diferentes entre razas (Granados-Villarreal *et al.* 2017), con lo cual la respuesta a los protocolos de sincronización podrían variar ampliamente. El objetivo del presente estudio fue conocer si las concentraciones de P4 posterior a un tratamiento con tres dosis de Cloprostenol difieren entre las distintas razas de ovejas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se usaron 27 hembras ovinas adultas distribuidas por razas: Pelibuey (n=8), Corriedale (n=5), Cheviot (n=4) y Marin Magellan Meat Merino (4M; n=10). En cada animal se aplicaron tres dosis de 125 µg de Cloprostenol (Ciclase DL®, Zoetis, Argentina). La primera en el día 0 (inicio de la temporada reproductiva), la segunda 7 días después y la tercera 7 días después de la segunda. Las concentraciones de P4 se evaluaron en suero sanguíneo por electroquimioluminiscencia, midiéndose a los 2 días antes, el mismo día y a las 12, 24, 36, 48 y 72 horas después, todas con relación a la última aplicación de Cloprostenol. Se realizó un análisis no paramétrico con ayuda del software R (V 4.0.3, R Core Team, Austria). Las diferencias entre razas se establecieron mediante la prueba de Kruskal-Wallis y los rangos de significancia del valor de $P < 0,05$ fueron obtenidos con método de ajuste de Bonferroni.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las concentraciones de P4 presentaron una alta variabilidad, sin normalidad en la distribución de las mismas. Boscos *et al.* (2003) mencionan que esta variabilidad puede darse por diversos factores como el individuo, edad, clima, estación y raza. De todas maneras, se observó que los promedios de las concentraciones de P4 en las razas 4M y Pelibuey fueron mayores a 1,5 ng/ml hasta antes de la tercera dosis de Cloprostenol, para luego disminuir por debajo de 1 ng/ml. Por el contrario, las demás razas presentaron niveles menores a 1 ng/ml desde la segunda dosis de Cloprostenol. Esto nos puede indicar que la luteoprotección detectada en los ovinos (Granados-Villarreal *et al.*, 2017), podría darse de una forma más elevada en unas razas y menor en otras. Efectivamente, al analizar los niveles totales de P4 en cada una de las razas durante todo el periodo de estudio, encontramos que la 4M presentó un promedio más alto que las demás razas (0,79 ng/ml; $P < 0,05$), lo que supondría que los protocolos de sincronización de estros en esta raza posiblemente se deban afinar. La raza 4M presenta características fisiológicas muy interesantes, dado por el cruce durante más de 20 años entre el Merino Australiano sobre el Corriedale, haciendo que sea una raza muy estable morfológicamente y no presente diferencias intergeneracionales (De La Barra *et al.*, 2018).

CONCLUSIÓN

Las concentraciones de P4 posterior a tres dosis de Cloprostenol pueden variar entre las distintas razas de ovejas. No obstante, se necesitan realizar más estudios en esta área para confirmarlo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amiridis, G.S., *et al.* 2005. *Reprod. Fertil. Dev.* 17: 769-774.
- Boscos, C.M., *et al.* 2003. *Reprod. Domest. Anim.* 38: 170-174.
- De La Barra, R., *et al.* 2018. *Actas Iberoam. Conserv. Anim.* 2: 9-12.
- Granados-Villarreal, L. M., *et al.* 2017. *Anim. Reprod. Sci.* 186: 68-76.
- Light, J. E., *et al.* 1994. *J. Anim. Sci.* 72: 2718-2721.
- Zarco, L., *et al.* 1988. *J. Reprod. Fertil.* 83: 517-526.

PROTOCOLO DE TRANSFERENCIA EMBRIONARIA PARA AUMENTAR LA FERTILIDAD DE VACAS REPETIDORAS

Cano¹, V., Urrutia², O., Mendizabal², J.A., Loste³, J.M., Azurmendi³, H. y Zabala³, J.
¹Veterinario clínico; ²UPNA-ISFOOD; ³Albaikide S.A.; jamendi@unavarra.es

INTRODUCCIÓN

En la producción de ganado vacuno lechero los resultados reproductivos son claves para obtener una buena rentabilidad económica. El hipotético objetivo de conseguir un parto por vaca y año supone un reto importante para ganaderos y técnicos, de manera que son muchos los protocolos y tratamientos que se están ensayando para mejorar los rendimientos reproductivos. En el presente trabajo, se estudia un protocolo basado en la transferencia de embriones para mejorar la eficiencia reproductiva en vacas repetidoras.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en una granja comercial de vacas lecheras situada en la zona media de Navarra. Para formar parte del estudio se eligieron 130 vacas repetidoras, que no habían quedado gestantes tras al menos 3 inseminaciones. Tras iniciar el estudio, todas ellas fueron inseminadas a celo visto y a los 7 días post-inseminación eran sometidas a una exploración ecográfica para determinar la calidad del cuerpo lúteo (CL). Aquellas que presentaban un CL funcional en estado óptimo de desarrollo fueron asignadas correlativamente a un grupo experimental, siendo sometidos a los tratamientos siguientes:

- 1) Grupo IA: no son sometidos a ningún tratamiento a los 7 días post-inseminación (IA).
- 2) Grupo FIV: se les transfiere un embrión procedente de fecundación *in vitro* (FIV).
- 3) Grupo MOET: se les transfiere un embrión procedente de fecundación natural (MOET).

A los 30 días post-inseminación se llevó a cabo el diagnóstico de gestación por ecografía transrectal.

Para comparar las proporciones de vacas gestantes de cada uno de los 3 grupos, se utilizó la prueba de ji-cuadrado χ^2 de Pearson.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que el grupo MOET presentó una mayor tasa de gestación (59,5%) que el grupo IA (31,8%) ($P < 0,05$). Estos valores podrían considerarse muy satisfactorios, superiores a los que se presentan en la bibliografía. Así, Yaginuma *et al.* (2019) muestran valores de gestación del 46,9%, transfiriendo embriones procedentes de FIV a los 7 días tras la inseminación. Según dichos autores, la transferencia embrionaria produciría un aumento de tejido trofoblástico y una mayor secreción de interferón-tau (IFNT). Se considera el IFNT como la primera señal embrionaria para el reconocimiento materno de la gestación del ganado, de manera que si se fracasa en este reconocimiento tendrá lugar la liberación de prostaglandina F₂ α de efecto luteolítico y como consecuencia la muerte embrionaria (Meyer *et al.*, 1995). Por último, en la presente experiencia se vio que el grupo FIV mostró un 41,2% de tasa de gestación, la cual no difirió significativamente ni con el grupo IA ni con el grupo MOET.

CONCLUSIÓN

La transferencia embrionaria en vacas repetidoras a los 7 días post-inseminación se presenta como una alternativa eficiente para aumentar la fertilidad y los resultados reproductivos de los rebaños lecheros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Meyer, M.D., Hansen, P.J., Thatcher, W.W., Drost, M., Badinga, L., Roberts, R.M., Li, J., Ott, T.L., Bazer, F.W. 1995. *J. Dairy Sci.* 78: 1921–1931.
- Yaginuma, H., Funeshima, N., Tanikawa, N., Miyamura, M., Tsuchiya, H., Noguchi, T., Iwata, H., Kuwayama, T., Shirasuna, K., & Hamano, S. 2019. *J. Reprod. Develop.* 65: 223–229.

Agradecimientos: este trabajo forma parte del proyecto de investigación “Desarrollo de un novedoso protocolo para incrementar la fertilidad en ganado vacuno durante el estrés térmico y en vacas repetidoras con baja fertilidad, a través de técnicas de transferencia embrionaria” (Gobierno de Navarra, Departamento de Desarrollo Económico, Convocatoria 2019).

EVOLUCIÓN DEL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS PLASMÁTICOS DE LA MONTA AL PARTO EN CONEJAS PRIMÍPARAS

Agea, I., García, M.L., Muelas, R. y Argente, M.J.

Departamento de Tecnología Agroalimentaria, Universidad Hernández de Elche, Ctra de Beniel km 3.2, 03312, Orihuela. Alicante; mj.argente@umh.es

INTRODUCCIÓN

Los ácidos grasos son una importante fuente de energía para la célula (El Bacha *et al.*, 2010). La coneja experimenta una fuerte demanda energética durante la última semana de gestación debido al rápido crecimiento de los fetos y a una reducción en su ingesta de pienso ante la falta de espacio en la cavidad abdominal (Fortun-Lamothe, 2006; García *et al.*, 2019). Esto puede afectar a su perfil lipídico en plasma. El objetivo de este estudio fue analizar la evolución del perfil de ácidos grasos plasmáticos de la monta al parto en conejas primíparas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se extrajo una muestra de sangre en la segunda monta y tras el parto en 21 conejas de la generación 12 del experimento de selección divergente por variabilidad ambiental del tamaño de camada (ver más detalles del experimento en Blasco *et al.*, 2017). Se evaluó el perfil de ácidos grasos en el plasma de la coneja con cromatografía de gases (GC-17A, Shimadzu, Kyoto, Japón). El modelo utilizado incluyó los efectos de línea (línea de alta y de baja variabilidad en tamaño de camada), el mes de la extracción de la muestra de sangre (marzo, abril y mayo) y el estado fisiológico de la hembra (monta y parto). Se realizó un análisis estadístico bayesiano del perfil lipídico en plasma de coneja utilizando el programa Rabbit.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó una elevada concentración de C14:0 (13,4 ng/ml), C16:0 (244,6 ng/ml), C17:0 (5,8 ng/ml), C18:0 (124,5 ng/ml), C16:1 (18,1 ng/ml), C18:1n9c (180,4 ng/ml), C18:2n6c (258,3 ng/ml) y C18:3n3 (6,7 ng/ml) en el plasma de las conejas primíparas a la monta. El parto se considera un estado fisiológico estresante (Gellrich *et al.*, 2015) y con fuertes necesidades energéticas para la hembra (Fortun-Lamothe, 2006; García *et al.*, 2019). Por otro lado, los ácidos grasos tienen un importante papel en el metabolismo del animal al contribuir a la producción de energía para la célula (El Bacha *et al.*, 2010). Esto estaría de acuerdo con la fuerte reducción plasmática que observamos al parto en C14:0 (-54%, P = 1,00), C16:0 (-22%, P = 0,90), C17:0 (-34%, P = 0,98), C18:0 (-32%, P = 0,98), C18:1n9c (-29%, P = 0,96), C18:2n6c (-41%, P = 0,99) y C18:3n3 (-34%, 0,96).

CONCLUSIÓN

La hembra tiene una fuerte demanda energética al parto que provoca importantes cambios en su perfil de ácidos grasos plasmáticos con respecto a la monta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blasco, A., Martínez-Álvaro, M., García, M.L., Ibáñez-Escriche, N., Argente, M.J. 2017. Genet. Sel. Evol., 49(1): 48.
- El Bacha, T., Luz, M., Da Poian, A. 2010. Humans. Nature Education 3(9):8.
- Fortun-Lamothe, L. 2006. Anim. Reprod. Sci. 93(1):1-15.
- García, M.L., Blasco, A., García M.E., Argente, M.J. 2019. Animal. 13(4): 784-789.
- Gellrich, K., Sigl, T., Mayer, H.H.D, Wiedemann, S. 2015. J. Anim. Sci. 6: 31-38.

Agradecimientos: Este estudio ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MIC)-Agencia Estatal de Investigación (AEI) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) "Una manera de hacer Europa" con el proyecto AGL2017-86083-C2-2-P, y con el proyecto de la Conselleria Valenciana AICO/2019/169.

COMPACTACIÓN DE LA CROMATINA EN ESPERMATOZOIDES DE GALLO, A TRAVÉS DEL TRACTO REPRODUCTIVO, EVALUADA MEDIANTE CROMOMICINA A3

Bernal¹, B., Pérez-Cerezales², S., Behnamifar³, A., Villaverde², S., Castaño², C., Toledano-Díaz², A., Velázquez², R., Gutiérrez-Adán², A., López-Sebastián², A., Blesbois⁴, E., Santiago-Moreno², J. y Gil¹, M.G.

¹Dpto. Mejora Genética Animal, INIA, 28040 Madrid; ²Dpto. Reproducción Animal, INIA, 28040 Madrid; ³Departamento de Avicultura, Facultad de Agricultura, Universidad Tarbiat Modares, Irán; berenice.bernal.juarez@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Los procesos de maduración de los espermatozoides de gallo a lo largo del tracto reproductivo son poco conocidos. La cromomicina A3 (CMA3) es un fluorocromo que compite con las protaminas para unirse al ADN y se ha utilizado para analizar el empaquetamiento de la cromatina en los espermatozoides de mamíferos (Simes *et al.*, 2009). El objetivo de este estudio fue evaluar la idoneidad de la CMA3 para analizar grado de maduración nuclear de espermatozoides de gallo durante su tránsito a lo largo de conducto deferente.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 6 gallos de la raza Pardo de León. Los espermatozoides se obtuvieron *in vivo* mediante masaje dorso-ventral para obtener los eyaculados (E), y *postmortem* mediante lavado con diluyente Lake-Ravie de los testículos (T) y de 3 regiones del conducto deferente (proximal[V1], intermedia[V2] y distal[V3]). Tras su fijación en formaldehído al 4%, los espermatozoides fueron almacenados a -20°C en etanol al 70% hasta su análisis mediante CMA3. Para ello los espermatozoides se diluyeron a 3×10^6 células/mL en tampón McIlvaine (McIl) (pH 7, MgCl₂ 10 mM), conteniendo 0,5 mg/mL de CMA3, y se incubaron durante 2h a temperatura ambiente protegidos de la luz. Se añadió 1 µl de yoduro de propidio para su posterior evaluación por citometría de flujo. Se utilizaron los eyaculados sin tratar y desprotaminados como controles negativos y positivos. La disminución de la intensidad de fluorescencia con CMA3 indicaba un aumento del contenido de protamina y, por tanto, un mayor empaquetamiento del ADN. Los resultados se analizaron mediante el test de Kruskal-Wallis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron un descenso ($P < 0,01$) en la intensidad media de fluorescencia de T (693,8±30,2) frente a V1 (546,3±17,7), V2 (515,1±12,1), V3 (517,6±12,3) y E (491,4±16,1). El porcentaje de espermatozoides teñidos intensamente, es decir, con poca condensación de la cromatina fue superior ($P < 0,05$) en T (52,4%±3,4) y V1 (39,3%±6,0) que en V3 (18,8%±4,7) y E (15,0%±5,2). No hubo diferencias entre V3 y E. Nuestros resultados revelaron la existencia de un proceso de maduración del espermatozoide de gallo durante su tránsito a lo largo del conducto deferente confirmando que los espermatozoides de gallo no completan el proceso de maduración en el epidídimo (Munro, 1935) a diferencia de lo que acontece en mamíferos.

CONCLUSIÓN

La CMA3 es un fluorocromo adecuado para analizar el grado de condensación de la cromatina en los espermatozoides de gallo y ha permitido establecer que la maduración espermática en esta especie continúa durante su paso a través del conducto deferente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Munro S.S., Motility and fertilizing capacities of fowl sperm in the excretory ducts. 1935. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 33: 255–257.
- Simes R., Feitosa W.B., Mendes C.M., Marques M.G., Nicacio A.C., De Barros F.R.O., Visintin J.A., Assumpo M. 2009. Use of chromomycin A3 staining in bovine sperm cells for detection of protamine deficiency. Biotech. Histochem. 84: 79–83.

Agradecimientos: Esta investigación fue financiada por el proyecto europeo 677353 IMAGE (Horizonte 2020, Unión Europea), y el proyecto INIA RZP2015-00002-00-00.

INFLUENCIA DEL SISTEMA DE CRÍA DE GALLOS EN LA CALIDAD SEMINAL

Bernal¹, B., Toledano-Díaz², A., Torres¹, O., Castaño², C., Santiago-Moreno², J. y Gil¹, M.G.

¹Dpto. Mejora Genética Animal, INIA, 28040 Madrid ²Dpto. Rep. Animal, INIA, 28040 Madrid;
berenice.bernal.juarez@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar cómo influye el tipo de alojamiento de los gallos (en gallineros con parques exteriores con tierra sin hierba, o con acceso a parques con la típica vegetación mediterránea) en la calidad del esperma, y la respuesta a la criopreservación. Además se estudió la posible correlación entre calidad del esperma y los indicadores de bienestar.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el estudio, se seleccionaron al azar un total de 40 gallos de un año de edad, de dos razas de gallinas españolas, Andaluza Franciscana y Vasca Roja Barrada. Estos gallos se alojaron en dos sistemas con acceso al aire libre, 20 gallos (10 de cada raza) en gallineros con parques con tierra y otros 20 en gallineros con parques con hierba. Se recogió semen una vez por semana y se evaluaron diferentes variables de calidad espermática: volumen, concentración, motilidad, viabilidad, integridad del acrosoma y morfoanomalias. Durante las dos últimas semanas del experimento se tomó una muestra de semen adicional de cada gallo (40 muestras de esperma por grupo) para su congelación (Santiago-Moreno et al 2011). A los 15 días, las pajuelas se descongelaron y se evaluó la motilidad, la viabilidad y la integridad acrosómica. Además, se analizaron dos indicadores de bienestar: el cociente de heterófilo/linfocito (H/L) (Gross y Siegel, 1983) y la duración de la inmovilidad muscular (Gallup 1979).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron una mejora sustancial de la motilidad progresiva espermática en gallos que tenían acceso a parques con pasto ($P = 0.019$), y un mayor índice de motilidad ($P = 0.035$). La incorporación de plantas en la dieta de los gallos, aumenta la ingesta de sustancias antioxidantes (Dal Bosco *et al.*, 2012), lo que podría explicar la mejora de la calidad del esperma en las aves con acceso a hierba (Borgheri-Rad *et al.*, 2017). En relación con la calidad espermática después del proceso de congelación, únicamente se observó un efecto positivo en la motilidad espermática en la raza Vasca Roja Barrada, ($P = 0.023$), lo que sugiere una posible influencia racial en cuanto a los beneficios del aporte de plantas en la dieta en los procesos de criopreservación (Chatterjee y Gagnon, 2001, O'Flaherty *et al.*, 1997). La relación H/L fue significativamente mayor en las aves con acceso a parques con vegetación. Esto podría explicarse porque se genera un mayor riesgo de contraer ciertas enfermedades. En este sentido, un alto H/L podría considerarse un signo fisiológico favorable (Campo et al, 2013), y también parece estar correlacionado con mayores valores de motilidad espermática. Es decir, que el acceso a parques con vegetación determinaba un mayor índice de este marcador del estrés y, a su vez, una mejora de la calidad seminal. La inmovilidad muscular inducida, no mostró diferencias entre gallos con o sin acceso a vegetación, aunque sí era patente una influencia racial (Campo y Álvarez 1991).

CONCLUSIÓN

El acceso a parques con vegetación mejora la calidad seminal de los gallos, y consecuentemente su capacidad fecundante. Los beneficios del consumo de plantas como crioprotectores, está limitado a algunas razas. El aumento de del H/L en las aves con acceso a parques con vegetación puede deberse a factores de comportamiento e inmunológicos asociados con este sistema de manejo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Santiago-Moreno et al 2011. *Poult. Sci.* 90: 2047–2053.
- Gross y Siegel, 1983 *Avian Dis.* 27: 972–979.
- Gallup 1979, *Anim. Behav.* 27: 316–317.
- Dal Bosco *et al.*, 2012 *Poult. Sci.* 91:2039-2045.
- Borgheri-Rad *et al.*, 2017 *Theriogenology* 101: 35-43.
- Chatterjee y Gagnon, 2001, *Mol. Reprod. Dev.* 59: 451-458.
- O'Flaherty *et al.*, 1997, *Andrologia* 29: 269-275.
- Campo et al, 2013, *Archiv. Gef.* 77: 179-188.
- Campo y Álvarez 1991, *Archiv. Gef.* 55: 19-22.

Agradecimientos: Trabajo financiado con el proyecto RZP2015-00002-00-00

UN COLOIDE DE BAJA DENSIDAD PARA LA PREPARACIÓN DE DOSIS SEMINALES EN PORCINO MEJORA EL ESTADO DE LA CROMATINA

Lacalle¹, E., Montanari^{1,4}, E., Fernández-Alegre³, E., Quintela¹, I., Morrell⁵, J. y Martínez-Pastor^{1,2}, F. ¹INDEGSAL y ²Dept. Biología Molecular (Biología Celular), Universidad de León, León, España; ³Bianor Biotech, León, España; ⁴Universidad de Bolonia, Bolonia, Italia; ⁵Universidad de Ciencias Agrícolas de Suecia; elacf@unileon.es

INTRODUCCIÓN

La industria porcina está sometida a gran presión para incrementar su eficiencia manteniendo los costes bajos. La inseminación artificial (IA) es una técnica clave para la producción porcina, y un punto crítico en el que se pueden alcanzar mejoras sustanciales. La centrifugación en una sola capa (SLC) con un coloide de baja densidad elimina las bacterias, evitando el uso de antibióticos (Morrell *et al.*, 2019), e incluso mejorando la conservación seminal. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto en la cromatina espermática de la conservación refrigerada tras SLC con coloide de baja densidad y tras inducir contaminación bacteriana.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se prepararon dosis seminales de 8 verracos (BTS sin antibióticos) en el centro de sementales Topigs-Norsvin de León (España). Se dividieron en: control (CTL0), control con inoculación de bacterias (CTL) y spiking más SLC (300xg, 20 min) con coloide Porcicol al 20% (P20) o 30% (P30). Todos los tratamientos se evaluaron ese día (D0) y después de 3 (D3) y 7 (D7) días de conservación a 17 °C, mediante citometría de flujo: SCSA (fragmentación de ADN, %DFI, e inmadurez de la cromatina, % HDS); nivel de puentes disulfuro entre protaminas (monobromobimano, mBBR); y retención de histonas (cromomicina A3, CMA3). Los efectos de SLC y el día se evaluaron usando modelos lineales de efectos mixtos (R; resultados como media±desv.est.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

SLC redujo la carga bacteriana (Martínez-Pastor *et al.*, 2021). Detectamos una interacción tratamiento×tiempo para %DFI. No hubo efecto en D0, pero en D3 ambos SLC redujeron %DFI (0,5%±0,4) respecto a CTL (2,3%±1,8; P<0,01), y CTL0 en D7 (0,7%±0,3; CTL0: 1,6%±0,6, P<0,001; CTL: 1,1%±0,2, P<0,01). El %HDS se redujo significativamente en SLC (3,2%±0,7, 4,8%±0,8 en controles, P<0,01), así como en D3 de conservación (3,6%±0,6, P<0,001 con D0 4,3%±0,6 y P<0,05 con D7 4,1%±0,5). La SLC podría seleccionar una población con cromatina más condensada, y a su vez la compactación de la cromatina durante el almacenamiento podría variar por la actividad peroxidasa (Hutchison *et al.*, 2017). El análisis de los puentes disulfuro confirmó una variación durante la incubación, pero en este caso hacia un incremento en D7 (40,3%±4,2, P<0,001 con D0 24,4%±5,6 y D3 24,1%±2,3), y la proporción de células con alto CMA3 fue también significativamente menor en D7 (5,9%±2,0, D0 7,6%±1,8, P<0,01) sugiriendo la acción de distintos mecanismos, posiblemente asociados a cambios en el balance redox, como sugieren otros autores (O'Flaherty *et al.*, 2012). Estas dos técnicas no detectaron que SLC modificase el patrón de la estructura de la cromatina espermática.

CONCLUSIÓN

La SLC con coloide baja densidad (20% y 30%) fue eficaz eliminando las bacterias de la muestra. Una consecuencia de ello podría ser la reducción del daño en el ADN durante el almacenamiento. Aunque el coloide de baja densidad no está diseñado para seleccionar espermatozoides, el efecto respecto a CTL0 en D7 y la falta de interacción en los efectos para mBBR y CMA3 sugieren que un efecto colateral positivo podría ser la eliminación de los espermatozoides más sensibles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Hutchison, J.M. *Biophys. J.* 113: 1925-1933. • O'Flaherty, C.M. 2012. *J. Androl.* 33: 629-636. • Morrell, J.M. *Theriogenology.* 126: 272-278. • Martínez-Pastor, F. *Theriogenology.* 165: 28-36.

Agradecimientos: Topigs-Norsvin España, AIM (León), G. Rivas y M. Pérez. Financiado por RTI2018-095183-B-I00 (MCI/AEI/FEDER, EU) y LE023P2 (Junta de Castilla y León, Consejería de Educación/FEDER, EU).

RELACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS METABÓLICOS Y LA EFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE EMBRIONES DE NOVILLAS DE PURA RAZA WAGYU EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN ESPAÑOL

Martínez¹, D., Vázquez-Mosquera², J.M., Bonet-Bo¹, M., Fernández-Novo³, A., de Mercado⁴, E., Heras-Molina⁴, A., Pesantez-Pacheco⁵, J.L., Pérez-Garnelo⁴, S.S., Villagrà⁶, A., Gardón⁷, J.C., Sebastian⁸, F. y Astiz⁴, S.

¹Embriovet SL, A Coruña. ²UCM, Madrid. ³Bovitecnia, Madrid. ⁴INIA, Madrid. ⁵UC, Ecuador. ⁶IVIA, Valencia. ⁷UCV, Valencia. ⁸Cowvets SL, Valencia; astiz.susana@inia.es

INTRODUCCIÓN

La raza japonesa Wagyu posee características muy especiales en cuanto a su composición cárnica, presentando mucha grasa intramuscular. Asimismo, presenta niveles de metabolitos característicos de raza (Piao *et al.* 2015), entre ellos: colesterol, triglicéridos y glucosa. A pesar de que se han aplicado frecuentemente biotecnologías reproductivas en esta raza (An *et al.* 2016), no existe mucha bibliografía que documente la relación entre el perfil metabólico y el éxito en dichas biotecnologías. Por ello, el objetivo de este estudio fue describir la relación entre diferentes metabolitos en novillas pura raza Wagyu, y su producción embrionaria tras incluirlas en un programa MOET.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se determinó colesterol total (CT), triglicéridos (TG), lipoproteína de alta densidad de colesterol (HDL), lipoproteína de baja densidad de colesterol (LDL), glucosa (GLU), fructosamina (FRU), lactosa (LAC), beta-hidroxibutirato (BHB), ácidos grasos no esterificados (NEFA) y urea (UR) mediante analizador clínico (Konelab 20; Thermo Scientific). Las muestras se extrajeron al inicio del protocolo de superovulación hormonal, idéntico, para obtener 32 *flushings*, en 12 novillas Wagyu (granja comercial Mudéjar-Wagyu, España). Todos los procedimientos fueron llevados a cabo por el mismo equipo veterinario registrado para efectuar transferencia de embriones y bajo protocolos estándar, descritos en la bibliografía (Philips *et al.* 2016). Los datos se analizaron mediante ANOVA y correlación de Pearson (IBM SPSS® Statistics v.25.0).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cantidad media de embriones viables por *flushing* fue de 5,6±4,41 (73,1% embriones viables), de los cuales, 3,3±3,54 fueron transferidos en fresco, y 2,3±3,93 congelados. Los metabolitos medidos presentaron valores fisiológicos para la raza Wagyu, excepto GLU, CT y NEFAs (77,38 mg/dl; 130,4 mg/dl y 0,34 mmol/l, respectivamente), que mostraron valores por encima de los de referencia. Los valores de NEFAs y BHB presentaron una correlación negativa lineal y significativa con el número total (Tot) y viable (Viab) de embriones obtenidos (NEFA: $r=-0,4$ para Tot, $P=0,023$; $r=-0,45$, para Viab $P=0,011$; BHB: $r=-0,32$ para Tot, $P=0,07$; $r=-0,46$ para Viab, $P=0,007$; $r=-0,39$, $P=0,05$). El porcentaje de embriones viables aumentó significativamente con los valores de LDL ($r=0,54$, $P=0,001$), al igual que con los de TG ($r=0,39$, $P=0,06$). El resto de parámetros no mostró ninguna relación con la producción embrionaria significativa.

CONCLUSIÓN

Los resultados sugieren que el metabolismo lipídico de las novillas pura raza Wagyu puede tener efecto sobre los tratamientos de superovulación y producción embrionaria. Futuros estudios son necesarios para aclarar dicha relación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• An, L. *et al.* 2016. *Reprod. Domest. Anim.* 2016 51: 255-261. • Philips, PE., *et al.* 2016. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 2016 32: 365-85. • Piao D. C. *et al.* 2015. *J. Animal Sci. Biotechnol.* 2015 6: 9.

Agradecimientos: Estudio financiado por CDTI-IDI-20180254.

EFFECTO DEL CONSUMO DE DIETAS RICAS EN FITOMELATONINA EN LA REPRODUCCIÓN DE MORUECOS

Peña-Delgado¹, V., Carvajal-Serna¹, M., Miguel-Jiménez¹, S., Abecia¹, J.A., Fondevila², M., Pérez-Pe¹, R y Casao¹, A.

¹Grupo BIOFITER-IUCA, y ²IA2, Universidad de Zaragoza, Zaragoza. España; vpdelgado@unizar.es

INTRODUCCIÓN

La melatonina ha sido usada en forma de implantes subcutáneos para modular la estacionalidad reproductiva en el ganado ovino (Abecia *et al.*, 2006; Casao *et al.*, 2013). Sin embargo, el consumidor final exige cada vez más el uso de alternativas ecológicas y libres de hormonas para la producción de alimentos. Por ello resultaría interesante poder sustituir la melatonina sintética por otras fuentes naturales como la fitomelatonina, que está presente de forma natural en muchos vegetales. Además, si utilizamos subproductos vegetales de la industria agroalimentaria, permitiría poner en valor dichos subproductos y encajar con las propuestas de la economía circular. Así, nos planteamos como objetivo estudiar la influencia del consumo de dietas ricas en fitomelatonina procedentes de subproductos vegetales sobre los parámetros de calidad seminal y la composición del plasma seminal en moruecos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante 5 meses (Febrero-Julio) 9 moruecos de raza Rasa Aragonesa fueron alimentados con una dieta comercial y otros 9 con una dieta rica en fitomelatonina (20% de inclusión sobre una dieta comercial de una mezcla de: pulpa de granada, subproducto de la elaboración de zumo, orujo de uva derivado de la industria vinícola y tomate, subproducto de la industria conservera). Se obtuvieron muestras seminales por vagina artificial cada 15 días, y se evaluó la motilidad, viabilidad, niveles intracelulares de especies reactivas de oxígeno (ROS) y marcadores apoptóticos (inversión de la fosfatidilserina, PS) siguiendo los protocolos descritos por nuestro grupo de investigación (Gimeno-Martos *et al.*, 2019). Adicionalmente, se evaluó la concentración de melatonina mediante un kit comercial, y la actividad de las enzimas antioxidantes del plasma seminal mediante espectrofotometría (Casao *et al.*, 2013). Las diferencias entre grupos experimentales se analizaron mediante la prueba U de Mann-Whitney, tras evaluar la normalidad de su distribución mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontraron diferencias significativas en la motilidad (total o progresiva) al comparar al grupo control con el grupo alimentado con una dieta enriquecida en fitomelatonina. Estos resultados concuerdan con estudios previos en los que la adición de melatonina a muestras seminales *in vitro*, no alteraba significativamente la motilidad (Casao *et al.*, 2010). Tampoco se observaron diferencias significativas en el porcentaje de espermatozoides vivos sin inversión de la PS, pero sí en la viabilidad (a partir del primer mes) y en el porcentaje de espermatozoides que presentaban bajos niveles de ROS intracelular (a partir del tercer mes). Sin embargo, no hubo diferencias significativas en la concentración de melatonina en plasma seminal, a pesar de que el grupo fitomelatonina presentaba valores superiores a partir del tercer mes, y tampoco en la actividad de las enzimas antioxidantes.

CONCLUSIÓN

Estos resultados sugieren que una dieta rica en fitomelatonina mejora la calidad seminal, disminuyendo el daño oxidativo. Este efecto podría deberse a una acción antioxidante directa de esta hormona, sin actuar a través de las enzimas antioxidantes presentes en el plasma seminal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abecia, J. A., *et al.* 2006. *Domest. Anim. Endocrinol.* 31: 52-62
- Casao, A., *et al.* 2013. *Anim. Reprod. Sci.*, 138: 168-174
- Gimeno-Martos, S. *et al.* 2019. *Reprod. Fertil. Dev.* 31: 420-431.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por los proyectos AGL-2017-83799-R y DGA-A07_17R. V.P-D. y S. M-J disfrutan de una beca predoctoral de la DGA y M. C-S. de una PRE2018-085198. Los autores agradecen a Bodegas Tempore, Conservas Vega del Ebro y Vitalgrana (Humat Spain) el suministro de los subproductos vegetales, y a G. Gonzalo (SEA, F. Veterinaria), el procesado de los mismos y la preparación de raciones.

LA TÉCNICA ISAS@3FUN PERMITE UNA DETERMINACIÓN PRECISA DE LA INTEGRIDAD DEL ACROSOMA EN ESPERMATOZOIDES DE TORO

Yániz¹, J., Palacín¹, I., Silvestre², M.A., Olegario³, C.O., Tamargo³, C. y Santolaria¹, P.

¹Grupo de investigación BIOFITER. Instituto IUCA. Universidad de Zaragoza, Huesca, España;

²Departamento de Biología Celular, Biología Funcional y Antropología Física. Universitat de València. 46100 Burjassot, Valencia, España; ³Area de Reproducción y Genética, SERIDA, 33394 Deva, Gijón, España; jyaniz@unizar.es

INTRODUCCIÓN

En estudios previos (Yániz *et al.*, 2017, 2018; Palacín *et al.*, 2020), describimos una combinación de fluocromos (ISAS@3fun) que permite discriminar la viabilidad espermática, la integridad acrosómica y la funcionalidad en toros. Este estudio fue diseñado para comparar la eficacia de esta técnica con la combinación convencional de FITC-PNA/yoduro de propidio (PNA/PI) antes y después de la incubación en condiciones de capacitación e inducción de la reacción acrosómica.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el estudio se utilizaron muestras de semen criopreservadas de 32 toros comerciales Holstein. Tras su descongelación, se indujo la capacitación mediante incubación en medio TALP con 10 IU/ml de heparina de sodio durante 4h a 39 °C y 5% CO₂. A continuación, se añadió ionomicina para inducir la reacción acrosómica y las muestras se incubaron una hora más en las mismas condiciones. A las 0h, 4h (tras inducir la capacitación) y 5h (tras inducir la reacción acrosómica) se tomaron alícuotas para evaluar la integridad de la membrana plasmática y acrosómica con PNA/PI y el ISAS@3fun, siguiendo los protocolos descritos en Palacín *et al.*, (2020) y Robles y Martínez-Pastor (2013). Los resultados se muestran como media \pm SD.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El porcentaje de espermatozoides con acrosomas dañados a las 0, 4 h y 5h fue de $33,35 \pm 8,60$, $34,75 \pm 10,99$ y $40,84 \pm 7,67$, respectivamente, cuando se determinó con PNA/IP y de $41,64 \pm 7,57$, $50,67 \pm 7,40$ y $64,66 \pm 7,76$ cuando se determinó con la técnica ISAS@3fun. Por lo tanto, el daño acrosómico fue mayor en todos los tiempos y aumentó en mayor medida con la capacitación y la inducción de la reacción acrosómica cuando se utilizó el método ISAS@3fun. Utilizando microscopía de contraste de fases se observó que muchos espermatozoides sin acrosoma no se tiñeron con el PNA, generando falsos negativos que probablemente llevaron a una subestimación de la extensión del daño acrosómico. Se confirma que los sitios de unión a lectina desaparecen después de un daño acrosómico extenso, tal y como sugieren otros autores (Martínez-Pastor *et al.*, 2010), lo que produce falsos negativos y conduce a una subestimación de la lesión acrosómica. El patrón de tinción del ISAS@3fun es opuesto al del PNA, por lo que solo los espermatozoides con acrosomas intactos contienen esterasas capaces de hidrolizar el CFDA a carboxifluoresceína, emitiendo una intensa fluorescencia verde. Este fluorocromo tiene un peso molecular bajo y, por tanto, se pierde rápidamente tras el daño de la membrana acrosómica, evitando falsos negativos. Como consecuencia, ISAS@3fun fue particularmente sensible para evaluar la integridad acrosómica en toros.

CONCLUSIÓN

El desafío con ionóforo permitió validar la utilización del ISAS@3fun para cuantificar la integridad del acrosoma en toros, mostrando una mayor sensibilidad que la tinción clásica con lectinas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Martínez-Pastor, F. *et al.* 2010. *Reprod. Domest. Anim.* 45: 67-78.
- Palacín, I. *et al.*; 2020. *Asian J. Androl.*, 22: 578-582.
- Robles, V. y Martínez Pastor, F. 2013. *Methods Mol. Biol.* 97: 175-186.
- Yaniz, J. *et al.* 2017 *Anim. Reprod. Sci.* 181: 108-114.
- Yániz J. *et al.* 2018. *Reprod. Fertil. Dev.* 30: 913-923.

Agradecimientos: Este trabajo fue financiado por (1) AGL-2017- 85030-R de la Agencia Española Estatal de Investigación del Gobierno de España y el European Regional Development Fund (ERDF), (2) A07-17R del Gobierno de Aragón y la European Social Fund (ESF), (3) ERDF 2014-2020 "Construyendo Europa desde Aragón".

EFFECTO DE CONGELACIÓN DE SEMEN DE ZÁNGANO CON UN MÉTODO SIMPLIFICADO EN DOS PASOS

Rivera, B., Escalera, N., Santolaria, P. y Yániz, J.

Grupo investigación BIOFITER, Instituto IUCA, Escuela Politécnica Superior de Huesca, Universidad de Zaragoza. Ctra. Cuarte S/N 22071 Huesca; jyaniz@unizar.es

INTRODUCCIÓN

El choque por frío provoca la desestabilización de las membranas de los espermatozoides y el deterioro de su funcionalidad. En algunos mamíferos se ha demostrado que la adición de proteínas del plasma seminal (PS) a los espermatozoides antes y/o después del enfriamiento puede minimizar las lesiones provocadas por la congelación (Muiño-Blanco *et al.*, 2008). En las abejas, la adición de PS de zángano tras la congelación-descongelación aumentó la fertilidad de las reinas inseminadas (Gül *et al.*, 2017). Sin embargo, no se han realizado estudios para evaluar el efecto del PS añadido antes de la congelación en esta especie. El objetivo de este estudio es realizar una evaluación preliminar sobre el efecto de la adición de PS de zángano obtenido de las glándulas de moco sobre la supervivencia de los espermatozoides procedentes de las vesículas seminales a los procesos de congelación-descongelación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tras su cría controlada, se extrajo el semen de las vesículas seminales de 69 zánganos y se mezclaron en grupos de tres para tener suficiente cantidad de muestra. Las determinaciones de calidad incluyeron el análisis de la movilidad y viabilidad espermáticas siguiendo el protocolo descrito en Yániz *et al.* (2019). El PS se obtuvo a partir de las glándulas de moco de zánganos maduros siguiendo el protocolo descrito por den Boer *et al.*, 2009. Cada muestra se dividió en dos alícuotas, que se diluyeron un medio de congelación constituido por medio Kiev con 10% de DMSO, 10% de plasma de yema de huevo, $\pm 10\%$ PS. Las muestras se colocaron en pajuelas de 0,25 ml, se congelaron siguiendo el protocolo descrito por Hopkins *et al.*, (2012) y se mantuvieron congeladas un mínimo de 24 horas antes de evaluar la calidad post-descongelación. Los resultados se muestran como media \pm SD.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La movilidad espermática fue del $78,77 \pm 12,45$, $52,24 \pm 15,71$ y $51,45 \pm 16,58$ para el semen fresco y congelado sin PS y con PS, respectivamente. La integridad de la membrana plasmática fue de $89,51 \pm 14,16$, $82,70 \pm 13,64$ y $80,06 \pm 14,19$ para los mismos grupos. Se observó un descenso significativo de la movilidad y la viabilidad en las muestras congeladas con respecto al semen fresco, aunque no hubo diferencias significativas entre los grupos de semen congelado, con y sin PS. Los resultados de nuestro trabajo no parecen indicar un efecto positivo claro de las proteínas del PS extraídas de las glándulas de moco sobre la supervivencia de los espermatozoides procedentes de las vesículas seminales a los procesos de congelación-descongelación. Que sepamos, no se han realizado trabajos para evaluar el efecto crioprotector de las proteínas del PS sobre los espermatozoides de zángano. El PS tiene una composición compleja de proteínas y pequeñas moléculas que puede tener una combinación de efectos positivos y negativos sobre la viabilidad espermática (den Boer *et al.*, 2009; King *et al.*, 2011).

CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio preliminar parecen indicar que la adición de plasma seminal no mejora la supervivencia de los espermatozoides de zángano procedentes de las vesículas seminales al proceso de congelación y descongelación. Sin embargo, se necesitan estudios más amplios para verificar estos resultados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- den Boer, S.P. *et al.* 2009. J. Insect Physiol. 55: 538-543.
- Gul, A. *et al.* 2017. Theriogenology 101: 109-113.
- Hopkins, B.K. *et al.* 2012. Reprod. Fertil. Dev. 24: 1079-1083.
- King *et al.* 2011. J. Insect Physiol. 57: 409-414.
- Muiño-Blanco, T. *et al.*, 2008. Reprod. Domest. Anim. 43 Suppl 4:18-31.
- Yaniz, J. *et al.* 2019. Apidologie 50: 472-481.

Agradecimientos: Este trabajo fue financiado por (1) AGL-2017- 85030-R de la Agencia Española Estatal de Investigación del Gobierno de España y el European Regional Development Fund (ERDF), (2) A07-17R del Gobierno de Aragón y la European Social Fund (ESF), (3) ERDF 2014-2020 "Construyendo Europa desde Aragón".

EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DEL PLASMA DE YEMA DE HUEVO SOBRE LA SUPERVIVENCIA DE LOS ESPERMATOZOIDES DEL ZÁNGANO A LOS PROCESOS DE CONGELACIÓN-DESCONGELACIÓN

Escalera, N, Rivera, B., Santolaria, P. y Yániz, J.

Grupo investigación BIOFITER, Instituto IUCA, Escuela Politécnica Superior de Huesca, Universidad de Zaragoza. Ctra. Cuarte S/N 22071 Huesca; jyaniz@unizar.es

INTRODUCCIÓN

Al igual que en otras especies ganaderas, la constitución de bancos de semen para su utilización a través de la inseminación artificial permite la preservación de la abeja melífera y su diversidad genética. La yema de huevo se utiliza habitualmente como crioprotector porque protege las membranas celulares del choque de frío y mejora la supervivencia de los espermatozoides a la congelación (Bergeron y Manjunath, 2006). El contenido en yema de huevo en los medios de congelación para semen de abejas oscila entre el 5% y el 20% en los diferentes trabajos. El objetivo de este estudio es realizar una evaluación preliminar sobre el efecto de dos concentraciones de plasma de yema de huevo (10% vs 20%) en la supervivencia de los espermatozoides de zángano procedentes de las vesículas seminales a los procesos de criopreservación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tras su cría controlada, se extrajo el semen de las vesículas seminales de 114 zánganos y se mezclaron en grupos de tres para tener suficiente cantidad de muestra. Las determinaciones de calidad incluyeron el análisis de la movilidad y viabilidad espermáticas siguiendo el protocolo descrito en Yániz *et al.* (2019). Para estudiar el efecto del plasma de yema de huevo (EYp) como crioprotector, se compararon dos concentraciones finales, del 10% y 20%, que se incorporaron en un diluyente de congelación constituido por medio Kiev con 10% de DMSO. Las muestras se colocaron en pajuelas de 0,25 ml y se congelaron en un biocongelador programable según el protocolo descrito en Hopkins *et al.*, (2012). Las pajuelas se mantuvieron congeladas un mínimo de 24 horas antes de evaluar la calidad post-congelación. Los resultados se muestran como la media \pm SD.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La movilidad espermática fue del 76.69 ± 7.77 , 54.98 ± 11.55 y 57.57 ± 14.26 para el semen fresco y congelado con 10% y 20% de EYp, respectivamente. La integridad de la membrana plasmática fue de 88.34 ± 8.21 , 57.82 ± 14.47 y 65.63 ± 16.25 para los mismos grupos. La concentración de EYp no tuvo un efecto significativo sobre la calidad del semen de zángano tras la descongelación. La mayor parte de los trabajos utilizan la yema de huevo entera, aunque se sabe que los componentes que actúan como crioprotectores son las lipoproteínas de baja densidad (LDL), que están disueltas en el plasma de la yema (Bergeon *et al.*, 2004). En mamíferos se ha descrito que uno de los posibles mecanismos de protección de las LDL de la yema de huevo es la unión a las proteínas del plasma seminal, lo que impide la unión de estas a la membrana plasmática del espermatozoide, evitando así la pérdida de lípidos en la misma inducida por esas proteínas (Bergeon *et al.* (2004). Dado que en este estudio hemos utilizado semen obtenido de las vesículas seminales, que apenas contiene plasma seminal, la utilización de la yema de huevo podría ser menos determinante que cuando se utiliza semen procedente del eyaculado.

CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio revelan que aumentar la concentración del plasma de yema de huevo en el medio de congelación de un 10 a un 20 % no parece mejorar la supervivencia de los espermatozoides de zángano obtenidos de las vesículas seminales a los procesos de congelación-descongelación, aunque se necesitan estudios más amplios para verificar estos resultados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bergeron, A. y Manjunath, P. 2006. Mol. Reprod. Dev. 73: 1338-1344.
- Hopkins, B.K. *et al.* 2012. Reprod. Fertil. Dev. 24: 1079-1083.
- Yaniz, J. *et al.* 2019. Apidologie 50: 472-481.

Agradecimientos: Este trabajo fue financiado por (1) AGL-2017- 85030-R de la Agencia Española Estatal de Investigación del Gobierno de España y el European Regional Development Fund (ERDF), (2) A07-17R del Gobierno de Aragón y la European Social Fund (ESF), (3) ERDF 2014-2020 "Construyendo Europa desde Aragón".

DOSIS DE INSEMINACIÓN DE CAPRINO EXPEDIDAS DESDE EL CENTRO DE REPRODUCCIÓN DE SEGORBE (CASTELLÓN) ENTRE 2016 Y 2020

Mocé¹, E., Bernácer¹, J., Martínez-Granell¹, M.M., Esteve¹, I.C., Fajardo¹, A., Vazquez-Briz¹, S., Romero¹, T., Villalba¹, I., Lozano-Palazón², S.A., Bernat¹, F., Vicente³, C., Mocé⁴, M.L. y Gómez¹, E.A.
¹CITA-IVIA, Segorbe (Castellón) ²ACRIMUR, Jumilla (Murcia) ³ICTA-UPV, Valencia ⁴PASAPTA-UCH CEU, Alfara del Patriarca (Valencia); moce_eva@gva.es

INTRODUCCIÓN

La inseminación es uno de los pilares en los que se basan los programas de mejora genética en especies ganaderas. A través de la inseminación artificial (IA) se conectan genéticamente los rebaños, se valoran los machos en prueba y se difunde la mejora genética a través del semen de los machos mejorantes (Mocé *et al.*, 2019). El centro de IA de Segorbe (Castellón) es uno de los actuales cinco (Córdoba, Granada, Toro, Segorbe, Valdepeñas) centros de recogida de semen, que alojan sementales utilizados en el programa nacional de la raza caprina Murciano-Granadina.

Aunque es posible encontrar información oficial acerca del número de dosis de semen congelado producidas y almacenadas (<https://servicio.mapama.gob.es/arca/flujo.html>), es muy complicado conocer el número y tipo de dosis realmente expedidas para inseminación. El objetivo de este trabajo es dar a conocer cuál ha sido el número de dosis de inseminación comercializadas en un centro de IA de caprino de raza Murciano-Granadina durante el periodo 2016-2020.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el trabajo se utilizaron los datos de dosis solicitadas al Centro de Reproducción del IVIA-CITA en Segorbe (Castellón), entre los años 2016 y 2020. Las dosis (refrigeradas o congeladas) fueron producidas por 36 machos adultos de raza caprina Murciano-Granadina. La extracción, preparación de dosis, refrigeración, congelación y evaluación de la calidad del semen se realizaron siguiendo los protocolos descritos en Konyali *et al.* (2013) y Mocé *et al.* (2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante este periodo se solicitaron 13.882 dosis, siendo la mayoría de solicitudes de semen refrigerado (62% de las dosis). Por otra parte, la mayoría de las dosis de semen congelado fueron solicitudes para comercio exterior bien con terceros países (3.990 dosis) o con países de la UE (210 dosis). Lógicamente, el 100% de las dosis solicitadas para comercio internacional fueron de semen congelado, ya que los plazos necesarios para la preparación de los certificados y los condicionantes sanitarios exigidos a los sementales para que sus dosis se puedan exportar, hacen inviable el envío de dosis refrigeradas (aun dentro del comercio comunitario).

En cuanto al comercio nacional, en este periodo se han solicitado 9.682 dosis (70% de las dosis solicitadas) por parte de 73 ganaderías de distintas provincias, predominando las solicitudes de semen refrigerado (8.567 dosis). Es decir, solo el 13% de las solicitudes de dosis a nivel nacional fueron de semen congelado. Esto se debe a la menor fertilidad que presenta el semen congelado con respecto al semen refrigerado, que no facilita su penetración en el mercado. En la mayoría de los casos estas dosis congeladas, además, procedían de machos mejorantes. Por otra parte, se mantiene bastante constante el número anual de dosis solicitadas a lo largo de los años para comercio nacional (alrededor de 2.000 dosis, con una variación entre 1.810 y 2.079).

CONCLUSIÓN

Según los datos del centro, la solicitud de dosis de semen para comercio nacional ha sido muy similar entre anualidades. Por otra parte, el uso de semen refrigerado sigue siendo predominante en el comercio nacional, mientras que el semen congelado es la única opción para el comercio exterior.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Konyali, C., Tomás, C., Blanch, E., Gómez, E.A., Graham, J.K. & Mocé, E. 2013. *Cryobiology* 67: 124-131.
- Mocé, E., Martínez-Granell, M.M., Bernácer, J., Lozano-Palazón, S.A., Vicente, C., Mocé, M.L., Lavara, R. & Gómez, E.A. 2019. *Tierras Ovino Caprino* 25: 34-42.
- Mocé, E., Lozano-Palazón, S.A., Martínez-Granell, M.M., Mocé, M.L. & Gómez, E.A. 2020. *Animals* 10: 2399.

Agradecimientos: Financiado por AMURVAL (IVIA 71714) y por proyectos INIA (RTA2017-00049-C02-01) e IVIA (IVIA-51906) cofinanciados con fondos FEDER. Muchas gracias a los ganaderos de las asociaciones AMURVAL y ACRIMUR por seguir confiando en nuestro trabajo.

LA GUÍA VART, UNA PROPUESTA PARA ESTANDARIZAR EN ESPAÑA LA VALORACIÓN DE LA APTITUD REPRODUCTIVA DE TOROS DE MONTA NATURAL

García-Paloma¹, J.A., Collantes-Fernández², E., Gnemmi³, G., Astiz⁴, S. y Pérez-Garnelo⁴, S.S.
¹Centro de Biotecnología Animal, SERIDA, Asturias. ²Grupo SALUVET, Departamento de Sanidad Animal, UCM, Madrid. ³Bovinevet, International Bovine Ultrasound Services & Herd Management S.L.
⁴Departamento de Reproducción Animal, INIA, Madrid; jagarcia@serida.org

INTRODUCCIÓN

La valoración de la aptitud reproductiva de toros (VART) o Bull Breeding Soundness Evaluation (BBSE), antes del inicio de la temporada de cubrición o previo a su venta, permite identificar toros infértiles, subfértiles o portadores de caracteres no deseables mediante cuatro valoraciones: Sanitaria, Física con la inclusión de la circunferencia escrotal (CE), Seminal y de Habilidad Copulatoria, esta última a realizar en la ganadería de destino. Hay discrepancias entre los sistemas BBSE de referencia: SFT americano (Koziol y Armstrong, 2018), WCABP canadiense (Barth, 2013) y ACV australiano (Beggs, 2013), por lo que cada país suele adoptar un sistema propio para evitar valoraciones contradictorias. Este trabajo aporta una propuesta metodológica y un enlace a la Guía (<https://produccionanimal.com/online/vart/>), que incluye la valoración Sanitaria del toro orientada al control de las enfermedades transmisibles con el apoyo de la ultrasonografía como técnica de diagnóstico. Además, propone protocolos para la colecta, la evaluación seminal y de la Habilidad Copulatoria, así como la forma de caracterizar la aptitud reproductiva. Siendo habitual el análisis de muestras refrigeradas en laboratorio, analizamos el efecto de la refrigeración a fin de reconsiderar los umbrales de valoración propuestos para el semen fresco.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron toros de raza Asturiana de los Valles (AV) de 12 a 15 meses de edad. El efecto del tiempo de refrigeración postcolecta a 5°C (0, 6 y 24 horas) sobre los parámetros motilidad progresiva (MP) y normalidad espermática (NE) se midió en muestras de semen de 35 toros obtenidas por electroeyaculación y diluidas en Bioxcell. Para valorar la MP se utilizó el sistema CASA y para la NE la tinción de eosina-nigrosina. Sobre 1.014 toros se ajustó la CE a 15 meses de edad (CE15; Barth 2013) y se comprobó su distribución. El efecto de las horas postcolecta sobre MP y NE se analizó con el procedimiento GLM y la normalidad de CE15 con el test de Shapiro-Wilk (SAS, versión 9.4).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras 24 horas de refrigeración, la MP fue menor ($60,7 \pm 18,6\%$) que tras 0 y 6 horas ($74,9 \pm 9,5\%$ y $68,9 \pm 13,0\%$, respectivamente; $P < 0,05$); mientras que sobre la NE no se vio efecto alguno ($77,2 \pm 11,8\%$). La CE15 mostró una distribución normal, $34,13 \pm 2,31$ cm, y dada su relación positiva con la producción espermática y con la eficiencia reproductiva, la regla empírica se utilizó para diferenciar a los toros que los sistemas BBSE de referencia solamente califican como Aptos. Para la raza AV se propuso las siguientes categorías y umbrales de CE15: No Apto < 30 cm, percentil 3,7%, Cuestionable 30-31,8cm (media-1DS), Apto 31,9-36,4cm (media+1DS) y Superior $\geq 36,5$ cm, percentil 84%. Los umbrales del sistema ACV fueron los elegidos para fijar las categorías de MP y NE en muestras de semen no refrigerado: No Apto (< 30 y $< 50\%$), Cuestionable (30-59 y 50-69%) y Apto (≥ 60 y $\geq 70\%$), respectivamente. En semen refrigerado con MP $\geq 30\%$, la categoría de valoración seminal se equiparó a la que tuviera la NE. Para asignar la categoría de aptitud reproductiva se combinaron las cuatro valoraciones: No Apto, suficiente con que solamente una lo sea; Cuestionable, mismo criterio; Apto, toros con esta categoría en las cuatro valoraciones, y Superior, para toros Aptos con máxima categoría en CE15. Finalmente, incluimos, dentro de la Guía VART, pautas de manejo relacionando la categoría de aptitud reproductiva con el número de vacas cíclicas que se le pueden asignar a un toro.

CONCLUSIÓN

Disponer de una metodología BBSE de referencia en nuestro país puede favorecer su inclusión en los programas de control sanitario y reproductivo de las ganaderías e incrementar sus niveles de eficiencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barth, A.D. 2013. The Western Canadian Association of Bovine Practitioners, Saskatchewan
- Beggs, D.S. 2013. Australian Cattle Veterinarians, Queensland
- Koziol, J.H. 2018. Society for Theriogenology.

Agradecimientos: A la asociación de ganaderos ASEAVA. Trabajo financiado por el Principado de Asturias, PCTI 2018–2020 (GRUPIN: IDI2018-000237) y FEDER.

EFFECTO QUIMIOTÁCTICO DEL FLUIDO FOLICULAR DE LA OVEJA SOBRE LOS ESPERMATOZOIDES OVINOS

Miguel-Jiménez, S., Arribas, A., Casao, A. y Pérez-Pe, R.

Grupo BIOFITER-Departamento de Bioquímica y Biología Molecular y Celular - Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA), Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, España. saramiguel@unizar.es

INTRODUCCIÓN

El fluido folicular conforma el entorno bioquímico en el que se desarrolla el ovocito previamente a su ovulación. Contiene hormonas, iones, metabolitos y factores de crecimiento, entre otros muchos compuestos, cuya concentración varía a lo largo del ciclo reproductivo estral. Alguno de estos compuestos podría estar involucrado en la respuesta quimiotáctica de los espermatozoides, mediante la cual serían guiados hacia el ovocito para que se produzca la fecundación. Un requisito fundamental para que la fecundación se produzca con éxito, es que los espermatozoides hayan sufrido el proceso de capacitación, un conjunto de cambios moleculares y bioquímicos que le confieren la capacidad fecundante. Estudios previos en mamíferos han demostrado el efecto quimioatrayente del fluido folicular sobre espermatozoides capacitados (Eisenbach *et al.*, 1999), pero hasta el momento no existe ningún estudio en la especie ovina. Por ello, el objetivo de este trabajo fue investigar la capacidad quimiotáctica del fluido folicular de la oveja sobre los espermatozoides ovinos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Teniendo en cuenta la composición variable del fluido folicular a lo largo del ciclo estral de la oveja, se ensayaron fluidos obtenidos en dos momentos distintos del ciclo: en fase folicular temprana (FFT, proestro) y luteal temprana (FLT, metaestro), ambos a concentraciones de 2% y 10% (v/v). Se utilizó semen de moruecos adultos y, con el fin de eliminar el plasma seminal de la muestra fresca, se seleccionaron los espermatozoides mediante el método swim-up/dextrano. Se indujo la capacitación espermática *in vitro* en ausencia y presencia de agentes elevadores del AMPc (muestras control y Cap-C, respectivamente). Tras la valoración de la calidad espermática (motilidad, viabilidad y estado de capacitación) antes (swim-up) y después de la capacitación *in vitro* (control y Cap-C), se realizaron los ensayos de quimiotaxis utilizando cámaras IBIDI® μ -Slide Chemotaxis, y se analizaron mediante el software de acceso libre OpenCASA, desarrollado por nuestro grupo de investigación (Alquézar-Baeta *et al.*, 2019). Este software proporciona un valor de índice quimiotáctico, y las diferencias estadísticas de este índice entre condiciones experimentales se evaluaron utilizando el software GraphPad Prism (versión 5.1; USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ninguno de los fluidos foliculares, a las dosis ensayadas, mostraron una acción quimioatrayente sobre los espermatozoides sin capacitar (muestras swim-up). Sin embargo, tanto el FFT como el FLT, provocaron un aumento en el índice quimiotáctico cuando se expusieron a espermatozoides capacitados en presencia y en ausencia de elevadores de AMPc, siendo el efecto quimioatrayente más acusado cuando se ensayaron a concentración del 10 % (v/v). Estos resultados están en concordancia con estudios previos en espermatozoides de conejo y humano, sobre los que el fluido folicular ejerce una acción quimioatrayente sólo cuando éstos completan la capacitación (Cohen *et al.*, 1995; Fabro *et al.*, 2002).

CONCLUSIÓN

El fluido folicular de oveja, en fase folicular y luteal temprana, ejerce una acción quimiotáctica únicamente sobre los espermatozoides ovinos capacitados *in vitro*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Eisenbach, M. 1999. Dev. Genet. 25(2): 87-94
- Alquézar-Baeta, C. *et al.* 2019. PLoS. Comput. Biol. 15(1): e1006691
- Cohen-Dayag, A. *et al.* 1995. Proc. Natl. Acad. Sci. U S A. 92(24): 11039-43
- Fabro, G. *et al.* 2002. Biol. Reprod. 67(5): 1565-1571.

Agradecimientos: AGL2017-83799-R, DGA-A07_17R y IUCA. S.M.-J. disfruta de un contrato predoctoral de la Diputación General de Aragón (DGA). Los autores agradecen a la Dra. Pilar Coy (Dpto. Fisiología, F. Veterinaria, Universidad de Murcia) la donación de los fluidos foliculares de oveja.

ÍNDICE DE MOTILIDAD ESPERMÁTICA: EVALUACIÓN DE SU UTILIDAD COMO PREDICTOR DE LA FERTILIDAD DE DOSIS DE SEMEN REFRIGERADO DE CAPRINO

Mocé¹, E., Lozano-Palazón², S.A., Esteve¹, I.C., Bernácer¹, J., Martínez-Granell¹, M.M., Bernat¹, F., Vicente³, C., Mocé⁴, M.L. y Gómez¹, E.A.

¹CITA-IVIA, Segorbe (Castellón) ²ACRIMUR, Jumilla (Murcia) ³ICTA-UPV, Valencia ⁴PASAPTA-UCH CEU, Alfara del Patriarca (Valencia); moce_eva@gva.es

INTRODUCCIÓN

Uno de los parámetros más utilizados para valorar muestras seminales es la motilidad, por su facilidad de evaluación. Generalmente, se acepta su importancia sobre la fertilidad de las muestras, ya que los espermatozoides deben ser móviles para progresar en el tracto reproductivo femenino y atravesar las estructuras de los ovocitos (Graham y Mocé, 2005). Los sistemas CASA proporcionan información objetiva acerca de la movilidad permitiendo cuantificar y evaluar la calidad de ese movimiento (Yániz *et al.*, 2018). No obstante, los estudios acerca de la relación entre la movilidad y la fertilidad de las dosis han sido contradictorios (Graham y Mocé, 2005). Recientemente, se ha propuesto un índice de motilidad espermática (SMI) con capacidad pronóstica de la fertilidad en vacuno (Nagata *et al.*, 2018). El objetivo de este trabajo es determinar si el SMI tiene relación con la fertilidad a parto de las dosis refrigeradas de caprino de raza Murciano-Granadina.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el estudio se utilizaron 13 sementales alojados en el Centro de Reproducción de Segorbe (Castellón) y se inseminaron 541 cabras de más de un parto localizadas en 12 ganaderías de ACRIMUR en distintas provincias. La extracción, preparación de dosis, refrigeración, evaluación de la calidad del semen, sincronización de los estros e inseminación artificial se realizaron siguiendo los protocolos descritos en Mocé *et al.* (2020). Con la información del sistema CASA (velocidades curvilínea y rectilínea-VCL y VSL, frecuencia de batido del flagelo-BCF) se calculó el SMI ((VSL x VCL)/BCF; Nagata *et al.*, 2018). Los datos de fertilidad se analizaron por regresión logística comparando modelos que incluían o no el SMI para testar si su inclusión mejoraba o no el ajuste.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La calidad media fue de 77% móviles totales (con un coeficiente variación (CV) de 12%) y 59% móviles progresivos (CV 16%), 142 $\mu\text{m/s}$ VCL (CV 11%), 120 $\mu\text{m/s}$ VSL (CV 13 %) y 11 Hz de BCF (CV 7%). Estos resultados indican una elevada calidad de las dosis expeditas y son similares o ligeramente superiores a los observados en trabajos con la misma raza (Mocé *et al.*, 2020; Sadeghi *et al.*, 2020). La similitud entre los valores de las velocidades VCL y VSL es típica en trayectorias muy rectilíneas (Mortimer, 2010). La fertilidad a parto fue del 59%, similar a la obtenida en esta (Mocé *et al.*, 2020) u otras razas de caprino lechero (Leboeuf *et al.*, 2003; Abecia *et al.*, 2016). El índice SMI refleja la intensidad del movimiento (Nagata *et al.*, 2018). El SMI medio en semen refrigerado de caprino fue de 1575 (entre 797 y 2291, CV 20%), valor superior al obtenido por Nagata *et al.* (2018) para semen descongelado de toros (entre 559 y 1089), lo que puede deberse a diferencias entre especies, o bien a diferencias entre semen refrigerado y congelado. Por último, al contrario de los resultados en vacuno (Nagata *et al.*, 2018), no se observó ninguna relevancia del SMI como variable explicativa de la fertilidad a parto (correlación con fertilidad de 0,07; $P > 0,05$).

CONCLUSIÓN

En nuestras condiciones, la fertilidad *in vivo* no era explicada por el índice de motilidad espermática y, por tanto, no tiene valor pronóstico de la fertilidad de las dosis de semen refrigeradas en caprino.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abecia, A., *et al.* 2016. Int. J. Biometeor. 60: 1603-1609.
- Graham, J.K. & Mocé, E. 2005. Theriogenology 64: 492-504.
- Leboeuf, B., *et al.* 2003. INRA Prod. Anim. 1: 91-99.
- Mocé, E., *et al.* 2020. Animals 10: 1-13.
- Mortimer, S. T. 2010. J. Androl. 21: 515-524.
- Nagata, M.P.B. 2018. PNAS 115: E3087-E3096.
- Sadeghi, S. 2020. Biology 9: 300.
- Yániz, J. 2020. Reprod. Fertil. Dev. 30: 789-790.

Agradecimientos: Financiado por AMURVAL (IVIA 71714) y por proyectos INIA (RTA2017-00049-C02-01) e IVIA (IVIA-51906) cofinanciados con fondos FEDER. Muchas gracias a los ganaderos de las asociaciones AMURVAL y ACRIMUR por proporcionar los animales utilizados en este estudio.

EFFECTOS DE LA ADMINISTRACIÓN DE PMSG Y DEL MOMENTO DE LA INSEMINACIÓN SOBRE LA TASA DE PREÑEZ EN VACAS DE CARNE SOMETIDAS A UN PROTOCOLO DE SINCRONIZACIÓN BASADO EN GnRH

Sanz¹, A., Ferrer¹, J., Escobedo², O., Casasús¹, I., Rodríguez-Sánchez³, J.A., Colazo⁴, M., López de Armentia¹, L., Vogg¹, M. y Noya¹, A.

¹Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) - IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza), 50059 Zaragoza. ²Universidad de Zaragoza, 50013 Zaragoza. ³Terralbérica Desarrollos S.L. 44002 Teruel, España. ⁴University of Alberta, Edmonton, T6G 2P5, Canadá; asanz@aragon.es

INTRODUCCIÓN

Uno de los protocolos de sincronización ovárica más usados en vacas se basa en el uso de GnRH combinada con prostaglandina F_{2α} (PGF). Se han estudiado diversos ajustes para mejorar la tasa de preñez, como añadir progesterona (para evitar ovulaciones tempranas) o PMSG/eCG (para aumentar el folículo preovulatorio; Baruselli *et al.*, 2004). El objetivo del ensayo fue comparar la tasa de preñez en vacas que recibieron un PRID durante 9 días, con o sin 500 UI PMSG a la retirada del PRID, y que se inseminaron el día 11 a las 08:00 (en el momento de la aplicación de la GnRH) o a las 16:00.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 103 vacas de raza Parda de Montaña y Pirenaica (Finca La Garcipollera, Jaca, España). La duración mínima de postparto fue de 60 días, con un promedio de 156 días. El día 0 del ensayo se registraron el peso vivo (PV) y la condición corporal (CC, escala de 1 a 5) de las vacas, se colocó un PRID Delta (1.55 g progesterona, CEVA) y se administraron 10 µg GnRH (Cystoreline, CEVA). El día 7 las vacas recibieron 25 mg PGF (Enzaprost, CEVA). Se eliminaron 4 vacas del estudio porque no se pudo reponer el PRID que perdieron. El día 9 se retiró el PRID, se colocaron parches de detección de estró (EstroTECT™) y a la mitad de las vacas se les administraron 500 UI PMSG (SERIGAN, Laboratorios Ovejero). Todas las operaciones anteriores se realizaron a las 08:00. El día 11 se administraron 10 µg GnRH, se inseminó a la mitad de las vacas a las 08:00 y el resto a las 16:00. Todas las vacas fueron inseminadas por el mismo técnico con semen de 3 toros Pirenaicos y 5 Pardos (de las asociaciones de productores ASAPI y ARAPARDA). Se realizó un diagnóstico de gestación por ecografía 35 días después de la inseminación. Los análisis estadísticos consideraron como efectos fijos la inclusión de PMSG (con vs. sin), la hora de inseminación (08:00 vs. 16:00), la raza, el toro y sus interacciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ninguna de las interacciones analizadas fue significativa. El PV y la CC de las vacas el día 0 del ensayo no difirió entre tratamientos (promedio de PV 575 kg y CC 3,1). La tasa acumulada de celo el día de la inseminación fue del 56,6, 70,7 y 84,9% a las 08:00, 16:00 y 21:00. La tasa de preñez global del ensayo fue del 62,6% (62/99). El uso de PMSG no afectó a la preñez (63,3 vs. 62,0%, con y sin), debido quizá a la elevada CC de las vacas, sugiriendo que la PMSG sería efectiva únicamente en vacas que están comprometidas metabólicamente, como también se ha descrito en novillas (Sanz *et al.*, 2019). Se observó un 26% menos de preñez en las vacas inseminadas a las 08:00 frente a las inseminadas a las 16:00 (50,0 vs. 75,5%), que pudo deberse, entre otros, a la mayor expresión de celo detectada a las 16:00. La tasa de preñez a las 16:00 fue similar a la obtenida con el mismo protocolo en ensayos previos (77,4% (89/115), CC 2,8; Noya *et al.*, 2020). La raza de vacas (66,7 vs. 57,1%, en Parda y Pirenaica) o los toros utilizados para la inseminación no tuvieron efectos significativos sobre la tasa de preñez.

CONCLUSIÓN

La inclusión de PMSG a la retirada del PRID no tuvo ningún efecto sobre la tasa de preñez en vacas en buen estado de carnes, sometidas a un protocolo basado en GnRH y acompañado de un PRID. La tasa de preñez fue un 26% superior en las vacas inseminadas 8 horas después de la administración de GnRH, frente a las inseminadas en el momento de la administración de GnRH.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baruselli, P.S. *et al.*, 2004. Anim. Reprod. Sci. 82-83: 479-486.
- Noya, A. *et al.*, 2020. Domest. Anim. Endocrinol. 72: 106418.
- Sanz, A. *et al.*, 2019. Revista ITEA-Inf. Tec. Econ. Agrar. 115: 326-341.

Agradecimientos: al Personal de la Garcipollera. Financiación: Fondos FEDER, Gobierno de Aragón (FITE 960-A, 060-A; Grupo de investigación A14_17R), INIA (contrato FPI-INIA de A. Noya) y Proyecto POCTEFA DietaPYR2 EFA144_16. Colaboran: ASAPI, ARAPARDA y CEVA Salud Animal S.A.

MONITORIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD SEXUAL EN CORDERAS RASA ARAGONESA MEDIANTE LA DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE CELOS

Lahoz^{1,2}, B., Chantepie³, L., Sánchez¹, P., Echegoyen¹, E. y Sebastian¹, B.,
Folch^{1,2}, J., Fabre³, S., Calvo^{1,2,4}, J.H. y Alabart^{1,2}, J.L.

¹CITA de Aragón, Av. Montañana 930, 50059, Zaragoza, España. ²Instituto Agroalimentario de Aragón - IA2, Zaragoza, España; ³Université de Toulouse, INRA, ENVT, GenPhySE, Castanet-Tolosan, Francia. ⁴ARAID, Av. Ranillas I-D, 50018, Zaragoza, España; blahozc@cita-aragon.es

INTRODUCCIÓN

En ganado ovino, una correcta detección de celos puede permitir conocer el comportamiento sexual de los machos, de las hembras, reducir o eliminar el uso de tratamientos hormonales en inseminación artificial, así como servir de diagnóstico de gestación temprano, contribuyendo de manera significativa a mejorar la rentabilidad de la explotación (Alhamada *et al.*, 2016 y 2017). Sin embargo, los métodos utilizados habitualmente, basados en el uso de arneses marcadores con pintura y en la observación directa son poco específicos, registran errores y consumen mucho tiempo, lo que los convierte en una práctica poco habitual. El objetivo de este trabajo consistió en determinar la viabilidad de un sistema de detección automática de celos en corderas de raza Rasa Aragonesa para determinar posibles diferencias en su actividad sexual, teniendo en cuenta la presencia de animales de genotipos prolíficos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 49 corderas de raza Rasa Aragonesa, nacidas en febrero de 2018, 25 de ellas portadoras del alelo prolífico *FecX^R* del gen *BMP15* (R+; Martínez-Royo *et al.*, 2007) y 24 no portadoras (++) . Cuando alcanzaron una edad de $7,0 \pm 0,2$ meses y un peso de 35 ± 4 kg, se introdujeron 3 machos adultos experimentados equipados con un arnés Alpha-Detector® (Bocquier, 2005) equipado con un lector RFID, capaz de leer un microchip HDX colocado en la grupa de cada cordera y una antena de radiofrecuencia (Alpha-Receptor®), descargando los datos diariamente en un software específico (Alhamada *et al.*, 2016). Los machos permanecieron con las corderas durante 36 días. Se obtuvieron muestras sanguíneas de las corderas a intervalos semanales desde los $4,9 \pm 0,2$ meses hasta el momento de retirada de los machos, y se analizaron las concentraciones de progesterona mediante un kit comercial ELISA. A los 30 días de la retirada de los machos se realizó diagnóstico de gestación mediante ecografía, y se registró la fecha de parto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron un total de 2971 montas, de las que 257 fueron autolecturas del propio bolo ruminal (8,6%) y 56 montas aisladas (1,9%), que no se tuvieron en cuenta para el análisis. Hubo 3 corderas que no registraron ninguna monta, aunque una de ellas quedó gestante, de manera que el 94% de las corderas registró alguna monta. La duración de la gestación, calculada como la diferencia entre la fecha de parto y la fecha de la última monta, fue de $150,2 \pm 0,6$ días, lo que validaría el sistema de detección de celo en las corderas. El número de montas totales por cordera fue de $57,8 \pm 7,4$, con importantes diferencias individuales, una duración promedio de $1,6 \pm 0,1$ s por monta, un total de $1,1 \pm 0,1$ periodos con actividad de monta, y $2,1 \pm 0,1$ machos por cordera. Las corderas R+ presentaron un menor número de montas totales ($41,0 \pm 7,8$ vs. $74,6 \pm 11,7$) así como de machos que las montaron ($1,8 \pm 0,1$ vs. $2,4 \pm 0,1$, $P < 0,05$) respecto a las ++. En cuanto a los machos, se observaron diferencias significativas en el porcentaje de montas totales (25,4%, 30,3% y 44,3%; $P < 0,05$) pero no en el número total de corderas montadas, lo que pondría de manifiesto posibles diferencias individuales en la libido.

CONCLUSIÓN

El sistema de detección automático de celos ha permitido detectar diferencias en la actividad sexual de las corderas, tanto a nivel individual como entre genotipos, así como identificar los machos más activos sexualmente. No obstante, es preciso continuar haciendo mejoras técnicas del dispositivo que permitan, principalmente, reducir o eliminar el número de autolecturas en los machos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Alhamada, M. 2016. Small Rum. Res. 134: 97–104 • Alhamada, M. 2017. Small Rum. Res. 149: 105–111 • Bocquier, F. 2005. Patent, Agro.M, INRA-PHASE. WO 2005065574 A1. • Martínez-Royo, A. 2008. Anim. Genet. 39: 294–297.

Agradecimientos: Financiado a través del proyecto Interreg VA POCTEFA “PIRINNOVI-EFA103/15”.

EFFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN CON ACEITE DE BORRAJA (*BORAGO OFFICINALIS*) SOBRE LA FERTILIDAD EN GANADO OVINO

Lahoz^{1,2}, B., Joy^{1,2}, M., Lobón^{1,2}, S., Bertolín^{1,2}, J.R., Folch^{1,2}, J. y Alabart^{1,2}, J.L.

¹Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón, Av. Montañana 930, 50059, Zaragoza, España. ²Instituto Agroalimentario de Aragón - IA2; blahozc@cita-aragon.es

INTRODUCCIÓN

La borraja (*Borago officinalis*) es una planta mediterránea con un alto contenido en ácido gamma linolénico (GLA), un ácido graso esencial de gran valor que se extrae de sus semillas (Del Río-Celestino *et al.*, 2008). El aumento de ácidos grasos (AG) en la dieta puede tener un efecto positivo a nivel reproductivo al influir sobre las funciones del folículo ovárico y del cuerpo lúteo, y al aumentar los precursores de la síntesis de hormonas reproductivas como esteroides y prostaglandinas (Mattos *et al.*, 2000). El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la inclusión de aceite de borraja en la dieta sobre la fertilidad tras la inseminación artificial (IA) en ganado ovino.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 80 ovejas adultas de raza Rasa Aragonesa que fueron sometidas a IA a tiempo fijo en el mes de octubre. La mitad de las ovejas recibió un pienso comercial adicionado con un 3% de aceite de borraja (Lote "B") y el resto (Lote "C") el mismo pienso, sin aceite de borraja, recibiendo 800 g/día/oveja desde 22 días antes de la IA hasta 21 días después. Semanalmente se controló su peso, condición corporal y se obtuvieron muestras sanguíneas y del pienso ofertado. Se analizó la concentración de AG en el aceite y pienso, siguiendo la metodología descrita por Sukhija *et al.* (1988), y en plasma sanguíneo (Lee *et al.*, 2012) 22 días antes de la IA (IA-22), el día previo (IA-1) y 20 días después (IA20). Se determinó la concentración de progesterona (P4) plasmática mediante un kit ELISA comercial. Las variables reproductivas que se analizaron fueron fertilidad a día 20 de la IA por P4 (F20), a día 42 por ecografía (F42) y al parto (FP). El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA con el software SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación a la fertilidad tras la IA, no se observaron diferencias significativas del tipo de pienso sobre F20, F42 o FP (52,5% vs. 45,0%; 42,5% vs. 40,0%; 42,5% vs. 32,5%, lotes "B" y "C", respectivamente). Dentro del mismo tipo de pienso, no se encontraron diferencias en ninguno de los grupos de AG analizados a día IA-22, IA-1 ni a IA20, lo que pone de manifiesto la homogeneidad y estabilidad de la mezcla. Las concentraciones de AG en el pienso "B" fueron mayores que en "C" en cuanto a ácidos grasos totales (AGT), saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI), omega-6 (n6) y polinsaturados (AGPI) (P<0,0001), no encontrando diferencias significativas en omega-3 (n3). En lo que se refiere a la concentración de GLA, fue significativamente superior en el pienso "B" respecto al pienso "C" (4413 ± 162 vs. 13,1 ± 15,2 µg/kg materia seca, respectivamente; P<0,0001). Las concentraciones plasmáticas de AGT, AGS, AGMI, n6, n3 y AGPI se vieron incrementadas en el lote "B" a día IA-22, IA-1 e IA20 (todos: P<0,0001; excepto n3: P<0,05). A día IA20 todos los AG analizados fueron mayores en el lote "B" (P<0,0001), a excepción de C22:0, C24:0, C22:1, C24:1 y C20:2-n6. A día IA20, las ovejas que habían quedado gestantes presentaban una mayor concentración plasmática de AGT, AGS y AGMI, y más en concreto de C16:0, C17:0, C18:1-10t y C20:3-n6 (todos: P<0,05; excepto AGMI y C18:1-10t: P<0,01) respecto a las que quedaron vacías. En lo que se refiere a GLA, no se encontraron diferencias en las concentraciones plasmáticas de las ovejas, independientemente de que quedasen vacías o gestantes, en ninguno de los días estudiados.

CONCLUSIÓN

Se han determinado concentraciones elevadas de varios ácidos grasos esenciales, más allá del ácido gamma linolénico, en la sangre de ovejas alimentadas con pienso suplementado con aceite de borraja, siendo en algunos casos superiores en las ovejas gestantes, lo que hace necesario continuar con los estudios, ampliando el número de animales y profundizando en sus potenciales efectos reproductivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Del Río-Celestino, M. 2008. J. Sci. Food Agric. 88: 248-255
- Mattos, R. 2000. Rev Reprod. 5: 38-45
- Krzywicki, K. 1979. Meat Sci. 3: 1-9
- Sukhija, P.S. 1998. J. Agric. Food Chem. 36: 1202-1206
- Lee, M.R. 2012. Meat Sci. 92: 863-866.

Agradecimientos: Cofinanciado con el programa FEDER Aragón 2014-2020, proyecto LMP168_18 (OviGreen).

EFFECTOS DE LA SUBNUTRICIÓN MATERNA DURANTE LA GESTACIÓN TEMPRANA SOBRE LOS RENDIMIENTOS Y LA CALIDAD DE CARNE EN TERNEROS DE CEBO

Noya, A., Ripoll, G., Casasús, I. y Sanz, A.

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón - Instituto Agroalimentario de Aragón (CITA-IA2). Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza; asanz@aragon.es

INTRODUCCIÓN

La restricción alimentaria de una vaca durante las primeras etapas de la gestación puede alterar el ambiente uterino en el que se desarrolla el feto y condicionar su desarrollo. El feto adoptará estrategias fisiológicas para asegurar su supervivencia (Fleming *et al.*, 2012). Estas adaptaciones pueden ser irreversibles y afectar procesos del desarrollo fetal como la miogénesis o la adipogénesis, acarreando consecuencias durante su vida postnatal (Du *et al.*, 2013). El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de la subnutrición materna durante el primer tercio de gestación en el crecimiento de terneros de cebo, sus rendimientos y la calidad de su carne.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un tratamiento nutricional durante el primer tercio de gestación en 53 vacas de la raza Parda de Montaña (PA) y 32 vacas Pirenaicas (PI). La mitad de ellas se alimentaron con una dieta para cubrir el 100% de sus necesidades (CONTROL) y la otra mitad con una dieta para cubrir el 65% (SUBNUT). Finalizado el primer tercio de gestación y durante las siguientes fases del estudio, todos los animales se alimentaron al 100% de sus necesidades. Tras el parto, los terneros machos se destetaron a los 4 meses de edad e iniciaron una fase de cebo de 8 meses de duración con alimentación *ad libitum*. Los animales se sacrificaron a la edad de 12 meses y se analizaron sus rendimientos y la calidad de su carne. El estado de engrasamiento de las canales se evaluó mediante la clasificación SEUROP. De cada canal se extrajo el músculo *longissimus thoracis* para determinar el perfil intramuscular de ácidos grasos mediante cromatografía de gases y la textura mediante la fuerza de cizalla Warner-Bratzler. Los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza, teniendo en cuenta la alimentación de la madre durante el primer tercio de gestación (CONTROL vs. SUBNUT) y la raza (PA vs. PI).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La subnutrición materna redujo el crecimiento de los terneros PI, mientras que no se encontraron diferencias entre los pesos de los terneros PA. Los terneros SUBNUT-PI pesaron un 15,9 y un 11,4% menos que sus homólogos CONTROL al destete y al sacrificio, respectivamente. Las canales de los terneros SUBNUT-PI fueron un 11,8% más ligeras y tuvieron una mayor cobertura de grasa que las de los terneros CONTROL-PI. Ante un ambiente uterino de subnutrición, los terneros PI modificaron su programación fetal para crear un fenotipo energéticamente más eficiente, aumentando sus depósitos energéticos en detrimento del crecimiento muscular (Mohrhauser *et al.*, 2015). La subnutrición materna afectó a diferentes parámetros de la calidad de la carne. Tras un periodo de maduración de 21 días, la carne de los terneros CONTROL-PI presentó una mayor terneza que la del resto de lotes. El porcentaje de ácido linoleico conjugado (CLAs) y ácido miristoleico tendió a ser mayor, y en el caso del ácido palmitoleico, fue mayor en la carne procedente de terneros SUBNUT. La subnutrición materna alteró la textura y el perfil de ácidos grasos intramusculares, confirmando que una alteración en la dieta materna durante el desarrollo fetal puede tener consecuencias directas en la composición tisular del feto que se manifestarán durante la vida adulta del animal (Zago *et al.*, 2020).

CONCLUSIÓN

La subnutrición materna alteró la programación fetal, especialmente en la raza PI, con efectos a largo plazo, disminuyendo el crecimiento de los terneros y sus rendimientos cárnicos y modificando la calidad de su carne.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Du, M., 2013. J. Anim. Sci. 91: 1419-1427
- Fleming, T. P., 2012. Anim. Reprod. Sci. 130: 193-197
- Mohrhauser, D. A., 2015. J. Anim. Sci. 93: 786-793
- Zago, D., 2020. PLOS ONE 15: e0237941.

Agradecimientos: a todo el personal del CITA de Aragón. Trabajo financiado por el MINECO y Fondos FEDER (INIA RTA2013-059-C02 (CITA-UdL); INIA RZP 2010-02; INIA RZP2015-01) y Gobierno de Aragón (Grupos de investigación A11 y A14_17R).

COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO EN ANOESTRO DE OVEJAS PORTADORAS DE FecX^R EN AUSENCIA DE TRATAMIENTOS HORMONALES

Macías¹, A., Laviña¹, A., Martín¹, E., Abecia², J.A., Monteagudo³, L.V. y Tejedor³, M.T.

¹ANGRA. Cabañera Real s/n. 50800 Zuera (Zaragoza). ²IUCA y ³Departamento de Anatomía, Embriología y Genética. Fac. de Veterinaria. Univ. de Zaragoza. Miguel Servet 177. 50013 Zaragoza; angel@rasaaragonesa.com

INTRODUCCIÓN

La Rasa Aragonesa es una raza ovina autóctona rústica, con un descenso de su actividad sexual en primavera (marzo a mayo), y una fertilidad natural del 30-75%. En 2007, en ganaderías pertenecientes a la Asociación Nacional de Criadores de Ganado Ovino de la raza Rasa Aragonesa (ANGRA), se identificó FecX^R (Monteagudo *et al.*, 2009), variante del gen BMP15 (comercialmente Gen ANGRA Santa Eulalia), que produce alta prolificidad en las hembras que la portan (Laviña *et al.*, 2009). Estudios previos indican que las ovejas portadoras de FecX^R, sin tratamiento hormonal, presentan fertilidades propias del periodo de actividad sexual (Macías *et al.*, 2019). El objetivo de este trabajo es analizar el comportamiento reproductivo de ovejas portadoras y no portadoras de FecX^R, cubiertas por monta natural en primavera sin tratamientos hormonales, para gestionar adecuadamente sus cubriciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos utilizados proceden del Control de Producciones del Libro Genealógico de la raza gestionado por ANGRA, en dos ganaderías (FS/GN) que poseen un número elevado de animales FecX^R. Las hembras objeto de estudio (545) se cubrieron mediante monta natural, sin tratamientos hormonales, en época de anoestro (marzo-abril 2019). La fertilidad se midió al parto y la respuesta al celo fértil se evaluó mediante la observación de la distribución de las frecuencias de partos, estableciendo tres grupos: partos de ovejas cubiertas en un celo natural sin efecto macho (cíclicas en anoestro), partos de ovejas cubiertas en celo por respuesta al efecto macho y partos de ovejas cubiertas en celo de retorno. Se aplicó una regresión logística multinomial para establecer el efecto de las variables independientes edad a la cubrición (meses) (mínimo 14,40-máximo 165,33), genotipo del gen BMP15 (ausencia o presencia de mutación FecX^R) y ganadería sobre la probabilidad de los diversos tipos de cubrición (variable dependiente) (IBM SPSS Statistics v 26).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se detectó un descenso del 45,7% en la probabilidad de presentar celo en anoestro de forma natural en las ovejas no portadoras de la mutación ($p=0,042$). La presencia de la mutación incrementa la probabilidad de este tipo de cubrición ($1/0,457= 2,188$), indicando que las portadoras duplican la probabilidad de presentar celos de forma natural en periodo desfavorable que presentan las no portadoras. En la ganadería FS hay más del triple de posibilidades de presentar esta cubrición respecto a GN ($p=0,001$). Además, dentro del rango de edades estudiado, se detecta un incremento del 1,3% por cada mes que se aumenta la edad de la cubrición en la probabilidad de este tipo de cubrición ($p=0,019$). Para los partos procedentes de un celo por respuesta al efecto macho y partos por un celo de retorno, sólo se detecta un efecto positivo en FS ($p<0,05$) y no se observaron diferencias debidas a la edad o presencia de FecX^R ($p>0,05$).

CONCLUSIÓN

Estos resultados permiten concluir que la proporción de ovejas que presentan celo fértil de forma natural en anoestro es mayor si son portadoras de FecX^R. Además, la probabilidad de parto en este tipo de cubrición es progresivamente mayor cuando aumenta la edad de la oveja, dentro de los límites establecidos. El efecto de la ganadería es significativo en todos los intervalos estudiados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Laviña, A. *et al.* 2009 XIII J. Prod. Anim. AIDA. Tomo I: 21-23. • Macías, A. *et al.* 2017. J. Anim. Sci. 95. doi: 10.2527/jas2017.1951. • Monteagudo, L.V. *et al.* 2009. Anim. Reprod. Sci. 110: 139-146. doi: 10.1016/j.anireprosci.2008.01.005.

Agradecimientos: Los autores quieren agradecer a Carlos Samitier y a Pablo Galve su colaboración para la realización de este trabajo.

LA EDAD DE LA MADRE Y EL SEXO DE SUS HERMANOS COMO FACTORES QUE INFLUYEN EN LA VIDA PRODUCTIVA DE LA OVEJA RASA ARAGONESA

Macías¹, A., Laviña¹, A., Martín, E.¹, López-Carbonell², D., Monteagudo³, L.V., Palacios⁴, C. y Abecia², J.A.

¹ANGRA Camino Cabañera Real, s/n, 50800 Zuera, Zaragoza. ²IUCA. Miguel Servet, 177, 50013 Zaragoza; ³Depto. Anatomía, Embriología y Genética, UNIZAR, Miguel Servet, 177, 50013 Zaragoza; ⁴Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales, USAL, 37007, Salamanca; alf@unizar.es

INTRODUCCIÓN

La productividad de una oveja de carne durante su vida útil puede ser modificada por numerosos parámetros, siendo la edad de la madre y el sexo de sus posibles gemelos alguno de ellos. Así, ovejas nacidas de parto gemelar con otra hembra han presentado una mayor tasa de supervivencia de sus corderos que cuando han nacido con un gemelo macho (Kenyon *et al.*, 2011), y Pettigrew *et al.* (2019) encontraron una mayor longevidad en ovejas nacidas de ovejas adultas en comparación con ovejas nacidas de primíparas. Este trabajo se diseñó para estudiar el efecto de la edad de la madre y del sexo de los gemelos de una oveja sobre su vida productiva como adulta.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha estudiado el efecto de la edad de la madre (número de partos), en el momento del nacimiento de la oveja y la presencia o no de uno o varios gemelos machos, sobre algunos parámetros reproductivos de un total de 7782 partos múltiples (6967 dobles, 753 triples y 62 cuádruples) registrados en el libro genealógico de ANGRA durante 22 años, procedentes de 8 ganaderías. Dichos parámetros son (a lo largo de la vida de la oveja): número de partos (P), corderos totales (CT), partos/año (P/A), corderos/año (C/A), prolificidad media (PR, corderos/parto), edad al primer parto (EPP, meses), intervalo entre partos (IP, días) y vida útil (VU, años). Los datos se han analizado por GLM, con efectos fijos el número de parto de la madre (primer parto, n=454; 2º-4º parto, n=3425; 5º-7º parto, n=2508; y más de séptimo parto, n=1395), y tener (n=3900) o no (n=3882) algún gemelo macho, además de la interacción entre ambos factores. Se calculó la regresión entre el número de parto de la madre y la EPP.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El modelo estadístico aplicado reveló un efecto significativo de la edad de la madre sobre P ($P < 0,05$), CT ($P < 0,001$), P/A ($P < 0,05$) y EPP ($P < 0,0001$), de modo que las ovejas nacidas en el primer parto de su madre como las nacidas de madres de mayor edad, presentaron un mayor número de partos y corderos a lo largo de su vida en comparación con las ovejas nacidas de madres de edad intermedia, mientras que las ovejas hijas de hembras primíparas tuvieron una EPP superior al resto de ovejas ($19,0 \pm 0,3$ meses vs. $18,0 \pm 0,1$, $17,8 \pm 0,1$ y $17,8 \pm 0,1$ para el resto de los grupos de edad). La regresión entre número de parto de la madre y EPP dio lugar a una $r^2 = 0,479$, con una reducción de la EPP de 0,117 meses por cada parto de más que tuviera la madre de la oveja. Además, la interacción entre ambos factores fue significativa ($P < 0,05$) para todos los parámetros estudiados excepto para la VU, de modo que las ovejas hijas de hembras con una edad elevada (más de 7 partos), y que fueron gestadas en compañía de uno o varios corderos machos, tuvieron de media, 0,36 partos, 0,83 corderos totales y 0,033 corderos/parto más que las ovejas que no tuvieron ningún gemelo macho, y 0,5 meses menos de EPP y 4,5 días menos de IPP, con una VU media en ambos casos de 7,1 años. Estas diferencias debidas al sexo del gemelo no se dieron en el resto de grupos de edad.

CONCLUSIÓN

En conclusión, las ovejas hijas de hembras primíparas tienen unos parámetros productivos similares a ovejas hijas de hembras en edad avanzada, incluso mejor que las hijas de ovejas en edades intermedias, aunque la edad al primer parto se acorta cuanto más vieja es la madre. Sin embargo, las ovejas hijas de hembras en edad avanzada cobran ventaja cuando han sido gestadas en compañía de otros corderos machos, al presentar mejores índices productivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Kenyon, P.R., *et al.*, 2011. Proc. Assoc. Advmt. Anim. Breed. Genet. 19: 458-461 • Pettigrew E.J., *et al.* 2019. PLoS ONE 14(3): e0214021.

Agradecimientos: Gobierno de Aragón (grupo BIOFITER, A07_20R).

EFFECTO DEL BALANCE ENERGÉTICO SOBRE LA CICLICIDAD DE VACAS NODRIZAS EN EL SEGUNDO MES DE LACTACIÓN

Orquera, K., Sanz, A., Ferrer, J., Blanco M. y Casasús, I.

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), Instituto Agroalimentario de Aragón – IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza), Avda. Montañana 930, 50059, Zaragoza, España
korquera@cita-aragon.es

INTRODUCCIÓN

El estado nutricional es primordial en la reactivación ovárica postparto del ganado vacuno (Diskin y Kenny, 2016). Una subnutrición energética puntual puede tener efectos a corto plazo sobre la dinámica folicular (DF), con fallos en la ovulación (Mackey *et al.*, 1999). En este trabajo se evalúan la influencia del balance energético (BE) individual sobre la ciclicidad en vacas nodrizas y los efectos de un breve periodo de subnutrición sobre la DF, y se comparan tres métodos para la detección del celo y ovulación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 31 vacas de raza Parda de Montaña alimentadas individualmente con una ración única que cubría el 100% de las necesidades de una vaca media (615 kg peso vivo (PV) y 8,15 kg/d de producción de leche (PL)). A los 58 d postparto (pp) recibieron durante 4 d una ración que cubría solo el 55% de dichas necesidades, y después retornaron a la ración 100%. Se registraron los rendimientos (PV, condición corporal (CC), PL) y perfiles metabólicos en plasma (glucosa, betahidroxibutirato (BHB), ácidos grasos no esterificados (AGNE), urea, malondialdehído (MDA)) y se calculó el BE individual (INRA, 2007). Se detectó la ciclicidad al 2º mes pp mediante 3 métodos: 3 medidas de progesterona (P4) plasmática cada 10 d (cíclicas si $P4 > 1$ ng/mL), acelerómetros (MEDRIA®) y 2 ecografías ováricas separadas 7 d, midiendo nº de folículos (F) y tamaño de F y cuerpos lúteos (CL), todo ello antes y después de la fase de subnutrición. Se calculó la sensibilidad y especificidad de la detección de ciclicidad mediante ecografía y acelerómetro con respecto a la medida de P4. Se analizaron los factores que influían en la ciclicidad comparando el estado nutricional de vacas Cíclicas vs. Acíclicas mediante un modelo GLM (programa R). El efecto de la subnutrición durante 4 d se analizó comparando el tamaño de F y CL entre las dos mediciones mediante una prueba T.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La comparación de métodos de detección de la ciclicidad en relación a la concentración de P4 indicó una sensibilidad y especificidad del 100% y 93% por ecografía, y del 88% y 64% con los acelerómetros, debido a la interpretación de falsos negativos por celos silentes (Álvarez-Rodríguez y Sanz, 2009) o de falsos positivos por otras actividades. La ciclicidad al 2º mes pp (55% de las vacas) no se asoció al PV al parto (634 vs. 615 kg Cíclicas y Acíclicas; $P=0,29$) ni 2 meses pp (591 vs. 585 kg; $P=0,73$). Las vacas Cíclicas tuvieron mayor CC al parto (2,91 vs. 2,65; $P<0,001$) y a los 2 meses pp (2,82 vs. 2,66; $P=0,04$), mayor PL (8,4 vs. 7,2 kg/d; $P=0,01$) y un BE negativo (-5,4 vs. 0,5 MJ EN/d; $P=0,007$). También tuvieron más glucosa en plasma (2,3 vs. 1,9 mmol/L; $P=0,002$), BHB (0,23 vs. 0,15 mmol/L; $P=0,001$), urea (5,2 vs. 2,6 mmol/L; $P<0,001$) y MDA (6,4 vs. 3,0 μ M; $P<0,001$), pero menos AGNE (0,11 vs. 0,18 mmol/L; $P=0,02$). La mayoría de estos parámetros indican que, pese a su mayor producción y menor BE, la mejor CC al parto facilitó la ovulación temprana de las vacas Cíclicas (Diskin y Kenny, 2016), mediante una suficiente movilización de reservas. Respecto a la DF, no hubo diferencias antes y después de la subnutrición ni en el diámetro máximo de F (11,7 vs. 11,1 mm; $P=0,29$) o CL (18,6 vs. 15,6 mm; $P=0,09$), ni en el nº de vacas que lo presentaron. La subnutrición durante 4 d no afectó a la DF, lo cual requeriría al menos 2-3 semanas de una restricción de este orden (Mackey *et al.*, 1999; Sanz *et al.*, 2001).

CONCLUSIÓN

La CC al parto fue determinante de la ciclicidad, permitiendo una movilización de reservas suficiente para que las vacas con mayor PL ovularan a expensas de un estado metabólico más comprometido. Una restricción energética aguda durante 4 días fue insuficiente para alterar la dinámica folicular.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez-Rodríguez y Sanz, 2009. Appl Anim Behav Sci 120: 39-48.
- Diskin y Kenny, 2016. Theriogenology 86: 379-387.
- INRA. 2007. Alimentation des bovins ovins et caprins.
- Mackey *et al.*, 1999. Biol. Reprod. 61: 1601-1607.
- Sanz *et al.* 2001. Jornadas AIDA Prod Anim 22: 730-732.

Agradecimientos: GenTORE (H2020, contrato 727213), Gobierno de Aragón (contrato predoctoral).

TASAS DE SINCRONIZACIÓN OVÁRICA Y DE CONCEPCIÓN A PRIMERA INSEMINACIÓN CON LOS PROTOCOLOS 5D-COSYNCH CON Y SIN IMPLANTE INTRAVAGINAL DE PROGESTERONA, EN NOVILLAS FRISONAS

Pallarés¹, P., Fernández-Novo², A., Heras¹, J., Pesantez-Pacheco³, J.L., Heras-Molina⁴, A. y Astiz⁴, S.
¹Dairy professionals, Girona. ²Bovitecnia, Madrid. ³Universidad de Cuenca, Ecuador. ⁴Dpto. Reproducción animal, INIA, Madrid; astiz.susana@inia.es

INTRODUCCIÓN

La gestión de la cría en ganado bovino lechero ha evolucionado en gran medida, existiendo actualmente centros de cría especializados en estas etapas productivas. En este tipo de granjas es vital optimizar la edad al primer parto con el objetivo de reducir costes y maximizar su vida productiva (Ettema *et al.* 2004). Tradicionalmente en novillas imperaba la inseminación artificial a celo visto, aunque su manejo siempre ha sido un hándicap para la visualización de celos (Masello *et al.* 2019). Por ello, se han implementado diferentes protocolos de sincronización ovárica e inseminación a tiempo fijo. Para decidir qué protocolo es el más eficiente en una granja debemos valorar su eficiencia técnica y económica. Uno de los más frecuentemente aplicados es el protocolo Co-synch de 5 días e inseminación a las 72h (5dCO), con y sin implante intravaginal de progesterona (IVP). Sin embargo, no hemos encontrado ningún estudio comparativo de un mismo protocolo con y sin IVP en un mismo rebaño de novillas. Por ello, nuestro objetivo fue comparar la eficiencia de protocolos Co-synch (5dCO) con y sin IVP, en novillas frisonas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó entre 2018-19 en una granja de cría española. Las novillas se asignaron aleatoriamente al grupo 5dCO o 5dCO-IVP, debiendo cumplir requisitos de condición corporal (CC), edad y altura para su inclusión. Asimismo, el índice de temperatura y humedad (THI; $58,0 \pm 9,12$) se midió diariamente. Las novillas se exploraron ecográficamente y se les tomó muestras para análisis de progesterona, para determinar la sincronización ovárica en los días 0, 5, 8 y 15 del protocolo (d0 = día de inicio del protocolo). Para la inseminación (IA; realizada aleatoriamente por dos veterinarios) se empleó semen convencional y sexado. Los diagnósticos de gestación se realizaron a los 28-32, 50 y 100d post IA mediante ecografía y se calcularon la tasa de sincronización (TS), de concepción (TC) y de pérdida de gestación (PG). Los resultados se analizaron con regresión logística (IBM SPSS® Statistics v.25.0).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Incluimos 503 novillas: 261 en el grupo 5dCO y 242 en 5dCO-IVP. Los niveles de progesterona a día 0, la altura, condición corporal, edad a la inseminación y el porcentaje de inseminaciones por técnico no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos ($P > 0,1$). La TS de todas las primeras IAs fue de 61,2 vs. 70,4% para el 5dCO vs. 5dCO-IVP ($P = 0,22$). Analizando en función del THI, se observó una TS de 65,7 vs. 66,7% ($P = 0,9$) con $\text{THI} < 70$ y con $\text{THI} \geq 70$ de 40,0 vs. 85,7% ($P = 0,01$; $\text{OR} = 0,13$, $\text{IC}_{95\%}$: 0,02-0,63). La TC con todas las primeras IAs fue 55,2 vs. 62,4% ($P < 0,001$; $\text{OR} = 0,35$; $\text{IC}_{95\%}$: 0,18-0,70;). En función del THI, la TC fue 56,6 vs. 59,2% ($P = 0,6$) y 49,0 vs. 74,5% ($P = 0,2$) con y sin estrés calórico, para 5dCO y 5dCO-IVP, respectivamente. La PG global fue 5,42% y del 6,6 vs. 5,2% con y sin estrés por calor ($\text{OR} = 1,19$, $\text{CI}_{95\%}$: 1,00-1,41; $P < 0,05$). Independientemente del protocolo de sincronización, la TC fue ligeramente superior en las novillas menos altas ($139,90 \pm 3,13$ vs. $140,71 \pm 3,30$ cm; gestantes vs. no gestantes; $\text{OR} = 0,931$; 95%-CI: 0,875-0,990; $P = 0,002$) y en las más jóvenes ($394,9 \pm 19,10$ vs. $394,5 \pm 33,18$ d; $\text{OR} = 1,009$; 95%-CI: 1,000-1,019; $P = 0,006$). Las gestaciones gemelares aparecieron con más frecuencia en novillas de mayor tamaño ($\text{OR} = 1,281$; 95%-CI: 1,008-1,628; $P = 0,04$).

CONCLUSIÓN

Estos resultados demuestran que debemos elegir los protocolos de sincronización con y sin IVP en novillas lecheras, según el nivel de THI: sin calor ambos protocolos (5dCO con y sin IVP) resultaron igual de eficientes respecto a TS y TC, mientras que con estrés calórico, el protocolo 5dCO con IVP indujo una mayor fertilidad gracias a una mayor tasa de sincronización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ettema, J.F. *et al.* 2004. J. Dairy Sci. 87: 2730-2742.
- Masello, M. *et al.* 2019. J. Dairy Sci. 102: 1671-1681.

Agradecimientos: Estudio financiado por Virbac®.

VALIDACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE ANÁLISIS DE CALIDAD SEMINAL EN RUMIANTES

Toledano-Díaz¹, A., García-Casado², P., O'Brien¹, E., Castaño¹, C. y Santiago-Moreno¹, J.
¹Departamento de Reproducción Animal, INIA, Madrid ²Zoitechlab (Arquimea Group), Madrid.
toledano@inia.es

INTRODUCCIÓN

El equipo SQS2® (ZoitechLab, S.L. – Arquimea Group) es un sistema automático de análisis de calidad seminal desarrollado para la evaluación de muestras de semen porcino. Está compuesto por un contador de espermatozoides basado en microscopía de fluorescencia con una cámara de alta resolución y un sistema de visión computarizado. Se basa en el recuento celular empleando una doble tinción fluorescente (kit SQS TEST®) y determina la viabilidad de la muestra, su concentración, el porcentaje de aglutinación y tres tipos distintos de morfoanomalías (gota citoplasmática proximal, gota citoplasmática distal y cola látigo). Dado las similitudes en la forma y las dimensiones de la cabeza espermática con las distintas especies de rumiantes se plantea la hipótesis de que el equipo podría evaluar las características funcionales con unos mínimos ajustes. Las áreas de la cabeza del espermatozoide de verraco, macho cabrío, morueco y toro son 32,4-33,3 μm^2 (Quintero-Moreno *et al.*, 2007), 28,2 μm^2 , 35,5 μm^2 (Flores-Gil *et al.*, 2019), 32,4 \pm 2,1 μm^2 (Valverde *et al.*, 2016), respectivamente. El objetivo de este trabajo fue valorar la efectividad del equipo SQS2® para evaluar la calidad de muestras espermáticas de machos cabríos, moruecos y toros.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron muestras seminales en fresco, obtenidas mediante vagina artificial, de 9 moruecos de raza Merina y 7 machos cabríos de raza Murciano-Granadina mantenidos en la granja experimental del Departamento de Reproducción Animal del INIA (Madrid). Por otro lado, se utilizaron dosis comerciales de toro congeladas de la raza Asturiana de los Valles. Se compararon las variables de concentración y viabilidad medidas con el equipo SQS2® con las obtenidas por los métodos rutinarios de nuestro laboratorio: la concentración se analizó mediante fotómetro SDM 1 (Minitube) y la viabilidad mediante microscopía de fluorescencia con yoduro de propidio (PI) (Soler *et al.*, 2005). Se evaluaron diez muestras diferentes de cada especie (10 réplicas de cada una) y se compararon ambos métodos mediante un análisis estadístico (*paired t-test*, $p < 0,05$) utilizando el programa STATISTICA®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tinción de los espermatozoides de machos cabríos, moruecos y toros con el kit SQS TEST® fue adecuada, el equipo detectó las células y fue capaz de registrar y tomar fotografías enfocadas y de buena calidad. Los valores promedio globales (media \pm error estándar) de la concentración obtenidos mediante ambos métodos para machos cabríos fueron de 35,1 \pm 9,2 millones/mL (SQS2®) y 40,3 \pm 9,0 millones/mL (fotómetro). En moruecos, se obtuvieron valores de 42 \pm 5,3 millones/mL (SQS2®) y 45,7 \pm 5,7 millones/mL (fotómetro) y, en toros, 44,2 \pm 15,1 (SQS2®) y 43,6 \pm 14,8 (fotómetro). Por otro lado, los valores promedio globales del porcentaje de la viabilidad obtenidos para las muestras de las machos cabríos fueron 57,3 \pm 6,3 (SQS2®) y 61,7 \pm 6,8 (PI). En moruecos, los porcentajes de viabilidad fueron de 53,1 \pm 6,5 (SQS2®) y 56,2 \pm 6,8 (PI) y, en toros, 62,1 \pm 1,4 (SQS2®) y 61,1 \pm 1,9 (PI). No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las medias globales de la concentración ni de la viabilidad obtenidas mediante ambos métodos, para ninguna de las tres especies analizadas.

CONCLUSIÓN

El equipo SQS2® es efectivo para analizar la viabilidad y concentración de muestras de rumiantes. Además de obtener fotografías de buena calidad, el análisis es menos laborioso y más rápido, en comparación con las técnicas de rutina utilizadas en el laboratorio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Flores-Gil *et al.*, 2020. Domest. Anim. Endocrinol. 72: 106425. • Quintero-Moreno *et al.*, 2009. Rev. Cient. (Maracaibo) 19: 153-158. • Soler *et al.*, 2005. Theriogenology 64: 1503–1517. • Valverde *et al.* 2016. Asian J. Androl. 18: 851-7.

Agradecimientos: Esta investigación fue financiada por el proyecto Zoitechlab - INIA CON18-141.

INFLUENCIA DEL USO DE ANTIOXIDANTES ENZIMÁTICOS Y NO ENZIMÁTICOS EN LA REFRIGERACIÓN DE SEMEN DE PERDIZ ROJA (*A. RUFA*)

Toledano-Díaz¹, A., Bernal², B., Castaño¹, C., Torres², O., Velázquez¹, R., Santiago-Moreno¹, J., Esteso¹, M.C. y Gil², M.G.

¹Dpto. Rep. Animal, INIA, 28040 Madrid; ²Dpto. Mejora Genética Animal, INIA, 28040 Madrid; toledano@inia.es

INTRODUCCIÓN

Uno de los factores que determinará el éxito de la inseminación artificial, como herramienta para difundir comportamientos que favorezcan la actividad cinética y la conservación de la perdiz roja, es la preservación del semen por refrigeración o congelación. Durante los procesos de almacenamiento espermático se produce un incremento de los radicales libres como las especies reactivas de oxígeno (ROS). El uso de aditivos con actividad antioxidante previene este estrés oxidativo (O'Flaherty *et al.*, 1997), pero en elevadas concentraciones pueden ser tóxicos o interferir en la capacidad fecundante de los espermatozoides (Aitken *et al.*, 1995). El objetivo del presente trabajo era evaluar los efectos en la calidad espermática de dos antioxidantes enzimáticos y dos no enzimáticos utilizados como aditivos en el diluyente de refrigeración de semen de perdiz.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante 8 semanas y en época reproductiva (mayo-junio), se recogió semen mediante la técnica de masaje dorso-ventral a 40 perdices, una vez por semana. Cada muestra seminal se diluyó 1:1 (v:v) con el diluyente de refrigeración Lake-Ravie84 suplementado con un antioxidante. Se seleccionaron dos antioxidantes no enzimáticos (Vitamina C y Butilhidroxitolueno (BHT)) y dos enzimáticos (Catalasa y Superóxido Dismutasa (SOD)) que se añadieron a 4 concentraciones diferentes: Catalasa y SOD a 0UI/ml, 100 UI/mL, 200 UI/mL y 300 UI/mL; Vitamina C y BHT a 0,0mM, 0,2 mM, 0,4 mM y 0,8 mM. Para cada concentración de cada antioxidante se recogieron 10 muestras seminales. Se valoró la calidad seminal en fresco y tras 6 horas de refrigeración a 5°C. Los parámetros de calidad evaluados fueron: viabilidad (IP/SYBR14; Bernal *et al.*, 2020) y motilidad (SCA. Santiago-Moreno *et al.*, 2015). Para el análisis estadístico (ANOVA Factorial, $p < 0,05$) se utilizó el programa STATISTICA®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No hubo una influencia de la interacción del tiempo de refrigeración, tipo de antioxidante y concentración sobre ninguna de las variables espermáticas. Sí se apreciaron ciertos efectos de algunos antioxidantes en función de su concentración. Así, se observó que la vitamina C disminuyó la viabilidad espermática y varias variables de motilidad seminal a cualquier concentración respecto al control. La adición de BHT no mostró diferencias significativas con ninguna de las concentraciones respecto al control. En el caso de los antioxidantes enzimáticos, la adición de 200UI/ml de catalasa mejoró la velocidad rectilínea ($40.4 \pm 4.6 \mu/s$) y la ratio de progresión lineal ($52.8 \pm 3.1\%$) respecto al control ($29.9 \pm 4.6 \mu/s$; $45.4 \pm 3.0\%$). Igualmente, al añadir SOD a una concentración de 100UI/ml se apreció un incremento significativo de la motilidad no progresiva respecto al grupo control ($19.3 \pm 1.7\%$ vs $24.5 \pm 1.2\%$ para 0UI/ml y 100UI/ml respectivamente) y una tendencia en la mejora de la motilidad progresiva total ($p = 0.07$; $33.2 \pm 3\%$ vs $42.7 \pm 3.3\%$).

CONCLUSIÓN

La adición de antioxidantes no enzimáticos (Vitamina C y BHT) en el diluyente de refrigeración no parece mejorar los parámetros de calidad espermática al menos durante las 6 primeras horas de refrigeración. Por el contrario, el uso de antioxidantes enzimáticos (Catalasa y SOD) sí presenta efectos positivos. Esta tendencia en la mejora de la calidad de movimiento hace necesario seguir investigando incluyendo pruebas de fertilidad y mayores tiempos de incubación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aitken *et al.*, J. Cell. Sci. 1995, 108: 2017-2025
- O'Flaherty *et al.*, Andrologia 1997, 29: 269-275
- Santiago-Moreno *et al.*, 2015 Poult. Sci. 94:1645-1649
- Bernal *et al.*, 2020 Poult. Sci. 99: 7133-7141

Agradecimientos: Esta investigación fue financiada por el proyecto: RTA2017-00034-00-00.

EFFECTO DE LA TEMPERATURA DE TRANSPORTE, TIEMPO TRANSCURRIDO HASTA LA EVALUACIÓN Y DILUYENTE EMPLEADO EN LOS PARÁMETROS SEMINALES CLÁSICOS DE EYACULADOS DE TORO OBTENIDOS EN CONDICIONES DE CAMPO. RESULTADOS PRELIMINARES

Fernandez-Novo¹, A., Santos-López^{1,2}, S., Barraón-Masa³, C., Mozas³, P., Fernández-Vega⁴, A., de Mercado⁴, E., Cáceres², E., Gómez², M., Garrafa-Barrios², A., González-Martín², J.V., Oliet³, A., Astiz⁴, S. y Pérez-Garnelo⁴, S.S.

¹Bovitecnia, Madrid. ²UCM, Madrid. ³CENSYRA., Colmenar Viejo, Madrid. ⁴Dpto. Reproducción animal, INIA, Madrid; aitorfn@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La evaluación de la aptitud reproductiva de sementales bovinos es un proceso cuya metodología está estandarizada en muchos países (Hopkins *et al.* 1997; Fordyce *et al.* 2006; García-Paloma *et al.* 2017). Tiene por objetivo detectar los toros subfértiles e infértiles para no introducirlos como reproductores. De hecho, en España se ha identificado como uno de los principales problemas clínicos y económicos de los rebaños (Donate *et al.* 2001). En nuestro país es infrecuente que los veterinarios que extraen el semen efectúen *in situ* la evaluación seminal, sino que lo remiten a laboratorios de referencia. Sin embargo, desconocemos si esta valoración del semen según el tiempo transcurrido y las condiciones de transporte hasta llegar al laboratorio realmente refleja la calidad seminal de dicho toro. Por ello, en este estudio, hemos analizado los efectos que tienen tres factores (temperatura de transporte y tiempo hasta la evaluación, simulando las condiciones observadas en campo, y tipo de diluyente empleado) sobre los parámetros clásicos: viabilidad (VE) y morfología espermática (ME).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se obtuvieron 10 eyaculados de 10 toros diferentes (6 razas distintas) mediante electroeyaculación. Los eyaculados se dividieron en seis alícuotas: dos por cada diluyente (AndroMed® (AM), Bioxcell® (BX) and INRA®). Una alícuota se mantuvo a 5°C y la otra a temperatura ambiente (TA; 22-25°C) hasta su análisis. Las valoraciones de VE y ME se realizaron a las 2, 4 y 24h post-eyaculación con tinción de eosina-nigrosina mediante recuento de 100 espermatozoides por portaobjetos, en un total de 4 portaobjetos/muestra. El procesamiento estadístico se llevó a cabo mediante un análisis de varianza de tres vías (Sigma Plot 12®).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ninguno de los tres factores (temperatura, tiempo y diluyente) tuvieron efectos estadísticamente significativos sobre VE, pero sí hubo una interacción estadísticamente significativa entre temperatura y diluyente ($P=0,005$). Los valores de VE de las muestras conservadas a TA fueron similares independientemente del diluyente, pero a 5°C sí hubo diferencias entre AM (63,7±2,52%) y BX (63,9±2,52%) comparados con INRA (52,5±2,52%; $P<0,05$). Cuando el análisis se realizó a las 2 y 4h, los valores de VE a ambas temperaturas no se diferenciaron estadísticamente ($P>0,05$). Sin embargo, en la VE a las 24h sí observamos diferencias del 10% cuando se empleó BX (63,2±4,38 a 5°C vs. 53,6±4,38 a TA). Estas diferencias fueron más acusadas cuando se empleó INRA (49,2±4,38 a 5°C vs. 63,7±4,38% a TA). No obstante, no hubo diferencias en VE a las 24h entre temperaturas cuando se empleó AM (61,6±4,38 a 5°C vs. 63,9±4,38% a TA). Finalmente, la ME no presentó variaciones estadísticamente significativas en función del tiempo, temperatura o diluyente ($P>0,2$).

CONCLUSIÓN

Estos resultados han demostrado que, para la viabilidad espermática, sí puede ser influyente el tipo de diluyente empleado en función de la temperatura de transporte desde el campo al laboratorio. De hecho, para evaluaciones seminales realizadas a las 24h post-eyaculación se recomienda el uso de AndroMed independientemente de la temperatura de transporte. Si se dispone de método de refrigeración se puede emplear AndroMed o BioXcell indistintamente. Sin embargo, se recomienda no emplear INRA en evaluaciones seminales 24h post-eyaculación. Por otro lado, los resultados de morfología espermática no se han visto alterados por ninguna de las condiciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Donate, J. 2001. Producción animal. 167: 4-34.
- Fordyce, G. *et al.* 2006. Theriogenology. 66(5): 1140-8.
- García-Paloma, J.A. *et al.* 2017. Boletín ANEMBE. 115: 17-36.
- Hopkins, F.M. *et al.* 1997. Vet. Clin. North Am. Food. Anim. Pract. 13: 283-93.

EFFECTO DEL DILUYENTE, CONDICIONES DE CONSERVACIÓN DE LOS EYACULADOS Y METODOLOGÍA DE ANÁLISIS EMPLEADA, SOBRE LA CINÉTICA ESPERMÁTICA DETERMINADA MEDIANTE CASA, EN TOROS PURA RAZA WAGYU

Pérez-Garnelo¹, S.S., Vázquez-Mosquera², J.M., Garrafa-Barrios², A., Fernández-Vega¹, A., Fernández-Novo³, A., de Mercado¹, E., Cáceres², E., Heras-Molina¹, A., Pesantez-Pacheco⁴, J.L., Villagrà⁵, A., Gardón⁶, J.C., Sebastian⁷, F. y Astiz¹, S.

¹INIA, Madrid. ²UCM, Madrid. ³Bovitecnia, Madrid. ⁴UC, Ecuador. ⁵IVIA, Valencia. ⁶UCV, Valencia. ⁷Cowvets SL, Valencia; sgarnelo@inia.es

INTRODUCCIÓN

La raza japonesa Wagyu se cría de manera casi exclusiva en Japón, Australia y EE.UU. y de manera esporádica se exportan embriones y genética a diferentes partes del mundo. De este modo, la tasa de consanguinidad en rebaños de Wagyu, fuera de Japón, es elevada y por ello, los estudios sobre calidad espermática y conservación seminal en esta raza son fundamentales (Kanno *et al.* 2017). En esta línea, el diluyente, tiempo y temperatura de conservación de las muestras seminales hasta el análisis y metodología analítica utilizada, afectan a los resultados obtenidos en la cinética espermática determinada mediante CASA en eyaculados bovinos (García-Paloma *et al.*, 2016; Bompert *et al.*, 2019). El objetivo de este estudio fue comparar diferentes dispositivos (portaobjetos; cámaras Makler® e ISAS®D4C20), diluyentes (AndroMed®; BioXcell®), tiempo hasta el análisis (0h; 4h) y condiciones de mantenimiento (5°C; temperatura ambiente con AndroMed®) sobre los parámetros CASA de un mismo eyaculado de toros de esta raza tan escasa en España.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los eyaculados de cuatro toros Wagyu se obtuvieron mediante electroeyaculación en cuatro sesiones. Se realizaron las diluciones y se mantuvieron durante 4h a 5°C (-0.2°C/ min en 2h). Una alícuota adicional de AndroMed se mantuvo a temperatura ambiente (22-25°C). Los análisis CASA de cinética espermática de cada una de las muestras, se realizaron empleando porta y cubre (7µl), cámara Makler o cámara ISAS y se efectuaron a las 0 y 4h post-eyaculación con el software ISAS® (PROISER). El procesamiento estadístico de datos se efectuó mediante análisis de varianza de cuatro vías (SPSS®), incluyendo el efecto del toro, diluyente, temperatura de conservación y momento de análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La motilidad total media fue de 83,2±17,8%, siendo la progresiva 37,2±14,6% y las velocidades curvilínea (VCL), lineal (VSL) y media (VAP): 127,13±35,6, 45,06±12,46 y 67,16±17,15 µm/s, respectivamente. El estudio evidenció diferencias estadísticamente significativas entre sementales ($P<0,0001$) para todas las variables CASA. A su vez, la evaluación inmediata (0h) proporcionó valores significativamente mejores, respecto a las 4h y además, la variación cualitativa entre toros, en función del momento de análisis, fue estadísticamente significativa. El efecto del diluyente fue menos acusado aunque en general, el BioXcell proporcionó mejores resultados, alcanzando las diferencias significación estadística en alguno de los parámetros (LIN, STR, WOB, ALH y BCF). Por último, existieron diferencias significativas en todos los parámetros CASA evaluados según el dispositivo empleado para la grabación de imágenes de cinética espermática, obteniendo mejores resultados de motilidad total y velocidades (VCL, VSL y VAP) con la cámara Makler, mientras que el empleo de porta y cubre proporcionó valores mayores en los parámetros relacionados con la progresividad (motilidad progresiva, %LIN y %STR), obteniendo con la cámara ISAS valores intermedios.

CONCLUSIÓN

Todos los factores estudiados tuvieron efecto sobre los parámetros cinéticos determinados mediante CASA. Estos resultados resaltan la necesidad de estandarizar y describir adecuadamente las condiciones de dilución y conservación de las muestras hasta la evaluación mediante CASA, así como el dispositivo empleado en las determinaciones, también en toros Wagyu.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bompert, D. *et al.*, 2019. Anim. Reprod. Sci. 209: 106169.
- García-Paloma, J.A. *et al.* 2017. Boletín ANEMBE. 115: 17-36.
- Kanno, C. *et al.* 2017. J. Vet. Med. Sci. 79: 1359-1365.

Agradecimientos: Estudio financiado por CDTI-IDI-20180254.

EFFECTO DE LA TEMPERATURA DE TRANSPORTE, TIEMPO TRANSCURRIDO HASTA LA EVALUACIÓN Y DILUYENTE EMPLEADO EN LA MICROBIOLOGÍA DE EYACULADOS DE TORO OBTENIDOS EN CONDICIONES DE CAMPO.

RESULTADOS PRELIMINARES

Fernandez-Novoa¹, A., Santos-López^{1,2}, S., Barrajón-Masa³, C., Mozas³, P., Fernández-Vega⁴, A., de Mercado⁴, E., Cáceres², E., Gómez², M., Garrafa-Barrios², A., González-Martín², J.V., Oliet³, A., Astiz⁴, S. y Pérez-Garnelo⁴, S.S.

¹Bovitecnia, Madrid. ²UCM, Madrid. ³CENSYRA., Colmenar Viejo, Madrid. ⁴Dpto. Reproducción animal, INIA, Madrid; aitorfn@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La evaluación de la aptitud reproductiva de sementales bovinos es un proceso cuya metodología está estandarizada en muchos países (Hopkins *et al.* 1997; Fordyce *et al.* 2006; García-Paloma *et al.* 2017). Tiene por objetivo detectar los toros subfértiles e infértiles para no introducirlos como reproductores. De hecho, en España se ha identificado como uno de los principales problemas clínicos y económicos de los rebaños (Donate *et al.* 2001). En nuestro país es infrecuente que los veterinarios que extraen el semen efectúen *in situ* la evaluación seminal, sino que lo remiten a laboratorios de referencia. Sin embargo, desconocemos si la valoración del semen en función del tiempo transcurrido y condiciones hasta llegar al laboratorio realmente refleja la calidad seminal de dicho toro. En este estudio, hemos analizado la carga microbiológica de eyaculados bovinos mediante el recuento de unidades formadoras de colonias (UFC) con dos diluyentes, en tres intervalos de tiempo y dos temperaturas, simulando las prácticas de campo. Dichos análisis forman parte de un proyecto global en el que se relacionan los valores de UFC con diferentes parámetros seminales clásicos y cinéticos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se obtuvieron 25 eyaculados de 25 toros diferentes (6 razas distintas) mediante electroeyaculación. Los eyaculados se dividieron en cuatro alícuotas: dos por cada diluyente [AndroMed® (AM) y Bioxcell® (BX)]. Una alícuota se mantuvo a 5°C y la otra a temperatura ambiente (TA; 22-25°C) hasta su análisis. Las muestras se ultracongelaron a las 2, 4h y 24h para su posterior análisis en un laboratorio de referencia (Labocor Analítica SL, Madrid). Las muestras se incubaron a 37°C durante 72h en placas Petri con medio de crecimiento de tipo agar. El conteo de UFC se realizó mediante un recuento en cámara. Los valores de UFC/ml se calcularon multiplicando el valor obtenido en el conteo por la dilución y por 20. El procesamiento estadístico se llevó a cabo mediante un análisis de varianza multifactorial y un modelo lineal generalizado (STATGRAPHICS Centurion XVIII®) incluyendo en el modelo el efecto del toro/recolección, diluyente, momento de análisis y temperatura, así como sus interacciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El factor diluyente contribuyó con un 78,78% a la variación de UFC, induciendo el AM 2,56 veces menor crecimiento que el BX, siendo el efecto del toro responsable del 21,22% restante. El efecto del toro, del diluyente y las interacciones 'toro x momento de evaluación' y 'toro x diluyente', fueron estadísticamente significativos ($P < 0,0001$; $P = 0,0183$; $P = 0,0136$ y $P < 0,0001$, respectivamente). La media general fue 68.456 ± 62.595 UFC. Las muestras conservadas a 5°C presentaron recuentos de 75.758 ± 17.808 UFC, mientras que las TA 61.153 ± 18.069 UFC. En función del tiempo, la carga bacteriana fue: 80.257 ± 21.683 UFC a las 0h, 58.748 ± 21.683 UFC a las 4h y 66.362 ± 22.520 UFC a las 24h ($P > 0,05$) y según el diluyente empleado, 38.423 ± 3.019 UFC con AM y 98.489 ± 17.832 UFC con BX ($P = 0,0178$).

CONCLUSIÓN

Nuestro estudio ha ratificado que el factor toro/recolección y el diluyente empleado influyen de manera significativa en la calidad microbiológica del eyaculado en semen de toro. Además, el efecto del diluyente y del tiempo dependen del semental, no afectando a todos los animales por igual. Futuros estudios sobre la relación de la carga microbiológica y los parámetros seminales podrán revelar posibles interferencias sobre la calidad seminal de los eyaculados obtenidos en el campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Donate, J. 2001. Producción animal. 167: 4-34.
- Fordyce, G. *et al.* 2006. Theriogenology. 66(5): 1140-8.
- García-Paloma, J.A. *et al.* 2017. Boletín ANEMBE. 115: 17-36.
- Hopkins, F.M. *et al.* 1997. Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 13: 283-93.

RESPUESTA OVÁRICA AL 5D COSYNCH vs. 5D COSYNCH RETRASANDO 24h LA RETIRADA DEL PRID-DELTA® EN NOVILLAS DE LECHE

Fernandez-Novo¹, A., Santos-Lopez^{1,2}, S., Pesantez-Pachecho³, J.L., Heras-Molina⁴, A., Jimenez⁵, A., Perez-Solana⁴, M.L., González-Martín⁶, J.V. y Astiz⁴, S.

¹Bovitecnia, Madrid. ²Dpto. Producción Animal, UCM, Madrid. ³Fac. CC. Agropecuarias, Univ. Cuenca, Ecuador. ⁴Dpto. Reproducción Animal, INIA, Madrid. ⁵CEVA Sante Animale, España. ⁶Dpto. Medicina y Cirugía Animal, UCM, Madrid; aitorfn@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Hay diferentes estrategias reproductivas para novillas, todas ellas con el objetivo de maximizar la tasa de concepción tras la inseminación artificial (IA). Estas estrategias pueden orientarse a IA tras celo visto, IA tras sincronización de celos o bien tras sincronización de la ovulación o IA a tiempo fijo (IATF). Protocolos muy frecuentes en novillas son el 5d Cosynch 72h (Bridges *et al.* 2008) y 56h (Kasimanickam *et al.* 2017) con implante intravaginal de progesterona (PRID-delta®; 5dCO72 y 5dCO56, respectivamente). La relevancia de las horas de administración de cada hormona es ya conocida. Sin embargo, en muchos casos, disponer de más flexibilidad, facilita el manejo y eleva la capacidad de implementación por parte de los ganaderos. Por ello, el objetivo de este estudio fue comparar la dinámica ovárica y tasa de sincronización tras aplicar el protocolo 5dCO56 vs. 5dCO72 vs. retrasando la retirada del PRID 24h (6dCO) para poder tener más flexibilidad en la implementación de protocolos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en primavera de 2017 en una granja de alta producción lechera, localizada en Toledo. Un total de 46 (n=46) novillas Holstein se incluyeron en el estudio bajo los siguientes criterios de inclusión: salud, condición corporal ≥ 2 (escala 1-5), sin previa IA, presencia de cuerpo lúteo (CL) y nivel de progesterona (P4) $> 1\text{ng/ml}$ en una o las dos muestras tomadas a días -7 y 0 del estudio (considerando d0 como el día de inicio del protocolo). Las novillas se agruparon aleatoriamente en los tres grupos experimentales: 5dCO56, 5dCO72 y 6dCO. Los tratamientos fueron: **5dCo56** [(n=10); día0: 100µg GnRH IM (Cystoreline®) +1,55g dispositivo intravaginal de progesterona (PRID-delta®); d5: 25mg dinoprost IM (Enzaprost®), 500 U.I. eCG (Syncrostim®) y retirada PRID; d6: 25mg dinoprost IM; d7,5: IA+100µg GnRH IM]; tratamiento **5dCO72** (n=17), igual que 5dCO56 pero IA+100µg GnRH IM a d8 en lugar de d7,5 y tratamiento **6dCO** (n=19): igual que 5dCO72 pero la retirada del PRID en d6. Se realizó seguimiento de la dinámica ovárica en los días -7, 0, 5, 7,5 y 15 y determinación de P4 (ELISA; Demeditec Diagnostics GmbH, Kiel-Wellsee, Germany) en suero los días -7, 0, 5 y 7,5. Se determinó la tasa total de sincronización (TTS) según imagen ecográfica ovárica y nivel de P4, considerando las novillas bien sincronizadas si a d5 había CL y P4 $>1\text{ ng/ml}$, a d8 ausencia de CL y P4 $<1\text{ ng/ml}$ y a d15 de CL y P4 $>1\text{ ng/ml}$. Se realizó modelo de regresión logística y t-test (IBM SPSS® Statistics v.25.0).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Edad, CC, estrés y P4 a d0 no difirieron significativamente entre grupos y no afectaron al porcentaje de TTS. La edad al d0 fue 13,5±0,90 meses en las novillas adecuadamente sincronizadas, no diferenciándose estadísticamente de aquellas que no estaban completamente sincronizadas, independientemente del protocolo hormonal (13,7±0,66; P=0,699). Igualmente, el tamaño del folículo dominante a d7,5 fue de 12,8±2,29mm en novillas bien sincronizadas, frente a 12,8±1,16mm en novillas no TTS (P=0,968). La P4 a d7,5 del protocolo resultó influyente para lograr la sincronización total, de manera que por cada ng/ml de progesterona adicional en el día 7,5 la probabilidad de estar correctamente sincronizadas al final de cada protocolo se reducía marcadamente (OR=0,02; 95% CI: 0,001-0,416; P=0,012). El porcentaje de novillas TTS fue de 80, 88,2 y 89,5% para 5dCO56, 5dCO72 y 6dCO, respectivamente (P=0,521).

CONCLUSIÓN

Altos niveles de P4 en el día 7,5 (previos a la IA) denotan falta de sincronización ovárica. No se demostraron diferencias estadísticamente significativas entre los tres protocolos, por lo tanto la nueva modificación (6dCO) puede ser implementada en granja.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bridges, G.A. *et al.* 2008. *Theriog.* 69 :843–51. • Kasimanickam, R. *et al.* 2017. *Theriog.* 77: 1624–31.

Agradecimientos: CEVA Sante Animale por su colaboración y financiación.

MEDIDAS ULTRASONOGRÁFICAS PARA ESTIMAR LA EDAD DE GESTACIÓN EN EL BURRO CATALÁN

Yáñez-Ortiz, I., Catalán, J., Dordas-Perpinyà, M. y Miró, J.

Servei de Reproducció Equina, Departament de Medicina i Cirurgia Animals, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, España; ivan.yanez22@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El interés por el burro se ha incrementado de forma sustancial en los últimos 25 años. Por un lado, para salvaguardar razas en peligro de extinción, como el burro Catalán y la mayor parte de razas europeas (Miró *et al.*, 2005). Por otro lado, para nuevos usos como la producción de leche como nutracéutico o para producir cosméticos, la producción de piel para la extracción de una gelatina (Ejiao) altamente valorada en la medicina tradicional China, la asinoterapia, la Silvicultura, el turismo rural o la gestión de bosques (Camillo *et al.*, 2018). Como consecuencia, el interés científico y las publicaciones, en especial en el mundo de la reproducción, han aumentado de forma paralela (Papas *et al.*, 2020). Bucca *et al.* (2005) realizaron el primer trabajo sobre morfometría fetal en caballos de deporte, estableciendo que el diámetro de la órbita del ojo es uno de los parámetros más fiables y fácil de valorar para el seguimiento del desarrollo fetal. En burros existe un solo trabajo, en la raza Amiata, raza de pequeño formato, que demostró que las mismas medidas practicadas en los caballos eran útiles para esta especie (Crisci *et al.*, 2014). Así mismo, el grosor de la placenta es un parámetro frecuentemente evaluado en los caballos, siendo un buen indicador del intercambio materno-fetal y del riesgo de aborto (Bucca *et al.*, 2005). Este grosor se incrementa también a lo largo de la gestación, existiendo variaciones importantes entre caballo y burro, y entre distintas razas (Carluccio *et al.*, 2016). El objetivo de este estudio fue utilizar las medidas del diámetro del ojo fetal (DOF) y del grosor de la placenta (GP) obtenidas por ultrasonografía transrectal para estimar la edad de gestación (EG) en el burro Catalán.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se usaron datos de 15 gestaciones de 5 burras Catalanas de 3-17 años de edad entre 2012-2020. El DOF (área desde la córnea hasta la retina; mm) y el GP (distancia entre la arteria uterina y el líquido alantoideo cranealmente al cérvix; mm) fueron tomadas por ultrasonografía transrectal (MyLab® Gamma, Esaote, Italia, modo lineal, 5 MHz) a partir del día 50 después de la inseminación artificial. En total se utilizaron 70 medidas del DOF y 79 medidas del GP. La EG se calculó como la diferencia (en días) entre la fecha de cada diagnóstico ultrasonográfico y la fecha de la inseminación/ovulación. El análisis estadístico se realizó mediante una regresión lineal simple con ayuda del software R (V 4.0.3, R Core Team, Austria). Las diferencias fueron significativas cuando $P < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El DOF y el GP aumentaron progresivamente a medida que avanzó la EG. El análisis de regresión mostró una asociación significativa ($P < 0,001$) entre la EG, tanto con el DOF ($EG = 10,87 \times DOF - 25,23$; $R^2 = 90,53\%$) como con el GP ($EG = 45,47 \times GP + 27,89$; $R^2 = 28,09\%$). Los coeficientes indican que por cada milímetro adicional en el DOF o en el GP se espera que la EG se incremente en promedio 10,87 y 45,47 días, respectivamente. Anteriormente, Crisci *et al.* (2014) demostraron en burras Amiata una relación entre el DOF y la EG ($R^2 = 85,4\%$; $P < 0,001$), donde la EG aumenta en promedio 8,37 días por cada milímetro adicional en el DOF, considerando que esta raza es de menor tamaño que la Catalana. De igual modo, Carluccio *et al.* (2016) encontraron incrementos significativos ($P < 0,001$) en el GP entre 6-12 meses de gestación en burras Martina Franca. No obstante, la obtención de esta medida puede tener una variación considerable debido a la edad de los animales y al número de gestaciones.

CONCLUSIÓN

El diámetro del ojo fetal (DOF) y el grosor de la placenta (GP) obtenidos por ultrasonografía transrectal son parámetros prácticos y apropiados para estimar la edad de gestación (EG) en el burro Catalán.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bucca, S., *et al.* 2005. *Theriogenology*. 64: 542–557.
- Camillo, F., *et al.* 2018. *J. Equine Vet. Sci.* 65: 44–49.
- Carluccio, A., *et al.* 2016. *Theriogenology*. 86: 2296–2301.
- Crisci, A., *et al.* 2014. *Theriogenology*. 81: 275–283.
- Miró, J., *et al.* 2005. *Theriogenology*. 63: 1706–1716.
- Papas, M., *et al.* 2020. *Animals*. 10: 2128.

Agradecimientos: Beca pre-doctoral CZ02-000507-2019, SENESCYT, Ecuador.

LAS CITOQUINAS IFG-1, LIF Y FGF-2 NO MEJORAN LA CALIDAD DE LOS EMBRIONES PORCINOS PRODUCIDOS *IN VITRO*

Piñeiro-Silva^{1,2}, C., Navarro-Serna^{1,2}, S., Gadea^{1,2}, J., Romar^{1,2}, R.
¹Dept. Fisiología. Universidad de Murcia. ²IMIB-Arrixaca; rromar@um.es

INTRODUCCIÓN

Las técnicas de reproducción asistida en la especie porcina han permitido la producción de cerdos con fines tanto productivos como biomédicos. Las condiciones de maduración *in vitro* (MIV) y desarrollo embrionario son factores que juegan un papel clave en la eficacia de estas técnicas. Para mejorar la calidad embrionaria, recientemente se han empleado diversas citoquinas, denominadas embriokinas por su papel en la regulación del desarrollo embrionario (Tríbulo *et al.*, 2017), como *fibroblast growth factor 2* (FGF2), *leukemia inhibitory factor* (LIF) e *insulin-like growth factor 1* (IGF1) (Yuan *et al.*, 2017). Estos factores, añadidos como suplemento al medio de MIV mejoran la calidad embrionaria (Yuan *et al.*, 2017) aunque se desconoce si este efecto es mayor si además se añaden durante el cultivo embrionario. Por ello, el objetivo de este trabajo fue analizar si la adición de estas embriokinas durante la maduración y cultivo embrionario *in vitro* mejora la tasa y calidad de los blastocistos obtenidos tras un proceso de fecundación *in vitro* (FIV).

MATERIAL Y MÉTODOS

Los complejos cúmulus-ovocito (COCs) fueron obtenidos de ovarios de cerdas prepúberes y madurados *in vitro* 42h en medio NCSU-37 suplementado o no con FGF2, LIF e IGF1 (40, 20 y 20 ng/ml; grupos FLI vs. Control). Tras la MIV, los COCs fueron parcialmente desnudados e inseminados en medio TALP (Cánovas *et al.*, 2017). Una pajueta de semen congelado de un verraco con fertilidad testada se descongeló durante 30 s a 38°C y los espermatozoides se seleccionaron mediante swim-up (NaturARTs-PIG sperm swim-up, EmbryoCloud, Murcia, España). Los presuntos cigotos se cultivaron en medio NCSU23 suplementado o no con FGF2, LIF e IGF1 (mismas concentraciones que en MIV) (Cánovas *et al.*, 2017). El día 2 post-inseminación (pi) se evaluó la tasa de primera división embrionaria (%Div) y a día 6 pi la tasa de formación de blastocistos (%Blast) que fueron fijados y teñidos con Hoechst para realizar recuento celular. 272 cigotos fueron evaluados en dos réplicas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tasas de desarrollo embrionario (%Div, %Blast) y su calidad, evaluada como número de células por blastocisto, fue similar para los grupos FLI y control (n=162 y 110; 51,23% vs. 44,55%; 26,54% vs. 20,91% y 52.36±3.03 vs. 58.83±10.67 células/blastocisto, respectivamente). Estos resultados no coinciden con los reportados en la especie porcina (Yuan *et al.* 2017) pero si en la bovina (Stoecklein *et al.*, 2021). Esta discrepancia puede estar basada en los distintos medios de MIV empleados (TCM-199 en el estudio de Yuan *et al.*; NCSU-37 con 10% fluido folicular porcino en nuestro estudio) y la baja tasa de maduración nuclear (~60%) reportada por Yuan *et al.* (2017) que en nuestro caso se sitúa por encima del 90% y dificulta detectar mejorías en el sistema de maduración. Además, el fluido folicular porcino contiene FGF2 (Schams *et al.*, 2009), LIF (Arici *et al.*, 1997) e IGF1 (Howard *et al.*, 1992). Por otro lado, sí hemos observado de forma subjetiva un aumento en la expansión de las células del cúmulus y del espacio perivitelino de los ovocitos madurados con FLI respecto al grupo control, como describen Yuan *et al.*, (2017). Aunque no se hayan encontrado diferencias en las tasas de desarrollo embrionario, deben explorarse en el futuro otros parámetros de calidad embrionaria como la criotolerancia, expresión de genes en el embrión o el rendimiento de la transferencia embrionaria.

CONCLUSIÓN

En nuestras condiciones experimentales, la adición de las citoquinas IFG-1, LIF y FGF-2 no mejoran la calidad de los embriones porcinos producidos *in vitro*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arici, A., *et al.* 1997. Hum. Reprod. 12: 1233-1239.
- Cánovas, S., *et al.* 2017. ELife. 6: e23670
- Howard, H., *et al.* 1992. Biol. Reprod. 47:193-201.
- Schams, D., *et al.* 2009. Reproduction. 138: 141-149.
- Stoecklein, K.S., *et al.* 2021. PLoS One.16(2):e0243727.
- Tríbulo, P., *et al.* 2017. J. Dairy Sci. 101: 690-704.
- Yuan, Y., *et al.* 2017. Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 114: E5796-E5804

Agradecimientos: Proyectos MINECO AGL2015- 66341-R y Fundación Seneca Región de Murcia 20040/GERM/16 y 21105/PDC/19

PERFIL BIOQUÍMICO Y REPRODUCTIVO DE CONEJAS SOMETIDAS A UNA RESTRICCIÓN DE ALIMENTO DURANTE DISTINTOS MOMENTOS DE LA GESTACIÓN

Fernández-Pacheco¹, C., Millán¹, P., Rodríguez², M., Sánchez-Rodríguez¹, A., Arias-Álvarez³, M., Lorenzo¹, P.L., García-García¹, R.M. y Rebollar², P.G.

¹Dpto. Fisiología, Fac. Veterinaria, UCM. ²Dpto. Producción Agraria, ETSIAAB, UPM. ³Dpto. Prod. Animal. Fac. Veterinaria UCM. 28040 Madrid, España; pilar.grebollar@upm.es

INTRODUCCIÓN

En cunicultura, las reproductoras pertenecen a líneas maternales destacadas por su alta prolificidad. Durante la gestación disponen de alimento *ad libitum*. En trabajos previos hemos descrito que una restricción moderada (RM) durante las 3 primeras semanas de gestación de 105g/día, no altera el perfil bioquímico de la madre ni el desarrollo de los fetos, aunque se reduce la longitud de las placentas y tiende a disminuir su eficiencia (García-García *et al.*, 2021). En este trabajo hemos estudiado el perfil bioquímico y el desarrollo fetoplacentario aplicando RMs más cortas y en diferentes momentos de la gestación como estrategias para reducir costes de alimentación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 20 conejas de la línea maternal V de la U. Politécnica de Valencia se distribuyeron en 4 tratamientos (n=5) el día de la inseminación (día 0). El grupo control se alimentó *ad libitum*, los grupos R07, R721 y R021 se sometieron a una RM (105 g/día) desde el día 0 al 7, del 7 al 21 y del día 0 al 21 de gestación, respectivamente, utilizándose una dieta comercial (2.400 kcal de ED/kg, 35 % FND y 16 % PB, NANTA, España). El día 28 de gestación se pesaron, se tomaron muestras de sangre para determinar glucosa, colesterol, triglicéridos (Biolabo, Maizy, France) e insulina, (Merckodia, Suecia) y se calculó el índice HOMA-IR [(glucosa/insulina)x18/22]. Tras la eutanasia, se extrajeron ovarios, placentas (decidua y laberinto) y fetos, que se contaron y pesaron para calcular la tasa de implantación (TI) y la eficiencia placentaria (EP). Los resultados se analizaron con un ANOVA considerando la coneja como unidad experimental, la restricción como efecto principal y el TC (número de fetos viables) como covariable lineal. Las medias se compararon con el Test de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las madres de los grupos R721 y R021 presentaron unos valores ligeramente mayores de insulina (p=0,0832) y del índice HOMA-IR (p=0,0841) que las controles y R07, pero el resto de los parámetros bioquímicos no se vieron afectados. El peso de las conejas, la TI, el nº y peso de los fetos fueron similares en los cuatro grupos, con medias de 4,5±0,9 kg, 94,2 %, 13,3±0,5 fetos y 37,6±2,6 g, respectivamente. Sin embargo, la RM afectó al peso de la decidua (p<0,0001) que fue mayor en el grupo R07 (1,68±0,05 g) que en el resto de los grupos (Control: 1,34±0,05 g, R721: 1,34±0,05 g y R021: 1,48±0,05 g, respectivamente), debido probablemente a que las R07 tuvieron un aumento compensatorio del consumo de alimento la 2ª semana de gestación, ya descrito por Rodríguez *et al.* (2017), periodo en el cual, se lleva a cabo la placentación (Anderson y Henck, 1994). La covariable TC afectó negativamente a la insulina (-1,72 mU/L; p=0,0135), el índice HOMA-IR (-0,51; p=0,0351), el peso de los fetos (-0,60 g; p=0,0051), de la decidua (-0,06 g; p=0,0001) y del laberinto (-0,12 g; p=0,0015), pero positivamente a la TI (+2,06 %; p=0,0391) y a la EP (+0,19; p=0,0008).

CONCLUSIÓN

Las RMs de alimento en las primeras 2 ó 3 semanas de gestación pueden producir cierta resistencia a la insulina en las madres que podrían desencadenar enfermedades metabólicas, pero no se acentúa al aumentar el TC, parámetro que determina en gran medida el crecimiento fetoplacentario en estas hembras tan prolíficas. El consumo compensatorio después de una RM aplicada la primera semana de la gestación mejoró el desarrollo de la placenta materna, pero no afectó el de los fetos, por lo que, desde un punto de vista reproductivo, las RMs estudiadas en este trabajo pueden ser consideradas estrategias válidas para reducir costes de alimentación en conejas gestantes con elevada prolificidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson y Henck, 1994. In: The Biology of the Laboratory Rabbit. pp 457
- García-García *et al.*, 2021. Nutrients, 13: 310.
- Rodríguez *et al.*, 2017. World Rabbit Sci., 25: 289.

Agradecimientos: AGL2015-65572-C2-1-R y -2-R, RTI-2018-094404-B-C21 y C22.

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE MANTECA DE CERDO SOBRE EL DESARROLLO REPRODUCTIVO DE CERDAS IBÉRICAS PREPÚBERES

García¹, M.A., Sarmiento-García¹, A., Nieto¹, J., Plaza¹, J., Abecia², J.A. y Palacios¹, C.

¹Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales. Avda. Filiberto Villalobos, 119, 37007 Salamanca. ²IUCA. Miguel Servet, 177, 50013 Zaragoza; carlospalacios@usal.es

INTRODUCCIÓN

La pubertad en las cerdas ibéricas de engorde es una situación que los ganaderos intentan evitar debido a que los animales ralentizan su desarrollo por la presencia de comportamientos sexuales y el incremento de la agresividad entre las cerdas (Zeng *et al.*, 2002; Serrano *et al.*, 2009). Por ello, el retraso de la pubertad en las hembras podría tener un efecto beneficioso en las granjas de cebo. Se ha observado que las dietas ricas en grasas inducen cambios moleculares sobre el hipotálamo, hipófisis y los órganos reproductores (Zhuo *et al.*, 2014). Nuestro experimento planteó la inclusión de manteca de cerdo en la dieta de cerdas ibéricas prepúberes con el fin de determinar su efecto en la aparición de la pubertad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 22 cerdas (Duroc x Ibérico) prepúberes de 242 días de edad ($60,3 \pm 3,5$ kg de peso vivo (PV)) fueron distribuidas de forma aleatoria en dos lotes con 11 cerdas cada uno. Durante 124 días compartieron idénticas condiciones de alojamiento y manejo. Fueron alimentadas con una dieta basal, suplementada con un 2% de manteca de cerdo ibérico en el grupo tratamiento (T1). Todas las cerdas fueron pesadas desde su llegada a intervalos regulares de una semana y se observó su comportamiento para detectar signos compatibles con la aparición de la pubertad. Se extrajo sangre quincenalmente de 6 cerdas por cada grupo de la vena yugular utilizando tubos EDTA, para determinar el contenido en progesterona mediante quimioluminiscencia. Al final del experimento, todas las cerdas fueron sacrificadas. Se llevó a cabo un estudio de los órganos genitales *post-mortem*, que incluyó la determinación del peso del útero y ovarios, la fase del ciclo estral, así como el recuento de cuerpos albicans (CA), cuerpos lúteos (CL) y folículos. Los resultados se compararon mediante ANOVA y X^2 . Se consideró la existencia de significación cuando $p < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observaron signos de enfermedad o muertes durante el desarrollo del experimento. Se observaron diferencias entre ambos grupos para el momento de entrada a la pubertad ($p < 0.05$), el cual se determinó a partir de las curvas individuales del contenido en progesterona. Las cerdas T1 entraron en pubertad más tarde (314 d, PV 112,4 kg) que las del grupo control (291,5 d, PV 94,0 kg). Sin embargo, las cerdas T1 tuvieron un peso mayor ($p < 0.05$) de ambos ovarios frente al control, sin que se produjeran modificaciones sobre el PV final o la ganancia media diaria. Así mismo, las cerdas T1 tuvieron un menor ($p < 0.001$) número de signos de comportamiento (nerviosismo, dilatación vulvar y mamaria) compatibles con la aparición del celo. El resto de parámetros estudiados no mostraron diferencias entre ambos tratamientos en el momento del sacrificio. Aunque diversos autores han considerado que el exceso de grasa puede provocar un adelanto de la pubertad, esto ocurre con altos niveles de consumo que implican la deposición de la misma en los tejidos corporales (Zhuo *et al.*, 2014). El consumo de grasa se ha relacionado con un efecto saciante (Alfenas y Mattes, 2003), por lo que es probable que los hechos aquí observados se relacionen con una mayor saciedad de las hembras y un menor consumo del alimento.

CONCLUSIÓN

La inclusión de un 2% de manteca en la dieta de cerdas Duroc x Ibérico podría causar un retraso de la pubertad, lo que podría traducirse en una disminución de su agresividad durante el periodo de cebo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfenas R, Mattes RD. 2004. *Obes. Res.* 11: 183-187
- Serrano MP *et al.* 2009. *Livestock Sci.* 123: 147-153.
- Zeng XY *et al.* 2002. *Theriogenology.* 58: 1315-1326.
- Zhuo Y *et al.* 2014. *Nutrition* 30: 890-896.

GENÉTICA

FUENTES DE INFORMACIÓN EN LA SELECCIÓN GENÓMICA

Toro¹, M.A., Villanueva², B. y Fernández², J.

¹Departamento de Producción Agraria, Universidad Politécnica de Madrid, Spain. ²Departamento de Mejora Genética Animal, INIA, Spain; miguel.toro@upm.es

INTRODUCCIÓN

Es un lugar común asumir que el progreso genético debido a la selección genómica se debe al desequilibrio de ligamiento (LD) que existe entre los marcadores y los genes causales: si ambos segregan de forma independiente la selección genómica no tendrá respuesta. Sin embargo, esto no es del todo correcto como ya han señalado algunos autores (Habier *et al.*, 2013). Los marcadores moleculares proporcionan información sobre los genes causales de tres formas: 1) proporcionando información sobre las relaciones de parentesco; 2) proporcionando información sobre la co-segregación entre marcadores y genes causales debido al ligamiento; 3) proporcionando información sobre la asociación gamética entre marcadores y genes causales debido al desequilibrio de ligamiento. El objetivo de este estudio es evaluar, a través de simulaciones por ordenador, el impacto de estas fuentes de información.

TEORÍA

En una población panmictica en desequilibrio de ligamiento la varianza aditiva explicada por un marcador en desequilibrio de ligamiento (D) con un gen causal es proporcional a $D^2/(2*p1*q1*p2*q2)$, es decir, que un marcador solo es informativo si está en desequilibrio de ligamiento con el gen causal. Sin embargo, si la población está en equilibrio (LE) pero hay parentesco, el parentesco en el marcador es informativo respecto al parentesco en el gen causal ya que ambos son reflejo del parentesco de identidad por descendencia. Con muchos marcadores independientes la matriz de parentesco genómica convergería con la matriz de parentesco genealógica. En este último caso, cabe conjeturar que la respuesta a la selección genómica nunca sería superior a la respuesta con el BLUP tradicional. La precisión de la matriz genómica es mayor en presencia de ligamiento aunque no haya LD. Además el ligamiento permite calcular el parentesco condicional en los marcadores como ya propusieron Fernando y Grossman (1989). Utilizando este enfoque Villanueva *et al.* (2005) mostraron que se pueden obtener beneficios de la selección genómica incluso bajo el modelo infinitesimal.

SIMULACIÓN

Se asume un genoma compuesto por 400 marcadores que se utilizan para la evaluación y posterior selección genómica y 400 genes causales codifican para un carácter de heredabilidad = 0.5 (y varianza fenotípica = 1). La población consiste en 100 familias de 20 hermanos cada uno de los que se seleccionan 100 machos y 100 hembras.

Si todos los genes (tanto marcadores como QTLs) están en cromosomas distintos y en equilibrio de ligamiento la respuesta a selección es 0.7671. Si están en equilibrio de ligamiento pero situados en 10 cromosomas de un Morgan la respuesta es 0.7997. Si además la población se hubiera generado en desequilibrio de ligamiento (con un $r^2 = 0.1584$ entre loci adyacentes) la respuesta sería 0.9794.

CONCLUSIÓN

Existen tres fuentes de información en la selección genómica: parentesco, ligamiento y desequilibrio de ligamiento aunque esta última es la más importante para obtener beneficios sustanciales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fernando, R.L. & Grossman, M. 1989. Genet. Sel. Evol. 21: 467-477.
- Habier, D., Fernando, R.L. & Garrick, D.J. 2013. Genetics 194: 597-607.
- Villanueva, B., Pong- Wong, R., Fernández, J. & Toro, J. 2005. Anim. Sci. 83: 1747-1752.

Agradecimientos: Este trabajo fue financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, España (CGL2016-75904-C2-2-P).

PARTICIÓN FINA DE GANANCIAS GENÉTICAS EN MANECH TETE ROUSSE

Acosta¹, B.A., Legarra², A. y Vitezica², Z.G.

¹UNNOBA, Argentina. ²INRAE, Toulouse; andres.legarra@inrae.fr

INTRODUCCIÓN

El método de contribuciones genéticas (Woolliams *et al.*, 1999) muestra el origen último de la ganancia genética, es decir, la elección de animales que sean “originales” respecto a sus padres. Así, se obtiene un particionado de la tendencia total, por tipo de animal, en tendencias debidas a muestreos mendelianos (García-Cortés *et al.*, 2008). El objetivo de este trabajo es caracterizar de manera fina las fuentes de progreso genético en ovino lechero de raza Manech Tête Rouse (MTR).

MATERIAL Y MÉTODOS

Nuestro estudio considera el esquema de mejora de la MTR hasta 2017, momento en el que se introduce la selección genómica. En dicho esquema hay hembras (productoras), machos de Inseminación Artificial (IA), y machos de Monta Natural (MN). Los machos (IA o MN) son siempre hijos de machos de IA, mientras que las hembras pueden ser hijas de IA o de MN. Los machos de IA se seleccionaron (hasta 2017) mediante prueba de progenie. En consecuencia, definimos 7 categorías de animales:

(1) Machos de IA Mejorantes padres de machos (los mejores tras prueba de progenie). (2) Machos de IA Mejorantes padres de hembras (los siguientes mejores). (3) Otros Machos de IA (descartados tras prueba de progenie). (4) Machos de MN. (5) Hembras madres de macho (las mejores). (6) Hembras madres de hembra (las medianas). (7) Hembras sin descendencia (las peores).

A continuación, a partir de las valoraciones oficiales para cantidad de leche de los animales nacidos entre 1986 y 2016 (500.000 hembras y 8.000 machos) y de su genealogía, se utilizó el algoritmo de García-Cortés *et al.* (2008) mediante el paquete AlphaPart (Obsteter *et al.*, 2020) para particionar la ganancia genética en tendencias de muestreos mendelianos dentro de cada categoría descrita.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El progreso fenotípico total es de 5,68 l/año, de los que 4,33 l/año es progreso genético. En el particionado por muestreo mendeliano, tres categorías de las descritas arriba explican casi todo el progreso genético: “Machos de IA Mejorantes padres de machos” explican el 38% del progreso genético, las “Hembras madres de macho” explican el 25% y las “Hembras madres de hembra” el 23%.

¿Qué quiere decir este resultado? Para mejorar una población necesitamos que ciertos animales sean mejores que sus padres. Para ello necesitamos capturar la originalidad de los animales respecto de sus padres, es decir, el muestreo mendeliano. Este último se estima implícitamente de varias maneras: (1) por fenotipo propio, (2) por fenotipo de la progenie, (3) por evaluación genómica (no en este estudio ya que no se realizaba todavía). Si bien la precisión al capturar el muestreo mendeliano es mayor en los machos (por prueba de progenie), el progreso genético final viene dado en gran parte por la originalidad (o la variabilidad genética) de las hembras: en efecto, una hembra que se selecciona, aunque tenga poca descendencia, puede ser la madre o la abuela de un macho que tendrá mucha descendencia. Y más aún, dado que el número de hembras elegibles es muy alto, las presiones de selección para ser “madre de macho” pueden ser muy altas.

CONCLUSIÓN

El particionado fino en tendencias de muestreo mendeliano permite demostrar que las hembras son la reserva principal de variabilidad genética para la selección.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Woolliams, J. A., Bijma, P. & Villanueva, B. 1999. *Genetics* 153: 1009-1020. • García-Cortés, L. A., Martínez-Ávila, J.C. & Toro, M.A.. *Animal* 2: 821-824. • Obsteter, J., Holl, J., Hickey, J. M. & Gorjanc, G. *BioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2020.04.24.059071>

Agradecimientos: Trabajo financiado por POCTEFA en el proyecto ARDI (EFA208/16).

ESTRUCTURA Y RELACIONES GENÉTICAS ENTRE POBLACIONES SALVAJES Y CULTIVADAS DE LUBINA EN EL MEDITERRÁNEO

Fernández¹, J., Fernández¹, A., Saura¹, M., Peiró-Pastor¹, R., Peñázola², C., Bargelloni³, L. y Villanueva¹, B.

¹INIA, 28040 Madrid, España. ²The Roslin Institute, University of Edinburgh, Midlothian EH25 9RG, UK.

³Università degli Studi di Padova, 35122 Padova, Italy; jmj@inia.es

INTRODUCCIÓN

Al contrario de lo que ocurre en ganadería, las especies de acuicultura se encuentran en un estado incipiente de domesticación. Por ello la inclusión de animales de la naturaleza en poblaciones comerciales es una opción plausible. Además, los ejemplares comerciales pueden tener un mayor impacto en la naturaleza si hay algún escape desde las industrias. Por otra parte, siendo el origen reciente de muchas de las poblaciones comerciales las poblaciones salvajes, es importante saber cuál de estas últimas dio lugar a cada una de las cultivadas, o si se han generado a partir de otras comerciales ya establecidas. La lubina (*Dicentrarchus labrax*) es uno de los peces de acuicultura que tiene una mayor importancia comercial en Europa. El objetivo de este trabajo fue determinar la estructura genética entre y dentro de poblaciones salvajes y comerciales de lubina a lo largo de toda Europa con el objeto de poder optimizar la incorporación de individuos salvajes en las poblaciones comerciales, dirigir el posible intercambio entre empresas y poder evaluar el efecto de los escapes de la industria a la naturaleza.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron datos genómicos procedentes del desarrollo de un chip de 60K SNPs combinado para dorada y lubina, resultado de la colaboración entre los proyectos europeos MedAID (<http://www.medaid-h2020.eu/>) y PerformFISH (<http://performfish.eu/>). Se recogieron muestras de un total de 538 lubinas provenientes de 10 poblaciones salvajes y 14 comerciales. La estructura poblacional se determinó a partir de análisis de componentes principales sobre el total de las poblaciones y por separado para las poblaciones salvajes y las cultivadas usando el software PLINK (Purcell *et al.*, 2007). También se realizó una división en clusters asumiendo que las poblaciones podrían ser mezcla de varias de ellas a través del software ADMIXTURE (Alexander y Lange, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis PCA no separa las poblaciones salvajes de las comerciales, presentándose ambos tipos extendidas a lo largo del primer componente principal. El PC2, que explica el 5% de la variación total, separa claramente una población originaria de Marruecos, otra proveniente de Chipre y agrupa todas las demás. Tampoco se observa una clina geográfica para las poblaciones comerciales. Estos resultados se vieron confirmados por la clasificación de "clusters". Respecto de las salvajes, la población de Marruecos formó un grupo muy homogéneo casi sin relación con las otras poblaciones salvajes; en menor medida lo mismo se observa para la población chipriota. De igual manera, las poblaciones cultivadas se agrupan en "clusters" no relacionados con su localización. Por ejemplo, hay poblaciones griegas que se parecen más a otras españolas que a algunas de su mismo país. Lo mismo ocurre con las poblaciones turcas que corresponden a dos tipos genéticos diferentes.

CONCLUSIÓN

La baja diferenciación entre poblaciones salvajes y comerciales hace difícil pensar en que se pueda desarrollar una herramienta que facilite la detección de introgresiones debidas a escapes de las industrias. No se ha observado una estructura clara entre las poblaciones salvajes de lubina en el Mediterráneo (a excepción de la población marroquí). Respecto a las poblaciones comerciales, parece que el origen de muchas de ellas no es directamente de poblaciones naturales sino que se han formado a partir de otras comerciales ya establecidas con las que comparten más información genética. Esta circunstancia debe ser tenida en cuenta en caso de que se quiera intercambiar peces entre ellas para tener una mayor base genética sobre la que implementar un programa de mejora.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Purcell, S. *et al.* 2007. Am. J. Hum. Genet. 81: 559.
- Alexander, D.H. & Lange, K. 2011. Bioinf. 12: 246.

Agradecimientos: Proyectos 727315 MedAID y 727610 PerformFISH (European Commission Horizon 2020), CGL2016-75904-C2-2-P (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, España).

CARACTERIZACIÓN POBLACIONAL DE CINCO RAZAS ITALIANAS DE BOVINO DE CARNE

Rovelli^{1,2}, G., Luigi-Sierra², M.G., Ceccobelli³, S., Guan², D., Perini¹, F., Sbarra⁴, F., Quaglia⁴, A., Sarti¹, F.M., Amills^{2,5}, M. y Lasagna¹, E.

¹Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali (DSA3), Universidad de Perugia, 06121 Perugia, Italy. ²Centre de Recerca en Agrigenòmica (CRAG), CSIC-IRTA-UAB-UB, Campus Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Spain. ³Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali (D3A), Università Politecnica delle Marche, 60131 Ancona, Italy; ⁴Associazione Nazionale Allevatori Bovini Italiani Carne (ANABIC), 06132 San Martino in Colle, Perugia, Italy. ⁵Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Spain; giacomo.rovelli@studenti.unipg.it

INTRODUCCIÓN

Las razas italianas Marchigiana (MAR), Chianina (CHI), Romagnola (ROM), Maremmana (MRM) y Podolica (POD) producen carne magra de alta calidad. La selección genética fue implementada por la Asociación Nacional de Criadores de Bovinos de Carne de Italia (ANABIC) y tenía como objetivo mejorar la producción de carne, la precocidad, la capacidad de crecimiento y el desarrollo muscular de los animales. El objetivo del presente estudio consiste en investigar la estructura poblacional de estas cinco razas de ganado de carne italianas así como sus relaciones genéticas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio incluyó 3581 toros jóvenes de las razas CHI (909), MAR (879), ROM (904), MRM (334) y POD (555). Las muestras se recolectaron en la estación genética ANABIC durante la prueba de rendimiento de 1985 a 2019. Los toros fueron genotipados en 2019 con el chip GeneSeek® Genomic Profiler™ Bovine LDv4 33K (Illumina Inc., San Diego, CA, USA). Los SNPs se filtraron con el software PLINK v1.9 (Chang *et al.*, 2015), eliminando i) SNP con tasas de llamada inferiores al 90%, ii) MAF inferior 5%, iii) genotipos faltantes menos del 1%, y iv) desviación equilibrio de Hardy-Weinberg $<10^{-3}$ (Amaral *et al.*, 2020). Se realizó un análisis de componentes principales (PCA) usando PLINK v1.9 (Chang *et al.*, 2015), y se utilizó el mismo software para calcular r^2 , un coeficiente que define la cantidad de desequilibrio de ligamiento. La composición genética de las 5 razas se investigó con el software ADMIXTURE v1.3.0 (Alexander *et al.*, 2009) mientras que los coeficientes F_{ST} se calcularon con Arlequin v3.1 (Excoffier *et al.*, 2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de PCA y ADMIXTURE demuestran que las razas especializadas (MAR, CHI y ROM) y las rústicas (MRM y POD) no agrupan juntas, y además presentan fondos genéticos claramente diferenciados ($K=5$). Ello concuerda con el hecho que las razas especializadas y rústicas difieren en términos de manejo en granja, intensidad de selección y reproducción (Maretto *et al.*, 2012). En cuanto al coeficiente F_{ST} , los valores estimados se encuentran entre 0.039 (CHI vs MAR, y POD vs CHI) y 0.056 (MRM vs. CHI). Los valores de F_{ST} indican una baja diferenciación entre las razas especializadas y POD. Ello es esperable, si se tiene en cuenta que las razas especializadas derivan del ganado Podolico y están sometidas a programas de selección similares (Guarcini, 2009).

CONCLUSIÓN

En este estudio, por primera vez, todas las principales razas de ganado de carne italianas fueron investigadas mediante un enfoque genómico para evaluar relaciones genéticas entre ellas. Los resultados de estos análisis confirman las diferencias entre las razas rústicas y especializadas. La MAR es la raza especializada más similar a la rústica debido a los múltiples cruces que la originaron, mientras que la MRM es la más diferente al resto porque es la raza más antigua de las cinco.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Alexander, D.H. *et al.* 2009. Genome Res. 19: 1655-1664. • Amaral, A.J. *et al.* 2020. Animals. 10: 1089. 2006. • Chang, C. *et al.* 2015. Gigascience 4: s13742-015. • Excoffier, L. *et al.* 2005. Evol. Bioinform. 1: 117693430500100003. • Guarcini, R. 2009. Taurus. 3: 39-46. • Maretto, F. *et al.* 2012. Livest. Sci. 150: 256-264.

Agradecimientos: Los autores desean dar las gracias a ANABIC por seleccionar y proporcionar la información fenotípica y los datos sobre los SNPs de las razas de bovino Italiano de carne.

ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GENÉTICOS PARA VALORACIÓN GENÉTICA DEPENDIENTE DE LA DISTANCIA EN COMPETICIONES DE RESISTENCIA EQUINA

Arias, K.D., Gutiérrez, J.P. y Cervantes, I.

Dpto. Producción Animal, Facultad de Veterinaria, UCM, Madrid; katarias@ucm.es

INTRODUCCIÓN

La selección de los caballos para carreras de resistencia supone un reto para los programas de mejora genética equinos. Las distancias que se recorren oscilan entre 40 y 160 kilómetros en un día. El tiempo total de carrera se puede asumir como un carácter dependiente de la longitud de la competición. Es posible que un caballo pueda tener un buen rendimiento en distancias más cortas, pero no mantenerlo en distancias más largas (Gómez *et al.*, 2010). Por tanto, asumir que el rendimiento en carreras cortas es el mismo que en carreras largas como un mismo carácter podría llevar a una inadecuada selección de los animales. El objetivo de este estudio fue realizar la estimación de parámetros genéticos del tiempo total de carrera en competiciones hípcas de resistencia teniendo en cuenta la participación en carreras de diferente distancia aplicando un modelo de regresión aleatoria.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron 3081 registros de tiempo pertenecientes a 1283 caballos en competiciones de raid del 2000 al 2019. El pedigrí contó con 8073 animales.

Se aplicó un modelo de regresión aleatoria para el carácter tiempo total en horas utilizando como regresora aleatoria la distancia en kilómetros. Además, se incluyeron como efectos fijos el sexo (3 niveles), la edad (7 niveles), el concurso (502 niveles) y un polinomio de Legendre de orden 1 en la covariable distancia en kilómetros. El animal y el jinete fueron incluidos como polinomios de Legendre de orden 2 en función de la distancia en kilómetros con coeficientes aleatorios en ambos.

Las soluciones obtenidas para cada animal se usaron para predecir los valores genéticos en las diferentes distancias. Se estimaron las heredabilidades y el ratio del efecto jinete para el carácter tiempo en diferentes distancias a partir de la función de covarianzas así como las correlaciones genéticas entre ellas. Se utilizó el software VCE 6.0 para obtener las soluciones y estimaciones (Groeneveld *et al.*, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo heredabilidades entre 0.01 y 0.55 para los distintos kilómetros (60 a 192 km) con un promedio de 0.13; resultados de heredabilidad similares (0.12) fueron obtenidos por Cervantes *et al.*, (2020), aplicando un modelo lineal clásico. Asimismo, Gómez *et al.*, (2010) obtuvieron heredabilidades entre 0.12 a 0.34 y 0.13 a 0.28 para caballos jóvenes y adultos, respectivamente. El ratio del efecto jinete obtenido fue entre 0.03 y 0.37.

Los valores genéticos mostraron una tendencia estable hasta distancias de 126 km. A partir de este punto, la variabilidad aumentó mostrándose valores genéticos diferentes. Los caballos que tienen un mejor valor genético en distancias cortas mostraron ser peores para distancias largas, y viceversa. Sin embargo, también se observó algunos caballos con un comportamiento estable a lo largo de las distancias.

La mayor correlación genética se obtuvo entre distancias próximas (0.99 para 80 km y 90 km), y correlaciones negativas casi nulas entre distancias extremas (-0.05 para 80 y 160 km).

CONCLUSIÓN

La aplicación de los modelos de regresión aleatoria en competiciones de resistencia permitió diferenciar la aptitud competitiva de caballos en función de la distancia de la carrera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cervantes, I., Gutiérrez, J.P., García-Ballesteros, S. & Varona, L. 2020. *Animals*. 10: 1075.
- Gómez, M.D., Menendez-Buxadera, M., Valera, M. & Molina, A. 2010. *J. Anim. Breed. Genet.* 27: 385-394.
- Groeneveld, E., Kovac, M. & Mielenz, N. 2008. *VCE User's Guide and Reference Manual Version 6.0*.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido realizado dentro del Programa de Mejora del Caballo de Pura Raza Árabe desarrollado por la Asociación Española de Criadores de Caballos Árabes (AECCA). Agradecemos la disposición de la Real Federación Hípica Española para ceder los datos de las competiciones hípcas.

ANÁLISIS DE PATERNIDAD CON (POCOS) DATOS DE SECUENCIACIÓN

Casellas¹, J., Martín de Hijas-Villalba¹, M., Vázquez-Gómez¹, M. e Id-Lahoucine², S.

¹Ciència Animal i dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, España. ²Animal and Veterinary Science Group, Scotland's Rural College, Edinburgh EH9 3JG, Reino Unido; joaquim.casellas@uab.cat

INTRODUCCIÓN

La legislación europea actual para las razas de ganado autóctonas pone un énfasis especial en el control de genealogías, requiriéndose de test genéticos de paternidades en la mayoría de razas, sobretodo aquellas con manejo más extensivo. Esto implica un gasto económico importante para muchas asociaciones de criadores, y resulta conveniente explorar alternativas que permitan reducir ese coste, e incluso generar datos que puedan ser usados con otros objetivos además del análisis de paternidades. Esta investigación se centra en desarrollar un test de paternidades a partir de datos genómicos con poca profundidad de secuenciación, así como evaluar su potencia estadística.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los análisis se realizaron sobre datos simulados en base a genomas de 30 pares de cromosomas, con 100 cM y 3 millones de SNPs por cromosoma. Cada población evolucionó durante 1.000 generaciones no solapadas con un tamaño efectivo de 100 individuos, una tasa de mutación de 10^{-4} , y recombinación de acuerdo con la función de Kosambi (Kosambi, 1944). Alcanzada la generación 1.000, solo se mantuvieron aquellas poblaciones con $1.000.000 \pm 10\%$ SNPs polimórficos ($MAF > 0$), y se expandieron a 10.000 (generación 1.001) y 25.000 individuos (generación 1.002). Se usaron estas dos últimas generaciones de 10 poblaciones distintas para realizar los test de paternidad mediante inferencia evidencial (Edwards, 1972; Bickel, 2012). Padres, madres e hijos se secuenciaron a distintas profundidades (0,01, 0,05, 0,1 y 0,5X) y con distintas longitudes de lectura (100, 1.000 y 10.000 nucleótidos), con una tasa de error por SNP que osciló entre 10^{-5} y 10^{-2} . Las funciones de verosimilitud desarrolladas para el análisis de paternidades dependían de la tasa de error de secuenciación (TE) y la frecuencia alélica (FA) para los distintos SNPs implicados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Usando los valores de TE y FA de la simulación, la secuenciación a una profundidad de 0,05X era suficiente para alcanzar un 100% de sensibilidad y especificidad en los test de paternidad (1.000 réplicas), mientras que cuando se realizaban con datos de secuenciación a 0,1X, la sensibilidad bajaba al 98,9% (99,0%) y la sensibilidad al 99,5% (99,4%), asumiendo que la madre era conocida (desconocida). No obstante, estos resultados se basaban en el conocimiento certero de TE y FA, lo cual resulta difícil en muestras de campo.

Para evaluar un escenario más realista, se repitieron los test asumiendo TE distintas y homogéneas en todos los SNPs (0%, 1% y 10%). Tanto el 0% como el 1% de TE seguían generando un 100% de sensibilidad y especificidad a una profundidad de secuenciación de 0,05%, mientras que una TE del 10% (un orden de magnitud superior a la TE máxima de simulación) generaba un 24,5% (madre conocida) y un 22,8% (madre desconocida) de falsos negativos, sin presencia de falsos positivos. En cuanto a las FA, se evaluó su impacto simulando que se estimaban a partir de distintos tamaños muestrales. Al igual que en el caso anterior, no se generaron falsos positivos a 0,05X, y sí un 0,1% (0,1%), 0,6% (0,3%) y 10,2% (14,8%) de falsos negativos con madre conocida (desconocida) para FA muestreadas a partir de 100, 10 y 5 individuos, respectivamente.

CONCLUSIÓN

La secuenciación de baja densidad se sugiere como una alternativa prometedora a los paneles de SNPs para el análisis de paternidades en las especies de ganado doméstico, generándose datos genómicos acumulativos y que podrían reutilizarse con otros fines científicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bickel D.R. 2012. *Statist. Sinica*. 22: 1147-1198
- Edwards A.W.F. 1972. *Likelihood*. Cambr. Univ. Press, Cambridge, Reino Unido
- Kosambi, D. 1944. *Ann. Eugen.* 12: 172-175

Agradecimientos: Proyecto CGL2016-80155-R y beca BES-2017-080596 (Ministerio de Economía y Competitividad).

ESTRATEGIAS DE GENOTIPADO EN LA RAZA OVINA DE LECHE LATXA

Granado-Tajada¹, I., Varona², L. y Ugarte¹, E.

¹Neiker. Instituto vasco de investigación y desarrollo agrario. BRTA. Campus Agroalimentario de Arkaute, 01080, Arkaute, España. ²Departamento de Anatomía, embriología y Genética Animal, Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2), Universidad de Zaragoza, 50013, Zaragoza, España; igranado@neiker.eus

INTRODUCCIÓN

Se ha demostrado que la inclusión de información genómica en las evaluaciones genéticas de poblaciones animales grandes y bien conectadas, como es el caso del vacuno lechero, resulta beneficiosa. Sin embargo, los resultados no son tan claros cuando se trata de poblaciones pequeñas por lo que se hace necesario considerar sus características específicas. Uno de los aspectos que más ampliamente se ha estudiado es la selección de animales a genotipar. Dentro de este contexto, y en relación a la raza ovina Latxa, el objetivo de este estudio es comparar mediante simulaciones basadas en la estructura real de la población el efecto de diferentes estrategias de genotipado en base a la precisión de predicción obtenida con cada una de ellas para la producción de leche a 120 días. Se muestran los resultados obtenidos para la variedad Latxa Cara Negra de Euskadi (LCNEUS).

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el estudio de simulación se partía de datos de producción de leche estandarizada a 120 días, datos genealógicos y genotipos de 353 individuos, todos ellos machos de inseminación. Se definieron diferentes poblaciones a genotipar en función del sexo de los animales (en diferentes proporciones), valor genético y grado de conocimiento de la genealogía; considerando 300 como el n° máximo de animales a genotipar. Para evaluar la precisión de las evaluaciones genómicas (ssGBLUP) frente a las clásicas (BLUP) se estimó la correlación entre los valores simulados y predichos, calculándose la diferencia de precisión relativa entre ambos. Dicho parámetro se estimó en un grupo de machos (298) nacidos el último año y que no tenían hijas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las evaluaciones genómicas mostraron siempre una mayor precisión que las evaluaciones basadas en pedigrí. La mayor diferencia se obtuvo en aquellos escenarios que incluían hembras en la población genotipada (36-56 %), independientemente del grado de conexión y de sus valores genéticos, probablemente debido a que todas ellas tenían dato fenotípico propio. Esto también se ha descrito en otros estudios (Jimenez-Montero *et al.*, 2012; Ding *et al.*, 2013) y ocurría independientemente de la proporción de sexos, hecho que también se encuentra en la literatura (Uemoto *et al.*, 2017; Perez *et al.*, 2019). En cuanto al genotipado de machos, se vio que únicamente la información genómica de aquellos machos conectados por pedigrí y con hijas en datos aumentaba las precisiones (28 %) lo que confirma que genotipar individuos aislados no tiene interés en términos de precisión (Shabalina *et al.*, 2017; de Oliveira *et al.*, 2019). Respecto al n° de individuos genotipados, como era de esperar (Meuwissen *et al.*, 2001), al aumentar el número de machos aumentaba también la precisión (del 13 al 30 %).

CONCLUSIÓN

Incluir hembras con fenotipo en la población genotipada resultó en el aumento de la precisión de predicciones genómicas de LCNEUS, indistintamente del grado de conexión con la población y de su valor genético. Genotipar machos es beneficioso, siempre y cuando estén conectados con la población y tengan hijas con datos. Además, aquellas poblaciones genotipadas que incluían individuos de ambos sexos tuvieron mayores aumentos de precisión. Por lo tanto, como estrategia para la población de LCNEUS se propone que tras genotipar los machos de Inseminación Artificial y monta natural controlada, se genotipen hembras con fenotipo ya que se conseguirán mayores precisiones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- de Oliveira, H.R. *et al.* 2019. J. Anim. Breed. Genet. 136(6): 441–452.
- Ding, X.Z. *et al.* 2013. J. Dairy Sci. 96(8): 5315–5323.
- Jiménez-Montero, J.A. *et al.* 2012. Animal 6(8): 1216–1224.
- Meuwissen, T.H.E. *et al.* 2001. Genetics 157(4): 1819–1829.
- Perez, B.C. *et al.* 2019. J. Anim. Breed. Genet. 136(1): 23–39.
- Shabalina, T. *et al.* 2017. J. Dairy Sci. 100(10): 8277–8481.
- Uemoto, Y. *et al.* 2017. Animal 11(3): 382–393.

ESTADO GENÉTICO DE LAS POBLACIONES DE DORADA EN EL MEDITERRÁNEO

Saura¹, M., Fernández¹, A., Fernández¹, J., Peiró-Pastor¹, R., Peñázola², C.,
Bargelloni³, L. y Villanueva¹, B.

¹INIA, 28040 Madrid, España. ²The Roslin Institute, University of Edinburgh, Midlothian EH25 9RG, UK.

³Università degli Studi di Padova, 35122 Padova, Italy; saura.maria@inia.es

INTRODUCCIÓN

La dorada (*Sparus aurata*) es una de las principales especies de acuicultura en Europa. Se cultiva prácticamente en su totalidad en el Mediterráneo, donde junto con la lubina, han llegado a ser los peces de cultivo marino más importantes (Žužul *et al.*, 2019). El conocimiento de la estructura y la diversidad genética dentro y entre las poblaciones salvajes y cultivadas es importante para desarrollar estrategias óptimas para la producción acuícola sostenible dado que (i) el éxito de cualquier programa de mejora depende de la forma en que se construya la población base que pueden ser creadas a partir de poblaciones salvajes o cultivadas, y (ii) una vez que los programas de mejora se están aplicando, el control de la pérdida de variabilidad genética es de suma importancia para asegurar su sostenibilidad. Sin embargo, el grado de estructura poblacional de la dorada aún no está claro. Los objetivos de este estudio fueron: (i) identificar el grado de estratificación en poblaciones salvajes y cultivadas de dorada del Mediterráneo, y (ii) determinar el estado genético de estas poblaciones, mediante la estima del censo efectivo poblacional (N_e) con la finalidad última de diseñar programas de mejora sostenibles y eficientes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron datos genómicos procedentes del desarrollo de un chip de 60K SNPs combinado para dorada y lubina, resultado de la colaboración entre los proyectos europeos MedAID (<http://www.medaid-h2020.eu/>) y PerformFISH (<http://performfish.eu/>). Se recogieron un total de 462 muestras procedentes de 26 poblaciones (14 de origen salvaje y 12 cultivadas). Para el análisis de la estructura poblacional se utilizaron diferentes aproximaciones, incluyendo análisis de componentes principales y análisis para determinar la proporción y mezcla de 'clusters'. Para el análisis de la variabilidad genética, se estimaron el parentesco y la consanguinidad moleculares utilizando diferentes matrices de relaciones genómicas (Morales-González *et al.*, 2020), así como el censo efectivo reciente a partir del desequilibrio de ligamiento, siguiendo un método desarrollado recientemente (Santiago *et al.*, 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de la estructura poblacional revelaron que existe cierto grado de estructuración genética global, agrupándose las poblaciones salvajes y las cultivadas por separado, incluso separándose las poblaciones Atlánticas de las Mediterráneas. Se observa también que las poblaciones cultivadas presentan una mayor diferenciación entre sí que las salvajes. Los resultados del análisis de 'clusters' parecen indicar que las poblaciones estudiadas se integran en siete 'clusters', agrupando las poblaciones salvajes en un 'cluster' único. Todas las medidas de consanguinidad genómica resultaron más elevadas en poblaciones cultivadas que en poblaciones salvajes, al igual que el parentesco genómico. En la misma línea, el N_e reciente para las poblaciones salvajes ($\sim 200 > N_e > 2000$) fue mayor que para las poblaciones cultivadas ($\sim 40 > N_e > 100$; salvo una excepción). De estas, cuatro poblaciones presentaron $N_e < 50$.

CONCLUSIÓN

Aunque el nivel de estructuración genética de estas poblaciones fue bajo, parece suficiente para discriminar entre poblaciones salvajes y cultivadas. La mayor diferenciación en poblaciones cultivadas parece resultar de una mayor deriva genética, en concordancia con los valores de N_e obtenidos en este grupo. Estos resultados ponen de manifiesto la necesidad de aplicar estrategias de selección y apareamiento que garanticen la sostenibilidad de los programas de mejora genética.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Žužul, I., *et al.*, 2019. Sci. Rep. 9(1): 14718
- Morales-González, E., *et al.*, 2020. Aquaculture 520: 734985
- Santiago, E., *et al.*, 2020. Mol. Biol. Evol. 37: 3642-3653.

Agradecimientos: Proyectos 727315 MedAID y 727610 PerformFISH (European Commission Horizon 2020), CGL2016-75904-C2-2-P (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, Madrid). Al Centro de Supercomputación de Galicia (CESGA), a Armando Caballero y a Enrique Santiago.

EVALUACIÓN GENÓMICA DEL CARÁCTER FERTILIDAD POR INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN LA RAZA OVINA ASSAF

Jiménez¹, M.A., Freire², F. y Serrano¹, M.

¹INIA. Madrid. ²OVIGEN. Zamora; angeles.jimenez@inia.es

INTRODUCCIÓN

La tasa de fertilidad por inseminación artificial (IA) es baja en las razas ovinas españolas afectando, de forma importante a la eficiencia de los programas de mejora. Es un carácter que depende de la combinación del genoma del macho y de la hembra, no existiendo, en la actualidad, modelos genéticos eficientes que permitan incluir estas dos fuentes de variación para predecir el valor genético. Utilizando información genómica se han estudiado distintas aproximaciones a dicho carácter empleando la base de datos disponible de inseminaciones de la raza ovina Assaf.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado datos de 180.457 inseminaciones, 769 machos de IA, 132.074 ovejas inseminadas y 6.955 animales genotipados (45.265 SNPs). Se han evaluado dos fenotipos: 1) porcentaje de ovejas preñadas por macho, rebaño y fecha de IA, 2) presencia (1) o ausencia (0) de parto de IA con dos opciones, el dato lo produce el macho o el dato lo produce la hembra. En el modelo, dependiendo del fenotipo utilizado, se han incluido los efectos de la edad del macho y de la hembra, el rebaño, la fecha de la IA y la producción de leche de la hembra inseminada (o la media de producción del lote de hembras inseminadas) usando el dato de control lechero más próximo a la fecha de IA. El software utilizado ha sido el desarrollado por Misztal (BLUPf90) tanto para la estimación de los componentes de varianza como para la valoración genómica (modelo animal con medidas repetidas).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tanto para el carácter porcentaje de ovejas preñadas por macho de IA como para la presencia o ausencia de parto de IA cuando el fenotipo se asigna al macho, las estimas de las varianzas genética y permanente han sido bajas, así como las fiabilidades de las predicciones genómicas. Las heredabilidades estimadas son del 2% y 0,2%, respectivamente. La heredabilidad estimada resultó superior, 9%, cuando el fenotipo se asignó a la hembra inseminada y también las fiabilidades de las predicciones genómicas. Estos valores están en concordancia con las estimas obtenidas por David y cols. (2011) en la especie ovina, donde las heredabilidades estimadas con los modelos umbral aditivo y umbral producto fueron del 9% y 11%, respectivamente. Para el carácter fertilidad asignada a la hembra, la correlación entre las predicciones genómicas de la fertilidad y la producción de leche tipificada a 150 días ha resultado positiva y en torno a 0,50, valor superior a las correlaciones obtenidas con las otras aproximaciones (0,42 y 0,14).

CONCLUSIÓN

Los mejores resultados para fertilidad por IA se obtienen cuando el fenotipo es asignado a la hembra, destacando la importancia de la componente genética de la misma frente a la del macho, aunque ambos efectos genéticos intervengan en el resultado del carácter fertilidad. La varianza genética y la heredabilidad estimadas bajo las distintas aproximaciones son de baja magnitud, y las predicciones de los valores genómicos poco precisas. Futuros estudios pretenden abordar el carácter fertilidad asociada a la hembra mediante la valoración genómica del carácter edad al primer parto, incluyendo en el modelo de valoración información relativa a las madres de las hembras evaluadas con el fin de detectar efectos epigenéticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Misztal, I. http://nce.ads.uga.edu/wiki/doku.php?id=application_programs.
- David, I., Carabaño, M.J., Tusell, L., Diaz, C., González-Recio, O., López de Maturana, E., Ugarte, E. & Bodin, L. 2011. J. Anim. Sci. 89: 321-328.

RAZA BARROSÃ: CARACTERIZACIÓN GENÉTICA POR ANÁLISIS DEMOGRÁFICO

Maia¹, C., Araújo^{1,2,3}, J.P., Cerqueira^{1,3,4}, J.L., Soares^{1,3}, M.L., Dantas⁵, R., Leite⁵, J. y Carolino^{6,7,8}, N.
¹Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Refóios do Lima, 4990-706 Ponte de Lima, Portugal. ²Centro de Investigação de Montanha (CIMO), ESA - IP Viana do Castelo, Portugal. ³Centro de Investigação e Desenvolvim. em Sistemas Agroalimentares e Sustentabilidade (CISAS). ⁴Centro de Ciência Animal e Veterinária (CECAV) - UTAD, 5000-801 Vila Real, Portugal. ⁵Associação de Criadores de Bovinos de Raça Barrosã (AMIBA), Vila Verde, Portugal. ⁶Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P., Fonte Boa, Vale Santarém, Portugal. ⁷CIISA – Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa, 1300-477 Lisboa, Portugal. ⁸Escola Universitária Vasco da Gama, 3020-210 Coimbra, Portugal; pedropi@esa.ipvc.pt

INTRODUCCIÓN

La Barrosã es uno de los iconos de las razas vacunas autóctonas portuguesas, con certificación “Carne Barrosã - DOP”. Presenta un censo de 8000 hembras adultas, 7500 en línea pura y 300 machos, distribuidos aproximadamente por 900 ganaderías. El análisis demográfico permite describir la estructura y dinámica de una población, considerándola un grupo de individuos en permanente renovación. El análisis de genealogías es una metodología fundamental para la caracterización de poblaciones, ya que permite evaluar la variabilidad genética existente, y su evolución a lo largo de las generaciones (Carolino *et al.*, 2020). Este estudio tuvo como objetivo estudiar la estructura poblacional de la raza Barrosã a través de algunos indicadores y parámetros demográficos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado datos de nacimientos y genealogías del Libro Genealógico de la *Raça Barrosã* gestionado por la *Associação de Criadores de Bovinos da Raça Barrosã* (AMIBA), a saber, 220836 animales, 20720 de los cuales puros y 15914 criadores. Los datos fueron analizados y validados por *softwares* específico: Gestión de Recursos Zoogenéticos (Carolino y Gama, 2002), *ENDOG* (Gutiérrez y Goyache, 2004) y *PEDIG* (Boichard, 2007). Los parámetros fueron calculados para distintos intervalos de tiempo, para mejor descripción la evolución de la raza Barrosã y evaluar su situación en el pasado y en momentos más recientes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efectivo de la raza Barrosã se ha estabilizado esencialmente desde finales de los años 90. Las estimaciones de consanguinidad son reducidas, con valores superiores al 5%, lo que no es preocupante. Sin embargo los valores pueden ser superiores, debido a la escasez de datos genealógicos en años más longincuos. El tamaño poblacional efectivo (N_e) en el período 2010-2019 fue de 26,2, inferior al valor recomendado por la FAO ($50 \text{ o } \Delta F / \text{generación} < 1\%$), por lo que el riesgo de erosión genética de la población se considera aceptable (FAO, 1998). Sin embargo, la comparación del N_e de una raza autóctona con el de una raza internacional de dimensión mundial es muy desigual debido a las diferentes realidades y también a las distintas posibilidades de manejo de la variabilidad genética existente (Carolino *et al.*, 2020). Se encontró elevada longevidad productiva, 30,8% de las hembras permanece en producción después de los 10 años y el 7,2% con 15 años o más años de edad. Los indicadores estimados demuestran que es aconsejable incrementar la diversificación de machos para ser utilizados como reproductores con el fin de evitar el número excesivo de crías por macho.

CONCLUSIÓN

Hay una evolución positiva en el seguimiento de la raza Barrosã, particularmente en el control de nacimientos y registros de genealogías de los animales. La mejora en la información genealógica disponible ha sido esencial para la determinación de algunos indicadores demográficos, siendo primordial seguir controlando las genealogías de los animales a ser inscritos en el Libro de Adultos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Boichard, D. 2007. PEDIG: a fortran package for pedigree analysis suited for large populations. Jouy en Josas. • Carolino, N. & Gama, L.T. 2002. Manual Utilização de Software para a Gestão de Recursos Genéticos Animais • Carolino, N., Gama, L.T., Leite, J.V. & Dantas, R. 2011. Caracterização genética por análise demográfica da raça bovina Cachena • Carolino, N., Vitorino, A., Carolino, I., Pais, J., Henriques, N., Silveira, M. & Vicente, A. 2020. *Animals*. 2020. 10(11): 1990. • FAO. 1998. FAO Editions, Italy. • Gutiérrez, J.P., Altarriba, J., Díaz, C., Quintanilla, R., Izquierdo, M., Cañón, J. & Piedrafita, J. 2000. Final Report of the FAIR I PL95/702 Research Project: 75-99. UAB, Barcelona, Spain.

RESPUESTA CORRELACIONADA EN EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN CONEJAS SELECCIONADAS DIVERGENTEMENTE POR VARIANZA AMBIENTAL DEL TAMAÑO DE CAMADA

Agea¹, I., Muelas¹, R., García¹, M.L., Hernández², P., Santacreu², M.A., Armero³, E., Blasco², A. y Argente¹, M.J.

¹ Departamento de Tecnología Agroalimentaria, Universidad Hernández de Elche, Ctra de Beniel km 3.2, 03312, Orihuela. Alicante. ² Institute for Animal Science and Technology, Universitat Politècnica de València, P.O. Box 22012, 46022, València. ³ Department of Agricultural Science and Technology, Universidad Politècnica de Cartagena, Paseo Alfonso XIII, 48, 30203, Murcia. mj.argente@umh.es

INTRODUCCIÓN

Se han seleccionado con éxito dos líneas divergentes por variabilidad ambiental del tamaño de camada en conejo en la Universidad Miguel Hernández de Elche (Blasco *et al.*, 2017). La línea homogénea para el tamaño de camada ha mostrado una menor sensibilidad al estrés y a las enfermedades que la línea heterogénea (Argente *et al.*, 2019; Beloumi *et al.*, 2020). Los ácidos grasos tienen un papel clave en la regulación de los procesos inmunológicos e inflamatorios, i.e., síntesis y migración de leucocitos, activación de la fagocitosis, y producción de especies reactivas de oxígeno, citoquinas y antígenos (Yaqoob y Calder, 2007). El objetivo de este estudio fue evaluar la respuesta correlacionada a la selección por varianza ambiental del tamaño de camada en el perfil de ácidos grasos en el plasma de coneja.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se extrajo una muestra de sangre a 10 hembras de la línea homogénea y a 12 hembras de la línea heterogénea de la generación 12 del experimento de selección divergente por variabilidad ambiental del tamaño de camada en su segunda monta (ver más detalles del experimento en Blasco *et al.*, 2017).

Se evaluó el perfil de ácidos grasos en el plasma de la coneja con cromatografía de gases (GC-17A, Shimadzu, Kyoto, Japón). El modelo estadístico incluyó los efectos de línea (línea homogénea y heterogénea) y el mes de extracción de la muestra de sangre (marzo, abril y mayo). Se empleó metodología Bayesiana para todos los análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La línea homogénea para el tamaño de camada mostró mayores niveles plasmáticos que la línea heterogénea en los ácidos grasos monoinsaturados C16:1 (+12,0 ng/ml P = 0,98) y C18:1n9c (+53 ng/ml P = 0,90), y en los ácidos grasos poliinsaturados n-3 C18:3n3 (+2,18 ng/ml P = 0,90) y C20:5n3 (+1,91 ng/ml P = 0,90). La bibliografía recoge un efecto protector y antiinflamatorio de estos ácidos grasos en los procesos inflamatorios de la respuesta inmunitaria, mediante una disminución en la síntesis de citoquinas IL-1, IL-2, IL-6 y TNF, prostaglandina E2 y leucotrieno B4 (Katayama y Lee, 2003; Rodríguez *et al.*, 2019). Una mayor concentración plasmática en C16:1, C18:1, C18:3n3 y C20:5n3 en la línea homogénea estaría de acuerdo con su menor concentración plasmática en los biomarcadores de inflamación TNF-alfa y proteína C-reactiva (Argente *et al.*, 2019; Beloumi *et al.*, 2020).

CONCLUSIÓN

La selección por variabilidad ambiental del tamaño de camada muestra una respuesta correlacionada en el perfil de ácidos grasos plasmáticos, corroborando una menor respuesta inflamatoria y menor sensibilidad a enfermedades en la línea homogénea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Argente, M.J., García, M.L., Zbyňovská, K., Petruška, P., Capcarová, M. & Blasco A. 2019. *Animal* 13: 2348-2355.
- Blasco, A., Martínez-Álvaro, M., García, M.L., Ibáñez-Escriche, N. & Argente, M.J. 2017. *Genet. Sel. Evol.* 49: 48.
- Beloumi, D., Blasco, A., Muelas, R., Santacreu, M.A., García, M.L. & Argente, M.J. 2020. *Animals* 10: 1540.
- Katayama, S. & Lee, J.B. 2003. Prostaglandins and leukotrienes. In: Benjamin Caballero (Eds). *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (Second Edition). Academic Press. 4798-4804.
- Rodríguez, M.G., Rebollar, P., Mattioli, S. & Castellini, C. 2019. *Animals* 9: 806.
- Yaqoob, P. & Calder, P.C. 2007. *Br J Nutr.* 98: 241-245.

Agradecimientos: Este estudio ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MIC)-Agencia Estatal de Investigación (AEI) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) "Una manera de hacer Europa" con el AGL2017-86083-C2-2-P, y con el proyecto de la Conselleria Valenciana AICO/2019/169.

ESTUDIO DE LA RESPUESTA INFLAMATORIA EN DOS LÍNEAS MATERNAS DE CONEJOS CON DIFERENTE LONGEVIDAD

Belloumi^{1,2}, D., Argente³, M.J., García³, M.L., Blasco¹, A. y Santacreu¹, M.A.

¹Institute for Animal Science and Technology. Universitat Politècnica de València, P.O. Box 22012. 46022 València, Spain. ²CITA-IVIA, 12400 Segorbe, Spain. ³Departamento de Tecnología Agroalimentaria. Universidad Miguel Hernández de Elche, Ctra de Beniel Km 3.2, 03312 Orihuela, Spain; dhebel@upvnet.upv.es

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, en la producción cunícola ha aumentado el interés por disponer de animales robustos, es decir, animales con una alta productividad y resiliencia a factores de estrés externos de acuerdo con la definición de Berghof et al (2019). Una forma de medir la robustez es utilizar biomarcadores clásicos de la sensibilidad a procesos inflamatorios o infecciosos como las proteínas de fase aguda, parámetros hematológicos o biomarcadores relacionados con el metabolismo de las grasas por su papel en la respuesta inflamatoria (Belloumi *et al.*, 2020). El objetivo de este trabajo fue estudiar biomarcadores de la respuesta inflamatoria en dos líneas maternas comerciales, una línea robusta fundada con un criterio de alta longevidad (línea LP) y una línea de longevidad estándar (línea A), después de la estimulación por vacunación contra la enfermedad hemorrágica del conejo (RHD).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 21 hembras de la generación 15 de la línea LP y 23 hembras de la generación 50 de la línea A. Se tomaron muestras de sangre de cada hembra a las 18 semanas de edad para evaluar los parámetros bioquímicos (bilirrubina, colesterol y triglicéridos), la concentración de proteína C-reactiva (PCR) y hacer un análisis hematológico (recuento de leucocitos y porcentaje de linfocitos, granulocitos y monocitos). Inmediatamente después de la extracción de sangre, las hembras fueron vacunadas por vía subcutánea contra RHD para estimular el sistema inmunológico. Setenta y dos horas después de la vacunación, se tomaron de nuevo muestras de sangre para cuantificar los mismos parámetros. Se realizó un análisis estadístico bayesiano utilizando el programa Rabbit.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Antes de la vacunación, la línea LP presentó una menor concentración basal de PCR lo que indicaría que sufre un menor estrés ambiental crónico que la línea A en las mismas condiciones ambientales ($D_{A-LP}=+41,4$ $\mu\text{g/ml}$, $P=1$), lo que está asociado con una menor sensibilidad a enfermedades (Markandy, 2015). Después de la vacunación, la línea LP fue la que mostró una mayor respuesta a la vacunación ($D_{A-LP}=-14,6$ $\mu\text{g/ml}$, $P=0,93$) y esta mayor respuesta se ha relacionado con una buena funcionalidad del sistema inflamatorio. Además, antes de la vacunación, la línea LP presentó un mayor porcentaje de linfocitos ($D_{A-LP}=-7,13\%$, $P=0,99$) y monocitos ($D_{A-LP}=-2,32\%$, $P=0,98$) y un menor porcentaje de granulocitos ($D_{A-LP}=+9,26\%$, $P=1,00$) y no se observaron cambios importantes después de la vacunación. Un mayor porcentaje de linfocitos se considera indicativo de un mejor sistema inmunológico adquirido. En cuanto a los biomarcadores relacionados con el metabolismo de la grasa, antes de la vacunación ambas líneas mostraron concentraciones similares de triglicéridos, colesterol y bilirrubina pero después de la vacunación, la línea A mostró una menor concentración de bilirrubina ($D_{A-LP}=-0,14$ $\mu\text{mol/l}$, $P=0,93$) y una menor respuesta en triglicéridos que la línea LP ($-0,05$ $\mu\text{mol/l}$, $P=0,90$). Estos resultados apoyarían la hipótesis de una mejor funcionalidad del metabolismo del hígado en la lucha contra las infecciones y la disminución de inflamaciones en la línea LP.

CONCLUSIÓN

El conjunto de los resultados apoya la hipótesis de que la línea A es más sensible a enfermedades y menos robusta que la línea LP.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Belloumi, D., Blasco, A., Muelas, R., Santacreu, M.A., García, M.L. & Argente, M.J. 2020. *Animals* 10: 1540.
- Berghof, T.V.L., Poppe, M. & Mulder, H.A. 2019. *Front. Genet.* 9: 1-7.
- Markanday, A. 2015. *Open Forum Infectious Diseases* 2: 1-7.

Agradecimientos: Este estudio ha sido financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO) con el Proyecto AGL2017- 86083.

ASOCIACIÓN DE POLIMORFISMOS EN LOS GENES *TFRC* Y *LRRC32* CON LA RESILIENCIA EN CERDOS DUROC

Laghouaouta, H., Ros-Freixedes, R., Estany, J., Fraile, L. y Pena, R.N.

¹Departament de Ciència Animal, Universitat de Lleida – AGROTECNIO-CERCA Center, Lleida; houda.laghouaouta@udl.cat

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el concepto de resiliencia ha despertado un gran interés en el campo de la mejora genética animal (Berghof *et al.*, 2019), lo que ha llevado a elaborar nuevas medidas de resiliencia para poder examinar su determinismo genético y aplicar criterios de selección. En un estudio previo, hemos empleado la desviación en el ritmo de crecimiento para medir la resiliencia en cerdos desafiados con una vacuna comercial. Se calculó la diferencia (ΔP) entre el peso observado y predicho a partir de la curva de crecimiento de cerdos controles no vacunados (Laghouaouta *et al.*, 2021). Definimos los cerdos susceptibles como los que más les afecta el desafío y pierden más peso ($\Delta P < 0$). A partir de un estudio de asociación del genoma completo para ΔP , se identificaron genes candidatos involucrados en procesos de respuesta inmune, entre ellos, los genes del receptor de la transferrina (*TFRC*, SSC13) y del activador de factores TGFB (*LRRC32*, SSC9). El objetivo del presente trabajo es evaluar los efectos aditivos y dominantes de variantes en estos genes (*TFRC* y *LRRC32*) sobre el ΔP /peso predicho (% ΔP).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se alinearon los datos de secuenciación completa del genoma de 159 animales Duroc con lecturas pareadas mediante NovaSeq 6000 (Illumina, San Diego, CA), con una cobertura media de 8X, mediante la herramienta BWA-MEM usando el *Sscrofa11.1* como genoma de referencia. Se filtraron las variantes presentes en los genes *TFRC* y *LRRC32* usando el GATK *HaplotypeCaller* 3.8.0 (DePristo *et al.*, 2011) y se predijeron sus efectos mediante el *Variant Effect Predictor* (VEP) (McLaren *et al.*, 2016) de Ensembl. Teniendo en cuenta el efecto de las variantes y sus frecuencias alélicas, se seleccionaron la variante no sinónima rs345077060 A>G en *TFRC* y las variantes rs343201786 T>C y rs340922838 C>T situadas en las 3' y 5'UTR de *LRRC32* para genotipar 259 cerdos Duroc con datos % ΔP mediante un protocolo HRM-PCR. Se estimaron los efectos aditivos y dominantes de los diferentes alelos sobre el % ΔP mediante un modelo lineal corrigiendo por el efecto lote usando el programa R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tres variantes estudiadas han mostrado evidencias de asociación con el fenotipo % ΔP . Los cerdos de genotipo AA para el SNP *TFRC* rs345077060 mostraron valores de % ΔP más altos y positivos que los cerdos GG, mientras que los AG presentaron valores intermedios ($P < 0.001$). El efecto de sustitución del alelo A a G de este SNP fue de -3.4 ± 0.7 % ($P < 0.001$). Por otra parte, los valores % ΔP de los cerdos de genotipo CC para los dos SNPs del gen *LRRC32* fueron superiores a los otros genotipos ($P < 0.05$). La sustitución del alelo T a C del SNP rs343201786 mostró un efecto aditivo de $+2.8 \pm 0.8$ % ($P < 0.01$) y dominante de -2.7 ± 1.1 % ($P < 0.05$). Asimismo, la sustitución del alelo C a T del SNP rs340922838 mostró un efecto aditivo de -2.9 ± 0.9 % ($P < 0.01$) y dominante de -2.4 ± 1.1 % ($P < 0.05$). Nuestros resultados indican que podría ser posible mejorar la resiliencia en cerdos mediante selección, sin embargo, sería necesario validar los resultados en otras poblaciones y en condiciones endémicas y epidémicas diversas.

CONCLUSIÓN

Nuestro estudio permitió identificar asociaciones significativas entre polimorfismos en los genes *TFRC* y *LRRC32* con % ΔP como medida de la resiliencia en cerdos. Se prevé examinar estas asociaciones en otras poblaciones y entornos sanitarios para validarlas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berghof, T.V.L., *et al.* 2019. *Front. Genet.* 9: 692.
- DePristo, M.A., *et al.* 2011. *Nat. Genet.* 43: 491–501.
- Laghouaouta, H., *et al.* 2021. AIDA 2021.
- McLaren, W., *et al.* 2016. *Genome Biol.* 17: 122.

Agradecimientos: Proyecto financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades RTI2018-097700-B-I00. H. Laghouaouta es beneficiaria de una beca FI (2020FI_B 00171).

LA VARIABILIDAD DEL GEN DEL RECEPTOR DE LA MELANOCORTINA 1 DETERMINA EL PATRÓN DE PIGMENTACIÓN DE LAS CABRAS MURCIANO-GRANADINAS

Guan¹, D., Martínez², A., Delgado², J.V., Landi³, V., Luigi-Sierra¹, M.G., Jordana⁴, J.,
Such⁴, X. y Amills^{1,4}, M.

¹Centre de Recerca en Agrigenòmica (CRAG), CSIC-IRTAUAB-UB. ²Universidad de Córdoba. ³Università degli Studi di Bari Aldo Moro. ⁴Universitat Autònoma de Barcelona; marcel.amills@uab.cat

INTRODUCCIÓN

En la raza caprina Murciano-Granadina (MG), se reconocen oficialmente dos patrones de pigmentación negra y marrón. En un estudio anterior (Fontanesi *et al.*, 2009), la secuenciación del gen del receptor de melanocortina 1 (*MC1R*) reveló que una mutación no-sinónima (c.801C>G, p.Cys267Trp) está estrechamente asociada con la coloración negra y marrón de las cabras Murciano-Granadinas. Sin embargo, el tamaño de la muestra fue bajo (N = 28) y no se investigó la existencia de determinantes genéticos adicionales a nivel de todo el genoma.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha fenotipado la coloración de 529 cabras MG (391 negras y 138 marrones) mediante inspección visual. Dichas cabras se han genotipado con el Goat SNP50 BeadChip (Illumina) que contiene 53.347 SNPs. Se ha empleado el paquete informático PLINK v1.9 (Purcell *et al.*, 2007) para filtrar los SNPs y posteriormente se ha realizado un GWAS con el paquete informático GEMMA (Zhou & Stephens, 2012). A continuación, se ha realizado una corrección para múltiples tests mediante una estrategia basada en la aproximación del *false discovery rate* (Benjamini & Hochberg, 1995). Asimismo, se han usado dos pares de cebadores para amplificar la región codificante del gen *MC1R* a partir del DNA de 9 cabras MG negras y 13 marrones. La secuenciación se ha realizado con el kit BigDye Terminator Cycle Sequencing Kit v1.1 (Applied Biosystems). El genotipado de la mutación c.801C>G se ha llevado a cabo con un ensayo TaqMan. Las reacciones de amplificación se han efectuado en placas de 96 pocillos y se han analizado en un equipo de PCR en tiempo real 7900-HT (Applied Biosystems).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El GWAS ha permitido detectar una asociación muy significativa entre una región del cromosoma 18 que comprende el gen *MC1R* y la coloración (q -valor = $1,34 \times 10^{-19}$). La secuenciación de Sanger de la región codificante del gen *MC1R* en cabras MG negras y marrones ha facilitado la identificación de una mutación no sinónima c.801C>G (p.Cys267Trp) que segrega muy estrechamente con el color de la capa. El genotipado de 49 cabras MG marrones y 41 negras con un ensayo TaqMan ha confirmado esta asociación. De hecho, todas las cabras marrones son CC mientras que las negras son GG o GC (q -valor = $2,91 \times 10^{-25}$). Los datos obtenidos indican que la variante G sería una mutación dominante que implicaría una ganancia de función. Nuestra hipótesis es que la sustitución de Cys por Trp destruye un enlace disulfuro, provocando un cambio en la conformación tridimensional del receptor MC1R que da como resultado una síntesis aumentada de eumelanina. Los resultados de este trabajo confirman plenamente los resultados obtenidos anteriormente por Fontanesi *et al.* (2009)

CONCLUSIÓN

La coloración negra y marrón de las cabras Murciano-Granadina se explica por una única mutación no sinónima c.801C>G (p.Cys267Trp) en el gen *MC1R* que, muy probablemente, altere su estructura tridimensional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Benjamini, Y. & Hochberg, Y. 1995. J R Stat Soc Series B Stat Methodol. 57: 289-300. • Fontanesi *et al.* 2009. BMC Genet. 10: 47 • Purcell *et al.* 2007. Am J Hum Genet. 81: 559-75 • Zhou, X. & Stephens, M. 2012. Nat. Genet. 44: 821-4.

Agradecimientos: esta investigación ha sido financiada con los proyectos AGL2016-76108-R (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades-Agencia Estatal de Investigación) y PID2019-105805RB-I00 (Ministerio de Ciencia e Innovación- Agencia Estatal de Investigación).

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA ESTRUCTURA GENÉTICA DE LA RAZA OVINA CHURRA A PARTIR DEL PEDIGRÍ

Pelayo, R., Gutiérrez-Gil, B., Marina, H., de la Fuente, L.F. y Arranz, J.J.

Dpto. de Producción Animal, Universidad de León, Campus de Vegazana s/n, León 24071, España; rpeig@unileon.es

INTRODUCCIÓN

La raza ovina Churra es autóctona de Castilla y León, destacando en la región por su alta especialización en la producción de leche, aunque actualmente su censo está disminuyendo. Desde el inicio del programa de mejora de esta raza en 1986, el principal objetivo de selección ha sido el aumento del rendimiento lechero, medido en kg de leche producida en un periodo de lactación de 120 días. Las poblaciones sometidas a presión selectiva tienden a cambiar su estructura poblacional a lo largo del tiempo, y estos cambios pueden ser evaluados mediante el estudio del pedigrí (Menezes *et al.*, 2015; Valera *et al.*, 2005). La pérdida de diversidad genética, debida principalmente al aumento de la consanguinidad, es una consecuencia indeseable de la selección, y por ello, a tener en cuenta en los programas de mejora genética (Vozzi *et al.*, 2007). Dado que los estudios a partir del pedigrí en la raza Churra son limitados, el objetivo del presente trabajo fue realizar un análisis preliminar de la estructura de la población y evaluar el nivel de variabilidad genética de la raza ovina Churra a partir de la información genealógica.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este estudio se utilizó la información procedente del Libro Genealógico de la raza Churra facilitada por la Asociación Nacional de Criadores de Ganado Ovino Selecto (ANCHE). Partimos de un total de 172.629 animales nacidos entre el año 1955 hasta el 2017. Mediante el programa informático ENDOG_v4.8 (Gutiérrez y Goyache, 2005) se calcularon los siguientes parámetros genéticos poblacionales: n° de generaciones equivalentes (**ge**), coeficiente de consanguinidad (**F**), coeficiente de relación media (**AR**), tamaño efectivo de la población (**Ne**) e intervalo generacional (**IG**).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La profundidad del pedigrí estudiado mostró valores adecuados para el parámetro **ge** (3,86). Este resultado fue muy similar al estimado en la raza ovina Lori-Bakhtiari (3,82) (Vatankhah *et al.*, 2019), pero superior a los descritos en las razas ovinas brasileñas Somalí (Paiva *et al.*, 2011) y Morada Nova (Mcmanus *et al.*, 2019) (**ge**: 1,34 y 1,64, respectivamente). Desde el punto de vista conservacionista interesa que tanto el parámetro **F** como el **AR** de un individuo sean lo más bajos posibles. Los valores medios de **F** (1,54%) y **AR** (0,82%) obtenidos en el presente trabajo fueron superiores a los encontrados en la raza española Segureña (0,6% y 0,06 % respectivamente) (Barros *et al.*, 2017) e inferiores a los encontrados en otras razas extranjeras (Mcmanus *et al.*, 2019). El parámetro **Ne** obtenido en nuestra población fue de 107,43, siendo este valor muy superior al **Ne** mínimo recomendado por la FAO (1998) para cualquier población viva (50 animales por generación). Por último, el **IG** medio estimado en este estudio para la raza Churra (4,11 años) fue superior a los hallados en razas bajo programas de conservación como la oveja Segureña (3,79) (Barros *et al.*, 2017) o la Morada Nova brasileña (3,6) (McManus *et al.*, 2019).

CONCLUSIÓN

El estudio de la estructura de la población de la raza ovina Churra mediante un análisis de pedigrí, mostró una buena calidad y profundidad del mismo, requisito básico para estimar correctamente el coeficiente de consanguinidad, entre otros parámetros poblacionales de interés. Según este trabajo, el programa de cría aplicado en la raza Churra no ha perjudicado de forma sustancial al mantenimiento de su variabilidad genética.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barros *et al.* 2017. Small Rumin. Res. 149: 128-133.
- Gutiérrez, J.P. & Goyache, F., 2005. J. Anim. Breed. Genet. 122: 172-176.
- FAO, 1998.
- Mcmanus *et al.* 2019. Small Rumin. Res. 170: 37-42.
- Menezes *et al.* 2015. Small Rumin. Res. 131: 85-92.
- Paiva *et al.* 2011. Trop. Anim. Health Prod. 43: 1449-1457.
- Valera *et al.* 2005. Livest. Prod. Sci. 95: 57-66.
- Vatankhah *et al.* 2019. Small Rumin. Res. 174: 148-155.
- Vozzi *et al.* 2007. Genet. Mol. Res. 6: 1044-1050.

Agradecimientos: Nuestro agradecimiento a ANCHE por facilitar los datos genealógicos utilizados en este trabajo.

DESARROLLO DE UN PANEL ESTANDARIZADO DE MICROSATÉLITES PCRs MULTIPLEX PARA CORVINA (*ARGYROSOMUS REGIUS*)

Vallecillos¹, A., Soula², M., Zamorano², M.J., María Dolores¹, E., Ramis³, G., Villa⁴, J., Rueda⁴, F.M., Afonso², J.M. y Armero¹, E.

¹Universidad Politécnica de Cartagena. ²Instituto de Acuicultura sostenible y Ecosistemas Marinos (GIA-ECOQUA).

³Universidad de Murcia. ⁴Alevines del Sureste s.l.; eva.armero@upct.es

INTRODUCCIÓN

La corvina (*Argyrosomus regius*) es una especie con un amplio abanico geográfico de distribución que abarca todo el Mar Mediterráneo, y cuya producción se encuentra en aumento (APROMAR. 2020). El objetivo del presente estudio fue desarrollar una multiplex PCRs, con marcadores microsatélites de un amplio espectro en el marco de un programa de mejora genética en corvina (GENECOR).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron los siguientes microsatélites de la bibliografía publicada para corvina (Nousias *et al.*, 2020) y para otras especies (Porta *et al.*, 2010; Archangi *et al.*, 2009; Saillan, 2004; O'Malley, 2003; Farias *et al.*, 2006; Turner *et al.*, 1998): GCT15, UBA50, CA3, GA2b, SOC405, GA17, Cactic14, SOC431, SOC011, UBA53.

La longitud de amplificación elegida osciló entre 70-219 pares de bases (pb) para optimizar la efectividad de la reacción múltiple (Dakin y Avise, 2004). Cada marcador fue amplificado en una PCR individualmente para comprobar su efectividad, rango de tamaño del alelo, morfología, variabilidad genética y fiabilidad de la genotipificación. Se seleccionaron 10 microsatélites con los que se diseñó un panel llamado SMAR (Super Multiplex *Argyrosomus regius*). Veinticinco descendientes procedentes de 12 reproductores fueron genotipados para la SMAR y se realizó la asignación de los parentales a través del programa VITASSING (v.8_2.1) software.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinaron las asignaciones de los parentales permitiendo hasta 5 errores posibles, sin embargo, la mayoría fueron asignados con uno o dos errores. Por lo que, de los veinticinco descendientes utilizados, la totalidad fue asignado con una sola posible pareja de padres.

CONCLUSIÓN

En este estudio, 10 marcadores microsatélites han sido utilizados permitiendo proponer un sistema reproducible, uniforme y estandarizado de un panel de corvina. Estos constituyen una herramienta eficiente y robusta para la identificación individual, reconstrucción del pedigrí y un estudio de estructura genética poblacional, considerándose el primer programa de mejora genética en corvina a nivel nacional español (GENECOR 2019-2022).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• APROMAR. 2020 Acuicultura marina en España. (<http://www.apromar.es>) • Archangi, B. 2004. Isolation and characterization of 15 polymorphic microsatellite DNA loci from *Argyrosomus japonicus* (mulloway), a new aquaculture species in Australia. *Molecular Ecology Resources*. 9: 412–414. • Dakin, E.E. y Avise, J.C. 2004. Microsatellite null alleles in parentage analysis. *Heredity*. 93: 504-509. • Farias, IP. 2006. Isolation and characterization of DNA microsatellite primers for *Cynoscion acoupa*, the most exploited sciaenid fish along the coast of Brazil. *Molecular Ecology, Notes*. 6: 660–663. • O'Malley, K.G. 2003. Microsatellite DNA markers for kinship analysis and genetic mapping in red drum, *Sciaenops ocellatus* (Sciaenidae, Teleostei). *Mol. Ecol. Notes*. 3: 155-158. • Nousias, O. 2020. Parentage assignment, estimates of heritability and genetic correlation for growth-related traits in meagre *Argyrosomus regius*. *Aquaculture*. 518: 734663. • Porta, D. 2010. Isolation and characterization of microsatellite loci from *Argyrosomus regius* (Asso,1801), (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) • Saillant, E. 2004. Microsatellite Markers for Red Drum, *Sciaenops ocellatus*. *Gulf of Mexico Science*. 22: 1. • Turner, T.F. 1998. Polymorphic microsatellite DNA markers in red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Molecular Ecology*. 7: 1771–1773.

Agradecimientos: Por la beca predoctoral 20716/FPI/18 y al proyecto GENECOR a la Fundación Séneca. Cofinanciado por grupo Avramar. Región de Murcia (Spain).

ANÁLISIS METAGENÓMICO DE LA MICROBIOTA CECAL EN DOS LÍNEAS DE CONEJO SELECCIONADAS DIVERGENTEMENTE POR VARIANZA AMBIENTAL DEL TAMAÑO DE CAMADA

Belloumi^{1,2}, D., Casto-Rebollo¹, C., Blasco¹, A., García³, M.L., Ibañez-Escriche¹, N., Argente³, M.J.

¹Institute for Animal Science and Technology, Universitat Politècnica de València, P.O. Box 22012, 46022, València. ²Centro de Investigación y Tecnología Animal, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, 12400 Segorbe, Spain. ³Departamento de Tecnología Agroalimentaria, Universidad Hernández de Elche, Ctra de Beniel km 3.2, 03312, Orihuela; dhebel@upvnet.upv.es

INTRODUCCIÓN

En la Universidad Miguel Hernández de Elche se ha llevado con éxito un experimento de selección divergente por variabilidad ambiental del tamaño de camada en conejo (Blasco *et al.*, 2017). La línea homogénea para el tamaño de camada ha mostrado una menor sensibilidad al estrés y a las enfermedades que la línea heterogénea (Argente *et al.*, 2019; Beloumi *et al.*, 2020). La microbiota intestinal tiene un importante papel en el desarrollo del sistema inmunológico y la activación del eje hipotálamo-pituitario-adrenal (HPA) del hospedador (Kraimi *et al.*, 2019). En este trabajo se aborda el estudio metagenómico de la microbiota cecal de ambas líneas mediante el uso de shotgun sequencing, con el objetivo de detectar genes microbianos que nos permitan discriminar entre las dos líneas seleccionadas divergentemente para la variabilidad ambiental del tamaño de camada.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recogieron muestras de contenido cecal a las 22 semanas de edad en 34 hembras de la línea heterogénea y en 36 hembras de la línea homogénea de la 13ª generación del experimento de selección divergente (ver más detalles del experimento en Blasco *et al.*, 2017). Las muestras fueron secuenciadas con Illumina NextSeq. La longitud media de las lecturas pareadas fue de 2 x 150 pb. Las lecturas se alinearon a la base de datos KEGG (<http://www.kegg.jp>) y se identificaron 3046 genes microbianos (KEGG). El filtrado de variables según su prevalencia entre muestras se realizó con el paquete PIME del programa R. Posteriormente, se imputaron los ceros con la función *cmultRepl* del paquete *zCompositions* de R y se aplicó la normalización con la ratio promedio del logaritmo centrado (wCLR) debido a la naturaleza composicional de los datos. Finalmente, se realizó un análisis discriminante basado en proyecciones sobre estructuras latentes (PLS-DA) con un vector de clasificación de línea como variable dependiente y los 3046 genes microbianos como variables independientes. Se seleccionaron las variables con un VIP (importancia de la variable en la proyección) > 0.95, y se volvió a repetir el análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis PLS-DA, utilizando una prevalencia del 50%, identificó 1572 genes microbianos, de los cuales 448 tenían una VIP > 0.95. Los resultados del PLS-DA mostraron que la proyección de los datos sobre las cuatro primeras variables latentes tuvo un coeficiente de ajuste elevado ($R^2 = 0.85$) y un coeficiente de validación cruzada (Q^2) de 0.52.

CONCLUSIÓN

En este trabajo, se han identificado genes microbianos que podrían ayudar a discriminar las líneas divergentes, lo que indicaría que la selección por variabilidad ambiental del tamaño de camada modifica el microbioma del huésped.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Argente, M.J., García, M.L., Zbyňovská, K., Petruška, P., Capcarová, M. & Blasco A. 2019. *Animal* 13: 2348-2355.
- Beloumi, D., Blasco, A., Muelas, R., Santacreu, M.A., García, M.L. & Argente, M.J. 2020. *Animals* 10: 1540.
- Blasco, A., Martínez-Álvaro, M., García, M.L., Ibañez-Escriche, N. & Argente, M.J. 2017. *Genet. Sel. Evol.* 49: 48.
- Kraimi, N., Dawkins, M., Gebhardt-Henrich, S.G., Velge, P., Rychlik, I., Volf, J., Creach, P., Smith, A., Colles, F. & Leterrier, C. 2019. *Physiology & Behavior* 210: 112658.

Agradecimientos: Este estudio ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MIC)-Agencia Estatal de Investigación (AEI) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) "Una manera de hacer Europa" con el proyecto AGL2017-86083-C2-2-P.

ESTUDIO SOBRE LA APLICACIÓN PRÁCTICA DE LOS VALORES GENÉTICOS ESTIMADOS EN EL GANADO VACUNO DE RAZA PIRENAICA

López-Carbonell, D., Altarriba, J., Martínez-Castillero, M., Srihi, H. y Varona, L.

Departamento de Anatomía Embriología y Genética Animal, Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2).
Universidad de Zaragoza, 50013 Zaragoza, España; 767339@unizar.es

INTRODUCCIÓN

El programa de mejora de la raza Pirenaica se implantó en la década de los 80 del siglo pasado (Altarriba *et al.*, 1996). Actualmente incluye la predicción del valor genético de 5 caracteres distintos. Dos de ellos, el peso al nacimiento y el peso al destete, son medidos en la propia explotación. El resto (peso de la canal fría, conformación y engrasamiento), se obtienen en el matadero. Los caracteres se combinan en dos índices compuestos diferentes (Índice Compuesto para Vida -ICV- e Índice Compuesto para Carne -ICC-), escalados con media 100 y desviación estándar 10 (Altarriba *et al.*, 2018). La decisión de selección de reproductores queda en manos de los ganaderos. El objetivo de este estudio es evaluar la aplicación de las predicciones de las valoraciones genéticas por parte de los productores.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado las predicciones de ICC e ICV obtenidas en los años 2010, 2011 y 2012 y el libro genealógico, proporcionado por CONASPI (Confederación Nacional de Asociaciones de Ganado Pirenaico). Se calculó la media de los ICC y ICV en dos grupos de animales: los animales reproductores y los machos con una descendencia mayor de 30. A continuación, estos datos se compararon con la distribución de ICC e ICV de todos los animales nacidos en estos mismos años. El porcentaje de reproductores con respecto al total de animales nacidos osciló entre el 19 y el 25%, mientras que los reproductores con más de 30 hijos fueron cerca del 1.5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del estudio mostraron que el mayor esfuerzo de selección se realizó vía macho. En las hembras no se observó ninguna tendencia clara hacia ninguno de los criterios de selección, ya que la media de ICC e ICV no se apartó significativamente de la media de la población total. Sin embargo, los machos seleccionados sí que tuvieron valores genéticos superiores a la media de la población. En concreto, se observa una mayor tendencia de este fenómeno en conformación, ICC e ICV. No obstante, la selección no fue óptima, ya que los individuos seleccionados no se correspondían con aquellos que poseían las predicciones con valores más elevados.

CONCLUSIÓN

Los ganaderos utilizan las predicciones genéticas para la selección de reproductores machos, y buscan especialmente una mejor aptitud cárnica. Sin embargo, las decisiones de selección están lejos de ser óptimas. Por lo tanto, es necesario un trabajo de comunicación y concienciación de los ganaderos para transmitir la mejora potencial que ofrece el seguimiento de las estrategias de mejora genética.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altarriba, J. *et al.* 1996. ITEA 92A: 107-116
- Altarriba J. *et al.* 2018. FEAGAS 41: 90-94.

Agradecimientos: A CONASPI por la facilitación de los datos fenotípicos y la genealogía.

CATÁLOGO COMPLETO DE VARIANTES REGULADORAS EN EL TRANSCRIPTOMA BOVINO

Liu^{1,4†}, S., Gao^{1,5†}, Y., Canela-Xandri^{3†}, O., Wang^{6†}, S., Yu^{4†}, Y., Cai⁷, W., Li⁸, B., Pairo-Castineira³, E., D'Mellow³, K., Rawlik², K., Xia², C., Yao³, Y., Yan⁴, Z., Li¹, C., Rosen¹, B.D., Van Tassell¹, C.P., Vanraden¹, P.M., Zhang⁴, S., Ma⁵, L., Cole¹, J.B., Liu^{1*}, J.E., Tenesa^{2,3*}, A. y Fang^{1,2,3*}, L.

¹USDA, Beltsville, Maryland 20705, USA. ²The Roslin Institute, The University of Edinburgh, Midlothian EH25 9RG, UK. ³MRC Human Genetics Unit, The University of Edinburgh, Edinburgh EH4 2XU, UK.

⁴College of Animal Science and Technology, China Agricultural University, Beijing 100193, China.

⁵University of Maryland, College Park, Maryland 20742, USA. ⁶Kunming Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Kunming, 650223, Yunnan, Chin. ⁷Institute of Animal Science, Chinese Academy of Agricultural Science, Beijing 1. 00193, China. ⁸Scotland's Rural College (SRUC), Roslin Institute Building, Midlothian EH25 9RG, UK [†]Equal contribution; Albert.Tenesa@ed.ac.uk

INTRODUCCIÓN

La caracterización de variantes genéticas reguladoras en el transcriptoma de los animales de producción es esencial para interpretar los mecanismos moleculares subyacentes a caracteres de valor económico y para aumentar la tasa de ganancia genética a través de la selección artificial.

MATERIAL Y MÉTODOS

Hemos generado un atlas de expresión de tejidos y genotipos en bovino (cGTEX, <http://cgtex.roslin.ed.ac.uk/>) basado en datos de 11,642 experimentos de RNA-seq disponibles públicamente para más de 100 tejidos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La descripción de la estructura del transcriptoma bovino ha permitido describir miles de variantes genéticas en *cis* y *trans* asociadas con la expresión génica y el procesamiento alternativo de 24 tejidos. Evaluamos la especificidad / similitud de estos efectos reguladores genéticos entre tejidos y los anotamos funcionalmente utilizando una combinación de datos multiómicos. Finalmente, vinculamos la expresión génica en diferentes tejidos a 43 caracteres económicamente importantes utilizando un gran estudio de asociación global del transcriptoma, aportando nuevo conocimiento biológico sobre los mecanismos reguladores moleculares que sustentan los rasgos productivos en el ganado vacuno.

CONCLUSIÓN

Nuestro trabajo proporciona una mejor comprensión de la arquitectura genética que sustenta los caracteres de valor económico y beneficiará a los programas de mejoramiento genético mediante la incorporación de conocimiento biológico en modelos de predicción genómica, y la mejora de la precisión entre generaciones y poblaciones.

Agradecimientos: Financiado por proyectos AFRI, referencias 2013-67015-20951, 2016-67015-24886, y 2019-67015-29321 del *USDA National Institute of Food and Agriculture Animal Genome and Reproduction Programs* y el proyecto BARD número US-4997-17 de la Fundación *US-Israel Binational Agricultural Research and Development (BARD)*; Proyectos del programa BBSRC BBS/E/D/10002070 y BBS/E/D/30002275, MRC MR/P015514/1; Premio HDR-UK HDR-9004; acuerdo de proyecto Marie Skłodowska-Curie No [801215]; MR/R025851/1. Agradecemos al proyecto *1000 Bull Genomes* los datos de secuenciación global, y al *Council on Dairy Cattle Breeding* los datos de genotipo, fenotipo y pedigree, y a Interbull por los datos de evaluaciones genéticas.

CARACTERIZACIÓN DE ARNs NO CODIFICANTES LARGOS (lncRNAs) EN LA GRASA PERIRRENAL DE CORDEROS LECHALES

Alonso-García, M., Suárez-Vega, A., Esteban-Blanco, C., Arranz, J.J. y Gutiérrez-Gil, B.
Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de León, 24071 León;
malong11@estudiantes.unileon.es

INTRODUCCIÓN

Los ARN no codificantes largos (lncRNA) constituyen un conjunto de transcritos no codificantes caracterizados por su implicación en procesos de regulación transcriptómica, post-transcriptómica, y epigenética (Zhao y Lin, 2015). En el caso de su influencia sobre caracteres de producción cárnica, diversos estudios evaluando la actividad de los lncRNA en músculo y tejido adiposo en cerdo (Li *et al.*, 2020) y ganado vacuno (Choi *et al.*, 2019) han demostrado que los lncRNA pueden ser importantes elementos reguladores y afectar las características de la canal en los animales de producción. En el ganado ovino, solo hay un estudio sobre el papel de los lncRNAs del tejido graso en razas de cola grasa (Ma *et al.*, 2018). En este estudio utilizamos datos de RNA-Seq de corderos lechales de las razas Churra y Assaf, previamente analizados en un estudio de expresión diferencial (Suárez-Vega *et al.*, 2018), con el objetivo de identificar nuevos lncRNAs en el transcriptoma ovino de la grasa perirrenal. El interés de este tejido en corderos lechales recae en su relación con el nivel de engrasamiento global de la canal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos de RNA-Seq analizados fueron generados con la tecnología *paired-end* de Illumina a partir de muestras de grasa perirrenal de 14 corderos machos, seis de la raza Churra y ocho de la raza Assaf, sacrificados al alcanzar el peso de sacrificio de mercado (9-12 Kg). Los datos brutos fueron alineados, después de un control de calidad previo, frente al genoma de referencia Oar v3.1 con el programa STAR (v2.7.6a) (Dobin *et al.*, 2013), utilizando el método “two-pass” (Veeneman *et al.*, 2015). Tras el ensamblado con *StringTie* (v2.1.4) (Pertea *et al.*, 2015), la identificación y clasificación de los lncRNAs se realizó con el programa *FEELnc* (Wucher *et al.*, 2017). Posteriormente, se llevó a cabo la cuantificación de la expresión de los lncRNA identificados, con *HTSeq-count* (v0.6.1p2) (Anders *et al.*, 2014), y la asociación en “cis” con los genes codificantes, con el módulo “*FEELnc_classifier*” de *FEELnc*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se detectaron un total de 4385 lncRNAs en el transcriptoma de la grasa perirrenal de oveja, de los cuales 2601 no estaban anotados. Del total de los lncRNA identificados, la mayoría eran intragénicos (2113). A partir de la cuantificación de la expresión, se identificaron los cinco lncRNAs más expresados en cada una de las razas, que ya estaban anotados en el genoma de referencia; esto confirmaría que el método de detección es eficaz. Dentro de los cinco lncRNAs más expresados en cada raza, cuatro de ellos fueron comunes entre las dos razas, presentando todos ellos una expresión ligeramente más alta en Churra que en Assaf (*ENSOARG00000026007*, *ENSOARG00000026921*, *ENSOARG00000026777* y *ENSOARG00000025341*). Entre estos lncRNAs, por ejemplo, destaca el lncRNA *ENSOARG00000026921*, (cis)-asociado al gen *WDR87*, relacionado con la infiltración grasa de la carne en un estudio previo en el vacuno de raza Hanwoo (Lim *et al.*, 2013).

CONCLUSIÓN

Hemos identificado elementos reguladores sobre genes con importancia sobre caracteres de calidad de la carne. Este estudio representa un primer paso hacia la caracterización de lncRNA en el tejido adiposo de corderos lechales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anders, S. *et al.* 2014. *Bioinform.* 31: 166-169.
- Choi, J.Y. *et al.* 2019. *Anim. Cells Syst.* 23: 50-58.
- Dobin, A. *et al.* 2013. *Bioinformatics* 29: 15-21.
- Li, R. *et al.* 2020. *Genes* 11: 883.
- Lim, D. *et al.* 2013. *Asian-australas. J. Anim. Sci.* 26: 19-29.
- Ma, L. *et al.* 2018. *Front. Genet.* 9: 365.
- Pertea, M. *et al.* 2015. *Nat. Biotechnol.* 33: 290-295.
- Suárez-Vega, A. *et al.* 2018. *Anim. Genet.* 49: 605-617.
- Veeneman, B.A. *et al.* 2015. *Bioinform.* 32: btv642.
- Wucher, V. *et al.* 2017. *Nucleic Acids Res.* 45.
- Zhao, X.Y. & Lin, J.D. 2015. *Trends Biochem. Sci.* 40: 586-596.

Agradecimientos: El presente trabajo ha sido financiado por el proyecto nacional *EPIMILKSHEEP* (RTI2018-093535-B-I00; MICINN, España).

LA SECUENCIACIÓN POR NANOPOROS PERMITE CONOCER EL EPIGENOMA EN VACUNO LECHERO

González-Recio¹, O., López-Catalina¹, A., Gutiérrez-Rivas¹, M., Nieto², A., Fernández¹, A., Peiró-Pastor², R. y Bach², A.

¹Departamento de mejora genética animal. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Crta. La Coruña km 7.5, 28040 Madrid, Spain. ²Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y Biosistemas-UPM, Avda. Complutense s/n, 28040 Madrid, Spain. ³Marlex, Recerca i Eduació, 08173 Barcelona; gonzalez.oscar@inia.es

INTRODUCCIÓN

La información epigenética es relevante en mejora genética animal (González-Recio *et al.* 2012). Esta fuente de información puede ayudar a entender la expresión génica, la programación prenatal, el efecto de factores de estrés sobre el fenotipo, e incluso mejorar la precisión de las evaluaciones genéticas. Sin embargo, la obtención de esta información es aún costosa y difícil de conseguir en las poblaciones comerciales. El objetivo de este trabajo es presentar un método de secuenciación que permite conocer la metilación del genoma usando tecnología de nanoporos al mismo tiempo que permite la secuenciación completa de animales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se secuenció el genoma de 23 vacas Holstein, usando el dispositivo MinION, y se detectaron las modificaciones de nucleótidos (5mC y 6mA) según la señal de disrupción iónica que se produce cuando la hebra de ADN atraviesa el nanoporo (Simpson *et al.*, 2017). Se comparó el rendimiento de dos métodos de extracción de ADN (Salting Out vs Kit Epicentre). Se realizó un estudio de asociación entre las regiones metiladas y la ingesta media diaria. Se optimizó un flujo de trabajo para la imputación de secuencia a genoma completo usando la población de referencia de los 1000 genomas bovinos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se detectó una media de 801.556 (sd = 249605) regiones metiladas por muestra. Para cada muestra se calculó el porcentaje de metilación global (PGM) a lo largo del genoma a diferentes profundidades de lecturas (<1x, 5x, 10x, 15x, 20x, and 25x). Cuando la profundidad de lectura fue superior a 15x, el cálculo del PGM fue más repetible. Además, se observaron diferencias entre los kits de extracción para la metilación detectada, resultando en mayores PGM con el uso del kit Epicentre. El análisis de asociación se realizó con aquellas regiones con una profundidad >20x (17.648), y que además estuviesen secuenciadas en al menos 18 vacas (1879 regiones). En total se detectaron 25 regiones relacionadas con la ingesta media diaria de materia seca (e.g. MTHFD2L, SLC19A1, DCTN6, COL18A1). Se realizó un análisis in-silico de estas regiones que mostraron estar involucradas en la síntesis de tejido muscular, niveles de ácido fólico, mitosis celular y angiogénesis. En todas estas regiones se asoció una mayor ingesta con una menor metilación de la región.

La imputación a genoma completo resultó en un error inferior al 5% en variantes homocigóticas, pero mayor a posiciones heterocigóticas.

CONCLUSIÓN

La secuenciación por nanoporos ofrece la posibilidad de detectar regiones metiladas, a la vez que se realiza una secuenciación a menor profundidad. Esta tecnología podría usarse en los programas de mejora para incorporar información genómica y epigenómica, utilizando métodos de imputación apropiados a este tipo de secuenciación, a un coste relativamente asequible. Para ello es necesario explorar con más profundidad cómo implementar este procedimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gonzalez-Recio, O., Toro, M.A. & Bach, A. 2015. *Front. Genet.* 6:305
- Simpson, J.T., Workman, R.E., Zuzarte, P.C., David, M., Dursi, L.J. & Timp, W. 2017. *Nat. Met.* 14: 407-410.

Agradecimientos: Los autores agradecen la colaboración de BLANCA de los Pirineos para la toma de datos y muestras.

ESTRATEGIAS DE NORMALIZACIÓN PARA LA ESTIMACIÓN DE LA EXPRESIÓN DIFERENCIAL DE MICROARN EN LA LECHE DE VACA

Abou el qassim, L. y Royo, L.J.

Servicio Regional De Investigación Y Desarrollo Agroalimentario, carretera de Oviedo, s/n, 33300 Villaviciosa, Asturias; ljroyo@serida.org

INTRODUCCIÓN

Los microARNs (miARNs) son pequeños ARNs no codificantes de 21-25 nucleótidos que realizan diversas funciones dentro de las células, incluida la regulación de la expresión de genes (He & Hannon, 2004). Su uso como biomarcadores no invasivos es un área activa de investigación (Colitti *et al.*, 2019; Billa *et al.*, 2019). Su cuantificación requiere técnicas altamente sensibles y específicas como PCR cuantitativa en tiempo real (RT-qPCR). Sin embargo, las variables técnicas introducidas durante los pasos experimentales pueden ocultar la verdadera respuesta biológica (Faraldi *et al.*, 2019). Comúnmente, se utilizan estrategias de normalización basadas en miARNs endógenos (miARNs internos con expresión estable entre las muestras) u oligonucleótidos exógenos añadidos durante la extracción en concentraciones parecidas y conocidas (Faraldi *et al.*, 2019). Estudiando las variaciones de los perfiles de miARNs en leche cruda de vaca procedente de diferentes sistemas de producción (Abouelqassim, 2017; Abouelqassim *et al.*, 2018), en las células y la grasa de la leche (Li *et al.*, 2016), se identificó un sistema de normalización interno para la fase grasa de la leche, obtenida bajo sistemas de producción diferentes, usando el algoritmo GeNorm (Abouelqassim, 2017). Sin embargo, la determinación de los miARNs normalizadores en la fase de células no fue tan evidente. El objetivo de este trabajo es probar dos diferentes técnicas de normalización, para mostrar la importancia del sistema de normalización sobre el resultado de un estudio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se recogieron 35 muestras de células de leche (del tanque) pertenecientes a ganaderías de diferentes sistemas de producción. Las muestras fueron agrupadas en dos grupos diferentes: *Grupo 1-Intensivo (n=22) (>40% concentrados y sin forraje verde) y *Grupo 2-extensivo (n=13) (<40% concentrados y >2.5kg de hierba verde por animal). Para analizar la expresión de los miARNs diferenciadores (bta-mir-197-3p, bta-mir-2284, bta-mir-2285, bta-mir-28a5p, bta-mir-3432a y bta-mir-574) en cada uno de los grupos se testaron dos estrategias distintas de normalización: 1) Normalizar con miARNs internos. El análisis de geNorm se llevó a cabo con 22 muestras representativas del ensayo y 6 miARN de expresión estable (bta-miR-6119-3p, bta-miR-103, bta-miR-107, bta-miR-181a, bta-miR-342 y bta-miR-345-3p) seleccionados de los resultados de secuenciación. 2) Normalizar con el número de células somáticas de las muestras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras el análisis de geNorm, el valor PV no fue por debajo del umbral 0.15 lo que indica que el factor de normalización no es del todo fiable. Como recomienda GeNorm, se eligieron los 3 miARN más estables: bta-miR-103, bta-miR-107 y bta-miR-181. En este caso se observan diferencias significativas ($p < 0.05$) entre sistemas de producción para el bta-mir-2285. Sin embargo, normalizando con células somáticas, esta diferencia de expresión de bta-mir-2285 no es significativa.

CONCLUSIÓN

El sistema de normalización influye significativamente en el resultado final. De ahí la importancia de realizar un estudio de funcionalidad del miARN bta-mir-2285 y su compatibilidad con nuestro estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abou el Qassim, L. 2017. (Master's Thesis) CIHEAM, IAMZ. 129 pp. • Abou el Qassim, L. *et al.*, 2018. XIX Reunión de Mejora Genética Animal. León, Spain • Billa, P.A. *et al.*, 2019. BMC genomics 20(1) :621. • Colitti, M. *et al.*, 2019. Research in Veterinary Science 122: 148-155. • Faraldi, M. *et al.*, 2019. Scientific Reports 9(1): 1-13 • He, L. & Hannon, G.J. 2004. Nature Reviews Genetics 5: 522-531 • Li, R. *et al.*, 2016. PloS One 11: e0154129.

Agradecimientos: Apoyo parcial de la subvención INIA y FEDER (RTA2014-00086-C03-02; RTA2015-0061-C02-01) y Principado de Asturias (PCTI 2018-2020, GRUPIN: IDI2018-000237). L. Abou el Qassim es beneficiaria de la beca predoctoral Severo Ochoa (BP17-49). Agradecemos al personal del Laboratorio de Nutrición Animal del SERIDA y ganaderos asturianos.

VARIABILIDAD EN GENES MICRORNA PORCINOS Y SU ASOCIACIÓN CON FENOTIPOS DE EXPRESIÓN DE ARN MENSAJERO

Mármol-Sánchez¹, E., Luigi-Sierra¹, M.G., Castelló^{1,4}, A., Guan¹, D., Quintanilla², R., Tonda³, R. y Amills^{1,4}, M.

¹Centre de Recerca Agrigenòmica (CRAG), CSIC-IRTA-UAB-UB. ²Animal Breeding and Genetics Program, Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA). ³CNAG-CRG, Centre for Genomic Regulation (CRG), Spain. ⁴Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona; Marcel.Amills@uab.cat

INTRODUCCIÓN

Los microRNAs (miRNAs) regulan la expresión de un amplio rango de transcritos codificantes (mRNA). En porcino, la variabilidad de los genes miRNA y su efecto sobre la expresión génica y la variación fenotípica no se han estudiado en profundidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se obtuvieron 120 secuencias genómicas de cerdos y jabalíes europeos y asiáticos. La detección de polimorfismos nucleotídicos sencillos (SNPs) en genes miRNA se llevó a cabo con el software GATK (McKenna *et al.*, 2010). Además, se analizó la densidad de SNPs en genes miRNA (*seed*, miRNA maduro y precursor), y en sus regiones flanqueantes. Por otra parte, se realizó la secuenciación de los genomas de 5 verracos Duroc, fundadores de una población comercial (Lipgen) constituida por 345 descendientes. Mediante dicho experimento, se identificaron 15 SNPs en genes miRNA que fueron genotipados en 87-89 descendientes con datos microarray de expresión génica hepática y muscular. Los análisis de asociación entre SNPs genotipados y datos de expresión génica de mRNAs diana (evidencia bioinformática y experimental) se llevaron a cabo mediante el software GEMMA (Zhou y Stephens, 2012). También se llevaron a cabo experimentos de confirmación de la asociación entre genotipos miRNA y niveles de expresión de mRNAs mediante PCR cuantitativa a tiempo real.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De un total de 58,5 millones de SNPs detectados en las 120 secuencias genómicas porcinas, sólo 285 SNPs estuvieron localizados en genes miRNA (N = 370), y la mayoría de miRNAs (76,98%) sólo presentaron 1-2 SNPs. El análisis de componentes principales (PCA) permitió detectar una clara diferenciación entre poblaciones europeas y asiáticas, y no tanto entre razas domésticas y jabalíes. La densidad de SNPs fue significativamente menor en la *seed* respecto a otras regiones del miRNA maduro o en sus secuencias flanqueantes, lo que denota que los genes miRNA porcinos están sometidos a una fuerte selección purificadora (Omariba *et al.*, 2020). Del conjunto de 15 SNPs en miRNAs genotipados en la población Lipgen (N = 345), sólo 3 de ellos mostraron asociaciones significativas con datos de expresión de mRNAs diana. Por ejemplo, el SNP rs319154814 (G>A) en el bucle apical del gen ssc-miR-326 mostró asociación significativa con la reducción de la expresión del mRNA *PPP1CC* (*P*-value = 0.027), lo que se confirmó mediante RT-qPCR. Asimismo, los cerdos Duroc con genotipo AA para rs319154814 mostraron un incremento de la expresión de ssc-miR-326, aunque no de forma significativa (*P*-value = 0.178). Dicho incremento podría deberse a un cambio en la conformación estructural de ssc-miR-326, lo que modificaría el proceso de maduración del precursor del miRNA (Fernandez *et al.*, 2017). Se observaron, en cambio, muy pocas asociaciones entre un SNP localizado en la *seed* del miRNA ssc-miR-9792-5p y datos de expresión de sus mRNAs diana.

CONCLUSIONES

Los genes miRNA porcinos poseen bajos niveles de variabilidad, y muy especialmente en la región *seed* que determina la unión del miRNA a sus mRNAs diana. A pesar de ello, el genotipado de SNPs en genes miRNA en la población Lipgen reveló que el que presenta asociaciones más significativas con datos de expresión génica está situado fuera de la *seed*, en una región precursora.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fernandez, N. 2017. Nat Comm. 8: 1-12.
- McKenna, A. 2010. Genome Res. 20: 1297-303.
- Omariba, G. 2020. Sci. Rep. 10: 1-9.
- Zhou, X. 2012. Nat. Genet. 44: 821-4.

Agradecimientos: Esta investigación se financió parcialmente con los proyectos AGL2013-48742-C2-1-R y AGL2013-48742-C2-2-R concedidos por el Ministerio de Economía y Competitividad.

BÚSQUEDA DE REGIONES PLEIOTRÓPICAS CON INFLUENCIA SOBRE CARACTERES DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN EL GANADO OVINO DE RAZA ASSAF

Marina¹, H., Gutiérrez-Gil¹, B., Suárez-Vega¹, A., Alexandre², P.A., Pelayo¹, R., Esteban-Blanco¹, C., Arranz¹, J.J. y Reverter², A.

¹Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de León, Campus de Vegazana s/n, León 24071, España. ²CSIRO Agriculture & Food, St Lucia, QLD 4067, Australia; hmarg@unileon.es.

INTRODUCCIÓN

La leche del ganado ovino, caracterizada por un alto contenido de grasa y proteína, se destina principalmente a la fabricación de una amplia variedad de quesos de alta calidad. Como en otras razas ovinas, en la raza Assaf el contenido de grasa y proteína de la leche está positivamente correlacionado con el rendimiento quesero e inversamente correlacionado con el contenido de lactosa en leche (Sánchez-Mayor *et al.*, 2018). Asimismo, la eficiencia de la coagulación de la leche ovina también se ha relacionado con varios parámetros lecheros como son el contenido en lactosa y las células somáticas (Marina *et al.*, 2020). En base a estas observaciones, el objetivo del presente trabajo fue realizar un análisis pleiotrópico para identificar regiones del genoma con influencia sobre el contenido de lactosa y células somáticas en la leche.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para este estudio se utilizaron un total de 1,039 ovejas de raza Assaf. Para cada una de ellas, se tomó una muestra de leche de 50 ml y se midió la concentración de lactosa y de células somáticas. Además, estos animales fueron genotipados, a partir de muestras de sangre, con un chip de media densidad diseñado a la carta (50K-chip). Ambas fuentes de información, fenotipo y genotipos, se utilizaron para realizar dos GWAS independientes, mediante la familia de programas BLUPF90 (Misztal *et al.*, 2018). El efecto de cada SNP sobre los dos caracteres analizados se utilizó para realizar un análisis pleiotrópico (Bolormaa *et al.*, 2014). El 0.5% de los SNPs más significativos en el análisis de pleiotropía fueron seleccionados para análisis posteriores. Los genes localizados en un intervalo de confianza de ± 20 Kb de esos SNPs significativos fueron considerados como candidatos posicionales con un posible efecto pleiotrópico. El análisis de los procesos biológicos relacionados con los genes candidatos se realizó mediante un análisis de priorización funcional utilizando la web ToppGene (Chen *et al.*, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los intervalos de confianza de los 221 SNPs que superaron el umbral de pleiotropía establecido se identificaron 163 genes anotados en el genoma ovino. El análisis de priorización funcional relacionó estos genes con procesos biológicos asociados simultáneamente con la respuesta inflamatoria y la activación de leucocitos, por una parte, y metabolización de los derivados de los carbohidratos y lípidos, por otra. Del total de genes seleccionados, 12 de ellos estuvieron relacionados directamente con procesos biológicos de interés: lactación (GO:0007595; *EIF2AK3* y *HIF1A*) y respuesta inflamatoria (GO:0006954; *ART3*, *CD44*, *CXCL10*, *CXCL9*, *FRAS1*, *KIAA1217*, *PLA2G4A* y *PTGS1*).

CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio son un primer paso para esclarecer la base genética conjunta del contenido de células somáticas y lactosa de la leche, caracteres para los que numerosos trabajos demuestran una influencia directa sobre las características organolépticas del queso. Las variantes pleiotrópicas identificadas en este estudio podrían ser utilizadas en programas de selección del ganado lechero ovino de raza Assaf con el objetivo de reducir el contenido de células somáticas sin afectar a la producción quesera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bolormaa *et al.* 2014. PLoS Genet. 10.
- Chen *et al.* 2009. Nucleic Acids Research. 37: 305-311.
- Marina *et al.* 2020. Genes. 11: 715.
- Misztal *et al.* 2018. Manual for BLUPF90 family programs.
- Sánchez-Mayor *et al.* 2018. Livestock Sci. 228: 76-83.

Agradecimientos: El presente trabajo ha sido cofinanciado por los proyectos RTI2018-093535-B-I00 (Ministerio de Ciencia e Innovación), LE249P18 (Junta de Castilla y León, España) y la beca FPU16/01161 (MICIU, España). Los autores agradecen la excelente colaboración del Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO, Australia), y del consorcio de promoción ovino (CPO, Castilla y León).

ANÁLISIS DE LA DISTORSIÓN DE LA SEGREGACIÓN EN UNA POBLACIÓN DE RODABALLO (*SCOPHTHALMUS MAXIMUS*)

Saura¹, M., Casellas², J., Fernández¹, A., Cabaleiro³, S. y Villanueva¹, B.

¹Mejora Genética Animal, INIA, 28040 Madrid, España. ²Ciència Animal i dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, España. ³Centro Tecnológico Gallego de Acuicultura, Cluster de Acuicultura de Galicia, 15965 Aguiño-Ribeira, España; saura.maria@inia.es

INTRODUCCIÓN

La distorsión de la segregación ocurre cuando los dos alelos de un progenitor heterocigoto se transmiten a la descendencia con frecuencias distintas al 50%. Esto se puede deber a multitud de fenómenos fisiológicos vinculados con la reproducción y el desarrollo embrionario, incidiendo sobre caracteres de interés económico en las especies de producción. Dentro de este contexto, el objetivo del presente estudio fue analizar la presencia de distorsión de la segregación en el genoma del rodaballo, así como caracterizar su patrón genético.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los análisis se realizaron sobre 36 familias de hermanos completos de la especie *Scophthalmus maximus*, implicando un total de 46 reproductores y 1.394 hijos. Se tomaron muestras biológicas de todos los individuos y se realizó el genotipado para 18.097 marcadores SNP distribuidos por todo el genoma mediante RAD-Seq. Se aplicaron los modelos alélico y genotípico para el análisis de distorsión de la segregación (Casellas *et al.*, 2020) implementados en el programa TRDscreen v.1.05. Ambos modelos se compararon con el criterio de información de Akaike (Akaike, 1974), y los *p*-valores para los parámetros de distorsión se ajustaron aplicando Benjamini y Hochberg (1995) con $\alpha = 0,001$. Se analizaron un total de 65 regiones candidatas con la herramienta BioMart (± 50 kb alrededor de los SNP significativos) sobre la base de datos de rodaballo en Ensembl, y la sobre-representación de los procesos biológicos se chequeó con la herramienta *Gene List Analysis* de la base de datos PANTHER, usando el pez cebra como referencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El modelo genotípico resultó preferible en 13.879 SNP (76,7%), el alélico únicamente en 120 SNP (0,7%), y los restantes 4.098 SNP no discriminaron entre ambas opciones. En cuanto a los fenómenos de distorsión de la segregación, únicamente 151 marcadores SNP alcanzaron la significación estadística una vez implementada la corrección por tests múltiples (p -valor $\leq 4,4 \times 10^{-6}$). Estos marcadores se distribuían por todo el genoma con la única excepción del cromosoma 2, aunque con una mayor concentración en los cromosomas 5 (21,9%), 6 (13,9%), 12 (6,6%) y 13 (18,5%). Por otro lado, en el 61,7% de los casos se trataba de distorsión genotípica aditiva (2,0% de distorsiones genotípicas dominantes), resaltándose la preponderancia de los fenómenos genotípicos de distorsión de la segregación en esta especie. Las distorsiones alélicas paternas y maternas representaban respectivamente un 16,9% y un 19,5% del total. Resulta importante destacar que el análisis funcional realizado es exploratorio. No obstante, todos los procesos identificados se encuentran estrechamente relacionados con mecanismos disruptivos que pueden afectar al desarrollo y la supervivencia de los rodaballos.

CONCLUSIÓN

Se observa distorsión de la segregación en los rodaballos, mayoritariamente de tipo genotípicos, distribuida por prácticamente todos los cromosomas, y muy probablemente relacionada con genes implicados en distintos aspectos del desarrollo embrionario y la fisiología celular.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akaike, H. 1974. Autom. Contr. 19: 716-723.
- Benjamini, Y. & Hochberg, Y. 1995. J. R. Statist. Soc. B 57: 289-300
- Casellas, J., Id-Lahoucine, S. & Cánovas, A. 2020. Anim. Genet. 51: 847-854.

Agradecimientos: Proyectos 613611 (*EU 7th Framework Progr.*; KBBE.2013.1.2-659 10) y CGL2016-75904-C2-2-P (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, Madrid).

ANÁLISIS GENÓMICO Y HUELLAS DE LA SELECCIÓN EN RAZAS PORCINAS EUROPEAS

Óvilo¹, C., Muñoz¹, M., Bozzi², R., García-Casco¹, J., Núñez¹, Y., Čandek-Potokar³, M., Ribani⁴, A., Schiavo⁴, G., Bovo⁴, S., Tinarelli⁴, S., Gallo⁵, M., Fernández¹, A.I., Fontanesi⁴, L.

y TREASURE CONSORTIUM

¹Departamento Mejora Genética Animal, INIA, Madrid, Spain. ²DAGRI – Sezione Scienze Animali, Università degli Studi di Firenze, Firenze, Italy. ³Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana, Slovenia.

⁴Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Università di Bologna, Bologna, Italy.

⁵Associazione Nazionale Allevatori Suini, Roma, Italy; ovilo@inia.es

INTRODUCCIÓN

Las razas porcinas locales son un recurso genético importante y además suelen compartir características fenotípicas relevantes, como el elevado potencial adipogénico, la rusticidad y la calidad de su carne. Un factor clave para la conservación, promoción y uso sostenible de estas razas es su caracterización genética. En este estudio, evaluamos la estructura y diversidad del genoma y las huellas de la selección empleando datos de genotipado masivo de SNPs en veinte razas de cerdos autóctonos, incluidos en el proyecto europeo TREASURE, así como datos de jabalíes muestreados en la Península Ibérica y de cerdos de tres razas comerciales de origen español e italiano.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se genotiparon un total de 1150 muestras de ADN con el chip GGP Porcine HD Genomic Profiler v1, que incluye 68,528 SNPs. Las muestras comprendieron animales de las razas: Alentejana, Apulo-Calabrese, Basque, Bísara, Negro mallorquín, Black Slavonian, Casertana, Cinta Senese, Gascón, Ibérico, Krškopolje, Lithuanian indigenous wattle, Lithuanian White Old Type, Mora Romagnola, Moravka, Nero Siciliano, Sarda, Schwäbisch-Hällisches, Swallow-Bellied Mangalitsa, Turopolje, Duroc, Large White, Landrace y jabalí. Se calcularon parámetros de diversidad, distancias genéticas y se construyó un árbol NJ en R. Se exploró la estructura de las poblaciones mediante análisis PCA. Se realizó una búsqueda en todo el genoma de loci bajo selección diversificada basada en pruebas de valores atípicos F_{ST} (Wilkinson *et al.*, 2013), en cada una de las razas locales y también de forma específica en las razas Ibérica y Alentejana vs razas comerciales y jabalí.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados proporcionan una caracterización genética detallada de un amplio repertorio de razas porcinas autóctonas y cosmopolitas europeas y permiten evaluar su estructura poblacional, así como identificar algunas razas con muy baja diversidad genética para las que se deberían aplicar estrategias de conservación (Muñoz *et al.*, 2019). El estudio de huellas de selección detecta señales putativas de selección en regiones que contienen genes involucrados en el crecimiento, desarrollo muscular, reproducción, metabolismo, comportamiento y percepción sensorial, que pueden considerarse genes candidatos potencialmente involucrados en las diferencias en la adaptación a entornos específicos y a sistemas productivos, así como genes relacionados con caracteres fenotípicos relevantes. Debido a su proximidad genética, las razas ibérica y alentejana se estudiaron conjuntamente. En su estudio frente a las razas comerciales se detectaron regiones potencialmente seleccionadas que incluyen genes relacionados con desarrollo muscular, regulación del apetito o pigmentación de la capa (i.e. *TAS1R1*, *PINK1*, *MRAP2* o *PAX7*). En el estudio frente al jabalí se detectaron huellas de selección coincidentes con genes involucrados en crecimiento, adipogénesis, morfología de la capa, percepción sensorial y comportamiento (i.e. *MITF*, *FOXO1*, *CACNA1D* o *PLS1*).

CONCLUSIÓN

Los hallazgos proporcionan información relevante para la caracterización de razas autóctonas porcinas europeas y la implementación de nuevas estrategias de conservación y selección.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Muñoz, M., *et al.* 2019. Sci. Rep. 9: 13546. • Wilkinson, S. *et al.* 2013. PLoS Genet. 9: e1003453.

Agradecimientos: La investigación se financió con el programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea, en virtud del acuerdo de subvención nº 634476. El contenido de este resumen refleja únicamente la opinión del autor y la Agencia de la Unión Europea no es responsable del uso que pueda hacerse de la información que contiene.

EL GEN DEL RECEPTOR DE LA LEPTINA PROVOCA UN EFECTO MATERNO CONTRARIO A SU EFECTO DIRECTO EN EL CRECIMIENTO DE LOS LECHONES

Solé¹, E., Ros-Freixedes¹, R., Tor¹, M., Reixach², J., Pena¹, R.N. y Estany¹, J.

¹Universitat de Lleida - Agrotecnio-CERCA Center, 25198 Lleida. ²Selección Batallé, 17421 Riudarenes, Girona; emma.sole@udl.cat

INTRODUCCIÓN

El alelo T (rs709596309C>T; Óvilo et al., 2005) del gen del receptor de la leptina (LEPR) se relaciona con una mayor deposición de grasa corporal. Este alelo segrega en cerdos Duroc bajo un modelo de herencia recesivo, de modo que los cerdos TT son más grasos que los CC y CT (C-) (Ros-Freixedes et al., 2016). La condición corporal de la madre afecta al crecimiento y desarrollo de los lechones (Lavery et al., 2019), por lo que el gen LEPR podría ser causa de efectos maternos. Por otra parte, se ha cuestionado la naturaleza negativa de las estimaciones de la correlación genética entre efectos maternos y directos (Alves et al., 2018). El objetivo de este trabajo fue investigar la interacción entre efectos maternos y directos asociados al gen LEPR en el crecimiento de los cerdos.

MATERIAL Y MÉTODOS

En un primer experimento, se determinó el peso de la canal (PC) y el espesor de grasa dorsal (GD) y del lomo (LM) en la canal en 413 cerdos Duroc de la misma línea en los que se conocía su genotipo *LEPR* y el de sus 199 madres. Todos ellos se criaron en condiciones comerciales y se sacrificaron en el mismo matadero. En un segundo experimento se controlaron 470 cerdas de genotipo *LEPR* conocido a las que se les registró la edad al primer parto, el número de nacidos vivos (NV) y destetados (ND), así como el peso de la camada al destete, en un total de 927 partos. En una serie de experimentos complementarios se determinó, según el genotipo *LEPR*, la composición de la leche, el consumo individual de pienso en el engorde y la concentración de triglicéridos y ácidos grasos libres en sangre después de un ayuno. Los caracteres se analizaron por separado mediante un modelo animal en el que se incluyó el genotipo *LEPR* del individuo (efecto directo) y, para los caracteres PC, GD y LM, también el de la madre (efecto materno). Experimentos y análisis se indican con más detalle en Solé *et al.* (2021).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El genotipo TT provocó un efecto materno negativo de magnitud similar a su efecto directo positivo en el peso al sacrificio, de tal manera que los cerdos TT de madres TT pesaron lo mismo que los cerdos C- de madres C-, pero en cambio los cerdos TT de madres C- pesaron un 5% más (+5.2 kg, $P(>0) > 0.99$) que los cerdos C- de madres TT. No se detectó ningún efecto del genotipo materno sobre GD y LM. El efecto materno negativo del genotipo TT sobre PC podría explicarse por la menor producción de leche de las cerdas TT, ya que sus lechones pesaron menos al destete (150 g, $P(<0) > 0.99$) a igual NV y ND y sin variación relevante ni en el contenido graso ni en la composición de la leche. Por el contrario, los cerdos TT, además de comer más, presentaron en ayunas más triglicéridos y menos ácidos grasos libres en sangre, lo que indicaría que los cerdos TT acumulan más grasa no solo porque ingieren más energía sino porque además la movilizan menos.

CONCLUSIÓN

El gen *LEPR* causa un efecto materno contrario a su efecto directo sobre el crecimiento en cerdos. Este antagonismo se debe a que el genotipo que moviliza menos reservas durante la lactación es el que, por la misma razón, puede destinar más energía al crecimiento durante el engorde. El gen *LEPR* proporciona un ejemplo causal de correlación genética negativa entre efectos directos y maternos, a la vez que un mecanismo transgeneracional de distribución de los recursos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Alves *et al.* 2018. J. Anim. Sci. 96(7): 2567-78. • Lavery *et al.* 2019 Animal 13(3): 622-630. • Óvilo *et al.* 2005. Genet. Res. 85(1): 57-67. • Ros-Freixedes *et al.* 2016. PLoS ONE. 11(3): e0152496. • Solé *et al.* 2021. PLoS ONE. 16(1): e0246198.

Agradecimientos: Trabajo financiado por MICINN y Fondos FEDER (proyectos AGL2015-65846-R y RTI2018-101346-B-I00). E. Solé es beneficiaria de una beca doctoral de la Universidad de Lleida.

ESTUDIO DE ASOCIACIÓN DE LOS EFECTOS GENÉTICOS MATERNOS SOBRE LA GRASA INTRAMUSCULAR Y LA COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN CONEJOS

El Nagar¹, A.G., Sosa-Madrid², B.S., Hernández², P., Blasco², A. e Ibáñez-Escriche², N.

¹Department of Animal Production, Faculty of Agriculture at Moshtohor, Benha University, 13736, Egypt.

²Institute for Animal Science and Technology, Universitat Politècnica de València, P.O. Box 22012, 46022, València; noeibes@dca.upv.es

INTRODUCCIÓN

Los efectos maternos juegan un papel importante en caracteres de crecimiento en mamíferos. En conejos y cerdos, dado del corto intervalo de tiempo entre el destete y el sacrificio, estos efectos no solo tienen efecto en la lactación si no en el período de engorde, pudiendo influir en caracteres de calidad de carne como la grasa intramuscular (GIM) y sus ácidos grasos. En la Universitat Politècnica de València se llevó a cabo un experimento de selección divergente para GIM del músculo *Longissimus thoracis et lumborum* en conejos durante 10 generaciones (Martínez-Álvaro *et al.*, 2018). El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto genético materno (EGM) e identificar regiones genómicas y genes candidatos de los EGM asociados con la GIM y su composición de ácidos grasos en las líneas de conejos alta y baja GIM.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los caracteres estudiados fueron GIM, ácidos grasos saturados; SFA (C14:0, C16:0 y C18:0), ácidos grasos monoinsaturados; MUFA (C16:1n-7 y C18:1n-9), ácidos grasos poliinsaturados; PUFA (C18:2n-6, C18:3n-3 y C20:4n-6), MUFA / SFA y PUFA / SFA. Antes de realizar el análisis de asociación del genoma completo (GWAS), se evaluó la importancia de los EGM a través del ajuste de modelos animales clásicos incluyendo EGM. Para ello se utilizó datos de conejos las 9 generaciones de selección divergente por GIM (2240 datos y 3676 individuos en la genealogía). Posteriormente, se llevó a cabo los GWAS maternos con un modelo de regresión de marcadores múltiples bayesianos (BayesB) en el que se incluyeron 349 animales de la 9ª generación y 76 hembras de la 8ª y 88512 SNP después del control de calidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las regiones genómicas asociadas relevantes se localizaron en los cromosomas de conejo (OCU) OCU1, OCU5, OCU19 y OCU20. Estas regiones explicaron alrededor del 1,2 al 13,9% de la varianza genómica total de los caracteres estudiados. El valor más alto se observó en tres ventanas genómicas consecutivas en OCU1 (13,9%) para la relación PUFA / SFA seguido de C16:0 (12,2%) y C16:1n-7 (9,9%). Los genes identificados ubicados en las regiones genómicas asociadas (FTO, RPGRIP1L, SH3GL2, CNTLN, TANC2, ACE, MAP3K3, TEX2 y PRKCA) presentaron funciones biológicas relacionadas con la proliferación de células grasas, regulación de la diferenciación de células grasas, regulación de la ingesta de alimento / apetito y homeostasis energética, regulación del almacenamiento de lípidos y composición de la grasa de la leche, así como relacionadas con la unión de lípidos.

CONCLUSIÓN

Este es el primer estudio en conejos que evalúa la importancia de los efectos genéticos maternos e identifica regiones genómicas maternas asociadas con la GIM y su composición de ácidos grasos. Los resultados revelaron que el efecto genético materno no es despreciable para GIM y sus ácidos grasos e identificó genes candidatos que podrían explicar estos efectos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Martínez-Álvaro, M., Blasco, A. & Hernández, P. 2018. *Animal*. 12(10): 2002-8.

Agradecimientos: Este estudio ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MIC)-Agencia Estatal de Investigación (AEI) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) con el proyecto AGL2017-86083-C2-1-P

PARÁMETROS GENÉTICOS PARA LA RESISTENCIA A *PHOTOBACTERIUM DAMSELAE* SUBSP. *PISCICIDA*, MARCADORES INMUNOLÓGICOS Y PESO CORPORAL EN DORADA (*SPARUS AURATA* L.)

Vallecillos¹, A., Perez¹, R., Chaves-Pozo², E., Arizcun², M., Afonso³, J.M., Berbel⁴, C., Pérez-Sánchez⁵, J., María-Dolores¹, E. y Armero¹, E.

¹Universidad Politécnica de Cartagena. ²Instituto Español de Oceanografía. ³Instituto de Acuicultura sostenible y Ecosistemas Marinos (GIA-ECOQUA). ⁴Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA). ⁵Instituto de Acuicultura Torre de la Sal (IATS-CSIC). E-mail: eva.armero@upct.es

INTRODUCCIÓN

La dorada es uno de los peces más valorados en el Mediterráneo. La actividad de las granjas junto con la producción de jaulas en mar abierto favorece la transmisión de patógenos infecciosos dentro y entre las instalaciones de la granja. *Photobacterium damselae* subsp. *piscicida* (*Phdp*) fue descrito por primera vez en una población de perca blanca y lubina rayada. Los programas de mejora genética desempeñan un papel fundamental en la búsqueda de resistencia a enfermedades a largo plazo (Das y Sahoo, 2014). El objetivo del presente estudio fue estimar parámetros genéticos de resistencia a *Phdp* junto con marcadores inmunes (actividad peroxidasa y bactericida, nivel de IgM), por primera vez en dorada, en condiciones “nativas”, y sus correlaciones entre ellos y con el peso corporal.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento fue realizado en juveniles de dorada, procedentes del programa PROGENSA®, F0_MED que nunca habían sido seleccionados y F2_ATL, seleccionados para evitar deformaciones y aumentar el peso corporal durante dos generaciones. La infección se llevó a cabo a los 272 días después de la eclosión (dde). Previo a la infección se extrajeron 100 µl de sangre de la vena caudal. La dosis administrada de *Phdp* fue de 8×10^4 cfu/pez, con una media de peso corporal de 15.01 ± 5.47 g. Las mortalidades se fueron registrando diariamente, dándose por finalizado dicho desafío a los 9 días. Las variables estudiadas fueron: peso corporal a los 250 d de resistencia a *Phdp*; días a la muerte; peroxidasa y actividad bactericida total, del sistema inmune innato, y niveles de IgM, del sistema inmune adquirido.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La población F2_ATL mostró mayor peso corporal. En parámetros genéticos, la heredabilidad del peso corporal fue 0.20 al igual que señalan otros autores (Carballo *et al.*, 2020). No se observó un efecto de población para resistencia a *Phdp* o días hasta la muerte, pero sí del peso corporal sobre la tasa de mortalidad. La heredabilidad fue moderada 0.32 [0.15-0.45] para la resistencia y baja para los días hasta la muerte, como sucedió en el trabajo de Antonello *et al.*, 2009. Con respecto a los marcadores inmunes, la actividad peroxidasa presentó un valor medio de 0.30 [0.16–0.48], mientras que fue baja para los niveles de IgM y de actividad bactericida (0.10 [0.01–0.23] y 0.09 [0.00-0.19], respectivamente). Se observaron correlaciones genéticas positivas del peso corporal con la resistencia a *Phdp* y los días hasta la muerte; y de la actividad peroxidasa con la resistencia a *Phdp*.

CONCLUSIÓN

Dada la heredabilidad media obtenida para la resistencia a *Phdp* se pueden esperar buenos resultados en la selección de los reproductores en dorada, para mejorar dicha resistencia, sin embargo, este es un proceso lento e implica el sacrificio de los peces infectados. Por esto, se sugiere un programa de mejora genética alternativo que incluya marcadores inmunes, como la actividad peroxidasa, además del peso corporal y la ausencia de deformaciones, con el fin de obtener peces capaces de enfrentarse a enfermedades y desafíos ambientales, y que muestren un buen rendimiento en cuanto a características productivas, que han venido a llamarse “coping style” fish.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antonello, J. 2009. Estimates of heritability and genetic correlation for body length and resistance to fish pasteurellosis in the gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture*, 298: 29-35.
- Carballo, C. 2020. Heritability Estimates and Genetic Correlation for Growth Traits and LCDV Susceptibility in Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*). *Fishes*. 5: 2.
- Das, S., Sahoo, P.K. 2014. Markers for selection of disease resistance in fish. *Aquacult Int.*, 22: 1793-1812.
- Lee-Montero, I. 2013. Development of the first standardised panel of two new microsatellite multiplex PCRs for gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Anim Genet.*, 44: 533-546.

ESTUDIO PRELIMINAR DEL EFECTO DE LAS VARIABLES CLIMÁTICAS EN UN EXPERIMENTO DE SELECCIÓN DIVERGENTE PARA VARIABILIDAD DEL PESO AL NACIMIENTO EN RATONES

El-Ouazizi El-Kahia¹, L., Formoso-Rafferty², N., Cervantes¹, I. y Gutiérrez¹, J.P.

¹Dto. Producción Animal, Facultad de Veterinaria, UCM, Madrid. ²Dto. Producción Agraria, E.T.S.I.A.A.B, UPM, Madrid; lailaelo@ucm.es

INTRODUCCIÓN

Los animales viven en un estado de constante interacción con el entorno que les rodea. Las respuestas a los cambios que se producen en las condiciones ambientales pueden provocar cambios fisiológicos y de comportamiento que se traducen en alteraciones en el rendimiento productivo, reproductivo y en el bienestar de los animales (Nardone *et al.*, 2010). Se ha demostrado que la selección para homogeneidad del peso al nacimiento (PN) da lugar a animales más robustos que responden mejor ante desafíos ambientales (Formoso-Rafferty *et al.*, 2016). El objetivo de este trabajo fue analizar cómo cambian los valores genéticos del PN en dos líneas seleccionadas divergentemente para variabilidad del PN en ratones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon los datos del experimento de selección divergente (Formoso-Rafferty *et al.*, 2016) y el registro continuo de temperaturas y humedades durante 26 generaciones. A cada individuo se le asignó la temperatura y humedad mínimas, máximas y medias así como el índice de temperatura-humedad (ITH) en tres momentos: la fecundación, una semana antes del parto y la fecha del parto, obteniendo un total de 27 variables climáticas para cada individuo y descartando aquellos en que faltaba alguna de las mediciones. Se obtuvieron los datos de 22614 individuos con un total de 30628 registros de pedigrí. Se realizó un análisis inicial con un modelo de varianza residual heterogénea con efectos genético aditivo y camada como aleatorios, y la generación (22 niveles), el sexo (3 niveles), número de parto (dos niveles) y el tamaño de camada (17 niveles) como efectos sistemáticos y cada variable climática en regresión fija escogiendo aquella que produce el mejor ajuste en función del DIC (Deviance Information Criterion). Finalmente los registros del PN se ajustaron con un modelo homogéneo con regresión aleatoria que contenía los mismos efectos que el anterior pero con el efecto de la variable climática seleccionada (temperatura máxima una semana antes del parto) y el efecto genético en el que se aplicó un polinomio de Legendre de orden 2 en función de la misma. Se realizó el primer análisis mediante el programa GSEVM (Ibáñez-Escriche *et al.*, 2010) y el segundo mediante el software ASReml Release 4.1 (Gilmour *et al.*, 2014) del que se obtuvo el valor genético de cada animal en cada una de las temperaturas registradas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de los resultados de este estudio se puede concluir que las variables climáticas presentan un claro efecto sobre el PN pudiendo tener efecto durante la gestación (Hansen, 2009). En el análisis de ajuste del modelo se observa que la variable que más influye al PN es la temperatura máxima una semana antes del parto. Cuando se representaron los valores genéticos de las hembras seleccionadas de ambas líneas, se observó que la línea de alta variabilidad presentaba una mayor sensibilidad al cambio de temperatura que la línea de baja variabilidad.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos podrían indicar una mayor estabilidad en los valores genéticos ante cambios en el entorno de los animales de la línea homogénea pudiendo ser esto un indicador de robustez.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Formoso-Rafferty, N., *et al.* 2016. J. Anim. Breed. Genet. 133: 227-237.
- Formoso-Rafferty, N., *et al.* 2016. Animal 10(11): 1770-1777.
- Gilmour AR., *et al.* 2014 ASReml User Guide Release 4.1 Structural Specification.
- Hansen, P. J. 2009. Philos. Trans. R. Soc. B, 364(1534): 3341-3350.
- Ibáñez-Escriche, N., *et al.* 2010. J. Anim. Breed. Genet. 127: 249-251.
- Nardone, A. *et al.* 2010. Livest. Sci. 130(1-3): 57-69.

Agradecimientos: el estudio se ha realizado a través de un proyecto del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades PGC2018-096198-A-100.

ANÁLISIS DE ASOCIACIÓN GENÓMICO DE LA RESILIENCIA EN CERDOS

Laghouaouta¹, H., Ros-Freixedes¹, R., Laplana¹, M., Estany¹, J., Fraile¹, L. y Pena¹, R.N.

¹Departament de Ciència Animal, Universitat de Lleida – AGROTECNIO-CERCA Center, Lleida; houda.laghouaouta@udl.cat

INTRODUCCIÓN

La resiliencia se puede definir como la aptitud del animal para mantener su producción a pesar de los desafíos a los que puede enfrentarse (Colditz y Hine, 2016). Entre ellos, la infección por patógenos es muy común y puede producir pérdidas económicas importantes. Durante los últimos años, se han desarrollado varias estrategias para mejorar la respuesta a los patógenos y la resiliencia es una buena aproximación. Se han elaborado, en consecuencia, diferentes métodos para cuantificarla y poder aplicar criterios de selección (Scheffer *et al.*, 2018). En este trabajo, se ha usado una vacuna vírica atenuada como estresor externo en cerdos en crecimiento y se han empleado la desviación en el ritmo de crecimiento y los niveles de proteínas de fase aguda (haptoglobina) para identificar fenotipos de resiliencia y realizar un estudio de asociación genómica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 322 cerdos comerciales de raza Duroc. A las 12 semanas de edad, se vacunaron 265 animales (Grupo V) con una vacuna comercial contra el virus de Aujeszky (Auskipra, Laboratorios Hipra, Amer, Girona) mientras que a 57 animales (Grupo C) se les administró suero salino. Se registró el peso a los -14, 0 y 28 días post vacuna (DPV). Se usó la curva de crecimiento del grupo C para predecir el peso a los 28 DPV de los animales vacunados. Posteriormente, se calculó la diferencia (ΔP) entre el peso observado y predicho de cada animal del grupo V. Además, se extrajeron muestras de sangre a los 0 y 4 DPV y se cuantificó el incremento de haptoglobina sérica (ΔH) a los 4 DPV. Cerdos con mayor ΔP y una menor activación de la haptoglobina sérica (menor ΔH) fueron considerados los más resilientes. Se genotiparon los animales vacunados mediante el chip GGP-Porcine 70K (Illumina, San Diego, CA, EUA). Tras realizar un control de calidad de los genotipos con el software Plink, se llevó a cabo un análisis de asociación entre los indicadores de resiliencia (ΔP y ΔH) y los SNPs mediante un análisis de regresión marcador a marcador y un análisis simultáneo de múltiples marcadores empleando los programas Gemma (Zhou y Stephens, 2012) y Gensel (Garrick y Fernando, 2013), respectivamente. Los SNPs que se asociaron con un p-valor $\leq 1E-4$ y un factor de Bayes ≥ 10 se consideraron relevantes y se anotaron los genes situados entre ± 1 Mb a partir de Ensembl usando el Sscrofa11.1 como genoma de referencia. Se realizó el análisis de las anotaciones funcionales de los genes mediante la base de datos DAVID.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los fenotipos ΔP y ΔH han mostrado variabilidad suficiente como para ser utilizados como indicadores de la respuesta resiliente. El estudio de asociación genómico detectó regiones asociadas con ΔH en los cromosomas SSC8 (7.7-9.7 y 17-19 Mb), SSC10 (24.7-26.7 y 42.9-44.9 Mb), SSC11 (8-10 Mb) y SSC13 (5.7-7.7 Mb). Las regiones genómicas asociadas con ΔP fueron SCC1 (6.6-8.6 Mb), SSC2 (10.6-12.6 Mb), SSC9 (9.5-11.6 Mb) y SSC13 (132.8-136.7 Mb). En estas regiones, se localizan genes (PTGDR2, CD5, ADIPOR1, TFRC, LRR32) involucrados en procesos de respuesta inmune, respuesta al estrés y señalización celular.

CONCLUSIÓN

Nuestro trabajo ha elaborado indicadores para cuantificar la resiliencia en cerdos en crecimiento. Se identificaron diferentes regiones genómicas asociadas con la resiliencia. En base a estos indicadores, se extenderá el presente estudio con la selección de cerdos con alta o baja resiliencia para la secuenciación completa de su genoma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Colditz, I.G. y Hine, B.C. 2016. Anim. Prod. Sci. 56: 1961-1983. • Garrick, D.J. y Fernando, R.L. 2013. Genome-Wide Association Studies and Genomic Prediction. pp. 275-298. • Scheffer, J.M. *et al.* 2018. PNAS. 115: 11883-11890 • Zhou, X. y Stephens, M. 2012. Nat. Genet. 44: 821-824.

Agradecimientos: Proyecto financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades RTI2018-097700-B-I00. H. Laghouaouta es beneficiaria de una beca FI (2020FI_B 00171).

IDENTIFICACIÓN DE GENES REGULADORES ASOCIADOS A CARACTERES DE SALUD EN PORCINO

Crespo-Piazuelo¹, D., Ramayo-Caldas¹, Y., González-Rodríguez¹, O., Quintanilla¹, R. y Ballester¹, M.
¹Genética y Mejora Animal, IRTA-Torre Marimon, Caldes de Montbui, 08140 Barcelona;
daniel.crespo@irta.cat

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el incremento de resistencias a los antimicrobianos unido a las demandas de los consumidores de productos saludables obtenidos en sistemas de producción más sostenibles ha hecho que los caracteres relacionados con la salud de los animales adquieran una mayor relevancia. Estudios previos muestran una importante base genética en el control de estos caracteres en porcino, identificándose regiones genómicas con genes candidatos asociados a la variación fenotípica de los mismos (revisado en Ballester *et al.*, 2020). No obstante, los caracteres relacionados con la salud animal no dejan de ser caracteres complejos, y su estudio puede verse limitado si sólo se usa el modelo clásico de aproximaciones lineales que analiza la relación entre marcadores y un solo carácter. El objetivo de este trabajo es utilizar una aproximación de biología de sistemas para identificar reguladores asociados a caracteres de salud porcina a partir de una red de co-asociación génica.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en base al método de AWM (Fortes *et al.*, 2010). Inicialmente se obtuvieron los resultados de los GWAS para 30 medidas fenotípicas relacionadas con la salud animal, incluyendo parámetros de inmunidad (principalmente innata), hemogramas y medidas de estrés en una población comercial de 432 cerdos de la raza Duroc (Ballester *et al.*, 2020). Para su inclusión dentro del análisis AWM se seleccionaron los SNPs asociados (p -valor $< 0,05$) con los niveles de linfocitos T gamma-delta en sangre (carácter principal), así como aquellos asociados a 3 o más fenotipos. A continuación, se ponderaron las interacciones entre SNPs mediante el algoritmo PCIT (Reverter y Chan, 2008), descartando todas aquellas que no fueran $|r| > 0,86$ (calculada a partir de $X + \sigma$). La representación de las redes obtenidas fue realizada mediante el programa Cytoscape, usándose el *addOn* ClueGO para obtener las principales funciones y rutas metabólicas de las que participan los genes de las redes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las co-asociaciones *in-silico* ofrecieron una red vinculada al conjunto de caracteres de salud porcina analizados que estaba formada por 3.527 nodos y 410.864 interacciones. Dentro de esta red se encontraron 246 genes reguladores, de los que se seleccionaron los dos primeros tríos (trío 1: *BRMS1L*, *MED12L* y *SUPT3H* y trío 2: *ARNT2*, *SUPT3H* y *TRIM25*) que estaban co-asociados con el mayor número de genes y con el mínimo solapamiento entre ellos. Estas redes simplificadas estaban formadas por 1.484 genes y 1.652 interacciones, y 1.476 genes y 1.740 interacciones, respectivamente. Parte de las rutas metabólicas identificadas están directamente relacionadas con algunos de los caracteres analizados como la activación y diferenciación de células T gamma-delta, la regulación y diferenciación de megacariocitos, monocitos y linfocitos, la homeostasis de los leucocitos, la inmunidad humoral, la fagocitosis mediada por receptores y la regulación del proceso biosintético del óxido nítrico. Entre los genes co-asociados con los dos primeros tríos de reguladores destacan genes como el *ADGRL2*, *CD4*, *JMJD1C*, *PTPRC* y *RBFOX1*, previamente identificados en estudios GWAS como asociados a fenotipos de inmunidad y hematológicos en la especie humana (Lagou *et al.*, 2018) y porcina (Bovo *et al.*, 2019).

CONCLUSIÓN

Mediante la biología de sistemas se ha podido detectar genes asociados a fenotipos relacionados con la salud en porcino, y que podrían actuar como reguladores. Esto supone una ventaja sobre el sistema clásico de detección de QTLs, pues permite incluir en los análisis genes relacionados de manera indirecta con los fenotipos de interés.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Ballester, M., *et al.* 2020. Sci Rep. 10: 18462. • Bovo, S., *et al.* 2019. Sci Rep. 9: 7003. • Fortes, M.R.S., *et al.* 2010. Proc Natl Acad Sci. 107: 13642–13647. • Lagou, V., *et al.* 2018. Cell Rep. 25: 798-810. • Reverter, A. & Chan, E.K.F. 2008. Bioinformatics 24: 2491–7.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto MINECO AGL2016-75432-R.

ANÁLISIS DE MORTALIDAD EMBRIONARIA EN LÍNEAS DIVERGENTES PARA HOMOGENEIDAD DEL PESO AL NACIMIENTO DE RATÓN

Formoso-Rafferty¹, N., El-Ouazizi El-Kahia², L., Gutiérrez², J.P. y Cervantes², I.

¹Dto. Producción Agraria, E.T.S.I.A.A.B, UPM, Madrid. ²Dto. Producción Animal, Facultad de Veterinaria, UCM, Madrid; nora.formosorafferty@upm.es

INTRODUCCIÓN

La selección por homogeneidad dentro de camada se ha empezado a incluir como un objetivo más de selección en los programas de mejora genética animal. Además, se ha demostrado que está relacionada con una mayor robustez de los animales (Formoso-Rafferty *et al.*, 2016). A partir de un experimento de selección divergente para variabilidad del peso al nacimiento en ratones durante 25 generaciones, se ha podido demostrar que los animales homogéneos, aunque con menores pesos, presentaron indicadores de robustez más altos como: tamaño de camada, supervivencia y eficiencia alimentaria (Formoso-Rafferty *et al.*, 2019). Las diferencias entre líneas en tamaños de camada al nacimiento se pueden atribuir a tasas de ovulación y/o supervivencia embrionaria y fetal diferentes. El objetivo de este estudio fue comparar estos caracteres en ambas líneas divergentes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 50 y 48 hembras de las líneas de baja y alta variabilidad respectivamente, que formaron tapón mucoso poscópula a las 24 horas del apareamiento, fueron sacrificadas el día 14 de gestación. Se disecó el aparato reproductor, se midieron ambos cuernos uterinos y se contaron los fetos. Los cuerpos lúteos de los ovarios se contaron mediante un estereoscopio para obtener la tasa de ovulación. Además, se calculó la relación entre el número de fetos y el número de cuerpos lúteos como medida de la supervivencia fetal. Estas variables se analizaron mediante un procedimiento GLM del programa SAS (SAS Institute Inc., 1990) en el que el modelo incluía, como efectos, la línea, la generación y su interacción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las diferencias entre medias (significación) de las líneas de alta y baja variabilidad fueron de -1.45 fetos, 2.69 molas en el útero ($p < 0.0001$), 2.34 cuerpos lúteos ($p < 0.05$), -7.76 mm la longitud total de los cuernos uterinos ($p < 0.05$), -0.25 la relación entre número de fetos y cuerpos lúteos ($p < 0.0001$) y 3.79 la diferencia entre cuerpos lúteos y número de fetos a los 14 días de gestación ($p < 0.01$). Las ratonas de la línea de baja variabilidad presentaron menor cantidad de molas uterinas, mayor supervivencia fetal y unos cuernos uterinos más largos a pesar de presentar menor peso. Estos resultados sugieren que a pesar de que la línea de alta variabilidad presentó mayor tasa de ovulación, el número de molas presentes en el útero es mayor siendo la supervivencia embrionaria menor. Por ello, el mayor tamaño de camada al nacimiento en la línea de baja variabilidad (Formoso-Rafferty *et al.*, 2016) se podría atribuir a una robustez embrionaria y fetal y no a una menor tasa de ovulación en la línea de alta que en la de baja.

CONCLUSIÓN

A partir de los resultados presentados, se puede concluir que la línea de baja variabilidad presenta importantes ventajas reproductivas expresadas en términos de mayor supervivencia embrionaria y fetal, reforzándose así la mayor robustez global de la línea de baja variabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Formoso-Rafferty, N., Cervantes, I., Ibáñez-Escriche, N. & Gutiérrez, J.P. 2016a. J. Anim. Breed. Genet. 133: 227-237. • Formoso-Rafferty, N., Cervantes, I., Ibáñez-Escriche, N. & Gutiérrez, J.P. 2016b. Animal. 10(11): 1770-1777. • Formoso-Rafferty, N., Cervantes, I., Gutiérrez, J.P. & Bodin, L. 2017a. XVII Jornadas AIDA. • Formoso-Rafferty, N., Cervantes, I., Sánchez, J.P., Gutiérrez, J.P. & Bodin, L., 2017b. XVII Jornadas AIDA. • Formoso-Rafferty, N., de la Flor, M., Gutiérrez, J.P. & Cervantes, I., 2018. J. Anim. Breed. Genet., 135: 378-389. • SAS Institute, 1990. SAS/STAT® User's Guide (Release 8.2). SAS Inst. Inc., Cary NC, USA.

Agradecimientos: El estudio se ha realizado a través de un proyecto del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades PGC2018-096198-A-100.

CORRELACIONES GENÉTICAS ADITIVAS Y DOMINANTES PARA TAMAÑO DE CAMADA ENTRE LAS ESTIRPES ENTREPELADO Y RETINTO Y SU CRUCE

Srihi¹, H., Noguera², J.L., Topayan³, V., Martín-de-Hijas⁴, M., Ibañez-Escriche³, N., Casellas⁴, J., Vázquez-Gómez⁴, M., Martínez-Castillero¹, M., Rosas⁵, J.P. y Varona¹, L.

¹Universidad de Zaragoza. Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2). 50013. Zaragoza. ²Genètica i Millora Animal, IRTA, 25198 Lleida. ³Universitat Politècnica de València. 46071. València. ⁴Universitat Autònoma de Barcelona. 08193. Barcelona. ⁵INGA FOOD S.A. 06200 Almendralejo; houssemsrihi@posta.unizar.es

INTRODUCCIÓN

La empresa INGA FOOD S.A. produce una cerda híbrida denominada CASTÚA mediante el cruce entre las estirpes Retinto y Entrepelado de cerdo ibérico (Noguera *et al.*, 2019). La selección para tamaño de camada se efectúa utilizando los datos fenotípicos generados en las poblaciones puras. El éxito de esta estrategia requiere que las correlaciones genéticas entre las poblaciones pura y cruzadas sean elevadas (Wientjes y Calus, 2017). Además, la posible existencia de variabilidad genética dominante puede permitir incrementar la precisión y diseñar una estrategia de apareamiento. Por este motivo, el objetivo de este trabajo es estimar las varianzas y las correlaciones genéticas aditivas y dominantes entre las poblaciones puras y la población cruzada para el tamaño de camada.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 2394 datos de la población Entrepelado, 2350 de la población Retinto y 2220 de la población cruzada, que correspondieron a 373, 362 y 582 cerdas, respectivamente. Se utilizó un modelo multivariante similar al presentado por Vitezica *et al.* (2016) que incluyó los efectos sistemáticos orden de parto, estirpe del macho y rebaño-año-estación, además de los efectos genéticos aditivos y dominantes y del residuo. La distribución de los efectos genéticos aditivos y dominantes se asumió normal multivariante con media 0 y con la matriz de covarianzas genómicas calculadas a partir de 57,585 marcadores SNP incluidos en el *chip GeneSeek® GGP Porcine70K HDchip*. Las matrices genómicas se calcularon siguiendo el procedimiento descrito por Vitezica *et al.* (2013) y el análisis se efectuó mediante el paquete informático airemlf90 (Miszta *et al.*, 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis permitieron detectar la heterogeneidad de varianzas aditivas y de dominancia entre las poblaciones puras y cruzadas que oscilaron entre 0.15 y 0.80 para la varianza aditiva y entre 0.13 y 0.27 para la varianza de dominancia. El cociente entre las varianzas de dominancia y aditivas fue de 0.54 en Entrepelado, 0.25 en Retinto y 0.92 en la población cruzada. Las correlaciones genéticas aditivas fueron positivas y oscilaron entre 0.75 y 0.91. Por el contrario, las correlaciones genéticas dominantes fueron cercanas a 0.

CONCLUSIÓN

Los resultados nos indican que existe una correlación alta y positiva entre los efectos genéticos aditivos de las poblaciones puras y cruzadas que permiten que la selección en las poblaciones puras tenga repercusiones positivas en el rendimiento de la población cruzada. Además, se ha puesto de manifiesto que un porcentaje relevante de la varianza genética tiene causas dominantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Noguera *et al.* 2019. *Animal* 12: 2765. • Vitezica *et al.* 2013. *Genetics* 195: 1223. • Vitezica *et al.* 2016. *Genet. Sel. Evol.* 48: 1. • Wientjes y Calus, 2017. *J. Anim. Sci.* 95: 3467

Agradecimientos: El trabajo fue financiado parcialmente por los proyectos IDI-20170304(CDTI) y CGL2016-80155-R (MINECO). H. Srihi está financiado por la beca IBERUS TALENT (H2020-G.A. 801586).

ANÁLISIS GWAS DE CARACTERES RELACIONADOS CON LA ACTIVACIÓN OVÁRICA TRAS EL PARTO EN ANESTRO ESTACIONAL EN RASA ARAGONESA

Lakhssassi^{1,2}, K., Sarto¹, P., Iguacel¹, L.P., Lahoz¹, B., Folch¹, J., Alabart¹, J.L., Serrano³, M. y Calvo^{1,4}, J.H.

¹CITA-IA2. Av. Montañana 930, 50059, Zaragoza, España. ²INRA-BP 6356, Rabat, Maroc.

³INIA. Ctra. de La Coruña km 7,5. 28040 Madrid, España. ⁴ARAID. Av. Ranillas I-D, 50018, Zaragoza, España; klakhssassi@cita-aragon.es

INTRODUCCIÓN

El anestro estacional en Rasa Aragonesa provoca una variación de la producción de corderos a lo largo del año y, por tanto, fluctuaciones de los precios de venta. Sin embargo, el anestro estacional es más largo en las ovejas que llegan a la primavera con una condición corporal baja o cuando coincide con el anestro de lactación. El objetivo de este trabajo fue llevar a cabo un estudio de asociación de genoma completo (GWAS) con el fin de identificar regiones genómicas y/o genes asociados con la activación ovárica de ovejas Rasa Aragonesa en las que coincidía el anestro de lactación y el estacional, mediante el chip de alta densidad de *Illumina HD Ovine Beadchip (680K)*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Datos. Se utilizaron 177 ovejas de raza Rasa Aragonesa genotipadas con el chip de alta densidad *Ovine Beadchip 680K*. Todas las ovejas parieron durante el mes de febrero y tuvieron una lactación media de $46,1 \pm 4,9$ días. Se tomaron datos de peso y condición corporal (CC) al destete y antes de la cubrición (a principios de mayo), así como una muestra de plasma sanguíneo para medir la concentración de progesterona semanalmente (desde una semana antes del destete hasta el final de la cubrición). Los caracteres analizados fueron los días desde el destete (ACT_OV) y el parto (ACT_PARTO) hasta la activación ovárica, considerando que el ovario estaba activo cuando se detectaban niveles de progesterona superiores al umbral de 0,5 ng/ml. **Análisis.** Para el control de calidad de los genotipados se utilizó el software Plink1.9 (Chang *et al.*, 2015); mientras que para la detección de regiones genómicas asociadas a los caracteres estudiados en ese trabajo (GWAS) se utilizó el programa GCTA (Yang *et al.*, 2011), incluyendo la edad, la CC, peso al destete y días de lactación como covariables cuantitativas. Los p-values fueron corregidos mediante FDR al 10%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se utilizaron un total de 572.887 SNPs para el estudio GWAS tras el control de calidad. No se encontraron resultados significativos a nivel genómico. Sin embargo, a nivel cromosómico, se detectaron 5 y 6 SNPs significativos mediante las aproximaciones MLMA y LOCO, respectivamente, para el fenotipo ACT_OV, mientras que para ACT_PARTO, se detectaron 3 SNPs significativos con la aproximación LOCO. Dos de estos SNPs están localizados en el cromosoma 2, dentro del intrón 1 del gen *ACVR2A*, que se ha relacionado con enfermedades reproductivas en humanos (pre-eclampsia) (Fitzpatrick *et al.*, 2009), y en bovino con la fertilidad en la raza japonesa Wagyu (Sasaki *et al.*, 2015). El polipéptido *ACVR2A* se ha descrito como un regulador clave del crecimiento folicular en los ovarios, mediante la estimulación de la FSH.

CONCLUSIÓN

Mediante el estudio GWAS se han detectado 9 SNPs a nivel cromosómico asociados a la activación ovárica en ovino. Entre ellos, 2 SNPs se sitúan en una región intrónica del gen candidato *ACVR2A* que está localizado en el cromosoma 2, y cuya función está relacionada con el crecimiento folicular. Se van a llevar a cabo posteriores estudios de secuenciación masiva para intentar detectar mutaciones responsables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chang, C.C., *et al.* 2015. GigaScience 4: 7.
- Fitzpatrick, E., *et al.* 2009. Mol. Hum. Reprod. 15(3): 195–204.
- Sasaki, S., *et al.* 2015. BMC Genetics 16: 123.
- Yang, J., *et al.* 2011. Am. J. Hum. Genet. 88(1): 76-82.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado con fondos FEDER, y el proyecto INIA RTA2015-0090, así como por el Gobierno de Aragón (Grupo SAGAS Ref. A14_17R). K. Lakhssassi está financiada por un contrato para la formación de doctores del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidad (BES-2017-080154).

RESPUESTA CORRELACIONADA A LA SELECCIÓN POR GRASA INTRAMUSCULAR EN LA GRASA DEL HÍGADO Y SU PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS

Zubiri-Gaitán¹, A., Martínez-Álvaro², M., Ccalta¹, R., Satué³, K., Blasco¹, A. y Hernández¹, P.

¹Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, UPV. ²Scotland's Rural College, Edinburgh, UK. ³Departamento de Medicina y Cirugía Animal, CEU UCH; phernan@dca.upv.es

INTRODUCCIÓN

El hígado juega un papel fundamental en la deposición lipídica al ser un importante sitio lipogénico en conejos en crecimiento (Gondret *et al.*, 1997). Un estudio previo, realizado en dos líneas de conejos seleccionadas divergentemente por contenido de grasa intramuscular (GIM) en el músculo *Longissimus thoracis et lumborum*, demostró que existe mayor actividad lipogénica del hígado en la línea de alta GIM (Martínez-Álvaro *et al.*, 2018). Dado el papel relevante del hígado en dicha actividad, su contenido graso y perfil de ácidos grasos podría ser determinante en la diferente deposición de grasa entre líneas.

El objetivo de este trabajo fue estudiar la respuesta correlacionada a la selección por GIM en el contenido de grasa del hígado, su perfil de ácidos grasos y en metabolitos del plasma relacionados con su metabolismo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 27 animales de la línea de alta (GA) y 27 de la línea de baja GIM (GB) de la 10^{ma} generación de selección. Tras el sacrificio a las 9 semanas de edad y la refrigeración de las canales por 24 h, se pesó el hígado y se estimó su porcentaje respecto a la canal de referencia. El contenido total de lípidos del hígado se determinó mediante extracción con éter previa hidrólisis ácida y se expresó como g grasa/100g de tejido. El perfil de ácidos grasos se obtuvo por cromatografía gaseosa, previa preparación de los ésteres metílicos. La concentración en plasma de albúmina, alanina transaminasa (ALT), glucosa, colesterol, triglicéridos y ácidos biliares se determinó por métodos fotométricos en el laboratorio del hospital clínico veterinario de la Universidad CEU UCH.

Las respuestas correlacionadas se estimaron como las diferencias fenotípicas entre las líneas GA y GB. El modelo incluyó los efectos fijos de línea, sexo y orden de parto, y el efecto aleatorio de camada común, para el cual se asumió distribución normal, con media 0 y varianza $I\sigma_c^2$, e independencia de los residuos. Se asumieron a priori planos para los efectos fijos y las varianzas. Se realizaron inferencias bayesianas. Se obtuvo la mediana (D) de las distribuciones marginales posteriores de las diferencias, se estimó para cada carácter un valor relevante (r) como 1/3 de su desviación estándar, y se calculó la probabilidad del valor absoluto de la diferencia de ser mayor que 0 (P_0) y de ser mayor a r (Pr).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso del hígado y su porcentaje fue mayor en la línea GA que en la GB, con diferencias relevantes en el porcentaje ($r=0.36\%$, $P_r=0.81$). En estas líneas, el mayor tamaño del hígado en la línea GA se relacionó con su mayor actividad lipogénica (Martínez-Álvaro *et al.*, 2018). No se encontraron diferencias en dicha actividad en el músculo ni en otros tejidos adiposos a las 9 semanas de edad, pero sí fue mayor en la línea GA a las 13 semanas de edad (Martínez-Álvaro *et al.*, 2017). A pesar de la mayor actividad lipogénica, en el presente estudio no se encontraron diferencias entre líneas en la grasa total del hígado ($P_0=0.65$), pero sí en el perfil de ácidos grasos. Se observó mayor porcentaje de MUFA ($D=2.11$; $P_0=0.98$) y menor de PUFA en la línea GA ($D=-2.48$; $P_0=0.98$), con diferencias relevantes ($P_r=0.91$ y 0.90 , respectivamente). No hubo diferencias relevantes en el porcentaje de SFA. Resultados similares se observaron en el perfil de ácidos grasos del músculo (Laghouaouta *et al.* 2020).

La línea GB presentó mayor concentración de triglicéridos, lo que sugiere una menor absorción por los músculos y depósitos de grasa en dicha línea. La línea GA mostró mayor concentración de la ALT que la línea GB ($P_0=0.99$), enzima involucrada en el metabolismo de los aminoácidos.

CONCLUSIÓN

Nuestros resultados ponen de manifiesto la importancia del papel del hígado en la deposición lipídica en el músculo de conejos en crecimiento. A pesar de las diferencias encontradas en los metabolitos plasmáticos, los valores medidos se encontraban dentro de los rangos definidos como normales. La mayor actividad lipogénica observada en el hígado no parece alterar su contenido graso, situación indeseable que podría ocasionar problemas de salud en los animales como hígado graso, aunque sí alteró su composición.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gondret, F, *et al.* 1997. Comp. Biochem. Physiol. - B Biochem. Mol. Biol. 117:259–265
- Martínez-Álvaro, M, *et al.* 2018. Animal. 12:1217–1223
- Martínez-Álvaro, M, *et al.* 2017. J. Anim. Sci. 95(6):2576-2584
- Laghouaouta, H, *et al.* 2020. Animals. 10(11), 2090

DEPRESIÓN GRASA DE LA LECHE EN EL GANADO OVINO: ANÁLISIS TRANSCRIPTÓMICO DE LA RESPUESTA DIFERENCIAL INDIVIDUAL

Hervás-Rivero¹, C., Pelayo^{1,2}, R., Toral², P.G., Gutiérrez-Gil¹, B., Hervás², G., Arranz¹, J.J., Frutos², P. y Suárez-Vega¹, A.

¹Dpto. de Producción Animal, Universidad de León, Campus de Vegazana s/n, 24071 León, España.

²IGM (CSIC-Universidad de León), Finca Marzanas s/n, 24346 Grulleros, León, España; cherr@unileon.es

INTRODUCCIÓN

La suplementación de la dieta con aceite de pescado (FO) es una estrategia de alimentación de rumiantes que permitiría la modulación del contenido en ácidos grasos de la leche, produciendo una leche más saludable para los consumidores (Reynolds *et al.*, 2006). Sin embargo, uno de los efectos contraproducentes de este tipo de suplementación es el llamado síndrome de la depresión de la grasa de la leche (MFD) (Toral *et al.*, 2015). En un estudio previo se identificaron los genes y rutas metabólicas afectadas por la MFD en ovejas lecheras (Suarez-Vega *et al.*, 2017). Sin embargo, dentro de los animales que desarrollan MFD, existen individuos con niveles altos de depresión grasa (RESPO+) e individuos cuya respuesta es menor (RESPO-). El objetivo de este estudio es realizar un análisis ponderado de redes de coexpresión génica (WGCNA) para analizar la base genética de la respuesta cuantitativa a la MFD.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para este análisis se utilizaron cinco ovejas RESPO+ (MFD promedio; -25,04% de porcentaje de grasa láctea) y cinco RESPO- (MFD promedio: -9,98%). La secuenciación de las muestras de RNA extraídas a partir de la leche se realizó según el protocolo de Suárez-Vega *et al.* (2015). Las lecturas obtenidas fueron alineadas frente al genoma de referencia -Oar_rambouillet_v1.0- utilizando el programa STAR (Dobin *et al.*, 2013). Posteriormente, se utilizó la herramienta RSEM v.1.3.0 (Li & Dewey, 2011) para la cuantificación de los transcritos y se usó el paquete de R WGCNA (Zhang & Horvath, 2005) para realizar el análisis ponderado de redes de coexpresión génica. El análisis de sobrerrepresentación funcional se llevó a cabo con el software WebGestaltR (Wang *et al.*, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de WGCNA se obtuvieron 30 módulos de coexpresión génica ponderada asociados a los diferentes grados de MFD producidos por la dieta suplementada con FO. Una vez obtenidos los módulos génicos, se seleccionaron aquellos que contenían los genes identificados como diferencialmente expresados en el estudio previo entre animales con MFD y controles (Suárez-Vega *et al.* 2018). La prueba chi cuadrado realizada para comprobar si los genes descritos en dicho artículo se distribuían o no de manera aleatoria mostró que existían varios módulos de genes que contenían una proporción mayor de genes implicados en la MFD de los que esperaríamos por azar. El grupo con mayor relevancia fue el denominado BROWN, con 33 genes coincidentes (frente a los 17 esperados). En el análisis de sobrerrepresentación funcional del módulo BROWN, se encontraron procesos de ontología génica (GO) como la oxidación lipídica o la catabolización de lípidos (FDR <0,01). Además, en este módulo se encuentran genes regulados negativamente en la MFD como ACACA o ACSS1 (Suárez-Vega *et al.*, 2019; Toral *et al.*, 2017).

CONCLUSIÓN

La aplicación de la metodología WGCNA es de gran utilidad para el análisis de caracteres cuantitativos como el grado de depresión grasa en respuesta a una dieta suplementada con FO. Esta metodología nos ha permitido identificar redes de coexpresión génica relacionadas con la respuesta diferencial en el síndrome de MFD y ligadas a procesos de síntesis de grasa en la glándula mamaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Suarez-Vega, A. *et al.* 2017. *Sci. Rep.* 7: 45905 • Li, B. & Dewey, C. N. 2011. *BMC Bioinformatics.* 12: 323 • Reynolds, C.K. 2006. *Anim. Feed Sci. Technol.* 130: 78:94 • Toral, P.G. *et al.* 2015. *Anim. Feed Sci. Technol.* 98: 7277-7297 • Dobin, A. *et al.* 2013. *Bioinformatics* 29: 15-21 • Zhang, B. & Horvath, S. 2005. *Stat. Appl. Genet.* 4: 17 • Wang, J. *et al.* 2013. *NAR* 45: 130-137 • Suárez-Vega, A. *et al.* 2019. *Sci. Rep.* 9: 4473 • Toral, P.G. *et al.*, 2017. *J. Dairy Sci.* 101: 6122-6132 • Suárez-Vega, A. *et al.* 2015. *Sci. Rep.* 5: 18399.

Agradecimientos: Proyecto AGL2017-87812-R (MINECO/AEI/FEDER, UE). C. Hervás-Rivero está financiado por la beca PRE2019-091179 (MICINN, España).

SELECCIÓN GENÓMICA EN CONEJOS MEDIANTE IMPUTACIÓN DE GENOTIPOS

Mancin¹, E., Sosa-Madrid², B.S., Blasco², A. e Ibáñez-Escriche², N.

¹Departamento de Agronomía, Alimentación, Recursos Naturales, Animales, y Ambiente (DAFNAE), Università Degli Studi di Padova, viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD), Italia. ²Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, Universitat Politècnica de València, 46022 València, España; noeibes@dca.upv.es

INTRODUCCIÓN

La industria de producción de carne de conejo se enfrenta a nuevos retos en los sistemas de producción, impulsando a investigar métodos de mejora genética, como la selección genómica, utilizados en especies como el vacuno de leche, el cerdo y los pollos (Meuwissen *et al.*, 2016). Los costos de genotipado son aún la mayor limitación para la implementación de la selección genómica en la industria del conejo, ya que un gran número de marcadores genéticos son necesarios para mejorar la precisión de las estimas de los valores mejorantes (Blasco y Pena, 2018). Una alternativa es el uso de paneles de baja densidad de marcadores genéticos en los animales candidatos o incluso en madres, imputando los marcadores ausentes de un panel de genotipado de mayor densidad (Meuwissen *et al.*, 2016). El objetivo de este estudio fue averiguar las mejores estrategias de imputación para implementar la selección genómica en los programas de mejora de conejo de carne.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un proceso de selección por tamaño de camada en conejos fue simulado utilizando el programa *AlphaSim* (Faux, 2016). Las características de la simulación incluyeron 20 cromosomas, 44 QTNs por cromosoma, 20 generaciones de selección mediante BLUP y dos generaciones de selección mediante GBLUP. Las simulaciones se replicaron 36 veces. Cinco escenarios de imputación fueron evaluados, representando diferentes combinaciones de estrategias de genotipado. En estos escenarios, los ascendientes y la progenie fueron genotipados con una combinación de tres paneles con diferente densidad: 200,000 (HD); 6,000 (MD); y 600 (LD) SNPs. La imputación se realizó con el programa *AlphaImpute* (Hickey *et al.*, 2012). La precisión de la imputación (PI) y la precisión de la predicción genómica (PPG) se calcularon a través de correlaciones de Pearson entre el verdadero valor y el estimado; además se calculó la respuesta a la selección genómica y el porcentaje de candidatos seleccionados correctamente. Estos parámetros fueron utilizados para comparar los diferentes escenarios versus la típica selección mediante BLUP.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El escenario 1 (S1) presentó la mayor PI (0.99) y también la mayor PPG (0.26). S1 implica genotipar todos los ascendientes en HD y la progenie en MD. No obstante, S1 sería el escenario con mayor coste económico entre todos los presentados en este estudio. Los resultados en S1 están en la misma línea que los resultados en vacuno lechero (Weigel *et al.*, 2010), cerdos (Cleveland y Hickey, 2013) y salmón atlántico (Tsai *et al.*, 2017), genotipando ascendientes en HD. Por otro lado, escenarios con bajo coste de genotipado mostraron menores PI; un ejemplo es S4 en el que las hembras ascendientes y la progenie son genotipados en LD (0.86). En términos de PPG, los escenarios S2, S3 y S5 mostraron diferencias insignificantes. Sin embargo, S5, dado su menor precio, sería la opción más viable, con un PI de 0.90 y un PPG de 0.23. No obstante, los valores de PPG variaron entre simulaciones, sugiriendo que este parámetro depende principalmente de las distribuciones de los QTNs y SNPs a lo largo del genoma.

CONCLUSIÓN

Las estrategias de imputación son viables para implementar la selección genómica en conejo, particularmente en el escenario S5, donde los machos ascendientes son genotipados con HD, las madres con MD, la progenie con LD y las abuelas no son genotipadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blasco, A. y Pena, R.N. 2018. En *Animal Biotechnology* 2: 61-80
- Cleveland, M.A. y Hickey, J.M. 2013. *J. Anim. Sci.* 91: 3583-3592.
- Faux, A.-M., Gorjanc, G., Gaynor, R.C. *et al.* 2016. *Plant Genome* 9.
- Hickey, J.M., Kinghorn, B.P., Tier, B. *et al.* 2012. *Genet. Sel. Evol.* 44: 9.
- Meuwissen, T., Hayes, B. & Goddard, M. 2016. *Anim. Front.* 6: 6-14.
- Tsai, H., Matika, O., Edwards, S.M. *et al.* 2017. *G3 Genes, Genomes, Genet.* 7: 1377-1383.
- Weigel, K.A., de los Campos, G., Vázquez, A.I. *et al.* 2010. *J. Dairy Sci.* 93: 5423-5435.

ANÁLISIS DE GENOMA COMPLETO DE LA RESILIENCIA FRENTE A BROTES DE PRRSV EN CERDAS REPRODUCTORAS

Laplana, M., Ros-Freixedes, R., Estany, J., Fraile, L y Pena, R.N.

Departament de Ciència Animal, Universitat de Lleida – AGROTECNIO-CERCA Centre, 25198 Lleida, España; marina.laplana@udl.cat

INTRODUCCIÓN

La resiliencia, definida como la capacidad de los animales para superar factores estresantes internos y externos, resulta un elemento clave en el sector de producción animal. En los cerdos, uno de los factores de estrés más relevantes es el virus del síndrome respiratorio y reproductivo porcino (PRRSV) que provoca graves problemas de salud y pérdidas de productividad en las granjas. Estudios previos han demostrado la existencia de una base genética en la resiliencia de caracteres reproductivos como son la tasa de abortos (Pena *et al.*, 2019) y el número de cerdos nacidos vivos, número de cerdos momificados y número de pérdidas (Laplana *et al.*, 2020) en cerdas reproductoras durante un brote de PRRSV. El objetivo de este estudio es identificar y caracterizar a nivel de genoma completo las variantes genéticas que influyen en la estabilidad del rendimiento reproductivo durante los brotes de PRRSV.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha secuenciado a baja cobertura (7X) el genoma completo de 48 cerdas con fenotipos extremos para la estabilidad del rendimiento reproductivo. Los animales se han seleccionado de una población de 305 cerdas Landrace x Large White proveniente de una granja positiva estable para PRRSV con datos reproductivos recopilados durante casi 3 años hasta que se produjo un brote epidémico de PRRSV en 2017. La estabilidad del rendimiento reproductivo (ERR) frente a la infección por PRRSV se ha calculado como la diferencia entre el número de pérdidas durante el brote de PRRSV y la media de pérdidas en los partos en situación endémica. Las cerdas se han clasificado como “estables” si ERR <1 lechón (N=22) o “sensibles” si ERR >1 lechón (N=26). Los datos de secuenciación se han analizado utilizando una rutina bioinformática basada en BWA y GATK y los programas PLINK, GEMMA y R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras un filtrado inicial de los datos con PLINK en el que se eliminaron las variantes con MAF <0.1 y missings superiores a 0.2, se han analizado más de 14.5 millones de variantes polimórficas en la población. El análisis de asociación a nivel de genoma completo utilizando una matriz de parentesco genético para corregir la estructura poblacional de los datos ha identificado 13 regiones del genoma en 11 cromosomas que contienen 44 variantes ($P < 10^{-6}$) asociadas al fenotipo “estable” de ERR. 304 genes se localizan en las regiones a ± 1 Mb de las variantes relevantes. Un análisis funcional preliminar de estos genes mediante *gene ontology* ha revelado, entre otros, la relación de dichos genes con funciones moleculares como unión a receptores RAGE, implicados en procesos inflamatorios, unión a receptores ephrin, implicados en el desarrollo embrionario, angiogénesis y migración celular, actividad motora o unión a factores de crecimiento.

CONCLUSIÓN

Estos resultados indican la existencia de variabilidad genética relacionada con la estabilidad de los caracteres reproductivos ante un brote de PRRSV. El siguiente paso consistirá en validar los resultados utilizando toda la población y replicarlos en otra población con distinta base genética. La identificación de marcadores genéticos puede ser de utilidad para identificar cerdas resilientes que puedan hacer frente con éxito a una infección epidémica por PRRSV sin sufrir deterioro en su estado de salud o en los parámetros productivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Laplana, M., Estany, J., Fraile, L.J. & Pena, R.N. 2020. *Animals*. 10: 902.
- Pena, R.N., Fernández, C., Blasco-Felip, M., Fraile, L.J. & Estany, J. 2019. *Viruses*. 11: 706.

Agradecimientos: Los autores agradecen el apoyo de Piensos del Segre SA en la realización de este experimento y la generosidad de los veterinarios involucrados en este estudio. Proyecto financiado parcialmente por FEDER y el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (RTI2018-097700-B-I00 y COMRD116-1-0035-03). M. Laplana es beneficiaria de una beca del programa UdL-Impuls.

IDENTIFICACIÓN DE VARIANTES GENÓMICAS CON INFLUENCIA SOBRE EL pH DE LA LECHE EN EL GANADO OVINO DE RAZA ASSAF

Marina, H., Suárez-Vega, A., Gutiérrez-Gil, B., Pelayo, R., Esteban-Blanco, C. y Arranz, J.J.
Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de León, Campus de
Vegazana s/n, León 24071, España; hmarg@unileon.es.

INTRODUCCIÓN

El estudio de los factores que influyen en el rendimiento quesero es de gran importancia para la mejora de la producción de leche en el ganado ovino. Uno de los factores que tiene más influencia sobre las propiedades y la eficiencia de la coagulación de la leche ovina es el potencial de hidrógeno (pH) (Pazzola, 2019). Los transportadores de iones junto con las enzimas de la leche juegan un papel importante en la homeostasis ácido base de la glándula mamaria y su fisiopatología (Ma *et al.*, 2019). El pH se ha relacionado previamente con mastitis subclínicas (Kandeel *et al.*, 2019). Además, en el ganado ovino, se ha descrito una correlación genotípica de 0.5 entre el pH y el número de células somáticas en la leche (Sánchez-Mayor *et al.*, 2018). Dada la importancia de este carácter sobre la calidad de la leche, el objetivo del presente trabajo fue identificar regiones del genoma con influencia sobre el pH en la leche, en una población comercial de ganado ovino lechero de raza Assaf.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para este estudio se genotiparon un total de 1,039 ovejas de raza Assaf con un chip de media densidad diseñado a la carta (50K-chip). Además, para cada una de las ovejas genotipadas, se tomó una muestra de leche de 50 ml en la que se midió el pH. Ambas fuentes de información, fenotipos y genotipos, se utilizaron para realizar un GWAS usando el programa GCTA (Yang *et al.*, 2011). Los genes localizados en un intervalo de confianza a 0,5 Mb de los SNP significativos fueron considerados como candidatos posicionales. La información funcional de estos genes se obtuvo mediante la base de datos GeneCards (Stelzer *et al.*, 2016). Finalmente, se realizó un análisis de priorización con la herramienta ToppGene (Chen *et al.*, 2009) utilizando como lista "patrón" una lista de genes relacionada con características físico químicas de la leche obtenida tras realizar una revisión bibliográfica del carácter estudiado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un único SNP, situado en la región OAR11:92Mb, superó el umbral de significación establecido a nivel genómico (p-val: 7.63e-07). Dentro del intervalo de confianza de este SNP se encontraron un total de 16 genes anotados en el genoma ovino (Oar_v3.1), de los cuales siete fueron priorizados funcionalmente. De ellos, seis presentaron una asociación con la persistencia de la lactación en ganado vacuno (Do *et al.*, 2017). Cuatro genes fueron relacionados con el número de monocitos y leucocitos en sangre (**MPO**, **MTMR4**, **TRIM37**, **RAD51C**). Dos genes estuvieron relacionados con otros procesos biológicos de interés como: la actividad transferasa (GO:0016740, **RNF43**), y el proceso catabólico de peróxido de hidrógeno (GO:0042744: **LPO**), estando esta última enzima presente de manera muy abundante en la leche (García *et al.*, 2011). Por último, el gen **TSPOAP1** está relacionado con la actividad de los canales de calcio (GO:0099626), el cual tiene un papel importante en la lactogénesis e influye en la dureza del queso (Neville *et al.*, 1983, Santos *et al.*, 2013).

CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio pretenden poner de manifiesto regiones genómicas con influencia sobre el potencial de hidrógeno de la leche. Tras la priorización funcional, proponemos una lista de genes potenciales candidatos cuya función podría afectar de forma directa o indirecta a las características físico químicas de la leche y, por tanto, también al rendimiento quesero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Chen *et al.* 2009. Nucl. Acids Res. 37: 305-311. • Do *et al.* 2017. J. Dairy Sci. 100: 1955-1970. • García *et al.* 2011. Compr. Biotechnology. 4 • Kandeel *et al.* 2019. J. Dairy Sci. 102: 1417-1427 • Ma *et al.* 2019. Am. J. Physiol. 318: 98-111 • Neville *et al.* 1983. J. Dairy Sci. 66: 371-80. • Sánchez-Mayor *et al.* 2018. Livest. Sci. 228:76-83. • Santos *et al.* 2013. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 65: 601-9 • Stelzer *et al.* 2016. Curr. Protoc. Bioinformatics. 17:444. • Yang *et al.* 2011. Am J Hum Genet. 88:76-82.

Agradecimientos: El presente trabajo ha sido cofinanciado por los proyectos RTI2018-093535-B-I00 (Ministerio de Ciencia e Innovación), LE249P18 (Junta de Castilla y León) y la beca FPU16/01161 (MICIU). Los autores agradecen la excelente colaboración del consorcio de promoción ovino (CPO).

EFFECTO DEL GEN DEL RECEPTOR DE LA LEPTINA Y DE LA DESATURASA-2 DE ÁCIDOS GRASOS EN JAMÓN CURADO

Suárez-Mesa^{1,2}, R., Ros-Freixedes¹, R., Tor¹, M., Reixach³, J., Pena¹, R.N. y Estany¹, J.

¹Departament de Ciència Animal, Universitat de Lleida-Agrotecnio Center, 25198 Lleida, España. ²Grupo de Inmunobiología y Patogénesis, Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia. ³Selección Batallé S.A., 17421 Riudarenes, España; rafael.suarez@udl.cat

INTRODUCCIÓN

La producción de jamón curado tiene una gran importancia económica en España (Cruz, 2019). Los jamones frescos destinados a curación se seleccionan de acuerdo con el peso y contenido graso, dos características que determinan la duración del curado y la calidad del producto. Además, el contenido y composición de la grasa intramuscular (GIM) influyen en las preferencias del consumidor en tanto que afectan el color, la textura y el aroma (Font-i-Furnols y Guerrero, 2014). En este trabajo se ha evaluado el efecto de los marcadores *LEPR* (receptor de la leptina; Muñoz *et al.*, 2009) y *FADS2* (desaturasa-2 de ácidos grasos; Gol *et al.*, 2018) sobre el peso, el color y el contenido y composición de la grasa en jamón curado.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron datos de 332 jamones curados de cerdos Duroc de la misma línea genética criados en condiciones comerciales. Los jamones frescos se sometieron a un proceso de curación estándar hasta perder aproximadamente un tercio del peso inicial. Luego, se extrajo una loncha a partir de la cual se determinó el color CIELAB en cinco músculos (mediante un espectrofotómetro Konica Minolta CM-700d) y el contenido y la composición de GIM en bíceps femoral (mediante cromatografía de gases). Todos los jamones se genotiparon para *LEPR* (rs709596309 C>T) y *FADS2* (rs321384923 A>G). El efecto de ambos marcadores se contrastó con un modelo en el que además se ajustó por lote, marcador *SCD* (Estany *et al.*, 2014) y peso del jamón en fresco (solo para color y GIM). Los detalles completos del experimento se indican en Suárez-Mesa *et al.* (2021).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En línea con investigaciones previas en carne fresca (Ros-Freixedes *et al.*, 2016), los cerdos *LEPR* -TT fueron más grasos que los *LEPR*-C- (CC y CT), mostrando más espesor de grasa dorsal en canal (+2,9 mm, P<0,01) y GIM (+2,2%, P<0,01), a la vez que presentaron un mayor porcentaje de ácidos grasos saturados (+1,54%, P<0,01) y un menor de poliinsaturados (-1,05%, P<0,01) en GIM. Además, los jamones *LEPR*-TT fueron más brillantes (L*: +1,07, P<0,05) y más amarillos (b*: +0,78, P<0,01), aunque no en todos los músculos por igual. Por su parte, el alelo *FADS2*-A aumentó la relación C20:4n-6/C18:2n-6, pero no afectó ni el contenido de grasa ni el color. Sin embargo, los jamones portadores del alelo *FADS2*-A alcanzaron antes la pérdida de peso establecida como objetivo, por lo que pasaron menos tiempo en curación (-8,4 días, P<0,01).

CONCLUSIÓN

El marcador *LEPR* afecta el contenido y la composición de la grasa y, en menor medida, el color del jamón, mientras que el marcador *FADS2* afecta el tiempo de curado. Ambos marcadores pueden ayudar así a introducir criterios individuales distintos del peso para organizar lotes de curado más homogéneos, de tal manera que los jamones de genotipo *LEPR*-TT tengan tiempos de curación más largos y los *FADS2*-A- más cortos. Los resultados obtenidos confirman que los marcadores genéticos probados en carne fresca son también efectivos en jamón curado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cruz, J. 2019. Eurocarne 279: 93-108.
- Font-i-Furnols, M. & Guerrero, L. 2014. Meat Sci. 98: 361-367.
- Muñoz, G., Ovilo, C., Silió, L., Tomás, A., Noguera, J. & Rodríguez, M. 2009. J Anim Sci. 87: 459-468.
- Gol, S. *et al.* 2018. Sci Rep. 8: 14336.
- Suárez-Mesa, R. *et al.* 2021. Meat Sci. 173: 108399.
- Estany, J., Ros-Freixedes, R., Tor, M. & Pena, R.N. 2014. PLoS ONE. 9: e86177.
- Ros-Freixedes, R. *et al.* 2016. PLoS ONE 11: e0152496.

Agradecimientos: Proyecto financiado por el MICINN y Fondos FEDER (RTI2018-101346-B-I00). RS-M es beneficiario de una ayuda de Gobernación del Tolima y Colciencias (C-755).

ANÁLISIS PRELIMINAR DE ROH EN DOS LÍNEAS DIVERGENTES DE RATÓN SELECCIONADAS PARA PESO AL NACIMIENTO

Ojeda-Marín¹, C., Gutiérrez¹, J.P., Formoso-Rafferty², N., Goyache³, F. y Cervantes¹, I.
¹Dpto. Producción Animal, Facultad de Veterinaria, UCM, Madrid. ²Dpto. Producción Agraria, E.T.S.I.A.A.B, UPM, Madrid. ³SERIDA-Deva, Gijón, Asturias; candelao@ucm.es

INTRODUCCIÓN

Los *runs of homozygosity* (ROH) son segmentos continuos y homocigotos de la secuencia de DNA (Ceballos *et al.*, 2018), transmitidos por un ancestro común. Los ROH han sido utilizados en distintas poblaciones animales para estimar la consanguinidad genómica y para detectar diferencias en el genotipo derivadas de la selección (Peripolli *et al.*, 2016). Formoso-Rafferty *et al.* (2020) demostraron que la selección divergente para peso al nacimiento en ratones es factible y que los animales homogéneos presentan indicadores de robustez más altos. El objetivo de este estudio es analizar el patrón de ROH en los animales de las dos líneas de selección divergente (alta variabilidad y baja variabilidad del peso al nacimiento).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se genotiparon mediante el panel Affimetrix Mouse Diversity Genotyping Array 383 hembras de 12 generaciones de selección; 174 fueron de la línea de alta variabilidad (AV) y 209 de la línea de baja variabilidad (BV). Después de aplicar los filtros de calidad, un total de 586,123 SNPs se utilizaron para los análisis de ROH con el software PLINK 1.07 (Purcell *et al.*, 2007). Se calculó la consanguinidad molecular individual a partir de los ROH (F_{ROH}) como la suma total de la longitud de los fragmentos entre la longitud cubierta por SNPs del genoma autosómico (McQuillan *et al.*, 2008). También se calculó la consanguinidad individual a partir del pedigrí (F_{PED}) (Meuwissen y Luo, 1992). Se estudió la evolución de F_{ROH} y F_{PED} en las dos líneas para las generaciones consideradas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

F_{ROH} fue 0.57 en AV y 0.56 en BV. En la primera generación la media fue 0,55 en ambas líneas. Siete generaciones después fue 0.61 en AV y 0.57 en BV. F_{PED} fue de media 0.088 en AV y 0.083 en BV. F_{PED} en la primera generación en AV fue 0.03 y 0.02 en BV, y siete generaciones después fue 0.10 en AV y 0.11 en BV. La correlación entre F_{ROH} y F_{PED} fue 0.58. En ambas líneas se encontró un mayor porcentaje de fragmentos de 1 Mb a 2 Mb, 35.44% BV y 35.24% en AV. El porcentaje menor de fragmentos fue de >10 Mb, 10,97% en AV y 10,38% en BV.

Estos resultados sugieren que la selección divergente realizada podría estar repercutiendo en la cantidad y distribución de ROH en las distintas líneas. Se puede observar que los animales de AV presentaron mayor F_{ROH} y mayor porcentaje de fragmentos largos, lo que puede sugerir mayores efectos deletéreos debidos a consanguinidad reciente en esta línea (Szpiech *et al.*, 2013). F_{ROH} y F_{PED} tuvieron una correlación alta, pero F_{ROH} demostró diferencias a nivel molecular entre las dos líneas. Estas diferencias podrían ser consecuencia de la selección (Zhang *et al.*, 2015, Grilz-Seger *et al.*, 2019).

CONCLUSIÓN

Los resultados observados sugieren que podrían existir diferencias en la distribución y cantidad de ROH entre las líneas de AV y BV que podrían estar relacionadas con la selección realizada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ceballos, F.C. *et al.* 2018. Nat. Rev. Gen. 19: 220-234
- Peripolli, E. *et al.* 2016. Anim. Genet. 48: 255-271.
- Formoso-Rafferty, N. *et al.* 2020. Animals. 10: 920
- Purcell, S. *et al.* 2007. Am. J. Hum. Genet. 81: 559-75.
- McQuillan, R. *et al.* 2008. Am. J. Hum. Genet. 83: 359-372.
- Meuwissen, T.H.E. & Lou, Z. 1992. Genet. Sel. Evol. 24: 305-313.
- Szpiech, Z.A. *et al.* 2013. Am. J. Hum. Genet. 93: 90-102.
- Zhang, Q. *et al.* 2015. BMC Genetics. 16: 542
- Grilz-Seger, G. *et al.* 2019. Anim. Gen. 50: 334-346.

Agradecimientos: el estudio se realizó con un proyecto del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades PGC2018-096198-A-100. C.O.M. tiene un Contrato Predoctoral UCM y Banco Santander 2019-2020. CEGEN-PRB3-ISCIII; financiado por PT17/0019, de PE I+D+i2013-2016; financiado por ISCIII y ERDF.

CAMBIOS EN FRECUENCIAS ALÉLICAS CUANDO SE UTILIZAN DIFERENTES MATRICES DE PARENTESCO GENÓMICO PARA MANTENER DIVERSIDAD GENÉTICA

Morales-González¹, E., Fernández¹, J., Pong-Wong², R., Toro³, M.A. y Villanueva¹, B.

¹Departamento de Mejora Genética Animal, INIA, España. ²Genetics and Genomics Division, The Roslin Institute and R(D)SVS, University of Edinburgh, Reino Unido. ³Departamento de Producción Agraria, Universidad Politécnica de Madrid, España; morales.elisabeth@inia.es

INTRODUCCIÓN

Un objetivo común en los programas de conservación genética es minimizar la pérdida de variabilidad genética. Esto se puede lograr utilizando el método de Contribuciones Óptimas (CO) que optimiza las contribuciones de los candidatos a la siguiente generación minimizando el parentesco global. Un objetivo diferente en dichos programas puede ser mantener las frecuencias alélicas dado que cambios en dichas frecuencias pueden ser indeseables, particularmente cuando se trata de programas ex situ donde el objetivo final es la reintroducción de individuos en la naturaleza. Se han propuesto diferentes matrices de parentesco genómico para su uso en CO y la elección de la matriz genómica tendrá un impacto, no solo en la variabilidad genética mantenida, sino también en el cambio en las frecuencias alélicas. El objetivo de este estudio fue evaluar, a través de simulaciones estocásticas, tanto la variabilidad genética mantenida como la trayectoria de las frecuencias alélicas cuando se utilizan diferentes matrices de parentesco genómico en CO.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se supuso un genoma compuesto por 20 cromosomas de 1 Morgan cada uno. Se simularon 500.000 SNPs (utilizados en el manejo) y 500.000 loci dialélicos no marcadores (utilizados para medir las consecuencias de usar cada matriz) por cromosoma. El manejo se realizó utilizando el método CO a lo largo de 50 generaciones con tamaño poblacional constante ($N = 100$ individuos). Se compararon dos matrices de parentesco genómico calculadas a partir SNPs: i) la matriz basada en desviaciones del número observado de alelos compartidos entre dos individuos del valor esperado bajo equilibrio de Hardy-Weinberg (Θ L&H, Li y Horvitz, 1953) y ii) la matriz obtenida a partir la matriz de relaciones genómicas de VanRaden (2008) (Θ VR2). La variabilidad genética se midió como la heterocigosis esperada (H_e) y el cambio en las frecuencias alélicas se midió utilizando el criterio de divergencia de Kullback-Leibler (KL) (Kullback, 1997), ambos calculados con los loci no marcadores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El uso de Θ L&H en CO dio lugar a una mayor H_e retenida que cuando se utilizó Θ VR2 y la diferencia entre ambas estrategias aumentó a lo largo de las generaciones. El uso de Θ L&H incluso llevó a un aumento de H_e en las generaciones iniciales mientras que con Θ VR2 H_e disminuyó a lo largo de todas las generaciones. Por otra parte, con Θ VR2 las frecuencias alélicas se mantuvieron más cercanas a las de la población base que con Θ L&H (es decir, se obtuvieron valores más altos de KL con Θ L&H que con Θ VR2). El uso de ambas matrices en CO también llevó a diferentes números de individuos seleccionados como padres de la siguiente generación. En particular, con Θ L&H se seleccionaron entre un 10% y un 30% menos individuos que con Θ VR2. Esta diferencia implicó una diferencia en el número de loci que permanecieron segregando a lo largo de las generaciones, que fue mucho mayor al usar Θ VR2 que al usar Θ L&H.

CONCLUSIÓN

Cuando se usa Θ L&H en CO, se mantiene más H_e que cuando se usa Θ VR2. Sin embargo, Θ VR2 mantiene las frecuencias alélicas más cercanas a las de la población base y mantiene más loci segregando que Θ L&H.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Li, C. & Horvitz, D. 1953. Am. J. Hum. Genet. 5: 107–117 • VanRaden, P.M. 2008. J. Dairy Sci. 91: 4414–4423 • Kullback, S. 1997. Courier Dover Publications.

Agradecimientos: Este trabajo fue financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, España (CGL2016-75904-C2-2-P).

APRENDIZAJE AUTOMÁTICO APLICADO A LA PREDICCIÓN DE CARACTERES COMPLEJOS

Reinoso-Peláez¹, E.L., Gianola², D. y González-Recio¹, O.

¹Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Ctra. de La Coruña, km 7,5, 28040 Madrid, España. ²University of Wisconsin–Madison, Department of Animal and Dairy Sciences. 1675 Observatory Dr, Madison, WI 53706, Estados Unidos; edgar.reinoso@inia.es.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático (ML) ha sido exponencial en los últimos años. Las aplicaciones de la predicción usando datos genómicos masivos (GWP) se han desarrollado enormemente, con aplicaciones variadas en agricultura y ganadería. Pero ¿cuál es el mejor modelo de ML?, ¿son los algoritmos de ML mejores que los modelos lineales clásicos o bayesianos? Este trabajo realiza un meta-análisis involucrando modelos de predicción o clasificación para identificar aquellos con mayor capacidad predictiva para caracteres complejos aplicados a la mejora genética animal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una revisión sistemática de artículos publicados entre 2010 y 2020 que usaban al menos un modelo de ML. De un total de 34 estudios se obtuvieron 244 comparaciones con 19 modelos estadísticos. Se realizó un meta-análisis usando un modelo bayesiano tipo Thurston para rankings con el software GIBBSTHUR. El modelo fue: $l_m = X_{bm}b + Z_{pm}p + e_m$, donde l corresponde al ranking del modelo; b corresponde al efecto del tipo de estudio (planta o animal); p corresponde al efecto del modelo estadístico con distribución $p \sim N(0, \sigma_p^2)$, donde σ_p^2 es la varianza asociada al efecto del método; $e_m \sim N(0, \sigma_e^2)$ fue el residuo con varianza residual $\sigma_e^2 = 1$; y X_{bm} y Z_{pm} fueron las respectivas matrices de incidencias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los modelos con mejor capacidad predictiva en términos de correlación de Pearson en el set de predicción fueron: espacios de Hilbert con núcleo reproductor (RKHS), Naive Bayes (NB) y redes neuronales Bayesianas (BNN); a estos les siguen Bayes B (BB), Bayes A (BA), Regresión ponderada de contracción bayesiana (wBSR), Bayes C (BC), Bagging (BAGG), Redes neuronales artificiales (ANN), GBLUP, Bayes LASSO (BL), bosques aleatorios (RF), Máquinas de vectores de soporte (SVM), redes neuronales convolucionales (CNN), selección de variable de búsqueda estocástica (SSVS), LASSO, regresión de cresta (RR), algoritmo de Boosting (BOOST), y K vecinos más cercanos (KNN). Cuando se usó el error cuadrático medio de la predicción como métrica de comparación, los algoritmos BOOST y BNN se situaron en los primeros puestos, seguido de BL, SVM, RF, CNN, BB, GBLUP, LASSO, BC, BA, RR, y ANN. Se debe tener en cuenta que las desviaciones estándar de la distribución posterior de las soluciones fueron amplias, y los resultados deben ser interpretados con cautela.

CONCLUSIÓN

Los modelos Bayesianos (BNN, NB, BA, BB) y de kernel (RKHS) mostraron las mejores capacidades predictivas. Los métodos de ensamblaje (BOOST, RF, BAGG) han presentado puntajes variados, aunque se ha demostrado que son modelos robustos y ampliamente usados. Cada modelo tiene cualidades que pueden ser efectivas o no, dependiendo de los datos, el ambiente, y el objetivo de estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdollahi-Arpanahi, R. *et al.* 2020. Genet. Sel. Evol. 52: 12.
- Abdollahi-Arpanahi, R. *et al.* 2015. J. Anim. Breed. Genet. 132: 218–228.
- Gentzmittel, L. *et al.* 2019. Genome Biol. 20: 1–20.
- González-Recio, O., and S. Forni. 2011. Genet. Sel. Evol. 43: 7.
- González-Recio, O. *et al.* 2010. Genet. Res. (Camb). 92: 227–237.
- Grinberg, N.F. *et al.* 2016. Front. Plant Sci. 7: 133.
- Grinberg, N.F. *et al.* 2020. Mach. Learn. 109: 251–277.
- Van der Heide, E.M.M. *et al.* 2019. J. Dairy Sci. 102: 9409–9421.
- Heslot, N. *et al.* 2012. Crop Sci. 52:146–160.
- Jiménez-Montero, J.A. *et al.* 2013. J. Dairy Sci. 96: 625–634.
- Kim, K. *et al.* 2015. PLoS One 10: e0139685.
- Kwong *et al.* 2017. BMC Genet. 18:107.
- Liu, Y. *et al.* 2019. Front. Genet. 10: 1091.
- Long, N. *et al.* 2011. Theor. Appl. Genet. 123: 1065–1074.
- Ma, W. *et al.* 2018. Planta 248 :1307–1318.
- Sarkar, R. *et al.* 2015. Genet. 94: 187–192.
- Schulz-Streeck, T. *et al.* 2013. Appl. Genet. 126: 69–82.
- Waldmann, P. 2018. Genet. Sel. Evol. 50: 70.
- Xavier, A. *et al.* 2016. G3 Genes, Genomes, Genet. 6: 2611–2616.
- Zingaretti, L.M., *et al.* 2020. Front. Plant Sci. 11: 1.

CORRELACIONES GENÉTICAS ENTRE CARACTERES RELACIONADOS CON LA EFICIENCIA ALIMENTARIA Y LA SOSTENIBILIDAD MEDIOAMBIENTAL CON OTROS CARACTERES DE INTERÉS EN VACUNO DE LECHE

López-Paredes¹, J., Saborío-Montero², A., Charfeddine¹, N., Atxaerandio³, R., García-Rodríguez³, A., Goiri³, I., Ugarte³, E., Ruiz³, R., Jiménez-Montero¹, J.A. y González-Recio², O.

¹Confederación de Asociaciones de Frisona Española (CONAFE). ²Departamento de mejora genética animal. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. ³NEIKER-BRTA. javier.lopez@conafe.com

INTRODUCCIÓN

La mejora de la eficiencia alimentaria en vacuno de leche tiene un alto impacto económico y ambiental, debido a la disminución del coste de alimentación y a la reducción de las emisiones de metano entérico. La producción de metano supone una pérdida energética para el animal además de ser un gas de efecto invernadero con una potencial consecuencia sobre el calentamiento global 24 veces superior al CO₂. El objetivo de este trabajo fue estimar la heredabilidad y las correlaciones genéticas de la ingesta de materia seca, producción de metano y composición del microbioma ruminal con otros caracteres de interés productivo para evaluar su posible inclusión en los objetivos de selección en vacuno de leche.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se estimaron los componentes de varianza de los caracteres ingesta de materia seca (IMS) producción de metano expresado en g/d (PMe), concentración de metano expresado en ppm (CMe) y la primera componente principal de un análisis de componentes principales sobre la composición del metagenoma ruminal a nivel taxonómico de filo (CP1), además de los caracteres productivos: kilos de leche (KL), de grasa (KG) y de proteína (KP) a 305 días, en primera lactación, días abiertos (DA), anchura de pecho (AP), anchura de grupa (AG), profundidad corporal (PC), estatura (EST) y peso vivo estimado (PV) en primera lactación. Se utilizaron 11.042 datos de IMS de 551 vacas de 5 explotaciones, 4.624 datos de CMe y PMe de 14 explotaciones, y muestras de 437 vacas de líquido ruminal, así como los caracteres de producción y tipo de 11.228 vacas. Se dispuso del genotipo de un total de 1131 vacas y 356 machos. Se utilizaron modelos bicarácter aplicando AIREML, utilizando el método single-step.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Heredabilidad (h^2) estimada para IMS fue moderada (0,17) al igual que las h^2 estimadas para PMe y CMe (0,17 y 0,18). Las correlaciones entre IMS y CMe (0,27) y PMe (0,20), implican que una mayor IMS incrementa PMe y CMe. La h^2 estimada para CP1 fue elevada (0,42), con una correlación relativamente baja con la ingesta de materia seca ($r=0,32$), una correlación moderada con la PMe ($r=0,57$) y alta con la CMe ($r=0,83$). Estas estimas indican un antagonismo entre IMS y emisiones de metano. Y que por tanto se requiere aplicar pesos optimizados en los objetivos de selección para estos caracteres, al mismo tiempo que se modula la composición microbiana. Como era de esperar, una mayor producción de leche (KL) precisa una mayor capacidad de ingesta (IMS) ($r=0,41$). Las correlaciones genéticas entre PMe y CMe con KL fueron muy bajas en este estudio (-0,05-0,04), lo que sugiere que una mitigación de emisión de metano vía selección no implica un deterioro en los niveles productivos. Las correlaciones de IMS y PMe con EST, AP y PC son relativamente altas (entre 0,33 y 0,59), lo que significa que a mayor capacidad corporal, mayor IMS y mayor PMe.

CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio apuntan a que una selección para mitigar la PMe no tendría consecuencias importantes sobre el nivel productivo. Sin embargo, buscar una mayor eficiencia reduciendo la IMS supondría una clara reducción en la capacidad corporal e incluso podría acarrear una ligera pérdida de productividad. La inclusión de una variable agregada de la composición de la microbiota ayudaría a discernir aquellos animales de alta producción que precisan mayor IMS, pero no son más emisores. Incluir estos caracteres en los objetivos de selección es prioritario dado los grandes desafíos a los cuales se está enfrentando la ganadería de vacuno de leche hoy en día tanto a nivel de los costes como a nivel medioambiental.

META-ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA MICROBIOTA DE LECHE Y RUMEN EN GRUPOS DE OVEJAS DE RAZA ASSAF CON DIFERENTE EFICIENCIA ALIMENTARIA

Esteban-Blanco¹, C., Suárez-Vega¹, A., Gutiérrez-Gil¹, B., Toral², P.G., Fernández-Díez², C., Marina¹, H., Hervás², G., Arranz¹, J.J. y Frutos², P.

¹Dpto. de Producción Animal, Universidad de León, Campus de Vegazana s/n, 24071 León, España.

²IGM (CSIC-Universidad de León), Finca Marzanas s/n, 24346 Grulleros, León, España; cestb@unileon.es

INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos de la agricultura sostenible es mejorar la capacidad de los animales para convertir el alimento en leche o carne, es decir, mejorar la eficiencia alimentaria (Cantalapiedra-Hijar *et al.*, 2018). La mayoría de los estudios al respecto se centran en el microbioma del rumen mediante el análisis parcial del gen 16S rRNA (Wilson *et al.*, 2019). Sin embargo, el reciente lanzamiento de secuenciadores de tercera generación, concretamente de un dispositivo portátil por parte de Oxford Nanopore Technologies (ONTSeq), ha permitido caracterizar la microbiota ruminal de vacas lecheras (Delgado *et al.*, 2019). Por otro lado, la secuenciación de RNA (RNASeq) también ha demostrado ser útil para el estudio de funciones microbianas en diferentes medios y tejidos (Cox *et al.*, 2017). El objetivo de este estudio es comparar los perfiles microbianos taxonómicos y funcionales de dos grupos de ovejas con valores divergentes de eficiencia alimentaria (FEI: *feed efficiency index*) mediante un meta-análisis basado en la combinación de datos de ONTSeq de rumen y datos de RNASeq de células somáticas de la leche.

MATERIAL Y MÉTODOS

Recogida de muestras, extracción de ácidos nucleicos y secuenciación: A partir de 40 ovejas lecheras de raza Assaf, se seleccionaron 6 animales de mayor eficiencia alimentaria (promedio FEI = -0,29) y 6 con menor eficiencia alimentaria (promedio FEI = 0,81). El DNA extraído a partir de 50 ml de líquido ruminal se secuenció con ONTSeq, mientras que el RNA obtenido de muestras de leche (Suárez-Vega *et al.*, 2016) se secuenció con Illumina NovaSeq 6000. Análisis bioinformático: las secuencias del hospedador se eliminaron con minimap2 (Li, 2018) y STAR (Dobin *et al.*, 2013) conservando las que no mapearon frente al genoma ovino (*Oar3.1*), que se analizaron taxonómicamente y funcionalmente con SqueezeMeta (Tamames y Puente-Sanchez, 2018). Finalmente, se exploró la asociación cuantitativa entre FEI y las funciones metabólicas identificadas en este estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El promedio de secuencias obtenidas por muestra fue de 382.422 y 39.726.168 para ONTSeq y RNASeq, respectivamente, de las cuales se utilizaron el 99,7% y 18,01% que no mapearon frente a *Oar3.1*. Los géneros predominantes identificados en las muestras de rumen (*Prevotella*, *Methanobrevibacter* y *Fibrobacter*) y en las muestras de leche (*Escherichia*, *Acinetobacter* y *Staphylococcus*) coinciden con los descritos en otros estudios en el mismo tipo de muestras (Parente *et al.*, 2020; Rabee *et al.*, 2019). Por otro lado, los análisis de asociación utilizando datos funcionales han identificado un total de 258 (ONTSeq) y 204 (RNASeq) funciones asociadas al FEI, de las cuales cuatro son comunes en los dos datasets: *leucyl-tRNA synthetase*, *translation initiation factor 6*, *mitogen-activated protein kinase 7* y *peptidyl-prolyl isomerase D*, relacionadas por varios estudios con eficiencia alimentaria en diferentes especies (Lima *et al.*, 2019; Zou *et al.*, 2018).

CONCLUSIÓN

El meta-análisis realizado sobre la composición taxonómica y funcional de muestras de rumen y leche ha permitido identificar funciones biológicas del metagenoma que podrían estar relacionadas con las diferencias en la eficiencia alimentaria en ovejas de raza Assaf.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Cantalapiedra-Hijar *et al.* 2018. *Animal*, 12(s2): s321-s335. • Cox *et al.*, 2017. *Microbiome*, 5(1): 7. • Delgado *et al.* 2019. *Sci. Rep.*, 9: 11. • Dobin *et al.*, 2013 *Bioinformatics*, 29(1): 15-21. • Li 2018. *Bioinformatics*. 34(18): 3094-3100. • Lima *et al.*, 2019. *Front. Gen.* 10: 701. • Parente *et al.*, 2020. *Intern. Dairy J.* 107: 104714. • Rabee *et al.*, 2019. *Intern. Microbiology*. 23(2):137-14. • Suárez-Vega *et al.* 2016. *Scient. Data*, 3(1): 160051. • Tamames y Puente-Sanchez, 2019. *Front. Microbiol.* 9: 3349. • Wilson *et al.* 2019. *FEMS Microbiol. Lett.*, 366(6). • Zou *et al.* 2018. *Aquac. Res.* 49(6): 2240-2248.

Agradecimientos: Proyecto RTI2018-093535-B-I00 (Ministerio de Ciencia e Innovación/AEI, UE). C. Esteban-Blanco es beneficiaria de una beca FPI (BES-2016-07-8080).

GENES DE HONGOS Y CILIADOS SON LOS PRINCIPALES RESPONSABLES DE LA PRODUCCIÓN DE METANO EN VACUNO LECHERO

López-García¹, A., Saborío-Montero^{1,2}, A., Gutiérrez-Rivas¹, M., Atxaerandio³, R., Goiri³, I., García-Rodríguez³, A., Jiménez-Montero⁴, J.A., González¹, C., Tamames⁵, J., Puente-Sánchez⁵, F., Varona⁶, L., Serrano¹, M., Óvilo¹, C. y González-Recio^{1,7}, O.

¹INIA, Crta. de la Coruña km 7.5, 28040 Madrid, España. ²U. de Costa Rica, 11501 San José, Costa Rica.

³NEIKER-Tecnalia, Campus Agroalimentario de Arkaute s/n, 01192 Arkaute, Vitoria-Gasteiz, España.

⁴CONAFE, Ctra. de Andalucía km 23600 Valdemoro, 28340 Madrid, España. ⁵CNB-CSIC, c/Darwin, 3, UAM, 28049 Madrid, España. ⁶Facultad de Veterinaria, UNIZAR, 50013, Zaragoza, España. ⁷ETSIAAB, UPM, Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid, España; gonzalez.oscar@inia.es

INTRODUCCIÓN

El rumen es un sistema microbiano complejo de gran importancia en términos de emisiones de gases de efecto invernadero. La mitigación del efecto del sector ganadero sobre el cambio climático puede abordarse mediante el desarrollo de estrategias eficientes para caracterizar y modificar la composición del microbioma ruminal. En este estudio se analiza la microbiota ruminal en vacuno lechero, utilizando datos de metagenoma completo y considerando su naturaleza composicional, con el objetivo de desentrañar el papel de los microbios del rumen en las emisiones de metano.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron secuencias largas obtenidas con la técnica de Nanoporos (Oxford Nanopore Technologies) de la microbiota ruminal de 437 vacas Holstein. El procesamiento de las lecturas se realizó usando el pipeline SqueezeMeta (variante longreads) (Tamames y Puente-Sánchez, 2019). Después de un filtrado de prevalencia, los datos fueron tratados siguiendo un protocolo de análisis composicional (transformación CLR). La asociación del metagenoma ruminal con las emisiones de metano (CH₄), tanto a nivel taxonómico como de funciones de genes (KEGGs), se estudió mediante PERMANOVA (Anderson, 2001) y análisis de abundancia diferencial (DA) mediante limma (Ritchie *et al.*, 2015). Las asociaciones individuales se representaron en redes microbianas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis PERMANOVA reveló que las distancias entre muestras del mismo grupo de emisiones de CH₄ eran significativamente menores que las distancias entre grupos ($P < 0.05$), lo que se interpreta como una asociación significativa entre la composición global de la microbiota y el nivel de emisiones, aunque con bajo porcentaje de varianza explicada (2%). Los análisis de DA detectaron 36 géneros asociados a CH₄, de forma que mayores abundancias de eucariotas ciliados se correspondieron con mayores niveles de emisiones y mayores abundancias de bacterias, principalmente dentro de los filos *Bacteroidetes*, *Firmicutes* o *Proteobacteria*, se asociaron a menores emisiones. A nivel funcional se detectaron 297 genes DA, siendo genes de eucariotas los asociados a altas emisiones y genes de bacterias los asociados a bajas emisiones. Ninguno de ellos tiene un papel directo en la ruta de la metanogénesis, lo que puede deberse a que los KEGGs de metanogénesis actúan en diferentes rutas metabólicas en bacterias, eucariotas o arqueas, no detectándose diferencias en su abundancia.

CONCLUSIÓN

En este trabajo se ha utilizado un análisis composicional con transformación CLR como método estadístico más apropiado para el estudio de datos metagenómicos. Esta aproximación ha revelado la existencia de una asociación entre composición de microbiota ruminal y emisiones de metano, así como la especial implicación de los eucariotas (mayoritariamente ciliados) en la metanogénesis. El papel de las arqueas metanogénicas libres es incierto, pues su abundancia podría estar infrarrepresentada a causa de las limitaciones de las técnicas de extracción de ADN. Sería interesante realizar análisis metatranscriptómicos para esclarecer los patrones de expresión diferencial de los genes de la microbiota y ayudar en la comprensión de su implicación funcional en las emisiones de metano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Tamames, J. & Puente-Sánchez, F. 2019. *Front. Microb.* 9: 1–10. • Anderson, M.J. 2001. *Austral Ecology* 26(1): 32–46 • Ritchie, M.E., Phipson, B., Wu, D., *et al.* 2015. *Nucl. Ac. Res.* 43(7): e47.

Agradecimientos: Esta investigación se financió con el proyecto RTA2015-00022-C03-02 (METALGEN). La financiación de A.L.G. proviene de una beca FPI-INIA (ref. FPI-SGIT2016-06). A las Asociaciones de Frisona regionales y a las ganaderías colaboradoras en este proyecto, así como al Centro de Supercomputación de Galicia por el apoyo computacional.

EFFECTO DE TRATAMIENTOS ALTERNATIVOS EN LAS ESPONJAS DE SINCRONIZACIÓN SOBRE LA MICROBIOTA VAGINAL DE OVEJAS DE RAZA ASSAF Y SU IMPACTO EN LA TASA DE PREÑEZ POR INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

Reinoso-Peláez, E.L., González-Recio, O., González, C., Saura, M., López-García, A., Saborío-Montero, A., Serrano, M.

INIA, 28040 Madrid; edgar.reinoso@inia.es

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más importantes de los programas de mejora genética en el ganado ovino de leche es la baja fertilidad obtenida por inseminación artificial (IA), 30 a 50% según la raza, a pesar del importante avance de las técnicas de inseminación y preparación de las dosis seminales. Estudios previos de nuestro grupo (Serrano *et al.*, 2020) demostraron que la abundancia diferencial de algunos géneros microbianos del tracto vaginal de las ovejas son responsables de la variabilidad de la tasa de preñez por IA. Este trabajo tiene como objeto estudiar el efecto del uso de probióticos y antibióticos sobre la composición de la microbiota del tracto vaginal en ovino y su posible asociación con el resultado de la IA, utilizando técnicas metagenómicas.

MATERIAL Y MÉTODOS

En 4 lotes de 13 ovejas/lote de un rebaño de raza Assaf, se probaron tratamientos alternativos en las esponjas de sincronización: (a) control (esponja sin aditivo), (b) antibiótico (Framycetina), (c) probiótico (*Lactobacillus rhamnosus*), (d) excipiente del probiótico (Maltodextrina). Se tomaron muestras de exudado vaginal con hisopos antes de poner la esponja y el día de la inseminación. El ADN bacteriano se extrajo utilizando el Real Microbiome Vaginal DNA kit (Real Laboratory). La secuenciación del metagenoma se realizó mediante tecnología de nanoporos (MinION, Oxford Nanopore). El tratamiento informático de las secuencias microbianas se llevó a cabo con el software SqueezeMeta para asignar la taxonomía (Tamames y Puente-Sánchez, 2019; Zhou *et al.*, 2010). Para determinar las diferencias de microbiota entre tratamientos se realizó un análisis de componentes principales (PCA) y un análisis de varianza (PERMANOVA) con los datos transformados (CLR). Para una exploración preliminar de taxones asociados al tratamiento de la esponja, se llevó a cabo un análisis de abundancia relativa (AR) mediante el software DESeq2 (Love *et al.*, 2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La clasificación taxonómica del metagenoma vaginal identificó 906 géneros, 425 familias, 230 órdenes, 125 clases y 69 phylum. Los análisis de los datos composicionales sugieren la existencia de diferencias en la microbiota vaginal por efecto de la esponja de sincronización ($p \leq 1e-04$). La proporción de la varianza explicada por los PCAs 1 a 5 a nivel de filo fue de 9,2%, 6,7%, 5,7%, 5,2% y 4,6%, respectivamente. No se observaron diferencias significativas en la composición de la microbiota vaginal entre ovejas preñadas y no preñadas utilizando las muestras recogidas tras retirar la esponja. El análisis AR mostró una asociación significativa en la proporción de algunos taxones antes y después de poner las esponjas ($|\log_2\text{Fold-Change}| \geq 1,5$; FDR 10%). Los phyla Actinobacteria y Firmicutes fueron menos abundantes antes de poner la esponja y los phyla Fusobacteria y Proteobacteria menos abundantes tras la retirada de la misma. No obstante, no se observó un patrón claro que asocie la fertilidad por IA a las diferencias en microbiota debidas al tipo de tratamiento administrado en la esponja de sincronización.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos parecen indicar que los tratamientos administrados en las esponjas modifican en distinto grado la composición de la microbiota vaginal de las ovejas, aunque el patrón asociado a cada uno de ellos en particular es difuso. No se ha detectado asociación entre la tasa de preñez por IA y la composición de la microbiota vaginal. No obstante, es necesario confirmar estos resultados con otro tipo de aproximaciones, así como explorar con más detalle el filtrado y normalización de los datos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Serrano M, Climent E *et al.* 2020. High-Throughput 9, 16. • Tamames J, Puente-Sánchez F. 2019. Front Microbiol 24; 9: 3349. • Love MI, Huber W, Anders S 2014. Genome Biology, 15, 550.

Agradecimientos: GOR Castilla-León 001958/G02 Convenio INIA-GENOVIS CON19-043; proyecto RTI-2018-096487-R-C33 (MCIU); OVIGEN, ASSAF.E y José Antonio Requejo de Pago Los Viales; Centro de Supercomputación de Galicia (CESGA).

ANÁLISIS DEL METATRANSCRIPTOMA INTESTINAL PORCINO Y DE LOS GENES INVOLUCRADOS EN EL METABOLISMO DE ÁCIDOS GRASOS VOLÁTILES

Sebastià^{1,2}, C., Crespo-Piazuelo³, D., Ballester³, M., Passols¹, M., Criado-Mesas¹, L., Castelló^{1,2}, A., Fernández⁴, A.I., Sánchez^{1,2}, A. y Folch^{1,2}, J.M.

¹Plant and Animal Genomics, Centre de Recerca en Agrigenòmica (CRAG), Consorcio CSIC-IRTA-UAB-UB, Campus UAB, Bellaterra, España. ²Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, Universidad Autónoma de Barcelona (UAB), Bellaterra, España. ³Departamento de Genética y Mejora Animal, Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentària (IRTA), Torre Marimon, Caldes de Montbui, España. ⁴Departamento de Mejora Genética Animal, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), Madrid, España; cristina.sebastia@cragenomica.es

INTRODUCCIÓN

El microbioma intestinal participa en diferentes procesos metabólicos clave del hospedador (Clemente *et al.*, 2012). Mediante el estudio de los genes que expresan el conjunto de microorganismos de este microbioma, la metatranscriptómica permite analizar la actividad e influencia de los mismos (Gosalbes *et al.*, 2011). Entre sus muchas funciones, algunos microorganismos intestinales están involucrados en la producción de ácidos grasos volátiles (AGV), cuya participación en diferentes rutas metabólicas puede afectar al hospedador y su rendimiento productivo (Chambers *et al.*, 2018). El objetivo de este estudio consiste en analizar los genes que están diferencialmente expresados en el microbioma intestinal de cerdos con fenotipos extremos para la abundancia de los AGV.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se tomaron muestras del contenido rectal de 288 animales de una población comercial cruce de cerdo Ibérico × Duroc. A partir de estas, se seleccionaron 24 individuos según su metagenoma y la abundancia de AGV, valorada mediante cromatografía de gases. Se extrajo el ARN del contenido rectal con el kit Macherey-Nagel NucleoSpin RNA stool y se secuenció con un equipo Illumina NextSeq High Output kit (2 × 150 pb). Se filtraron las secuencias con un Phred score de 33 y se estableció una longitud mínima de 70 pb. Posteriormente se usó el programa informático SAMSA v2.2.0 (Westreich *et al.*, 2018) para obtener el metatranscriptoma de cada individuo. Para el estudio de la expresión diferencial de los genes relacionados con la producción de AGV, se escogieron los animales con fenotipos extremos para la abundancia de acético (alto N=5; bajo N=5), propiónico (alto N=3; bajo N=4) y butírico (alto N=5; bajo N=3) y se analizaron mediante el programa DESeq2 (Love *et al.*, 2014), considerándose significativos aquellos con un fold change > 1,5 y un padj < 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el contenido rectal de los 24 animales secuenciados, se identificó la expresión de 5.840 genes, de los cuales 66 pertenecían a la vía metabólica de los ácidos grasos. En las muestras con abundancias extremas para el ácido acético, siete genes mostraron expresión diferencial. Para el ácido propiónico, la cantidad de genes expresados diferencialmente fue de 117, mientras que en el caso del ácido butírico solo se encontraron tres genes. No todos los genes identificados como diferencialmente expresados intervenían en la producción de AGV, indicando que otras rutas metabólicas también podrían estar regulando la producción intestinal de los AGV de forma indirecta.

CONCLUSIÓN

Se han identificado genes del microbioma intestinal que se expresan diferencialmente entre animales con fenotipos extremos para la producción de ácido acético, propiónico y butírico. El estudio de estos genes permitirá evaluar los microorganismos que los expresan y, mediante su selección, modular la producción de AGV en los animales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Chambers, E.S. *et al.* 2018. *Curr Nutr Rep.* 7: 198-206. • Clemente, J.C. *et al.* 2012. *Cell.* 148: 1258-1270. • Gosalbes, M.J. *et al.* 2011. *PLoS ONE.* 6: 1-11 • Love, M.I. *et al.* 2014. *Genome Bio.* 15: 550. • Westreich, S.T. *et al.* 2018. *BMC Bioinformatics.* 19: 175.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto MINECO AGL2017-82641-R. C. Sebastià fue financiada con una beca FI-DGR (Generalitat de Catalunya) y M. Passols y L. Criado-Mesas con becas FPI (MINECO).

LA SELECCIÓN POR VARIANZA AMBIENTAL DEL TAMAÑO DE CAMADA HA MODIFICADO EL METABOLISMO DE LA MICROBIOTA INTESTINAL DE LOS CONEJOS

Casto-Rebollo¹, C., Argente², M.J., García², M.L., Blasco¹, A. e Ibañez-Escriche^{1*}, N.

¹Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, Universitat Politècnica de València, 46022, València.

²Departamento de Tecnología Agroalimentaria, Universidad Miguel Hernández de Elche, 03312, Orihuela; *noeibes@dca.upv.es

INTRODUCCIÓN

Cada vez existen más evidencias sobre la importancia de los metabolitos del microbioma intestinal en la modulación de la respuesta inmunitaria de los individuos (Lavelle & Sokol, 2020). A través de estudios genéticos y genómicos se sabe que la varianza ambiental (VE) puede estar modulada por el sistema inmunitario (lung *et al.*, 2020; Casto-Rebollo *et al.*, 2020). Un experimento de selección divergente para alta y baja VE del tamaño de camada (TC) en conejos demostró que los individuos con una alta VE eran más susceptibles a enfermedades que los individuos con una baja VE (Argente *et al.*, 2019). El objetivo de este estudio es ver si los metabolitos del microbioma intestinal nos permiten diferenciar entre las dos líneas de conejos seleccionadas por alta y baja VE, y si estos están relacionados con la modulación del sistema inmunitario.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este experimento se utilizaron muestras de contenido cecal de 28 conejas seleccionadas divergentemente para alta y baja VE del TC durante 13 generaciones. La extracción, procesado e identificación de los metabolitos del contenido cecal se realizó a través de la plataforma Metabolon usando: (a) RT/UPLC-MS/MS con ESI positiva, (b) RT/UPLC-MS/MS con ESI negativa, y (c) HILIC/UPLC-MS/MS con ESI negativa. Un total de 725 metabolitos fueron identificados utilizando una librería basada en unos 3300 componentes verificados y registrados en LIMS. Los metabolitos no detectados en al menos un 80% de los animales fueron eliminados del estudio. Los datos faltantes fueron imputados usando Random Forest. Los valores de cada metabolito fueron transformados usando el logaritmo natural, y se centraron y escalaron usando la media y la desviación estándar de cada uno de ellos. Finalmente, 658 metabolitos de 27 individuos fueron utilizados para realizar un análisis discriminante de proyección de estructuras latentes (PLS-DA). Los metabolitos relevantes fueron aquellos con VIP mayor a 1. El rendimiento del modelo se determinó a través del parámetro de ajuste R² y el parámetro de predicción Q².

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis PLS-DA identificó 86 metabolitos con capacidad discriminante entre los individuos de la línea de alta y baja VE (ajuste R² de 0.87 y capacidad predictiva Q² de 0.86). Además, el análisis de la contribución de cada metabolito a la clasificación de las líneas permitió diferenciar dos grupos de metabolitos. Cada uno de ellos contribuyen mayoritariamente a la clasificación de una de las dos líneas. Las rutas biológicas mayoritariamente representadas por estos 86 metabolitos fueron el metabolismo lipídico, el metabolismo xenobiótico, y el metabolismo de aminoácidos. El estudio de estas rutas y su implicación con la respuesta inflamatoria no ha sido analizado todavía.

CONCLUSIÓN

En este estudio se han identificado 86 metabolitos que nos permiten diferenciar entre las líneas de conejos seleccionadas por alta y baja VE del TC. Comprender e interpretar las funciones de estos metabolitos puede ser relevante para el control y la modulación de la VE *in vivo*, pudiéndose además modificar la resiliencia del animal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Argente *et al.* 2019. *Animal* 13: 2348-2355. • Casto-Rebollo *et al.* 2020. *Genet. Sel. Evol.* 52(1):22 • Colditz, I.G. & Hine. B.C. 2016. *Anim Prod Sci.* 56: 1961–83 • lung, L.H.D.S. *et al.* 2020. *J Anim Breed Genet.* 137: 263–280 • Lavelle, A. & Sokol, H. 2020. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol.* 17: 223–237.

Agradecimientos: Este estudio ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MIC)-Agencia Estatal de Investigación (AEI) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) con el proyecto AGL2017-86083-C2-2-P. Cristina Casto Rebollo agradece la beca FPU17/01196 del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

EL METABOLOMA MICROBIANO Y SU ROL EN LA DEPOSICIÓN LIPÍDICA

Zubiri-Gaitán, A., Blasco, A. y Hernández, P.

Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, Universitat Politècnica de València.; phernan@dca.upv.es

INTRODUCCIÓN

Existe cada vez mayor evidencia que confirma la importancia del microbioma y su actividad en la deposición lipídica (Tang *et al.*, 2020; Kim *et al.*, 2020). Un estudio previo en dos líneas seleccionadas divergentemente por contenido de grasa intramuscular (GIM) en el músculo *Longissimus thoracis et lumborum* (Martínez-Álvaro *et al.*, 2016), determinó que hubo una respuesta correlacionada en el contenido microbiano y su metagenoma (resultados aún no publicados). Al ser el metaboloma el producto final en el flujo de información desde el genotipo hasta el fenotipo, el estudio de los metabolitos microbianos permitiría relacionarlo más directamente con el fenotipo.

El objetivo de este trabajo fue estudiar las rutas metabólicas del microbioma que se vieron afectadas por la selección y evaluar cómo éstas pueden haber contribuido a la diferenciación entre las líneas seleccionadas divergentemente por grasa intramuscular.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 27 animales de la línea de alta (GA) y 25 de la línea de baja GIM (GB) de la 10^{ma} generación de selección de un experimento de selección divergente por grasa intramuscular. Los animales se sacrificaron tras 4 h de ayuno a las 9 semanas de edad, se tomaron muestras del contenido cecal, se homogeneizaron y conservaron a -80°C. Las muestras fueron enviadas en Metabolon, Inc para su análisis y obtención de la base de datos de metabolitos. Se identificaron 711 metabolitos y, en primera instancia, se filtraron aquellos que contuvieran 50% o más de ceros (18 metabolitos). Los ceros restantes se imputaron asignándoles el mínimo valor detectado en el metabolito, en el conjunto de animales. Se aplicó transformación logarítmica y tipificación. Se utilizó “partial least squares-discriminant analysis” (PLS-DA) para identificar las diferencias entre líneas, se seleccionaron las variables con un valor de importancia en la proyección (VIP) mayor que 1 y se reestimó el modelo para conocer su capacidad predictiva. Se identificaron las rutas metabólicas afectadas por la selección y se estudiaron los posibles mecanismos implicados en la mayor deposición lipídica en la línea de alta GIM.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se seleccionaron 250 metabolitos por el VIP. El modelo presentó una capacidad de predicción del 66% (Q²) después de la validación cruzada. Numerosos metabolitos del metabolismo de las purinas y de las pirimidinas tuvieron mayor concentración en la línea GA. Ambas están involucradas en el crecimiento celular, en proveer energía, y en la biosíntesis de fosfolípidos, entre otros (Fumagalli *et al.*, 2017). La diferencia encontrada en estos metabolismos podría indicar un estado alterado de crecimiento celular y biosíntesis de fosfolípidos en la línea GA. También, se encontró en la línea GA mayor concentración de metabolitos involucrados en el metabolismo de la nicotinamida, intermediarios en la síntesis de NAD, que es clave en el metabolismo energético. El metabolismo de los carbohidratos también se vio afectado. Las diferencias más relevantes se encontraron en el metabolismo de las pentosas, las cuales son metabolizadas en el intestino por acción del microbioma, proveyendo carbonos y energía (Basen *et al.*, 2020). Se encontraron varios metabolitos intermedios de dicho metabolismo con mayor concentración en la línea GA. Por otro lado, metabolitos intermedios del ciclo de Krebs se encontraron en mayor concentración en la línea GB. Estas últimas observaciones sugieren una diferenciación en los mecanismos de utilización de la glucosa entre las líneas. Por último, se encontraron diferencias en el metabolismo de los aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina y triptófano. La acción del microbioma es muy importante en el metabolismo de dichos aminoácidos, y en el presente estudio se encontró mayor concentración de varios de sus metabolitos intermedios en la línea GA.

CONCLUSIÓN

La selección por grasa intramuscular afectó al microbioma y, por ende, al metaboloma del contenido cecal de los animales. Teniendo en cuenta que las líneas divergentes están bajo las mismas condiciones ambientales, incluyendo la alimentación, se puede afirmar que las diferencias encontradas en el metabolismo del microbioma se deben a la composición genética de las líneas, y que dicho metabolismo afectó directamente al contenido de grasa intramuscular.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Tang, S. *et al.* 2020. Front Microbiol. 11:586776.
- Kim, M. *et al.* 2020. Animals 10:712
- Martínez-Álvaro, M. *et al.* 2016. J. Anim. Sci. 94:4993–5003
- Fumagalli, M. *et al.* 2017. Front Pharmacol. 8:941

COMPONENTES PRINCIPALES DEL METAGENOMA, UN “FENOTIPO” HEREDABLE Y GENÉTICAMENTE CORRELACIONADO CON LAS EMISIONES DE METANO

Saborío-Montero¹, A., López-García¹, A., Gutiérrez-Rivas¹, M., Atxaerandio², R., Goiri², I., García-Rodríguez², A., Jiménez-Montero³, J.A., González¹, C., Tamames⁴, J., Puente-Sánchez⁴, F., Varona⁵, L., Serrano¹, M., Óvilo¹, C. y González-Recio¹, O.

¹Departamento de mejora genética animal. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Crta. de la Coruña km 7.5, 28040 Madrid, España. ²Departamento de Producción Animal, NEIKER-BRTA, Campus Agroalimentario de Arkaute s/n, 01192 Arkaute, España. ³Confederación de Asociaciones de Frisona Española (CONAFE). Ctra. de Andalucía km 23600 Valdemoro, 28340 Madrid, España. ⁴Departamento de Biología de Sistemas, Centro Nacional de Biotecnología (CNB), CSIC, Madrid, España. ⁵Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, 50013, Zaragoza, España; gonzalez.oscar@inia.es

INTRODUCCIÓN

La mitigación de las emisiones de metano entérico de los rumiantes es relevante para reducir su impacto ambiental e incrementar la rentabilidad de los sistemas de producción a través de la mejora de la eficiencia alimentaria. El objetivo de este estudio fue analizar datos hologenómicos para proponer estrategias de análisis del metagenoma y estudiar su potencial aplicación en la cría selectiva para reducir las emisiones de metano.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron lecturas largas de secuenciación por nanoporos del metagenoma del rumen de 437 vacas Holstein genotipadas con el chip EuroG LD 12K de EuroGenomics Cooperative. La composicionalidad de la microbiota se controló mediante transformación logarítmica centrada de ratios (CLR) y los datos transformados se combinaron mediante análisis de componentes principales (PCA) con el objetivo de explicar la variabilidad conjunta mediante un número reducido de variables. Las coordenadas de los 5 primeros componentes (PCs) se utilizaron como fenotipo dentro de modelos animales bivariados junto con las emisiones de metano registradas durante el ordeño de cada animal mediante un detector de metano infrarrojo (The Guardian NG, Edinburgh Sensors, Escocia).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La clasificación taxonómica del metagenoma identificó 1240 géneros, 503 familias, 277 órdenes, 158 clases y 86 filos. Se identificaron conglomerados según la clasificación taxonómica a nivel de superreino, que separaron a los microorganismos eucariotas (en valores positivos del PC1) de las bacterias y arqueas (en valores negativos del PC1) a todos los niveles taxonómicos. La proporción de la varianza explicada por los PCs 1 a 5 a nivel de filo fue 31,0%, 2,7%, 2,7%, 1,8% y 1,8%, respectivamente. La heredabilidad estimada para las emisiones de metano fue de 0.16 con un intervalo de mayor densidad posterior (HPD95%) de 0.02 a 0.35 y la del PC1 fue de 0.30 (HPD95%=0.12 a 0.50) a nivel de filo. La correlación genética entre las emisiones de metano y el PC1 a nivel de filo fue 0.74 (HPD95%=0.055 a 0.998). Las estimaciones de parámetros genéticos fueron similares en otros niveles taxonómicos para PC1 y marginales para PC2 a PC5.

CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio confirman la importancia de los microorganismos eucariotas en la metanogénesis. La reducción de la dimensionalidad del metagenoma mediante PCA nos permitió desarrollar variables sintéticas combinando la totalidad del metagenoma en pocas variables (PCs). Este abordaje simplifica la complejidad del metagenoma y permite utilizar estas variables como fenotipo. Las altas heredabilidades estimadas, así como la correlación genética positiva con las emisiones de metano evidencian el potencial de estas variables combinadas como criterios de selección en la cría selectiva. Los resultados de este estudio ofrecen nuevas oportunidades para mitigar las emisiones de metano de los rumiantes a través de la modulación de la microbiota mediante programas de mejora genética.

Agradecimientos: Esta investigación se financió con el proyecto RTA2015-00022-C03-02 (METALGEN) del plan nacional de investigación, desarrollo e innovación 2013-2020 y el departamento de Economía, Desarrollo y Competitividad (Madrid, España). Agradecemos a las Asociaciones Holstein regionales y a los ganaderos que han colaborado en este proyecto. Se agradece el apoyo computacional del Centro de Supercomputación de Galicia y a la Universidad de Costa Rica por la beca doctoral para A.S.M.

HACIA LA INCLUSIÓN DE INFORMACIÓN GENÓMICA EN LAS EVALUACIONES GENÉTICAS EN EL VACUNO DE CARNE AUTÓCTONO

Meneses¹, C., Altarriba², J., Cañón³, J., Carleos⁴, C., Molina⁵, A., Morales⁵, R., Parejo⁶, J.C., Varona², L., Villalba⁷, D. y Díaz¹, C.

¹INIA, 28040 Madrid. ²UNIZAR, 50013 Zaragoza. ³UCM 28040 Madrid. ⁴UNIOVI, 33007 Oviedo. ⁵UCO, 14071 Córdoba. ⁶UEX, 10003 Cáceres. ⁷UdL, 25198 Lleida; cdiaz@inia.es

INTRODUCCIÓN

En los últimos años muchas de las poblaciones bovinas de carne están integrando información genómica en sus valoraciones genéticas, con un efecto más o menos importante sobre la precisión de las mismas y en el contexto del single-step BLUP (Legarra *et al.*, 2014). Las asociaciones de vacuno de carne autóctono cuentan con Esquemas de Selección más o menos asentados dependiendo de la población. Todas ellas desarrollan evaluaciones genéticas para los caracteres que forman parte de sus criterios de selección. Aunque presentan heterogeneidad en cuanto a los caracteres genéticamente valorados, el peso al destete es un carácter de interés común a todas ellas. El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de la inclusión de información genómica en la evaluación genética en un grupo de siete razas para el peso al destete.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las razas que participaron en el estudio son Asturiana de los Valles (AST), Avileña–Negra Ibérica (ANI), Morucha (MOR), Parda de Montaña (PAR), Pirenaica (PIR), Retinta (RET) y Rubia Gallega (RUB). Los datos que se utilizaron fueron los correspondientes a la última evaluación genética realizada en cada población. El número de datos de peso al destete osciló entre los 6.625 para PAR y los 135.536 para AST, y el pedigrí entre los 15.323 y 214.687 respectivamente para estas razas. De cada una de ellas se dispuso de un número variable de animales genotipados oscilando entre 446 de RET y 2153 de AST. Se empleó el chip “Axiom™ Bovine Genotyping”. Los genotipos se editaron con criterios estándar y comunes a todas las razas. Así se generaron dos conjuntos de datos de genotipado; el propio de raza que contenía entre 42.706 SNPs para RET y 48.298 para AST y, uno común a todas ellas con 31.754 SNPs. La metodología de valoración fue el “single step BLUP” (Legarra *et al.*, 2014) y el software empleado fue BLUPF90 (Misztal *et al.*, 2018). Para cada raza, además de la evaluación convencional, se realizaron otras dos evaluaciones; una primera, con el conjunto de SNPs específico de raza y, una segunda, con el común a todas ellas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el conjunto de animales con genotipo las fiabilidades medias se incrementaron entre 1 y 5 puntos porcentuales para el efecto directo, y entre 2 y 5 puntos para el efecto materno, cuando se empleó para la valoración el set de SNPs específico de raza respecto a la valoración BLUP. El uso del conjunto de SNPs comunes a todas las razas no redujo la fiabilidad en ninguna de las poblaciones. Para los animales sin genotipar, las fiabilidades medias no se vieron afectadas, a excepción de la raza RET. Los valores genéticos predichos (VGP) obtenidos con los dos conjuntos de SNPs mostraron, por raza, correlaciones similares tanto para componente directa como para la materna, respecto a los VGP obtenidos con la valoración convencional.

CONCLUSIÓN

La inclusión de la información genómica ha supuesto un incremento ligero de la fiabilidad de los valores genéticos predichos. La reducción del número de marcadores no tuvo efecto sobre la fiabilidad alcanzada con el conjunto de SNPs específico de raza. Hay que seguir trabajando en nuevos caracteres y optimizando los criterios para elegir los animales a genotipar y así rentabilizar la inversión en genómica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Legarra, A. 2014. *Livest Prod Sci.* 166: 54-65.
- Misztal, I. 2018. *Manual for BLUPF90 family of programs.*

Agradecimientos: Los autores agradecen a las Asociaciones de Criadores (ACRE, ACRUGA, AECRANI, ASEAVA, ARAPARDA, CONASPI, FERPAM y MORUCHA) por la cesión de los datos. Este trabajo ha sido financiado por el MAPA mediante la Encomienda de Gestión (EG17-167) al INIA.

EXPRESIÓN GÉNICA DE LOS RECEPTORES DEL GUSTO EN CERDOS IBÉRICOS Y DUROC ALIMENTADOS CON DISTINTAS FUENTES DE ENERGÍA

Benítez¹, R., Núñez¹, Y., García¹, F., De Mercado³, E., Gómez-Izquierdo³, E., García-Casco¹, J., López-Bote², C. y Óvilo¹, C.

¹ Dpto. de Mejora Genética Animal, INIA, Ctra. Coruña, km 7,5, Madrid. ² Dpto. Producción Animal, UCM. Ciudad Universitaria, s/n, Madrid. ³ Centro de pruebas de porcino ITACYL (Hontalbilla), Segovia; rmbenitez@inia.es

INTRODUCCIÓN

Los receptores del gusto y sus genes se expresan en células sensoriales localizadas en las papilas gustativas de la lengua. En el cerdo, estos genes forman parte de dos familias: la familia *Tas1r* (responsable de la percepción del sabor dulce y umami) y la familia *Tas2r* (responsable del sabor amargo); además existen otros genes receptores de aminoácidos, peptonas y ácidos grasos (AG) (Bachmanov & Beauchamp, 2007). La percepción del gusto está relacionada con el consumo de alimentos y puede diferir entre razas de animales que muestren diferencias de apetito. El estudio de la expresión de los genes codificantes para receptores del gusto podría contribuir al conocimiento de la base genética de la ingesta voluntaria de alimento, carácter de interés en muchas especies ganaderas. El objetivo de este trabajo ha sido estudiar la expresión de un panel de genes receptores del gusto mediante PCR cuantitativa en las papilas gustativas de cerdos ibéricos y duroc en crecimiento y alimentados con dietas de distinta fuente de energía.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 30 machos Ibéricos Torbiscal y 19 machos Duroc, mantenidos en condiciones idénticas de manejo, excepto el tratamiento nutricional basado en el empleo de dos dietas isoproteicas e isoenergéticas que incorporaban carbohidratos (CH, n=22), o aceite de girasol alto oleico 6% (HO, n=27). Los animales se sacrificaron después de 47 días de tratamiento con 51,2 kg de peso medio. Se extrajo ARN total de las papilas circunvaladas y se cuantificó la expresión de 10 genes (*TAS1R1*, *TAS1R2*, *TAS1R3*, *TAS2R4*, *TAS2R38*, *TAS2R39*, *GPR40*, *GPR84*, *GPR120* y *CD36*) mediante PCR cuantitativa. La influencia de la dieta y la raza sobre la expresión génica se analizó con un modelo lineal ajustando la raza y la dieta como efectos fijos, y la camada y el box como efectos aleatorios. Los análisis se realizaron utilizando el procedimiento MIXED de SAS 9.4.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los genes *TAS1R1*, *TAS1R2* y *TAS1R3* (relacionados con el sabor dulce y umami), *TAS2R4*, *TAS2R38* y *TAS2R39* (relacionados con el sabor amargo), *GPR84* y *CD36* (receptores de AG) se sobreexpresaron de forma significativa ($p < 0,05$) en la raza duroc y el gen *GRP40* (receptor de AG; $p=0,07$) mostró una tendencia en el mismo sentido. Solo el gen *GPR120* (receptor de AG) se sobreexpresó en la raza ibérica aunque de forma sugestiva ($p=0,06$). El efecto de la dieta fue menor al de la raza y solo fue significativo para el gen *TAS1R3* ($p=0,05$) y se observó una tendencia en los genes *TAS1R1*, *GPR40* y *GPR120* ($p=0,1$) mostrando todos ellos mayor expresión en la dieta de alto oleico.

CONCLUSIÓN

Todos los genes analizados mostraron una expresión diferente entre las dos razas aunque se vieron poco afectados en su expresión por el efecto de la dieta. Es interesante resaltar que aunque los genes estudiados son responsables de la percepción de distintos sabores, prácticamente todos ellos se regularon a favor de la raza duroc, que además presentó un menor consumo de alimentos (Benítez *et al.*, 2018). A la vista de estos resultados sería interesante buscar variantes estructurales en regiones reguladoras de estos genes que pudieran asociarse con las diferencias de expresión encontradas y con el fenotipo de estos animales, así como la predicción o identificación de factores de transcripción que pudieran ser responsables de la regulación conjunta de estas diferencias de expresión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Bachmanov, A.A. & Beauchamp, G.K. 2007. Annu. Rev. Nutr. 27: 389-414. • Benítez, R. *et al.* 2018. Int. J. Mol. Sci. 19(1): 22.

Agradecimientos: Trabajo financiado con los proyectos S2013/ABI-2913, MEDGAN-CM y PID2019-10869SRB-C31.

ANÁLISIS DEL TRANSCRIPTOMA DE LONGISSIMUS DORSI DE IBÉRICOS DE MONTANERA DIVERGENTES PARA EL CONTENIDO EN MIOGLOBINA

Fernández-Barroso¹, M.A., Muñoz², M., García², F., Núñez², Y., Matos-Moreno³, G.,
Ramírez-Hidalgo³, L. y García-Casco¹, J.

¹Centro de I+D en Cerdo Ibérico, INIA, Crta. EX101 km 4,7. 06300 Zafra, Badajoz. ²Departamento de Mejora Genética Animal, INIA, Crta. Coruña, km 7. 28040, Madrid. ³Sánchez Romero Carvajal Jabugo S.A. Ctra. San Juan del Puerto, 21290 Jabugo, Huelva; mariamm@inia.es

INTRODUCCIÓN

El color de la carne está considerado uno de los caracteres de calidad de carne más importantes, siendo el primer atributo en percibirse y que tiene una influencia clara en la decisión del consumidor (Mancini y Hunt, 2005). El principal pigmento que se encuentra en la carne es la mioglobina y está relacionada con su color rojo (Suman y Poulson, 2013). La determinación del contenido en mioglobina no es una técnica sencilla por lo que el uso de información molecular sería recomendable para la posible inclusión de este carácter en un esquema de selección de cerdo Ibérico. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue analizar el transcriptoma del músculo longissimus dorsi (LD) en cerdos Ibéricos divergentes para el contenido en mioglobina y analizar qué procesos y rutas biológicas se ven alterados por la expresión diferencial en función del contenido en mioglobina.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se sacrificaron un total de 828 machos castrados ibéricos con un peso medio de 165 kg y se recogieron sus LD después del sacrificio. Se determinó el contenido en mioglobina en una muestra de LD mediante el método descrito por Horsney (1956) y en otra, se extrajo el ARN. Posteriormente se estimaron los valores aditivos del contenido en mioglobina con el siguiente modelo: $y = Xb + Za + Wsm + e$; incluyendo en **b** los efectos sistemáticos (grasa intramuscular, edad y peso de lomo) y en **sm**, los efectos aleatorios combinados del lote de montanera. A continuación, se eligieron 6 muestras con alto valor aditivo (ALTO) y 6 con bajo valor aditivo (BAJO) para el contenido en mioglobina.

El ARN total fue extraído de estas 12 muestras de LD. Las librerías pareadas se prepararon con el kit NEBNext® Ultra™ y se secuenciaron cuatro muestras por carril en un secuenciador Novaseq 6000 (Illumina, Inc, San Diego, CA, USA). La calidad de las secuencias se evaluó con el programa FastQC y filtraron con TrimGalore. El análisis posterior se llevó a cabo con el protocolo Hisat2-HTseq-counts-DESeq2, mapeando las lecturas contra la versión del genoma porcino Sscrofa11.1. Con los genes diferencialmente expresados entre los grupos se hizo un análisis de sobrerepresentación funcional con FatiGO y se analizaron las potenciales interacciones de las proteínas codificadas por los genes diferencialmente expresados con la herramienta STRING.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La media global del contenido en mioglobina fue igual a 1,77 mg/g (SD = 0,31). Las medias de los valores aditivos del grupo ALTO y del grupo BAJO fueron 0.18 (SD = 0,02) y -0.20 (SD = 0,04), respectivamente. Todas las muestras pasaron el control de calidad y mapearon más del 90% de las mismas. Se consideraron como diferencialmente expresados aquellos genes con un log₂ fold change mayor que 1 o menor que -1 y un p-value-ajustado < 0.10. Un total de 54 genes estaban sobreexpresados en el grupo de ALTO y cuatro en el de BAJO.

Los resultados del análisis de sobrerepresentación funcional revelaron una serie de procesos biológicos implicados el desarrollo del tejido conectivo, transporte de ácido monocarboxílico, regulación del transporte de iones, proliferación de células T y regulación de la secreción de prostaglandinas, entre otros. El análisis de interacción entre proteínas reveló cuatro clusters diferenciados.

CONCLUSIÓN

El presente estudio permitió detectar genes candidatos potenciales para el contenido en mioglobina que se estudiarán para su posible inclusión en el programa de selección de cerdo Ibérico para calidad de carne.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hornsey, H.C. 1956. Journal Sci. Food and Agric. 7: 534–541.
- Mancini, R.A. 2005. Meat Sci. 71: 100–21.
- Suman, S.P. & Poulson, J. 2013. Annu. Rev. Food Sci. Technol. 4: 79–99.

Agradecimientos: Este trabajo fue financiado por el Proyecto CON15-078 entre INIA y SRC Jabugo S.A.

PATRONES DE HOMOCIGOSIDAD Y DEPRESIÓN CONSANGUÍNEA EN CABRAS DE LA RAZA MURCIANO-GRANADINA

Luigi-Sierra¹, M.G., Saura², M., Fernández², A., Landi³, V., Guan¹, D., Delgado⁴, J.V., Such⁵, X., Martínez⁴, A., Jordana⁵, J. y Amills^{1,5}, M.

¹Centre de Recerca en Agrigenòmica (CRAG), CSIC-IRTAUAB-UB. ²Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria (INIA). ³Università degli Studi di Bari Aldo Moro. ⁴Universidad de Córdoba. ⁵Universitat Autònoma de Barcelona; maria.luigi@cragenomica.es

INTRODUCCIÓN

La selección artificial conlleva el uso de un número limitado de reproductores, lo cual puede aumentar las tasas de consanguinidad en las poblaciones bajo selección. Las principales consecuencias de la consanguinidad son la reducción de la supervivencia y la fertilidad de los descendientes de cruces consanguíneos (Leroy, 2014), y además también se ha descrito disminución de la productividad en animales lecheros (Sørensen *et al.*, 2016). El objetivo del presente trabajo consiste en medir la consanguinidad de una población de cabras de la raza Murciano-Granadina (MG) y evaluar su posible efecto sobre fenotipos de interés productivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se genotiparon 1058 cabras MG procedentes de 15 ganaderías mediante el GoatSNP50 Beadchip (Illumina). A partir de estos datos, se analizaron los patrones genómicos de homocigosidad y se identificaron tramos de homocigosidad (ROH) utilizando la herramienta Plink 1.9 (Chang *et al.*, 2015). Además, se estimaron cuatro coeficientes de consanguinidad molecular (F_{HOM} , F_{ROH} , $F_{ROHLong}$ y $F_{ROHShort}$). La existencia de depresión consanguínea fue investigada para caracteres de producción y composición de la leche. Para ello, se usó el software remlf90 (Miztal *et al.*, 2002) que implementa un enfoque de máxima verosimilitud restringida (REML). El modelo ajustado incluyó el coeficiente de consanguinidad F como covariable; granja y año de nacimiento como efectos fijos; y la matriz de relaciones genómicas como efecto aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron 18.599 ROH, y además el número medio de ROH por individuo y la media de longitud del genoma cubierto por ROH fueron 17 y 40,57 Mb, respectivamente. Los ROH se catalogaron en 5 categorías en función de su longitud: 0-5 Mb (51,7%), 5-10 Mb (29%), 10-20 Mb (14,7%), 20-50 Mb (4,4%) y > 50 Mb (0,2%). Además, se detectaron regiones del genoma con una alta incidencia de ROH o bien elevada homocigosidad (p.e. CHI 4:42.602.091-48.378.207; CHI 6:36.663.600-36.982.281 y CHI 17:32.564.500-33.596.896). Dichas regiones contienen genes involucrados en inmunidad, crecimiento y desarrollo, así como en la producción láctea. Los coeficientes F_{HOM} , F_{ROH} , $F_{ROHLong}$ and $F_{ROHShort}$ presentaron valores medios de $0,59 \pm 0,024$, $0,041 \pm 0,039$, $0,032 \pm 0,036$ y $0,011 \pm 0,006$, respectivamente. Se detectó depresión consanguínea para el recuento de células somáticas en leche (SCC), observándose que un aumento del 10% de F_{HOM} y F_{ROH} está asociado a incrementos SCC de 319.26 ± 142.29 y $213.79 \pm 84.24 \times 10^3$ células/ml respectivamente. Cabe destacar que la región CHI22:10-30 Mb asociada a depresión consanguínea para SCC alberga genes involucrados en mecanismos de defensa de la glándula mamaria y sistema inmune.

CONCLUSIÓN

La población MG analizada presenta bajos niveles de consanguinidad, observándose que las ROH de pequeño tamaño son las más abundantes. Asimismo, se ha detectado depresión consanguínea para caracteres de interés económico como SCC, que es una causa importante de descarte de las cabras lecheras. Estos resultados resaltan la importancia de tomar en cuenta el incremento de la consanguinidad en los programas de cría.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Chang, C.C. 2015. Gigascience. 4. • Leroy, G. 2014. Anim.Genet. 45: 618-628 • Miztal, I. 2002. 7th WCGALP 28-07 • Sørensen, A.C. 2006. J. Dairy Sci. 89: 4077-4082.

Agradecimientos: Esta investigación ha sido financiada con los proyectos AGL2016-76108-R (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades-Agencia Estatal de Investigación) y PID2019-105805RB-I00 (Ministerio de Ciencia e Innovación-Agencia Estatal de Investigación).

DETECCIÓN DE REGIONES GENÓMICAS CON EFECTO PLEIOTRÓPICO EN CARACTERES DE CRECIMIENTO Y CALIDAD DE LA CANAL EN RUBIA GALLEGA

Martínez-Castillero¹, M., Then¹, C., Altarriba¹, J., Srihi¹, H., López-Carbonell¹, D., Díaz², C., Martínez³, P., Hermida³, M. y Varona¹, L.

¹Universidad de Zaragoza, Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2). 50013, Zaragoza. ²Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria (INIA). 28040. Madrid. ³Universidade de Santiago de Compostela, 27002. Lugo; mmartinezcastillero@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El esquema de mejora de la población Rubia Gallega utiliza caracteres medios en la propia explotación (peso al nacimiento -BW- y peso al destete -WW-) y en matadero (peso de la canal - CCW-, conformación -CON- y engrasamiento -FAT-). Recientemente, se ha comenzado a obtener datos genotípicos a escala genómica con el objetivo de complementar los procedimientos de valoración genética de reproductores con las predicciones obtenidas mediante una estrategia single-step (Legarra *et al.*, 2014). Este procedimiento permite describir las regiones del genoma asociadas a un mayor porcentaje de la variabilidad genética aditiva (Wang *et al.*, 2012). El objetivo de este estudio fue identificar regiones genómicas asociadas a la variabilidad genética en caracteres de crecimiento y de calidad de la canal mediante un análisis de asociación del genoma completo (GWAS) a partir de las valoraciones obtenidas mediante el procedimiento single-step.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un análisis de selección genómica single-step mediante software BLUPF90 y POSTGSF90 (Misztal *et al.*, 2018) usando una base de datos que incluía 327,350 registros para peso al nacimiento (BW), 83,818 para peso al destete (WW), 91,621 para peso de la canal (CCW), 91,609 para conformación de la canal usando la escala SEUROP (CONF) y 91,475 para engrasamiento (FAT). El pedigrí incluía 464,373 registros, de los cuales 2,449 habían sido genotipados con el chip *Affymetrix Axiom® Bovine*. Tras un filtrado estándar, se usaron 43,211 marcadores SNP. Se usaron las equivalencias entre los modelos GBLUP y SNPBLUP para obtener las soluciones de los efectos en los SNPs, con los que se calculó el porcentaje de varianza explicado por las regiones del genoma en ventanas de 1 Mb.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos nos permitieron identificar 7 regiones del genoma para CCW, 8 para BW, WW y FAT, y 9 para CONF que explicaban un porcentaje de varianza por encima del 0.5%. Algunas de las regiones del genoma identificadas demostraron tener efectos pleiotrópicos en al menos 3 de los caracteres analizados, y se localizaron en BTA1 (131-132 Mb), BTA2 (1-11), BTA3 (32-33), BTA6 (36-38), BTA15 (23-24), BTA16 (24-26) - BW, WW, CCW, CONF, FAT; BTA 20 (20-22), BTA 21 (56-57), BTA 23 (38-39). Estas regiones contienen, entre otros, los siguientes genes candidatos: *NCK1*, *MSTN*, *KCNA3*, *LCORL*, *NCAPG*, *BPNT1*, *SLC24A4* y *RNF144B*.

CONCLUSIÓN

Se han detectado varias regiones del genoma con efectos pleiotrópicos en los caracteres incluidos en el criterio de selección de la raza Rubia Gallega

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Legarra, A. *et al.* 2014. *Livest Sci.* 166:54.
- Misztal, I. 2018. Manual for BLUPF90 family of programs.
- Wang, H. *et al.* 2012. *Genet. Res.* 94:73.

Agradecimientos: Los autores agradecen a ACRUGA la cesión de los datos. Este trabajo ha sido financiado por el MAPA mediante la Encomienda de Gestión (EG17-167) al INIA y por el proyecto FEADER 2019/053A.

IDENTIFICACIÓN DE GENES ASOCIADOS A LA DEPOSICIÓN DE GRASA EN CERDOS A PARTIR DE LA SECUENCIACIÓN DEL GENOMA COMPLETO

Molinero, E., Pena, R.N., Estany, J., y Ros-Freixedes, R.

Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Lleida – AGROTECNIO-CERCA Center, 25198 Lleida, España; eduard.molinero@udl.cat

INTRODUCCIÓN

El contenido de grasa intramuscular (GIM) es un carácter esencial en la calidad de la carne, ya que afecta atributos como el sabor y la textura. Valores óptimos de GIM se han relacionado con carne más jugosa y tierna, produciendo así una mayor aceptación por parte del consumidor (Fernández *et al.*, 1999). Otro carácter de interés es el espesor de la grasa dorsal (GD), relacionado con la eficiencia productiva. Existen numerosos estudios de genes candidatos para ambos caracteres. En los últimos años ha aumentado el uso de la secuenciación del genoma completo para detectar variantes genéticas, debido a su eficiencia y reducción de los costes. Esta tecnología, complementada con un esquema de validación adecuado, podría permitir detectar variantes causales gracias a su mayor resolución, así como otros tipos de variantes como *indels* cortos. El objetivo de este estudio ha sido detectar, utilizando secuenciación del genoma completo, genes relacionados con GD y GIM.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se secuenciaron 146 animales Duroc de distintos lotes de una línea comercial con lecturas pareadas utilizando un instrumento NovaSeq 6000 (Illumina, San Diego, CA) a una cobertura promedio de 8.0X (SD 2.2X). Los datos fueron alineados respecto al genoma de referencia Sscrofa11.1 mediante el algoritmo BWA-MEM (Li, 2013) y las variantes fueron identificadas mediante GATK HaplotypeCaller 3.8.0 (DePristo *et al.*, 2011; Poplin *et al.*, 2018). En el momento de su sacrificio se registró la edad, el peso, y GD, y se obtuvieron muestras del músculo *gluteus medius* para determinar GIM. Se utilizó el software PLINK (Purcell *et al.*, 2007) para filtrar los SNPs con frecuencias alélicas inferiores al 0.15 y genotipos faltantes superiores a un 10%. Después del control de calidad quedaron 144 animales y 11,960,825 variantes. Se llevaron a cabo análisis de asociación genómico (GWAS) para GIM y GD utilizando un modelo mixto lineal con una matriz de parentesco genómico implementado en el software GEMMA (Zhou y Stephens, 2012). Los efectos de la edad, el lote y los genes conocidos *LEPR* y *SCD* se incluyeron en el modelo. Por otro lado, se generaron dos grupos extremos de 40 animales para ambos caracteres y se calculó el índice de fijación (F_{ST}) para detectar aquellas regiones que presentaron mayor diferenciación entre ambos grupos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para GIM, mediante GWAS se identificaron un total de 1636 variantes ($P < 10^{-4}$) en regiones con un total de 202 genes anotados. Mediante el índice de fijación ($F_{ST} > 0.15$) se encontraron 2733 variantes en regiones con un total de 421 genes anotados, de los cuales 80 coincidían con los obtenidos con GWAS. Para GD, se identificaron mediante GWAS un total de 1785 variantes ($P < 10^{-4}$) en regiones con un total de 178 genes anotados. Mediante el índice de fijación ($F_{ST} > 0.15$) se encontraron 3911 variantes en regiones con un total de 357 genes anotados, de los cuales 58 coincidían con los obtenidos con el GWAS. Entre los genes coincidentes, se han encontrado variantes no-sinónimas o en regiones 3'/5'-UTR en genes relacionados previamente con grasa; las cuales están siendo validadas mediante HRM-qPCR en un banco de muestras (UdLGIM) con más de 1800 animales registrados durante las últimas dos décadas.

CONCLUSIÓN

La secuenciación de genoma completo ha permitido detectar genes candidatos relacionados con GD y GIM. La validación de variantes en dichos genes confirmará si el refinamiento de los datos de secuenciación mediante varios filtros es una estrategia útil para preseleccionar marcadores genéticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DePristo, M.A. *et al.* 2011. Nat. Genet. 43: 491-498.
- Fernández, X. *et al.* 1999. Meat Sci. 53: 59-65.
- Li, H. 2013. arXiv: 1303.3997.
- Poplin, R. 2018. bioRxiv: 10.1101/201178.
- Purcell, S. *et al.* 2007. Am. J. Hum. Genet. 81: 559-575.
- Zhou, X. y Stephens, M. 2012. Nat. Genet. 44: 821-824.

Agradecimientos: Proyecto financiado por el MICINN y Fondos FEDER (RTI2018-101346-B-I00). E. Molinero es beneficiario de una beca predoctoral UdL-Santander.

ESTUDIOS DE eGWAS PARA IDENTIFICAR REGULADORES DE LA EXPRESIÓN GÉNICA MEDIANTE EL USO DE DATOS DEL TRANSCRIPTOMA DEL MÚSCULO EN CERDOS

Passols¹, M., Criado-Mesas^{1,2}, L., Sebastià^{1,2}, C., Estellé^{3,4}, J., Crespo-Piazuelo⁵, D., Castelló¹, A., Sánchez¹ A. y Folch¹, J.M.

¹Plant and Animal Genomics, Centre de Recerca Agrigenòmica (CRAG), Consorcio CSIC-IRTA-UAB-UB, Campus UAB, Bellaterra, España. ²Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, Universidad Autónoma de Barcelona (UAB), Bellaterra, España. ³INRA, UMR 1313 Génétique Animale et Biologie Intégrative (GABI), Equipe Génétique Immunité Santé, Jouy-en-Josas F-78352 France. ⁴AgroParisTech, UMR 1313 GABI, Jouy-en-Josas F-78352 France. ⁵Genética y Mejora Animal, Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentària (IRTA), Torre Marimon, Caldes de Montbui, España; magi.passols@cragenomica.es

INTRODUCCIÓN

La carne se considera una fuente importante de nutrientes, aunque un consumo elevado puede incrementar el riesgo de algunos tipos de enfermedades crónicas (Godfray *et al.*, 2018). Además, los consumidores están cada vez más preocupados por obtener carnes saludables y de alta calidad. El crecimiento muscular y la deposición de grasa están relacionados con la calidad de la carne de cerdo y sus valores nutricionales (Wood *et al.*, 2004, 2008). El objetivo principal de este trabajo consiste en estudiar el transcriptoma del músculo en cerdos mediante RNA-Seq para identificar potenciales reguladores de la expresión génica en músculo y analizar su relación con la calidad de la carne.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio abarca un total de 132 cerdos de la población experimental denominada BC1_DU (25% Ibéricos x 75% Duroc). La extracción del ARN del tejido muscular se realizó con el kit RiboPure (Ambion) y se secuenció con Illumina HiSeq 3000/4000. Para la cuantificación de la expresión génica se realizó un procesamiento, control de calidad y filtrado de los datos mediante los paquetes de R EdgeR (Robinson *et al.*, 2009) y Limma (Ritchie *et al.*, 2015). La cantidad de genes expresados se normalizó utilizando el recuento de registros por millón (logCPM) usando limma-Trend (Law *et al.*, 2014). Todos los animales fueron genotipados con el chip *Axiom Porcine Genotyping Array* 650k (Affymetrix). Además, los SNPs se filtraron utilizando el software PLINK (Purcell *et al.*, 2007). Los estudios de asociación genómica entre cada medida de expresión génica y los SNPs genotipados (eGWAS) se realizaron mediante un modelo lineal mixto utilizando el software GEMMA (Zhou y Stephens, 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Realizamos un eGWAS combinando los datos de la expresión de genes en músculo, medidos por RNA-Seq, y los genotipos de los SNPs obtenidos del chip de Affymetrix, en un total de 132 animales. Se observaron asociaciones significativas con SNPs en 291 genes y se identificaron 324 regiones de eQTL, estando 247 en posición *cis* y 77 en posición *trans*. El análisis funcional de los genes asociados identificó tres vías metabólicas principales: señalización de la granzima B, desintoxicación mediada por glutación y respuesta al estrés oxidativo mediada por *NRF2*. Los genes *HNF4A*, *KLF3*, *E2F4* y *RORC* han sido escogidos como potenciales candidatos para la regulación de la expresión génica muscular.

CONCLUSIÓN

El eGWAS reveló *cis* y *trans*-eQTLs que regulan la expresión génica en el músculo del cerdo. Se identificaron los genes candidatos localizados en estas regiones genómicas y las vías metabólicas relacionadas. En conjunto, los genes descritos, sus funciones y vías, aumentan el conocimiento de la arquitectura genómica del músculo esquelético del cerdo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Godfray, H.C.J. 2018. *Science* 361: 6399. • Wood, J.D. 2008. *M. Science* 78: 343–358. • Wood, J.D. 2004. *M. Science* 66: 21-32. • Robinson, M.D. 2009. *Bioinformatics* 26: 139–140. • Ritchie, M.E. 2015. *Nucl. Ac. Res.* 43: e47. • Law, C.W. 2014. *Genome Biology* 15: 1–17. • Zhou, X. & Stephens, M. 2012. *Nat. Genet.* 44: 821–4. • Benjamini, Y. & Hochberg, Y. 1995. *Stat. Soc.* 57, 289–300.

Agradecimientos: este trabajo ha sido financiado por el Proyecto MINECO AGL2017-82641-R. El material animal fue generado en el marco del proyecto INIA CPE03-010-C3 con la colaboración de investigadores INIA, IRTA y UAB. M. Passols y L. Criado-Mesas fueron financiados con una beca FPI (MINECO) y C. Sebastià con una beca FI-DGR (Generalitat de Catalunya).

IDENTIFICACIÓN DE GENES DIFERENCIALMENTE EXPRESADOS EN MÚSCULO DE CERDOS EXTREMOS PARA LA RATIO INTRAMUSCULAR ENTRE LOS ÁCIDOS GRASOS OLEICO Y ESTEÁRICO

Valdés-Hernández^{1,2}, J., Criado-Mesas¹, L., Castelló^{1,2}, A., Sánchez^{1,2}, A. y Folch^{1,2}, J.M.

¹Plant and Animal Genomics, Centre de Recerca en Agrigenòmica (CRAG), Consorcio CSIC-IRTA-UAB-UB, Campus UAB, Bellaterra, España. ²Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos, Facultad de Veterinaria, (UAB), Bellaterra, España.; jesusvaldeshernandez@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

La ratio C18:1(n-9)/C18:0 (Oleico/Estearico, OL/ES) se ha utilizado para inferir los niveles de desaturación de la grasa intramuscular en cerdos (Estany *et al.*, 2014; Benítez *et al.*, 2015). El SCD es una enzima ratio-limitante que cataliza la $\Delta 9$ -desaturación de C18:0 en C18:1n-9 y de 16:0 en 16:1n-7 (Guillou *et al.*, 2010). Estany *et al.* (2014) propusieron un polimorfismo en la región del promotor de *SCD* (rs80912566) como mutación causal en cerdos Duroc que explica parcialmente la varianza genética de ratios de desaturación en músculo (incluidos: OL/ES y MUFA/SFA). Además, este SNP se asoció con una mayor expresión del gen *SCD* (Estany *et al.*, 2014). El objetivo del presente trabajo fue identificar genes diferencialmente expresados entre animales con fenotipos extremos para la ratio intramuscular de OL/ES y estudiar los genes que modulan la variación de la composición relativa de los ácidos grasos oleico y estearico en músculo.

MATERIAL Y MÉTODOS

En un total de 132 cerdos (25% ibérico y 75% Duroc: BC1_DU) se determinó el perfil de ácidos grasos (AG) en el músculo longissimus dorsi (LD) mediante cromatografía de gases de ésteres metílicos. Para la ratio OL/ES, se seleccionaron 32 animales extremos (16 con alta proporción: A y 16 con baja proporción: B). La secuenciación del ARN usando un equipo Hi-Seq 4000 de Illumina y el alineamiento de las secuencias con el genoma de referencia porcino Sscrofa11.1 se realizó en el CNAG. Posteriormente, el paquete DESeq2 de R se usó para identificar genes diferencialmente expresados (GDEs) entre grupos (P-ajustado < 0.1, FC \geq 1.2). El modelo estadístico fue corregido por sexo y lote. Los datos de RNA-Seq fueron validados vía RT-qPCR seleccionando 2 GDEs: *SCD* y *PPARG*, para los que se disponía de datos de expresión generados con Fluidigm (Criado-Mesas *et al.*, 2020). Las diferencias de expresión de *SCD* y *PPARG* entre los grupos A y B fueron analizadas con un t-test (P < 0.05). Los valores de expresión de RNA-Seq y qPCR fueron normalizados vía log2CPM y log2NQ, respectivamente. Mientras que la correlación de Pearson (P < 0.05) fue calculada entre ambos sets de datos vía cor.test.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los grupos mostraron diferencias significativas en la ratio OL/ES (3.06%-A vs 1.99%-B, P = 1.542E-06) con un coeficiente de variación de 22.64%. Se identificaron un total de 69 GDEs, entre ellos *PLIN1*, *SCD*, *GOT1* y *SDR16C5* han sido detectados en el transcriptoma de músculo de animales extremos BC1_LD según perfil intramuscular de AG (Puig-Oliveras *et al.*, 2014). Otros genes interesantes fueron: *ACAD10*, *LEP*, *NGFR* y *PPARG* (metabolismo lipídico) y *MDFIC* y *MDH1* (calidad de la carne). En la validación mediante qPCR, también se observaron diferencias significativas (P < 0.05) en los niveles medios de expresión de *PPARG* y *SCD* entre A y B. Para los dos genes, se obtuvo una alta correlación entre los niveles de expresión medidos por RNA-Seq y qPCR ($R_{SCD-SCD} = 0.87$, P = 2.992E-10; $R_{PPARG-PPARG} = 0.72$, P = 4.961E-06). *PPARG* es un factor de transcripción con sitios de unión en el promotor de *SCD* (Estany *et al.*, 2014). Mientras que los valores de expresión de *PPARG* correlacionan con los de *SCD* (R = 0.70, P < 2.2E-16) en músculo LD via datos de qPCR (Criado-Mesas *et al.*, 2020).

CONCLUSIÓN

Se identificó un panel de 69 genes expresados diferencialmente entre animales extremos para la ratio oleico/estearico, cuyo estudio ayudará a comprender la regulación genética de la desaturación de los ácidos grasos en el músculo porcino.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Guillou, H. *et al.* 2010. Progress in Lipid Research 49(2): 186–99
- Estany, J. *et al.* 2014. PLoS ONE 9(1): e86177
- Puig-Oliveras, A. *et al.* 2014. PLoS ONE 9(6): e99720
- Benítez, R. *et al.* 2015. Meat Science 102: 59–68
- Criado-Mesas, L. *et al.* 2020. Scientific Reports 10(1): 9845.

Agradecimientos: Proyecto MINECO “AGL2017-82641-R” y por las becas FI-AGAUR (Generalidad de

Catalunya) concedida a J. Valdés-Hernández y FPI (MINECO) a L. Criado-Mesas.

CALIDAD DE LOS PRODUCTOS

EFFECTO DEL ROBOT DE ORDEÑO EN LAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE LA LECHE DESTINADA A LA PRODUCCIÓN DE QUESO

Manuelian¹, C.L., Costa¹, A., Simoni², M., Righi², F., Giaccone³, D. y De Marchi¹, M.

¹DAFNAE, University of Padova, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro, Italia. ²Dipartimento di Scienze Medico-Veterinarie, University of Parma, Via del Taglio, 10, 43126 Parma, Italia. ³ARAP LAB, Associazione regionale allevatori Piemonte, Via Torre Roa 13 Fraz. Madonna dell'Olmo, 12100 Cuneo, Italia; carmenloreto.manuelianfuste@unipd.it

INTRODUCCIÓN

El uso de robots de ordeño reduce el trabajo de los ganaderos, de forma que pueden pasar más tiempo observando a los animales, y facilita que se analicen algunos aspectos relacionados con la productividad y la salud del animal (Butler *et al.* 2012). El objetivo del trabajo fue evaluar las diferencias en las características tecnológicas de la leche destinada a la producción de queso obtenida mediante robot o bien en sala de ordeño.

MATERIAL Y MÉTODOS

Entre junio y octubre de 2020 se recogió leche de tanque (n = 104) de un total de 21 explotaciones de vacuno frisón italiano (10 con robot de ordeño y 11 con sala de ordeño), situadas en la misma zona (Emilia-Romagna, Veneto y Piemonte; Italia), y con alimentación similar entre ambos grupos. Las características de coagulación de la leche –tiempo de coagulación (RCT) y firmeza del coágulo a los 30 min (a_{30})– se determinaron con Formagraph (Foss Electric, Hillerød, Denmark), y el rendimiento quesero, mediante un modelo de coagulación miniaturizada (Niero *et al.*, 2020). El porcentaje de grasa, proteína, caseína y lactosa de la leche se determinó con MilkoScan FT6000 (Foss Electric); el pH, con un pHmetro digital (Crison pH Burette 24, Crison Instruments SA, Barcelona); la acidez titulable (TA) en grados Soxhlet-Henkel ($^{\circ}$ SH/50mL), con Crison Compact D meter (Crison Instruments SA) mediante titulación de la leche con una solución NaOH 0,25 N hasta alcanzar un pH de 8,30; y el recuento de células somáticas (SCC), con Fossomatic FC (Foss Electric), que posteriormente se transformó a $SCS = 3 + \log_2(SCC/100.000)$ (Wiggans y Shook, 1987). Para el análisis estadístico se utilizó PROC MIXED de SAS v9.4 para medidas repetidas, incluyendo el tipo de ordeño, el mes y su interacción como factores fijos y la explotación como aleatorio. Las comparaciones entre LS-Means se hicieron mediante un test LSD para los principales factores fijos (tipo de ordeño y mes), y el nivel de significación se estableció en $P < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tipo de ordeño (robot o sala de ordeño) no influyó en ninguno de los parámetros determinados: coagulación (RCT y a_{30}), rendimiento quesero, composición (grasa, proteína, caseína y lactosa) y acidez (pH y TA) de la leche. Sin embargo, se observó un efecto del mes de muestreo ($P < 0,05$): el comportamiento del RCT y el a_{30} fue inversamente proporcional, con los valores para el RCT más bajos en julio (20,5 min) y más altos en octubre (20,7 min). Además, el rendimiento quesero aumentó entre julio (16,2%) y octubre (18,8%). Por otro lado, no se observaron diferencias significativas en el SCS, ni por el tipo de ordeño, ni por el mes de muestreo. Estos resultados son mejores que los obtenidos por De Marchi *et al.* (2017) en vacas frisonas, donde vieron que la leche obtenida con robot tenía un mayor SCS ($P > 0,05$) y pH ($P < 0,05$), y un RCT más largo ($P < 0,05$).

CONCLUSIÓN

El uso del robot de ordeño no impactó en los parámetros tecnológicos ni en la composición química de la leche destinada a la producción de queso. La implantación de robots de ordeño en las granjas podría disminuir la carga de trabajo destinada a esta tarea, así como incorporar la determinación de varios parámetros relacionados con la salud de los animales a tiempo real y de forma individual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Butler, D., Holloway, L., Bear, C. 2012. J. R. Agric. Soc. Engl. 173:1-6
- De Marchi, M., Penasa, M., Cassandro, M. 2017. Ital. J. Anim. Sci. 16:363-370
- Niero, G., Goi, A., Vigolo, V., Saugo, M., Franzoi, M., Cassandro, M., Penasa, M., De Marchi, M. 2020. J. Dairy Sci. 103:11100-11105
- SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA
- Wiggans, G.H., Shook, G.E. 1987. J. Dairy Sci. 70:2666–2672

Agradecimientos: Este estudio ha sido financiado por el el proyecto nacional italiano INNOVAMILK (AGER – Agroalimentare E Ricerca, Grant 2017-1153).

AUTENTICACIÓN DE LECHE ECOLÓGICA MEDIANTE ESPECTROSCOPIA INFRARROJA

Manuelian, C.L., Vigolo, V. y De Marchi, M.

Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali e Ambiente, University of Padova, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (PD), Italia; carmenloreto.manuelianfuste@unipd.it

INTRODUCCIÓN

Es importante disponer de métodos rápidos, económicos y no destructivos, para verificar las declaraciones del etiquetado de aquellos productos en los que ciertas características representan una prima en el precio de venta. Con dicho fin, varios estudios han aplicado la espectroscopía infrarroja junto con la quimiometría en materias primas y en producto final (Esteki *et al.*, 2018). El análisis de componentes principales (PCA) es el método de clasificación no supervisado más utilizado, e identifica agrupaciones sin ningún conocimiento previo de los grupos (Esteki *et al.*, 2018). Mientras que el análisis discriminante de mínimos cuadrados parciales (PLS-DA) es un método supervisado que requiere un set de aprendizaje para construir el modelo matemático (Esteki *et al.*, 2018). El objetivo del trabajo fue evaluar la posibilidad de usar el infrarrojo medio (MIR) y cercano (NIR) para discriminar la leche ecológica de la convencional mediante modelos PCA y PLS-DA.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante un año, se recogió leche de tanque ($n = 225$) de un total de 24 explotaciones de vacuno (12 ecológicas y 12 convencionales) situadas en la misma zona, en las que la raza predominante era la Frisona Italiana y la ración incluía maíz. Solo las explotaciones ecológicas indicaron que sus animales pastaban durante un periodo al año. El espectro de cada muestra se obtuvo con dos instrumentos (Foss Electric): MIR spectrometer MilkoScan FT6000 (5.012 cm^{-1} a 925 cm^{-1}) y Vis/NIR spectrometer DS2500 (400 nm a 2.500 nm). Para cada instrumento, se realizó un PCA con el espectro completo. Además, se dividió el conjunto de datos aleatoriamente en un set de aprendizaje (75% de las observaciones) y un set de prueba (25% de las observaciones), y se realizó un PLS-DA con las longitudes de onda cuya importancia para la proyección (VIP) era superior a 1. Se utilizaron el paquete 'Stats' y 'Discriminer' de R versión 4.0.2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el PCA, el PC1 y PC2 explicaron el 64,3% y el 93,2% de la varianza en el MIR y el Vis/NIR, respectivamente, aunque el gráfico mostró las dos poblaciones sobrepuestas. El PLS-DA de 10 componentes mostró una exactitud del modelo del 70,2%, una sensibilidad (TP) del 74,2% y una especificidad (TN) del 65,4% en el set de prueba en la region MIR, mientras que en la region Vis/NIR mostró una exactitud del 71,7%, una TP del 61,5% y una TN del 85,0%. Estos resultados son inferiores a los obtenidos por Liu *et al.* (2018) con un NIR portátil (Exactitud, 89%; TP, 81%; TN, 98%) y un FT-NIR (Exactitud, 89%; TP, 78%; TN, 100%). Mientras que ellos (Liu *et al.*, 2018) utilizaron leche pasteurizada disponible en supermercados, nuestras muestras provenían de explotaciones con un manejo y una ración similar entre ambos grupos, lo que podría explicar las diferencias observadas entre ambos estudios.

CONCLUSIÓN

Ambos instrumentos (MIR y Vis/NIR) mostraron una capacidad similar para discriminar la leche ecológica de la convencional. La similitud de las explotaciones entre ambas categorías (p. ej., raza y composición de la ración) podría explicar la moderada exactitud de los modelos discriminantes. Sería interesante incorporar otros parámetros como el perfil graso o proteico de la leche con el fin de mejorar los modelos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Esteki, M., Simal-Gandara, J., Shahsavari, Z., Zandbaaf, S., Dashtaki, E., Vander Heyden. Y. 2018. Food Control 93: 165–182.
- Liu, N., Aya Parra, H., Pustjens, A., Hetinga, K., Mongondry, P., van Ruth, S.M. 2018. Talanta 184: 128–135.
- R Core Team. 2020. <https://www.R-project.org>

Agradecimientos: Estudio financiado por el Proyecto Europeo H2020 Organic-PLUS (No 774340). Vis/NIR spectrometer DS2500 financiado por el Progetto di Eccellenza CASA del MIUR (Italia). Los autores agradecen a Granarolo S.p.A. (Bologna, Italy) su colaboración en el muestreo.

INCREMENTO DEL CONTENIDO DE PUFAS EN DERIVADOS LÁCTEOS DE VACUNO Y OVINO ALIMENTADOS CON CO-PRODUCTOS DE LINO LOCAL

Mandaluniz¹, N., Fernandez², E., Arranz¹, J., Sarasua², M. y Ruiz¹, R.

¹NEIKER-BRTA, N-104 km 355, 01192 Arkaute (Araba), España. ²Leartiker, Avda. Xemein 12, 48270 Markina (Bizkaia), España. nmandaluniz@neiker.eus

INTRODUCCIÓN

Diversos trabajos han puesto de manifiesto la mejora en el perfil de ácidos grasos de leche y derivados mediante la alimentación animal con lino tratado con calor, extrusionado o molido (Cattani *et al.*, 2014; Isenberg *et al.*, 2018; Petit, 2003). Sin embargo, no hay estudios sobre el efecto de co-productos de lino prensado en frío. Por otro lado, se está dando un fuerte impulso a sistemas de producción en claves de economía circular basada en las 3R, con la utilización de recursos locales.

Ante esta coyuntura, el objetivo del grupo operativo EMALIN (www.emalin.eu) fue fomentar el cultivo de lino a nivel local para su uso en alimentación animal, y, obtener leche y derivados de calidad diferenciada. Dentro del proyecto se llevaron a cabo cuatro proyectos piloto (PrP); en el presente trabajo se detallan los resultados de los PrP llevados a cabo en dos ganaderías comerciales de leche.

MATERIAL Y MÉTODOS

La semilla de lino cultivada dentro del proyecto fue prensada en frío en Neiker, con la tecnología empleada para otras oleaginosas (Mandaluniz *et al.*, 2019), obteniendo como co-productos torta de lino y aceite de lino. Los PrP se llevaron a cabo durante el otoño de 2020 en Iztueta, con 40 vacas y en Saskagoín, con 80 ovejas. El primer mes los animales se alimentaron con el pienso comercial (control-CTR) y el segundo mes con piensos isoenergéticos e isoproteicos al pienso control, con co-productos de lino (LIN), aceite en Iztueta y torta en Saskagoín. Semanalmente se registró la producción lechera y se enviaron muestras de leche al Instituto lactológico ALVO-ILL para determinar su composición en grasa (GR y proteína (PR). Además, se elaboraron derivados lácteos (Iztueta: leche pasteurizada, yogurt y mantequilla; Saskagoín: yogurt y queso) tanto en el periodo CTR (n=2) como en el periodo LIN (n=5). Sobre estas muestras se determinaron en el laboratorio de Leartiker: el perfil de ácidos grasos (FA) saturados (SFA), insaturados (mono-MUFA y poli-PUFA), ácido alfa-linolénico (ALA), y el índice aterogénico (H'). Con los datos se hizo una comparación de medias (CTR vs. LIN); en el apartado de resultados se detallan los parámetros que difieren en más de un 10%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las vacas del PrP-Iztueta produjeron de media 26,1±0,93 L/d, con un contenido de 4,0±0,1 %GB, 3,4±0,04 %PB, sin diferencias entre el periodo de alimentación CTR y LIN. El perfil de FA de la leche fue 70,0±1,7% SFA, 27,2±1,5% MUFA y 2,8±0,2% PUFA, siendo superior el contenido de PUFA y ALA en la leche LIN (+20,2% y +55%, respectivamente), lo cual coincide con la bibliografía (Cattani *et al.*, 2014; Isenberg *et al.*, 2018). Esta tendencia fue similar en el yogurt y mucho más marcada en la mantequilla (+30,8% y +69%, respectivamente). Finalmente, el H' del grupo LIN fue inferior tanto en leche como en yogurt y mantequilla (18,6%, 14,9% y 21,7%, respectivamente).

Las ovejas del PrP-Saskagoín produjeron de media 1,2±0,38 L/d, con un contenido de 4,7±0,3 %GB, 4,6±0,2 %PB, sin diferencias entre el periodo de alimentación CTR y LIN. El perfil medio de FA de la leche fue de 77,7±1,2% SFA, 18,5±1,3% MUFA y 3,8±0,2% PUFA, siendo superior el contenido de PUFA y ALA en los yogures del grupo LIN (+12,3% y +57%, respectivamente) y más marcado en los quesos (+29,0% y +71,9%, respectivamente). Finalmente, al igual que en el caso de Iztueta, el H' del grupo LIN fue inferior en yogurt, pero no tanto en queso (15,1% y 6,6%, respectivamente).

CONCLUSIÓN

La inclusión de co-productos de lino prensado en frío en la alimentación de vacas y ovejas no afecta a parámetros de producción y composición de la leche, pero incrementa el contenido de PUFAs y ALA en leche y derivados, siendo más marcada esta diferencia en la mantequilla y el queso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Cattani *et al.* 2014. J. Dairy Sci. 97: 123-135. • Isenberg *et al.* 2018. J. Dairy Sci. 102:1-18. • Petit, 2003. J. Dairy Sci. 86:2637-646. • Mandaluniz *et al.* 2019. XVIII Jornadas Prod. Anim., 209-211.

Agradecimientos: el proyecto ha sido financiado por las Ayudas a la Cooperación, PDR 2014-2020. Los autores agradecen su colaboración a las ganaderías de Iztueta y Saskagoín.

ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN DE LA LECHE EN TIEMPO REAL MEDIANTE UN SENSOR DE INFRARROJO CERCANO *IN-SITU*

Díaz-Olivares¹, J.A., Adriaens^{1,2}, I., Stevens³, E., Saeys², W. y Aernouts¹, B.

¹KU Leuven, Department of Biosystems, Biosystems Technology Cluster, Campus Geel, Kleinhoefstraat 4, 2440 Geel, Belgica; ²KU Leuven, Department of Biosystems, Division Mechatronics, Biostatistics and Sensors, Kasteelpark Arenberg 30, 3001 Leuven, Belgica; ³Province of Antwerp, Hooibeekhoeve, Hooibeeksedijk 1, 2440 Geel, Belgica; jose.diaz@kuleuven.be

INTRODUCCIÓN

La monitorización de la composición de la leche, cuando esta se realiza *in-situ*, puede ayudar a controlar el metabolismo y la salud de las ubres de las vacas lecheras. En estudios anteriores, la espectroscopia de infrarrojo cercano (NIR, en inglés), aplicada al análisis de la leche, ha demostrado ser útil para predecir los principales componentes de la leche cruda (grasa, proteína y lactosa). En esta contribución, se presenta y evalúa una herramienta precisa para el análisis de la composición de la leche en la granja *in-situ* y en tiempo real.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para cada ordeño, el analizador en tiempo real recopila y analiza automáticamente una muestra de leche representativa. El sistema adquiere los espectros de transmisión NIR de las muestras de leche en el rango de longitud de onda de 960 a 1690 nm y luego predice su composición. Durante un período de prueba de 8 semanas, el sistema recopiló 1165 espectros de transmitancia NIR de muestras de leche cruda procedentes de 36 vacas, para las cuales también se obtuvieron valores de referencia para grasa, proteína y lactosa. Para el mismo sistema sensor en tiempo real se evaluaron dos escenarios de calibración: modelos de predicción *post-hoc* entrenados en un conjunto representativo de muestras de calibración ($n = 319$), adquiridas durante todo el período de prueba con diferentes vacas en el conjunto de prueba y calibración; y modelos de predicción entrenados en tiempo real exclusivamente con las muestras adquiridas en la primera semana del período de prueba ($n = 308$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los modelos de predicción obtenidos se evaluaron en todas las muestras restantes no incluidas en los conjuntos de calibración (siendo $n = 846$ y 857 , respectivamente). En concreto, para los modelos de predicción *post-hoc*, esto resultó en un error de predicción general (error cuadrático medio de predicción, RMSEP en inglés) menor a 0.080% (todos los % están en peso/peso) para la grasa, proteína y lactosa en leche, con un coeficiente de determinación R^2 de 0.989, 0.947 y 0.689 para grasa, proteína y lactosa, respectivamente. Por otro lado, para los modelos de predicción en tiempo real, el RMSEP fue menor a 0.092% para la grasa y lactosa, y 0.110% para la proteína, con un R^2 de 0.989 (grasa), 0.894 (proteína) y 0.644 (lactosa). Las predicciones de lactosa para este modelo podrían mejorarse (RMSEP = 0.088%, $R^2 = 0.675$) tomando en cuenta el sesgo específico de cada vaca.

CONCLUSIÓN

El sistema sensor presentado, centrado en la predicción en tiempo real, puede utilizarse para una monitorización detallada y autónoma de la composición de la leche *in-situ* después de cada ordeño individual, ya que su precisión está dentro de los requisitos del Comité Internacional de Registro Animal (ICAR, en inglés) para analizadores de leche *in-situ*, e incluso cumple con los estándares para sistemas de análisis de laboratorio para grasa y lactosa. Para este enfoque de predicción en tiempo real se observó una desviación en las predicciones, especialmente para las proteínas. Por tanto, se requiere más investigación para el desarrollo de técnicas de mantenimiento de calibración en tiempo real para corregir esta desviación del modelo y mejorar el rendimiento de este sistema sensor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abd El -Fattah, A.M. 2012. BMC Vet. Res. 8, 19.
- Aernouts, B. 2011. J. Dairy Sci. 94, 5315–5329.
- Aernouts, B. 2015. Colloids Surfaces B Biointerfaces 126, 510–519.
- Aernouts, B. 2015. J. Dairy Sci. 98, 6727–6738.
- Bogomolov, A. 2013. Chemom. Intell. Lab. Syst. 126, 129–139.
- Forsbäck, L. 2010. J. Dairy Sci. 93, 3569–3577.
- Haaland, D.M. 1988. Anal. Chem. 60, 1193–1202.
- Kawamura, S. 2007. Sens. Instrum. Food Qual. Saf. 1, 37–43.
- Kawasaki, M. 2008. Comput. Electron. Agric. 63, 22–27.
- Melfsen, A. 2012. J. Dairy Sci. 95, 6465–6476.
- Saeys, W. 2008. Anal. Chem. 80, 4951–4959.
- Saranwong, S. 2008. Near Infrared Spectrosc. 16, 389–398.
- Tsenkova, R. 2001. Int. Dairy J. 11, 779–783.
- Zamora-Rojas, E. 2013. Food Sci. Emerg. Technol. 19, 218–226.

EMPLEO DE SALES CÁLCICAS DE ÁCIDOS GRASOS N-3 EN LA RACIÓN DE OVEJAS CHURRAS: CALIDAD Y ESTABILIDAD OXIDATIVA DE LA CARNE DE LECHAZO

Gallardo¹, B., Lavín², P., Mantecón², A.R. y Manso¹, T.

¹Área de producción Animal. Dpto. C. Agroforestales. Universidad de Valladolid. 34004 Palencia, España.

²Instituto de ganadería de montaña (IGM, CSIC-ULE). Finca marzanas s/n, 24346 Grulleros (León), España; mtmanso@uva.es

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de estrategias de alimentación de rumiantes orientadas a enriquecer el contenido de la carne en ácidos grasos (AG) n-3, asociados con efectos beneficiosos para la salud humana (Bover *et al.* 2006) ha generado un gran interés. Sin embargo, estos cambios en el perfil de AG de la carne pueden alterar sus características físicas y químicas e influir en su vida útil. El objetivo de este trabajo ha sido estudiar el efecto de la incorporación de sales cálcicas de AG n-3 en la ración de ovejas Churras al inicio de la lactación sobre la calidad y la estabilidad oxidativa de carne de los corderos producidos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tras del parto, 36 ovejas Churras y sus correspondientes 36 corderos fueron asignados a 3 tratamientos experimentales de acuerdo con la grasa que recibieron, que se incorporó para aportar un 2,5% de grasa a la ración: Control (sales cálcicas de aceite de palma), LIN (sales cálcicas de aceite de linaza) y LINFISH (sales cálcicas de ácidos grasos de pescado y aceite de linaza). Los corderos fueron alimentados exclusivamente con leche materna hasta el momento del sacrificio (aproximadamente 11 kg). Después de 24 horas de oreo se extrajo el músculo *Longissimus dorsi* de la canal para evaluar el perfil de AG de la carne mediante cromatografía de gases (Gómez-Cortés *et al.* 2014) y determinar la oxidación lipídica de la carne (Maraschiello *et al.* 1999) y el porcentaje de metamioglobina (Krzywicki, 1979) a los tiempos de almacenamiento 0 y 4 días. Los AG de la carne se analizaron mediante el procedimiento GLM y el contenido en malondialdehído y metamioglobina de la carne por el procedimiento PROC MIXED (paquete estadístico SAS).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La incorporación de grasas ricas en AG n-3 en la ración de ovejas Churras en inicio de lactación no afectó al contenido en AG saturados, monoinsaturados y poliinsaturados ($P > 0,05$) de la grasa de la carne de los lechazos producidos. El contenido de ácido vacénico, ruménico y linoléico de la grasa de la carne aumentó significativamente al incorporar grasas ricas en AG n-3 en la ración de sus madres ($P < 0,001$). El porcentaje de AG n-3 de cadena muy larga, EPA y DHA, fue un 27% ($P < 0,05$) y un 102% ($P < 0,001$) mayor respectivamente en el tratamiento LINFISH que en el tratamiento Control. Esto provocó, desde el punto de vista nutricional, que la carne de los lechazos de los tratamientos LIN y LINFISH presentara menor relación de AG n-6/n-3 respecto al grupo Control ($P < 0,001$). El contenido en malondialdehído aumentó con el tiempo de almacenamiento, pero no hubo diferencias significativas ($P > 0,05$) en los niveles de oxidación de la carne entre tratamientos. A los 4 días de almacenamiento de la carne, aumentó el contenido en metamioglobina de la carne con respecto al tiempo 0 ($P < 0,001$) y se observó una interacción significativa entre el tratamiento y el tiempo de almacenamiento, mostrándose un incremento en el nivel de metamioglobina de la carne de los tratamientos LIN y LINFISH con respecto al tratamiento Control ($P < 0,001$), lo que indicaría una mayor oxidación de la carne.

CONCLUSIÓN

La incorporación de sales cálcicas ricas en AG n-3 en la ración de ovejas Churras en inicio de lactación mejora la calidad nutricional de la grasa de la carne de los lechazos producidos, sin embargo, esto supone una mayor oxidación de la carne a los 4 días de almacenamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bover *et al.* 2006. Rev. Esp. Cardiol. 6:38-51
- Gómez-Cortés *et al.* 2014. Meat Sci. 96: 1304-1312
- Krzywicki, K. 1979. Meat Sci. 3:1-10
- Maraschiello *et al.* 1979. J. Agric. Food Chem. 47:867-872

Agradecimientos: este trabajo ha sido financiado por la Agencia Estatal de Investigación y Fondo Europeo de Desarrollo Regional (proyecto AGL2016-75159-C2-1-R).

ENRIQUECIMIENTO EN ÁCIDOS GRASOS n-3 DEL QUESO DE OVEJAS ALIMENTADAS CON MICROALGAS (*SCHIZOCHYTRIUM* SP.)

Manso^{1*}, T., Gallardo¹, B., Lavín², P., Mantecón², A.R., Gómez-Cortés³, P. y de la Fuente³ M.A.

¹Área de Producción Animal. Dpto. C. Agroforestales. Universidad de Valladolid. 34004 Palencia.

²Instituto de ganadería de montaña (IGM, CSIC-ULE). Finca Marzanas s/n, 24346 Grulleros (León).

³Instituto de ciencias de la alimentación (CIAL, CSIC-UAM). 28049 Madrid.

*mtmanso@uva.es

INTRODUCCIÓN

Los ácidos grasos (AG) n-3 de cadena larga, entre los que se encuentra el ácido docosahexaenoico (DHA), están asociados a numerosos efectos beneficiosos para la salud humana, sin embargo, su presencia en los productos de los rumiantes es muy baja. En el ganado ovino, la mayor parte de la leche se destina a la elaboración de queso. Por ello, el desarrollo de estrategias de alimentación dirigidas a incrementar los niveles de AG n-3 en los quesos producidos presenta un gran interés. Las microalgas presentan un alto contenido tanto en grasa como en DHA y han sido propuestas como alternativa sostenible para incrementar los niveles de AG n-3 en la leche (Altomonte *et al.*, 2018). El objetivo de este trabajo ha sido estudiar el efecto de la incorporación de harina de microalgas (*Schizochytrium* sp.) en la alimentación de ovejas lecheras sobre el perfil de AG de la leche y del queso producido.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo, se emplearon 24 ovejas de raza Churra en la fase intermedia de lactación, que se asignaron a 2 tratamientos experimentales (3 lotes de 4 ovejas por tratamiento) de acuerdo con las fuentes de grasa empleadas: Control (jabón cálcico de aceite de palma) y ALG (4,5% de harina de microalgas, *Schizochytrium* sp.). Las ovejas se alimentaron *ad libitum* con una ración total mezclada con una relación forraje:concentrado 40:60. Las dos raciones se formularon para que fueran isoenergéticas e isoproteicas y aportaran la misma cantidad de grasa en la ración. A las 8 semanas de lactación, se tomaron muestras de leche y se elaboraron 3 quesos por tratamiento con la leche cruda procedente de dos ordeños completos y consecutivos de cada uno de los lotes experimentales. Los quesos maduraron durante un periodo de 5 meses. El perfil de AG de la leche y de los quesos fabricados, se determinó por cromatografía de gases (Bodas *et al.*, 2010). Todos los datos se analizaron mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El proceso de fabricación del queso no modificó las diferencias encontradas en el perfil de ácidos grasos de la grasa de la leche. La incorporación de microalgas en las raciones de las ovejas redujo el nivel total de AG monoinsaturados ($P < 0,05$) e incrementó el nivel de AG poliinsaturados ($P < 0,01$) del queso, sin que los AG saturados totales se vieran afectados ($P > 0,05$). El ácido vacénico y el ácido ruménico, asociados con efectos beneficiosos para la salud humana, multiplicaron sus niveles en el queso por 5,3 (0,86% vs. 4,57%, $P < 0,001$) y 3,4 (0,41% vs. 1,89%, $P < 0,001$) respectivamente. Así mismo, el tratamiento ALG mejoró significativamente el contenido en AG n-3 de cadena larga en la leche (0,9% vs. 3,2%, $P < 0,001$). Los AG 20:5 n-3 (EPA) y 22:5 n-3 (DPA) multiplicaron sus niveles en el queso por 11 y 4,3 respectivamente y destacó, como más relevante, el AG 22:6 n-3 (DHA), que multiplicó sus niveles en el queso por 32 alcanzando un nivel del 2,03%. La menor relación n6/n3 del tratamiento ALG sugiere que la harina de microalgas es una estrategia nutricional efectiva para incrementar el nivel de AG n-3 en el queso de oveja, siempre que los rendimientos productivos y las características organolépticas y de conservación no se vean afectados.

CONCLUSIÓN

La incorporación de un 4,5% de microalgas (*Schizochytrium* sp.) en las raciones permite mejorar la calidad nutricional y el nivel de AG n-3 de cadena larga en los quesos de oveja.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altomonte *et al.* 2018. Livest Sci. 214: 25-35.
- Bodas *et al.*, 2010. J. Agric Food Chem. 58: 10493-10502.

Agradecimientos: este trabajo ha sido financiado por la Agencia Estatal de Investigación y Fondo Europeo de Desarrollo Regional (proyecto AGL2016-75159-C2-1-R y AGL2016-75159-C2-2-R).

CLASIFICACIÓN DE CANALES DE POTRO MEDIANTE VALORES SUBJETIVOS

Sarriés¹, M.V., Cittadini^{1,2}, A., Ojer¹, M., Lorenzo², J.M., y Canals¹, R.M.

¹Instituto de Investigación Is-Food. ETSIA. Universidad Pública de Navarra. 31006 Pamplona, España.

²Centro Tecnológico de la Carne de Galicia. Avd. Galicia, 4, Parque Tecnológico de Galicia, 32900 San Cibrao das Viñas, Ourense, España; vsarries@unavarra.es

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el sistema de comercialización de la carne equina, carece de un sistema de clasificación oficial que categorice este tipo de canales. Por ello, el estudio de la calidad de la canal, resulta ser de gran interés porque puede ayudar a determinar qué factores pueden afectar a su valor económico. El objetivo del presente estudio ha sido clasificar canales de potro de raza *Jaca Navarra* y *Burguete* mediante valores subjetivos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado 46 canales de potros de raza *Jaca Navarra* (27) y de raza *Burguete* (19). La clasificación de la conformación se realizó mediante el sistema de clasificación de las canales ONIVEB (ONIVEB, 1979), (“Extra”, “Buena” y “Medio”), el Estado de Engrasamiento (E. E.) (Courtot, 1984) (“No graso”, “Poco cubierto”, “Cubierto”, “Graso”, “Muy graso”) y las variables cualitativas (Horcada, A., 2000): Distribución de la Grasa de cobertura (D. Gr.) (“Uniforme”, “Irregular”), Color de la Grasa (Col. Gr.) (“Blanca”, “Blanca amarillenta”, “Amarilla clara”, “Amarilla” y “Amarilla intensa”), Consistencia de la Grasa (Con. Gr.) (“Dura”, “Blanda” o “Aceitosa”), cantidad de Grasa en la Falda (Gr. Fa.) (“No graso”, “Poco cubierto”, “Cubierto”, “Graso”, “Muy graso”) y color de la Carne (Col. Car.) (“Rosa pálido”, “Rosa”, “Rojo pálido”, “Rojo” y “Rojo intenso”). Cada clase se puntuó numéricamente y se añadieron los signos + y – considerándose como +0,25 o -0,25 puntos de la variable estudiada sobre la puntuación de la clase correspondiente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tipo de raza (*Jaca Navarra* vs. *Burguete*) se relacionó de manera significativa con los diferentes grados de conformación de ONIVEB ($\chi^2 = 9,4$; $p < 0,1$). Un 33,3% y un 68,4% de las canales de las razas *Jaca Navarra* y *Burguete* se clasificaron en la categoría “Extra”. Por consiguiente, se trata de canales con perfiles convexos cuyo desarrollo muscular es denso y masivo. Estos resultados concuerdan con los hallados por Sarriés y Beriain (2005). Por otra parte, no hay evidencias estadísticamente significativas entre la raza y las diferentes variables subjetivas que evaluaron la calidad de la canal. Así, para el E. E. ($\chi^2 = 14,6$; $p > 0,05$) resultó ser un 44,1% canales “Poco cubierto”, por tanto, sería interesante trabajar sobre la deposición de grasa de los potros para que ésta mejore la conservación de las canales durante la refrigeración. Para el caso de la D. Gr. en la canal, el 100% de las canales tuvieron una distribución “Uniforme”. En relación al Col. Gr. ($\chi^2 = 3,4$; $p > 0,05$), el 83% de las canales alcanzaron un color de la grasa “Blanco”, lo que evidencia que las características del alimento aportado a los animales en este estudio ha sido similar. Acerca de la Con. Gr. ($\chi^2 = 4,9$; $p > 0,05$), un 97% de las canales tuvo una consistencia “Dura” lo que contribuye positivamente a la maduración de las canales y a reducir la liberación de agua durante la refrigeración de las mismas. Respecto a la cantidad de Gr. Fa. ($\chi^2 = 9,08$; $p > 0,05$), un 50% de las canales estuvieron “Cubiertas”. Finalmente, en cuanto al Col. Car. ($\chi^2 = 3,5$; $p > 0,05$), un 63,4% de las canales alcanzaron un color “Rojo”, lo que puede considerarse adecuado para el consumidor de carne de potro.

CONCLUSIÓN

El sistema de clasificación ONIVEB y las variables subjetivas cualitativas medidas en la canal sobre los potros de raza *Jaca Navarra* y *Burguete* permiten identificar y clasificar de una forma sencilla y rápida en diferentes categorías comerciales, las cuales podrían ser empleadas para predecir el valor comercial de las canales mediante las diferencias observadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Courtot, D., 1984. Le cheval. 611-614, Paris, INRA Ed.
- Horcada, A., 2000. Navarra. Agraria, 119, 57-64.
- ONIVEB, 1979. Office National Interprofessionnel du Betail et des Viandes, France.
- Sarriés M.V., 2005. Meat Sci. 70: 141-152.

Agradecimientos: Proyecto OPEN2PRESERVE (SOE2/P5/E0804) financiado por el Fondo Europeo del Desarrollo Regional (FEDER).

EFECTO DE LA CASTRACIÓN EN EL CEBO DE VACAS FRISONAS

Moreno¹, T, García², C, Alonso², R, López¹, M. y Crecente¹, S

¹Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo - Carretera Betanzos-Santiago km7 - 15318 Mabegondo (A Coruña), España; ²Centro Tecnológico de la Carne – Avda. de Galicia 4, Parque Tecnológico de Galicia – 32900 - San Cibrao das Viñas (Ourense), España; teresa.moreno.lopez@xunta.es

INTRODUCCIÓN

En el año 2017 surge la IGP *Vaca Galega/Boi Galego*, amparando la carne procedente de *vacuno mayor* nacido, criado y sacrificado en Galicia (DOG nº64 31/3/2017). El fin de la IGP es valorizar esta tipología de animales a través de un adecuado período de cebo. El potencial para este tipo de producción en Galicia es enorme, sobre todo en vacas de aptitud láctea debido a su elevado censo, con el 42% de las vacas de leche de todo el territorio español (MAPA, 2020), principalmente de raza Holstein-Friesian (HF). Teniendo en cuenta este potencial, se considera relevante estudiar alternativas productivas, como la castración de las vacas, para mejorar la eficiencia del cebo, tanto en los parámetros productivos como en las características de la canal y de la carne.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron 21 vacas HF del rebaño lechero del CIAM con una edad 5-10 años, repartiéndose en dos grupos equilibrados en función del peso vivo, condición corporal y edad, para estudiar el efecto de la castración sobre el cebo: castradas C (n=11) vs. Enteras E (n=10). Se realizó la castración al grupo C mediante el método mínimamente invasivo RILÚ (Ludueña, 2014). Las 21 vacas estuvieron en pastoreo durante 4 meses hasta el inicio del cebo, que duró 212 días. La dieta de cebo consistió en silo de hierba *ad libitum* y pienso concentrado de alta energía, en cantidades crecientes de 4, 6 y 8kg.vaca/día. En el CIAM se realizó el control de las ganancias medias diarias (GMD) y control visual condición corporal (CC). Una vez sacrificadas, a 24h *pm* se determinó sobre la canal: peso canal (PC), conformación (CONF) y estado engrasamiento (EE) (Reg. 1249/2008). Se diseccionó el *Longissimus thoracis* de la media canal izquierda para determinar la composición química.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el primer mes después de la ovariectomía se produce un efecto negativo en la GMD (g/día), disminuyendo significativamente a menos de la mitad respecto a las E (494 vs 1143; $p<0,001$). Estas diferencias en los primeros días post intervención son coincidentes con las observaciones de Horstman *et al.* (1982). Sin embargo, este descenso de GMD en C desaparece durante el periodo total de pastoreo previo al engorde, igualándose C y E (906 vs 1044; ns). Durante el cebo, la GMD fue significativamente más alta en C (658 vs 439; $<0,05$). En este sentido, en el estudio de Ashworht *et al.* (2007) se observó como la ovariectomía mejoró la ganancia de peso corporal en vacas jóvenes. Por otro lado, no se observaron diferencias significativas por efecto de la castración para CC (desde 4 inicio a 7 al final), PC (~430kg), rendimiento canal (~48%), CONF (O) y EE (4). En la composición de la carne, la castración afectó significativamente al contenido de proteína (18,9 en C vs 20,2% en E; $p<0,05$) y grasa intramuscular (17,6 en C vs 14,3% en E; $p<0,1$), en concordancia con el estudio de Nian *et al.* (2017) en machos castrados.

CONCLUSIÓN

La castración permitió mejorar ciertos parámetros durante el cebo, como la GMD y el contenido de grasa intramuscular. Sin embargo, habría que observar los resultados en cebos de mayor duración. El temperamento del grupo de vacas castradas fue más tranquilo, evitando montas y posibles riesgos de daños en esta tipología de animal de gran envergadura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ashworth, G.E., Poloni, L.A. & Gauna, H.F. Castración de vacas una alternativa para mejorar los sistemas de engorde. 2007. *Vet. Mex.*, 38 (4):383-394.
- Ludueña, H.R. Castración de hembras bovinas 2014. Univer. Nacional Rio Cuarto Argentina.
- Nian, Y., Allen, P., Harrison, S.M., Kerry, J.P. Effect of castration and carcass suspension method on the quality an fatty acid profile of beef from male dairy cattle. 2018. *Journal of Science of Food and Agriculture*. Vol 98 (issue 11): 4339-4350.

Agradecimientos: Grupo Operativo FEADER 2018/031B financiado por la AEI (MR331B) y Consellería del Medio Rural de la Xunta de Galicia.

EFFECTO DE LA TEMPERATURA Y ADICIÓN DE TRUFA NEGRA EN LA CALIDAD DE LA CARNE DE LECHAL Y TERNASCO DE OJINEGRA DE TERUEL

Ripoll, G., Joy, M., Sánchez-Durán, S., García-Barreda, S., Marco, P. y Panea, B.
Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón; Avda. Montañana, 930, Zaragoza, España; gripoll@aragon.es

INTRODUCCIÓN

En España, la producción cárnica de algunas razas ovinas autóctonas se limita, casi exclusivamente, a la comercialización de carne fresca, muchas veces avalada por una etiqueta oficial de calidad (I.G.P.). Sin embargo, las nuevas tendencias del mercado fomentan la diversificación de los productos como medio para aumentar la cuota de mercado y la renta de los productores. El cocinado *sous-vide* y el uso de la trufa pueden utilizarse para diversificar los productos derivados del cordero. El objetivo de este estudio es tipificar la carne de lechal y ternasco de la raza Ojinegra de Teruel trufado y cocinado mediante la técnica *sous-vide* a 3 temperaturas diferentes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se adquirieron 8 lechales y 8 ternascos de la raza Ojinegra de Teruel. Se extrajeron los músculos *longissimus thoracis et lumborum* (LTL) de ambas hemicanales y se se midió el pH último y la composición proximal del LTL. Se dividieron los LTL en 3 porciones, consiguiendo 96 muestras, que se congelaron hasta su análisis. Las muestras se repartieron siguiendo un diseño factorial equilibrado (2 categorías x trufa x 3 temperaturas), teniendo en cuenta la localización del LTL (craneal, central y caudal). A la mitad de las muestras de cada tipo de cordero, se les añadió *Tuber melanosporum* laminada en un 5 % en peso, en la cara dorsal del LTL. Se envasaron todas las muestras al vacío y se cocinaron a 55°, 65° o 75°C durante 16 horas, y posteriormente se abatió la temperatura a -18°C durante una hora. Se calcularon las pérdidas por cocinado y se midió la textura instrumental con un Instron equipado con una célula Warner-Bratzler. Se realizó un análisis de varianza de las variables estudiadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso de la canal fría de los lechales fue de 5,12 kg y el de los ternascos fue de 10,28 kg (e.e.=0,315; $P < 0.0001$). El pH último, la materia seca, la grasa intramuscular y la proteína bruta de lechal y ternasco, respectivamente, fue de 5,92 vs 5,83 (e.e.=0,015; $P < 0,001$), 24,19 vs 23,02 (e.e.=0,193 ; $P < 0,001$), 2,37 vs 1,82 (e.e.= 0,212; $P = 0,09$), 20,36 vs 19,05 (e.e.=0,174; $P < 0,0001$). Los valores de pH fueron más altos de lo esperado (Panea *et al.*, 2010; Carrasco *et al.*, 2009) porque los ternascos estuvieron más tiempo con humanos y son menos susceptibles al estrés causado por el manejo pre-sacrificio que los animales más jóvenes (Ripoll *et al.*, 2011). Las pérdidas por cocinado dependen de la temperatura del mismo ($P < 0,0001$). Así, a mayor temperatura, mayores son las pérdidas, con valores de 17,3% a 55°C, 35,6% a 65°C y 40,2% a 75°C. Resultados similares fueron los obtenidos por Roldán *et al.* (2013). La adición de trufa ($P = 0,005$) y la temperatura ($P < 0,0001$) tuvieron efecto sobre esfuerzo máximo Warner-Bratzler, pero no la categoría comercial ($P > 0,05$). Mientras la diferencia entre las muestras con o sin trufa no fue muy grande dentro del mismo tratamiento térmico (aproximadamente 5 N), la existente entre temperaturas fue más notable, con un salto cualitativo entre 55°C y 65°C (entre 10-15 N). Este endurecimiento podría deberse a las pérdidas de agua por cocinado, y a la desnaturalización de las proteínas con la temperatura (Laakkonen, 1973). No se han encontrado estudios sobre la adición de trufa en la textura. Sin embargo, la trufa contiene glutatión peroxidasa y otras enzimas antioxidantes (Amicarelli *et al.*, 1999), además de calcio, lo que contribuiría a aumentar la terniza (Harki *et al.*, 2006).

CONCLUSIÓN

El cocinado *sous-vide* hace desaparecer diferencias en pérdidas de agua y textura entre categorías comerciales, y se recomendaría una temperatura de cocinado menor para no endurecer la carne. El efecto de la trufa sobre la dureza de la carne es un factor que debería ser estudiado con más detalle.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amicarelli, F. *et al.* 1999. Mycological Res. 103: 1643-1648. • Carrasco, S. 2009. Meat Sci. 83: 50-56 • Harki, E. *et al.* 2006. Food Chem. 99: 394-400. • Laakkonen E. 1973. Advances in food research, Vol. 20, pp. 257-323. • Panea, B *et al.* 2010. ITEA. 106: 229-244 • Ripoll, G. 2011. Meat Sci. 87: 151-156 • Roldan, M. *et al.* 2013. Meat Sci. 93: 572-578.

Agradecimientos: AGROJI. Fondos FITE del Gobierno de Aragón “Construyendo Europa desde Aragón” (2016-653A)

EFFECTO DE LA DIRECCIÓN DE CORTE DE LAS FIBRAS MUSCULARES EN LA FUERZA DE CIZALLA DE PIEZAS DE LA BOLA DE LA RAZA ALBERA

Panella-Riera, N. y Font-i-Furnols, M.

¹ IRTA-Monells, Finca Camps i Armet, s/n, 17150 Monells, Girona; nuria.panella@irta.cat

INTRODUCCIÓN

La raza de la Albera es una raza vacuna en peligro de extinción. La dureza es uno de los mayores retos para revalorizar su carne. En general, la ternura de la carne de vacuno es uno de los atributos más deseados por parte del consumidor (Huffman *et al.*, 1996); se sabe que su predisposición al pago aumenta por una carne más tierna (Font-i-Furnols y Guerrero, 2014). El objetivo del trabajo es identificar estrategias de corte de las piezas cárnicas para optimizar la ternura de la carne. Para ello y como punto inicial, se estudió el efecto de la orientación del corte respecto a la orientación de las fibras musculares de distintas piezas de la bola, sobre la dureza instrumental.

MATERIAL Y MÉTODOS

Nueve animales comerciales de raza *Albera* (3 puros; 6 cruzados; $14,4 \pm 2,87$ meses; peso canal: $249,6 \pm 29,75$ kg) se seleccionaron para evaluar la dureza de la carne. Tras las 2 semanas *post mortem* (pm), se tomaron 11 muestras de 7 piezas de la bola (1. Redondo de pierna, 2A. Tapilla o picaña, 2B. Contra, 3. Raballo de cadera, 4. Solomillo, 5A. Centro de cadera; 5B. Centro de cadera; 6A. Babilla; 6B. Babilla; 7A. Tapa y 7B. Tapa). De cada una se cortaron 3 lonchas de 3 cm, siguiendo 3 orientaciones distintas respecto a la dirección de las fibras musculares: paralelo (0°), perpendicular (90°) y 45° . Cada loncha se envasó individualmente y se congeló a -20°C . Para el test Warner Braztler, se descongelaron las muestras 24 horas a 4°C , y se cocinaron en un horno de convección a 200°C hasta alcanzar 71°C en su interior. Se analizó la dureza con un texturómetro Texture Analyzer Alliance RT/5 (Moller, 1980). Para ello, se cortaron cilindros con las 3 orientaciones de las fibras musculares para conseguir un corte de cizalla cortando las fibras a 90° (perpendicular), a 45° y 0° (paralelo). Además, como referencia se analizó la textura del músculo *longissimus dorsi* cortado perpendicular (90°) a las fibras. Para cada pieza y orientación de corte, se calculó la media de la fuerza de cizalla de los cilindros obtenidos. Se analizaron los datos con el paquete estadístico SAS (vers. 9.4), con el procedimiento MIXED, con los grados y la raza (pura o cruzada) como efectos fijos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La resistencia al corte de las piezas cárnicas estudiadas fue de $4,2 \pm 1,17$ kgf tras 2 semanas pm. El ranking de dureza de las piezas cortadas perpendicularmente a la dirección de las fibras fue, de mayor a menor fuerza de cizalla: la tapa, el raballo de cadera, contra, redondo de pierna, *longissimus dorsi*, centro de cadera, babilla, picaña y solomillo. La resistencia al corte fue mayor en general (8 de las 11 muestras) en los animales puros ($4,9 \pm 0,98$ kgf) que en los cruzados ($3,9 \pm 1,17$ kgf). Los resultados indican que 2 semanas de reposo en canal, los animales cruzados estudiados consiguieron un nivel de ternura considerado "tierno" ($3,2-3,9$ kgf) mientras que los animales puros consiguieron una dureza intermedia ($3,9-4,6$ kgf) según Belew *et al.* (2003). En cuanto a la dirección del corte, en todos los casos el corte a 90° (perpendicular) a las fibras musculares resultó significativamente más duro que el corte a 0° (paralelo). El corte a 45° resultó tener valores intermedios y difirió significativamente de uno u otro según la pieza cárnica. Las piezas cortadas a 0° se pueden considerar todas muy tiernas ($<3,2$ kgf), las cortadas a 90° duras ($>4,7$ kgf) y las cortadas a 45° con dureza intermedia ($3,9-4,6$ kgf).

CONCLUSIÓN

En las condiciones de este estudio podemos concluir que se observan diferencias entre los animales cruzados y los animales puros en la dureza de la carne tras 2 semanas *post mortem*. Además, se observa que la dirección del corte de las piezas cárnicas respecto a la dirección de las fibras musculares es también determinante para la dureza de la carne.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Belew, J. B., *et al.*, 2003. Meat Sci. 64, 507-512
- Font-i-Furnols, M. & Guerrero, L., 2014. Meat Sci. 98, 361-371
- Huffman *et al.*, 1996. J. Anim. Sci. 74, 91-97
- Moller, A., 1980. Meat Sci. 5, 247-260.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto POCTEFA EFA216/16ALBERAPASTUR. Los autores agradecen la colaboración de los técnicos, A Quintana, A Pacreu y MJ Bautista por su excelente trabajo.

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE ACEITE DE MURTA EN LA DIETA DE CABRITOS SOBRE LA CALIDAD SENSORIAL DE LA CARNE

Smeti¹, S., Mekki¹, I., Lobón², S., Joy², M. y Atti¹, N.

¹University of Carthage, INRA-Tunisia 2049 Ariana, Tunisia. ²Centro de Investigación y Tecnología Alimentaria de Aragón – IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza), Avda. Montañana, 930, 50059 Zaragoza, España; sam_fsb@live.fr

INTRODUCCIÓN

La murta (*Myrtus communis* L.) es una Mirtaceae de hoja perenne espontánea que crece en el área mediterránea. Las diferentes partes de la planta se utilizan en la industria alimentaria y cosmética. Actualmente, los extractos de murta se utilizan en los alimentos contra bacterias patógenas y de descomposición (Amenour *et al.*, 2010). Su inclusión en la dieta tiene interés ya que puede provocar una extensión del periodo de vida útil de la carne, aunque también puede tener efecto sobre los atributos sensoriales. El objetivo del presente estudio fue la evaluación de los efectos de la inclusión de aceites esenciales de murta en la dieta sobre la evaluación sensorial de la carne de cabritos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en 21 cabritos de raza autóctona tunecina con un peso vivo (PV) de 12,7 ± 0,3 kg PV. Los cabritos se dividieron en 3 grupos homogéneos según su PV y se alojaron en corrales individuales. Los tratamientos fueron inclusión de 0%, 0.3% o 0.6% de aceites esenciales de murta. Los aceites esenciales se mezclaron con el concentrado individualmente para cada animal inmediatamente antes de la oferta de la comida. Al final del experimento, todos los cabritos se sacrificaron, faenaron y tras 24 h de refrigeración se separaron ambos músculos *Longissimus toracis et lumborum*, trocearon y congelaron. Previo a la evaluación sensorial, las muestras se descongelaron a 4 ° C, se envolvieron en papel de aluminio y se colocaron en un horno precalentado a 180 ° C hasta que la temperatura central alcanzó 71 ° C. Inmediatamente después de la cocción, se obtuvieron muestras en cubos de 1x1 cm y se procedió a la evaluación de la ternura (escala 1-10; 1 = extremadamente duro, 10 = extremadamente tierno), jugosidad (escala 1-10; 1 = extremadamente seco, 10 = extremadamente jugoso), sabor (escala 1-10; 1 = muy pobre, 10 = muy bueno) y aceptabilidad global (escala 1-10; 1 = no aceptable 10 = extremadamente aceptable). La evaluación se realizó en una habitación controlada (la temperatura estaba entre 20 y 22 ° C con 60-70% de humedad e iluminados con luz roja) por 15 experimentados panelistas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los atributos sensoriales de la carne de cabrito fueron similares entre los grupos ($P > 0.05$). Se encontró que las muestras de carne de los 3 grupos eran moderadamente tiernas (puntuación = 5,95), jugosas (puntuación = 5,22), sabrosas (puntuación = 5,76) y con una puntuación de aceptabilidad general igual a 6. Los resultados obtenidos son comparables a las encontradas por Tibaoui *et al.* (2020) quienes concluyeron que la administración de hojas de murta destiladas en la dieta de ovino no provocaba ninguna modificación significativa del olor y sabor de la carne. De manera similar pero en carne de codorniz, Biricik *et al.* (2012) mostraron que la inclusión de aceite de murta en la dieta de codornices tampoco afectaba a los atributos sensoriales de la carne, aunque los valores más altos correspondieron a los tratamientos con inclusión de murta.

CONCLUSIÓN

Los resultados del estudio actual mostraron que la inclusión de aceites esenciales de murta en la dieta de cabritos no afectó negativamente las propiedades sensoriales de la carne. Esta estrategia podría ser eficaz para proteger este producto contra la decoloración y la oxidación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amenour, M., Bouhdid, S., Fernández-López J., Idaomar M., Skali-Senhaji N., & Abrini J. 2010. *Inter J Food Prop.* 13: 1215-24.
- Biricik, H. A. K. A. N., Yesilbag, D., Gezen, S. S., & Bulbul, T. 2012. *Revue Med Vet.* 163: 134-138.
- Tibaoui, S., Essid, I., Smeti, S., Bertolin, J. R., Joy, M., & Atti, N. 2020. *Inter J Food Sci. Technol.* 55: 1151-1161.

Agradecimientos: Los autores agradecen a Zina Taghouti, técnica en el laboratorio de Producción Animal del INRAT por la asistencia técnica.

ESTIMACIÓN DE LA COMPOSICIÓN TISULAR DE CORDEROS BARBARINE DE COLA GRASA MEDIANTE MEDIDAS EN VIVO DE LA COLA

Yogoubi¹, Y., Hajji¹, H., Smeti¹, S., Ripoll², G., Joy², M. y Atti¹, N.

¹University of Carthage, INRA-Tunisia; ²Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), Zaragoza, España; gripoll@aragon.es

INTRODUCCIÓN

La determinación de la composición tisular de corderos mediante disección requiere la destrucción de la propia canal. Otros métodos de estimación basados en el peso vivo, tamaño de los adipocitos (Susmel, 1992) o técnicas de dilución (Robelin, 1981) son caras y requieren de equipamientos y reactivos específicos. En el caso concreto de razas de cola grasa, las medidas en vivo de la cola permiten una predicción precisa de la grasa y del músculo (Atti, 1992; Zamiri y Izadifard, 1997). El objetivo de este trabajo es comparar la estimación de la composición tisular de los corderos usando las medidas de la cola con la disección de la canal, así como las ganancias diarias de peso vivo, músculo y grasa de corderos de raza Barbarine alimentados con residuos de destilación de romero (RR).

MATERIAL Y METODOS

Se hicieron 3 grupos de 7 corderos machos de raza Barbarine cada grupo. Todos los corderos recibieron una dieta base de 600 g de concentrado. El grupo control recibió además 600 g de heno de avena mientras que los grupos RR87 y RR60 recibieron 600 g of pellets conteniendo 87 y 60% de RR, respectivamente (Yagoubi et al, 2020). Durante el cebo, se fueron registrando el peso vivo, y la profundidad y circunferencia de la cola en la parte alta y media para estimar la composición tisular de la canal de acuerdo con Atti y Ben Hamouda (2004). Una vez sacrificados los animales, se pesó la grasa omental y mesentérica. El tracto digestivo se pesó lleno y vacío para determinar el contenido digestivo y con el calcular el peso vivo vacío. Tras 24 horas de oreo se pesó la canal fría, se disecó la canal y se calculó la grasa total como la suma de la grasa de la canal, la grasa omental y mesentérica. Posteriormente, se calculó la cantidad de músculo y grasa de la canal, así como la ganancia media diaria de músculo y carne, siguiendo la metodología de los autores anteriores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cantidad de músculo estimada con las medidas en vivo y la de la disección fue similar (8,02 y 8,13 kg, respectivamente; $P > 0,05$) al igual que la cantidad de grasa (3.33 y 3.05 kg, respectivamente; $P > 0,05$). Estos resultados apoyan la idea de diversificar los métodos *in vivo* para estudiar la calidad de la canal, sin tener que sacrificar al animal. De acuerdo con los resultados de la estimación en vivo, la cantidad inicial de músculo y grasa fueron 5,24 y 1,75 kg, respectivamente. La ganancia media diaria fue de 130 g, aunque la ganancia fue mayor ($P < 0.05$) en los corderos alimentados con residuos de romero (177 y 164 g/d de RR60 y RR87, respectivamente) que en los corderos del lote control (98 g/d). Esta diferencia se puede atribuir al mayor contenido en proteína bruta en las dietas RR. La ganancia de carne vendible fue un 64% de músculo y un 36% de grasa.

CONCLUSIÓN

El método de predicción *in vivo* de la canal usando medidas simples de la cola es un método adecuado, que permite el estudio de la evolución de los tejidos como el músculo y la grasa sin tener que sacrificar los animales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atti, N., 1992. Opt Méd. 13: 31-34.
- Atti, N. & Ben Hamouda, M. 2004. Small Rumin Res. 53: 151-155.
- Robelin, J. 1981. Report on a CEC Workshop, Copenhagen. 15–16 December, pp. 73–78.
- Susmel, P., Cavanese, B., Filacorda S. & Piasentier E., 1995. Opt Méd. 27: 59-66.
- Zamiri, M.J. & Izadifard, J., 1997. Small Rumin Res. 26: 261– 266.
- Yagoubi et al 2020 Arch. Anim. Breed., 63, 431–439, 2020

Agradecimientos: Los autores agradecen al personal del INRAT, especialmente a Zina Taghouti por su colaboración.

EL CONSUMO DE CARNE FRESCA DE CERDO IBÉRICO: UNA SEGMENTACIÓN DE CONSUMIDORES SEGÚN SUS HÁBITOS Y ESTILOS DE VIDA

Ortiz¹, A., Díaz-Caro², C., Tejerina¹, D., Escribano³, M., Crespo⁴, E. y Gaspar³, P.

¹Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX-La Orden), Ctra. A-V, Km372, 06187 Guadajira, Badajoz, 06187, ²Departamento de Contabilidad y Finanzas, Universidad de Extremadura, Avda. de la Universidad s/n. 10003, Cáceres, ³Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Extremadura, Avda. de la Universidad s/n. 10003, Cáceres, ⁴Departamento de Economía, Universidad de Extremadura, Av. de Adolfo Suárez, s/n, 06007 Badajoz; alberto.ortiz@juntaex.es

INTRODUCCIÓN

El aumento del consumo de carne fresca de cerdo ibérico es relativamente reciente y se centra en el consumo de los cuatro cortes comerciales más habituales presentes en el mercado: el solomillo, la presa, la pluma y el secreto. Esta demanda no sólo responde a criterios de calidad nutricional, sensorial o aspectos éticos (Trícia *et al.*, 2019), sino también se ve influida por la actitud y los estilos de vida de los consumidores actuales (Tomasevic *et al.*, 2018). En este marco se ha considerado relevante realizar un análisis de los hábitos de consumo de los cuatro cortes de carne del cerdo ibérico mencionados identificando segmentos de consumidores a través de: (i) sus frecuencias de consumo de carne ibérica, (ii) de sus características sociodemográficas, y (iii) de sus actitudes y estilos de vida.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos analizados en este estudio se obtuvieron mediante una encuesta online realizada en ocho comunidades autónomas españolas, agrupadas en tres zonas en función de los hábitos de consumo (superior, inferior y en la media nacional) de jamón ibérico según los datos disponibles en el informe de consumo de jamón ibérico en los hogares por comunidades autónomas (MAPA, 2014). El número total de encuestas válidas fue de 1.501. La metodología estadística utilizada para el establecimiento de los segmentos de consumo fue el resultado de la combinación de dos técnicas multivariantes: Análisis de Componentes Principales y Cluster de dos fases, con el fin agrupar a los consumidores que son similares entre sí, pero diferentes de los demás.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio permitieron extraer cuatro componentes principales a partir de 18 variables de escala sobre hábitos y estilos de vida y fueron denominados: "Ecología", "Actividad física y salud", "Estrés y estado emocional" y "Personalidad". A partir de estos componentes y de variables categóricas tanto de frecuencia de consumo como sociodemográficas se identificaron tres segmentos homogéneos de consumidores: "desmotivados e indiferentes a la carne ibérica", "innovadores e interesados" y "tradicionales con consumo frecuente". El lomo ibérico y el secreto fueron los cortes más consumidos en todos los segmentos de consumo, mientras que el principal motivo del menor consumo de presa y pluma fue "no me gusta", especialmente entre los consumidores "desmotivados".

CONCLUSIÓN

Las características sociodemográficas y las actitudes y estilos de vida de los consumidores resultaron determinantes en el comportamiento de consumo de los diferentes cortes comerciales de cerdo ibérico estudiadas. Por tanto, podrían ser aspectos clave a tener en cuenta en el diseño de futuras estrategias de comercialización de estos productos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Trícia *et al.*, 2019. Environmental impacts of pig production systems using European local breeds: The contribution of carbon sequestration and emissions from grazing. *J. Cleaner Prod.*, 237.
- Tomasevic *et al.*, 2018. Consumers' perceptions, attitudes and perceived quality of game meat in ten European countries. *Meat Sci.*, 142, 5-13.
- MAPA. (2014). El consumo de jamón ibérico en hogares por Comunidades autónomas 2008/2013.

Agradecimientos: RTA2015-00002-C04-03 proyecto financiado por INIA-EAI y fondos FEDER.

EMPLEO DE SALES CÁLCICAS DE ÁCIDOS GRASOS N-3 EN LA RACIÓN DE OVEJAS: RENDIMIENTOS, CALIDAD DE LECHE Y CANAL DE LOS LECHAZOS

Gallardo¹, B., Lavín², P., Mantecón², A.R. y Manso¹, T.

¹Área de producción Animal. Dpto. C. Agroforestales. Universidad de Valladolid. 34004 Palencia, España.

²Instituto de ganadería de montaña (IGM, CSIC-ULE). Finca marzanas s/n, 24346 Grulleros (León), España; mtmanso@uva.es

INTRODUCCIÓN

Los ácidos grasos (AG) n-3, como el ácido α -linolénico y los ácidos grasos n-3 de cada larga, han sido relacionados con efectos beneficiosos para la salud humana (Kouba y Mouro, 2011), por lo que su incremento en los alimentos derivados de los rumiantes ha generado un gran interés. La incorporación en las raciones de ovejas de grasas ricas en estos AG n-3 es una de las estrategias más efectivas para mejorar el perfil lipídico de los productos obtenidos. El objetivo de este trabajo ha sido estudiar el efecto de la incorporación de sales cálcicas de AG n-3 en la ración de ovejas Churras en inicio de lactación sobre la calidad de la leche y los rendimientos productivos de los corderos lechales producidos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Después del parto, 36 ovejas Churras y sus correspondientes 36 corderos fueron asignadas a 3 tratamientos experimentales de acuerdo con la grasa que recibieron: Control (sales cálcicas de aceite de palma), LIN (sales cálcicas de aceite de linaza) y LINFISH (sales cálcicas de ácidos grasos de pescado y aceite de linaza). Cada tratamiento recibió *ad libitum* la misma ración total mezclada variando únicamente el tipo de grasa incorporada, que se incorporó para que aportara un 2,5% de grasa a la ración. La producción y la composición de la leche se controló en la tercera semana de lactación y el perfil de AG de la leche se analizó mediante cromatografía de gases (Gómez-Cortés *et al.* 2014). Los corderos permanecieron con sus madres hasta el momento del sacrificio (aproximadamente 11 kg), siendo alimentados exclusivamente con leche materna. Se registró el peso vivo al sacrificio, el peso de la canal caliente y la canal fría, el pH de la carne, el color de la carne y de la grasa y el peso de la grasa pélvico-renal. Todos los datos se analizaron mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La inclusión de sales cálcicas ricas en AG n-3 en la ración de ovejas Churras durante el inicio de lactación no dio lugar a diferencias significativas ($P > 0,05$) en la producción de leche y únicamente se observó un descenso significativo en la producción y el porcentaje de grasa de la leche de las ovejas de los tratamientos LIN y LINFISH ($P < 0,05$). La incorporación de grasas ricas en AG n-3 no afectó al contenido total de AG saturados, monoinsaturados y poliinsaturados ($P > 0,05$) de la grasa de la leche de las ovejas, sin embargo, aumentó el contenido en AG n-3 ($P > 0,05$). El contenido en ácido vaccénico y ruménico de la grasa de la leche fue significativamente mayor ($P < 0,001$) en los tratamientos LIN (181 y 128 %) y LINFISH (389 y 217%) con respecto al tratamiento Control. El porcentaje de ácido linolénico de la grasa de la leche fue un 28% mayor ($P < 0,001$) en el tratamiento LIN que en el tratamiento Control y el porcentaje del ácido docosahexaenoico fue un 457% mayor ($P < 0,001$) en el tratamiento LINFISH que en el tratamiento Control. La inclusión de sales cálcicas ricas en AG n-3 no afectó de manera significativa ($P > 0,05$) a ninguno de los parámetros relativos al peso, crecimiento y características de la canal de los lechazos pertenecientes a los distintos tratamientos experimentales.

CONCLUSIÓN

Las sales cálcicas ricas en AG n-3 mejoran la calidad nutricional de la grasa de la leche de las ovejas sin que los rendimientos productivos de los lechazos se vean afectados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gómez-Cortés *et al.* 2014. Meat Sci. 96: 1304-1312
- Kouba *et al.* 2011. Biochimie 93: 13-17

Agradecimientos: este trabajo ha sido financiado por la Agencia Estatal de Investigación y Fondo Europeo de Desarrollo Regional (proyecto AGL2016-75159-C2-1-R).

PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE CARNE DE CONEJOS CEBADOS CON 20% DE BELLOTA EN EL PIENSO

Bouzaida¹, M.D., Resconi¹, V.C., Romero¹, J.V., Olleta¹, J.L., Asenjo², B., Miranda-de la Lama¹, G.C. y María¹, G.A.

¹Dept. Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Zaragoza, 50013 Zaragoza, España. ²Escuela Universitaria de Ingenierías Agrarias, Universidad de Valladolid, 42004 Soria, España; resconi@unizar.es

INTRODUCCIÓN

España es uno de los mayores productores de trufa, que vive en simbiosis con especies arbóreas como el *Quercus ilex*, cuyo subproducto (bellotas) se puede aprovechar para la alimentación animal. En este estudio se comparan parámetros productivos y calidad instrumental de la carne de gazapos cebados con un pienso comercial medicado *versus* un pienso no medicado con 20% de bellota.

MATERIAL Y MÉTODOS

Conejos neozelandeses (36), destetados a los 35 d se distribuyeron en dos grupos equilibrados por peso y sexo, en jaulas de cebo con 6 gazapos. La alimentación fue *ad libitum* durante 30 d con un control (21 d pienso comercial medicado con hidrocloreto de robenidina, más 9 días con pienso de retirada) o un pienso no medicado, con un 20% de bellota añadida. La nave fue controlada a 20°C y con 16 h de luz al día (Servicio de Experimentación Animal, Unizar). Se registraron el consumo de pienso y los pesos vivos semanales y al sacrificio, calculándose el índice de conversión (por jaula). Los conejos fueron sacrificados en un matadero a 28 km. Las canales se transportaron al área de Producción Animal de Unizar y se mantuvieron 24 h a 4°C. En la parte craneal del músculo *Longissimus dorsi* (LD) se evaluó el pH y el color, tras 1 h del corte (colorímetro Minolta CR-200b, CIE L*a*b*). La parte caudal se envasó al vacío y se conservó a -18 °C, descongelándose 24 h a 4 °C para evaluar la textura con la cizalla *Warner-Bratzler* en un equipo Instron 4301, con 3-4 prismas de 1x1 cm por muestra. La carne envasada al vacío se cocinó a baño maría hasta 70°C, valorándose además, las pérdidas por descongelación. Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza (SAS, 1988), incluyendo como efecto fijo el pienso (alternativo vs control) con $P \leq 0,05$ como significativo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se muestran valores promedio del tratamiento alternativo (20% bellota en pienso no medicado) y control (pienso comercial medicado), respectivamente. Los resultados valorados por jaula en relación a los pesos vivos al destete (4,65 y 4,58 kg), semanales y al sacrificio (11,63 y 11,93 kg) y el índice de conversión (2,76 y 3,05) fueron similares para ambos grupos. El peso de la canal tampoco fue afectado por los distintos piensos (1,17 y 1,20 kg). Estudios anteriores tampoco encontraron efecto en datos productivos cuando se reemplazó bellota con cereales u oleaginosas en pienso de gazapos de cebo (Kadi *et al.*, 2016 y Wolf y Cappai, 2020).

La carne del grupo bellota presentó un pH más bajo que el grupo control (5,69 vs 5,77), si bien ambos valores son normales. La carne del grupo bellota fue más luminosa (56,22 vs 52,52) y con un mayor índice de amarillo (9,71 vs 5,54), quizás asociado a las diferencias de pH. Por otro lado, las pérdidas por descongelación fueron menores en el grupo bellota (9,42% vs 10,79%), que podría tener relación a un efecto protector de los antioxidantes sobre las membranas celulares (Abdel-khaled, 2013, Bouzaida *et al.*, 2020). La fuerza máxima de corte (2,5 y 2,4 Kgf) fue similar en ambos grupos.

CONCLUSIÓN

La inclusión de un 20% de bellota al pienso no medicado de gazapos de cebo no afecta la productividad ni deteriora la calidad instrumental de la carne respecto a un pienso comercial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdel-Khalek, A.M. 2013. *Livest Sci* 58:95-105.
- Bouzaida, M.D., Resconi, V.C., Barahona, M., Romero, J.V., Olleta, J.L., Miranda-de la Lama, G.C., Asenjo, B. & María, G.A. 2020. *WebiAsescu*, 17-18.
- Kadi, S.A., Belaidi-Gater, N., Djourdikh, S., Aberkane, N., Bannelier, C. & Gidenne, T. 2016. *Proc 11th World Rabbit Congress*, 419-422.
- Wolf, P., & Cappai, M.G. 2020. *Animals*, 10: 1–11.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por MINECO, España (AGL-2016/75229-R).

CONTENIDO FENÓLICO TOTAL, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y OXIDACIÓN LIPÍDICA DE CARNE DE CONEJOS CEBADOS CON 20% DE BELLOTA EN EL PIENSO

Bouzaida, M.D., Resconi, V.C., Gimeno, D., Romero, J.V., Barahona, M., Olleta, J.L. y María, G.A. Dept. Producción Animal y ciencia de los alimentos, Universidad de Zaragoza, 50013 Zaragoza, España. levrino@unizar.es

INTRODUCCIÓN

La bellota es fuente de energía, fibra, ácidos grasos *n-9*, vitamina E, polifenoles, taninos, entre otros compuestos (Tejerina *et al.*, 2011; Akcan *et al.*, 2017), de modo que su uso en la alimentación animal podría mejorar la vida útil de la carne (Cava *et al.*, 1999). En este trabajo se compara el contenido fenólico total, la capacidad antioxidante y la oxidación lipídica de la carne de gazapos cebados con un pienso comercial medicado *versus* un pienso no medicado con 20% de bellota de *Quercus ilex*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Conejos neozelandeses (36), destetados a los 35 d se distribuyeron en dos grupos equilibrados por peso y sexo, en jaulas de cebo con 6 gazapos, en una nave controlada a 20°C y con 16 h de luz al día (Servicio de Experimentación Animal, Unizar). La alimentación fue *ad libitum* durante 30 d con un pienso control (21 d con pienso comercial medicado con hidrocloreto de robenidina, más 9 d con pienso de retirada) o un pienso no medicado, con un 20% de bellota añadida. Los conejos fueron sacrificados en un matadero ubicado a 28 km. Las canales se transportaron al área de Producción Animal de Unizar y se mantuvieron a 4°C, extrayéndose tras 24 h la pata trasera izquierda, que se envasó al vacío y se mantuvieron a -18°C. Una vez descongeladas a 4°C durante 24 h, se extrajeron los músculos y se picó la carne que se distribuyó para los distintos análisis. La oxidación lipídica mediante el test de TBARS se evaluó a los 0, 4 y 6 días de almacenamiento a 4°C. Se determinó el contenido fenólico total (TPC) con el reactivo *Folin-Ciocalteu*, la capacidad antioxidante por dos métodos: DPPH (depleción del óxido 2,2-difenil-1 picrilhidrazil) y FRAP (poder antioxidante reductor del hierro) sobre muestras liofilizadas de carne, piensos y bellota. Se analizó el efecto de la dieta, el día de almacenamiento y su interacción sobre el TBARS, mientras que sólo la dieta en el resto de las variables con un ANOVA (SPSS, v22.0).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La inclusión de bellota aumentó la capacidad antioxidante de la carne respecto a la dieta control, evaluada por DPPH (107 vs 94 µmol ET/100g MS) y FRAP (197 vs 156 µmol ET/100g MS), y mostró una tendencia ($P=0,051$) a aumentar el contenido fenólico total en la carne (164 vs 142 mg EAG/100g MS). Estos resultados pueden deberse que la bellota aporta compuestos fenólicos antioxidantes. Los análisis del subproducto y los piensos mostraron un mayor contenido fenólico total al pienso alternativo respecto al control (762; 586; 224 mg EAG/100g MS para la bellota, pienso alternativo y pienso control respectivamente), pero que esto no afectó claramente al DPPH y al FRAP en las dietas (DPPH: 3550; 3253 µmol ET/100g MS y FRAP: 1789; 1843 µmol ET/100g MS, sucesivamente para el pienso alternativo y el control).

En la carne picada, no se observó efecto significativo sobre la oxidación, tanto al inicio (0,16 y 0,10 mg MDA/kg para el grupo bellota y control, respectivamente), como a los 4 y 6 d de conservación (0,46 y 0,40 mg MDA/kg en el día 6 para el grupo bellota y control, respectivamente). En un estudio con carne de cerdo, sí que se encontró reducción de TBARS en animales que recibieron una dieta en base a bellota y pasto, en comparación con una dieta basal que contiene 5 mg de α -tocoferol acetato, mostrando una inhibición después de un largo período de almacenamiento (Cava *et al.*, 1999).

CONCLUSIÓN

La suplementación del pienso de gazapos de cebo no medicado con un 20% de bellota aumenta la capacidad antioxidante de la carne respecto a un pienso control, sin afectar la oxidación lipídica de la carne picada hasta los 6 días de almacenamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akcan, T., Gökçe, R., Asensio, M., Estévez, M., & Morcuende, D. 2017. J Food Sci Technol, 54:3050–3057.
- Cava, R., Ruiz, J., Ventanas, J., & Antequera, T. 1999. Meat Sci, 52:165–172
- Tejerina, D., García-Torres, S., Cabeza de Vaca, M., Vázquez, F.M., & Cava, R. 2011. Food Chem, 124: 997–1004.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por MINECO, España (AGL-2016/75229-R).

PARAMETRIZACIÓN DEL COLOR APORTADO POR EL MAÍZ EN POLLO AMARILLO

Mur^{1,2}, L., Berrocal², R., Resconi¹, V.C., Olleta¹, J.L., Barahona¹, M. y Campo¹, M.M.

¹Dep.de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Instituto Agroalimentario IA2, Universidad de Zaragoza-CITA 50013 Zaragoza, España. ²UVESA, Polígono Montes del Cierzo, 31500-Tudela, España; leticiamurpalus@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El color es uno de los parámetros de calidad más importante en la carne de pollo, y cuando se trata de pollo amarillo es la principal característica a valorar. El color actual que demanda el consumidor de pollo amarillo solo es posible mediante la inclusión de pigmentantes. Sabemos que el maíz, rico en xantofilas, aporta algo de pigmentación. Los objetivos de este trabajo han sido cuantificar qué grado de pigmentación podemos aportar solo con el maíz, sin pigmentantes añadidos, como punto de partida para nuevas evaluaciones del color, y determinar el mejor punto anatómico en la canal para análisis de colorimetría y evaluación de diferencias de color.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado broilers machos ROSS308, criados en una granja experimental organizada por lotes. Cada lote de animales se distribuyó en boxes de 60 animales con 6 réplicas por tratamiento. Los animales del Lote 1 tomaron una dieta en base a trigo 45%, sin maíz; los del Lote 2 tuvieron una dieta en base a maíz 45%, sin trigo. No se utilizó ningún pigmentante añadido en ninguna de las dietas. Se sacrificaron con 41 días de edad en un matadero comercial. De cada lote se seleccionaron 15 canales al azar que, a las 24h post-sacrificio, se enviaron a la Facultad de Veterinaria de Zaragoza para la medición de color por espectrocolorimetría MINOLTA CM2002 (CIE, 1986) en doce puntos de la canal: cuello, espalda, ala, bajo ala, muslo, contramuslo, cloaca, cola, articulación tibiotarsal, tarso, pechuga en superficie y en el interior tras el corte. Se realizó un análisis de varianza en cada punto de medición para valorar las diferencias entre dietas (SPSS 26.0).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El perfil carotenóide en cereales es bajo respecto a frutas y verduras. Está formado en su mayoría por xantofilas siendo la más abundante la luteína. Dentro de los cereales es el maíz (*Zea mays*) el que mayor aporte tiene sobre todo zeaxantina y luteína (Mellado-Ortega y Hornero-Mendez E, 2017). Es en el índice de amarillo (b*) donde son más evidentes las diferencias de color (Castañeda 2005). La dieta con maíz produjo canales más oscuras, rojas y amarillas ($P<0,001$) en todos los puntos de medición, excepto en muslo y contramuslo, donde no se apreciaron diferencias, quizás por el menor porcentaje grasa. Las mayores diferencias entre dietas aparecieron en el tarso (b*: 18,70 vs 31,59) ($P<0,001$). Sin embargo, no es un buen punto anatómico a valorar en matadero, ya que no es posible relacionar los datos obtenidos con los datos de la canal a procesar debido a su separación durante el procesado, por lo que la medición en cuello es interesante como alternativa, por la diferencia elevada de color obtenida entre los lotes de trigo y maíz (b*: 14,98 vs 19,70; $P<0,001$), al igual que lo es la medición bajo ala (b*: 7,78 vs 11,64; $P<0,001$). En el estudio de color de la pechuga no se observaron diferencias en luminosidad entre los lotes, pero la carne de los animales alimentados con maíz mostró mayor índice de amarillo y, sobre todo, de rojo (7,39 vs 10,58), mayor saturación de color y menor tono ($P<0,001$). Las diferencias fueron similares en la medición de superficie como de corte interno.

CONCLUSIÓN

La alimentación con maíz modifica el color de la piel dependiendo de la zona anatómica, reduciendo la luminosidad, aumentando el índice de amarillo y sobre todo de rojo, aumentando la saturación de color y disminuyendo el tono. También modifica el color de la pechuga tanto en superficie como tras el corte, en la misma medida que lo hace con la piel, pero con nula influencia en la luminosidad. La medición de color en cuello, espalda y tarso ser para valorar diferencias debidas al maíz en la dieta. En su defecto, se podrían detectar diferencias en el ala, bajo ala o en la articulación tibiotarsal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castañeda *et al.* 2005. Poultry Sci 84:143-147. • CIE L*a*b*. 1986 Publication C.I.E. No.15.2. • Mellado-Ortega E. & Hornero-Mendez E. 2017 Carotenoides en agroalimentación y salud. Cap 21, 471-500.

Agradecimientos: Al personal de la Universidad de Zaragoza y a UVESA.

EFFECTO DE LA TEMPERATURA DE ORO PARA MEJORAR LA CALIDAD DE LA CARNE EN DOS GENÉTICAS DE CERDO DE CAPA BLANCA

Barahona¹, M., Muela², E., Calvo², L., Olleta¹, J.L., Resconi¹, V.C. y Campo¹, M.M.

¹Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza-IA2, C/ Miguel Servet 177, Zaragoza, España. ² Incarlopsa, Ctra N400 Km 95,4, Tarancón (Cuenca), España; martabm@unizar.es

INTRODUCCIÓN

La carne de cerdo es una de la más consumidas en España. Su calidad se puede ver afectada por muchos factores, desde las actuaciones en granja hasta la comercialización del producto final. Después del sacrificio, las canales deben someterse a un enfriamiento para su comercialización, donde la temperatura utilizada puede ser determinante para la calidad de la carne. El objetivo de este trabajo fue analizar la aceptabilidad de la carne de cerdo procedente de canales sometidas a diferentes temperaturas de oro.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 100 animales de dos genéticas: Duroc alto porcentaje y Línea sintética (Duroc bajo porcentaje), 10 animales para cada combinación de dos sexos (hembras y machos castrados) y tres temperaturas de procesado de la canal (-3 °C, -10 °C y -15 °C), sacrificados en 2 repeticiones en Incarlopsa. Las muestras fileteadas de cada animal se envasaron en atmósfera protectora y se enviaron a la Facultad de Veterinaria de Zaragoza, donde se mantuvieron en un expositor comercial a 4 °C ± 1 °C con luz 16 h/d (1200 lx). Tras 7 días de exposición, se envasaron al vacío, congelándose a continuación. Las muestras fueron descongeladas durante 24 horas previo análisis en refrigeración (4 °C). Se cocinaron en un grill de doble placa a 200 °C hasta alcanzar una temperatura interna de 70 °C. Se realizó un test de consumidores con 100 personas (60% mujeres; 40% hombres). Cada consumidor probó una muestra por tratamiento, presentadas de una en una y en distinto orden para cada persona. Se valoraron la aceptabilidad global, de la ternera y del sabor de la carne con una escala de 9 puntos, desde me agrada extremadamente (9) a me desagradaba extremadamente (1).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El 70% de los encuestados consumían carne fresca de cerdo blanco semanalmente y el 51% la compraban envasada en atmósfera protectora. La mayoría consideraron de mejor calidad la carne procedente de hembras (51%) en encuesta.

Los resultados de aceptabilidad se analizaron por separado para cada genética, debido a las importantes interacciones que se encontraron. Para las muestras de la genética Duroc, se observó una fuerte influencia del sexo en todas las valoraciones de aceptabilidad, siendo la carne de macho castrado la mejor valorada en los 3 atributos analizados. Estudios previos (Font i Furnols, 2008) han mostrado mayor aceptabilidad de la carne de machos castrados en comparación con la de machos enteros, aunque sin diferencias con la carne de hembras. La carne procesada a -3 °C obtuvo la mejor puntuación en cuanto a la aceptabilidad de la ternera, sin diferencias en el resto de variables.

En los animales de genética Línea sintética, el comportamiento de los consumidores fue similar. La aceptabilidad global y de la ternera fue mayor en los machos castrados que en las hembras, aunque no hubo diferencias para la aceptabilidad del sabor. En cuanto al efecto de la temperatura de procesado, la carne que fue procesada a -15 °C fue igual de bien valorada tanto a nivel global como en su ternera o sabor que la procesada a -3 °C. La carne procesada a -10 °C fue la que menos gustó.

CONCLUSIÓN

Los machos castrados tuvieron mejor aceptabilidad por parte de los consumidores que las hembras en cata, especialmente en la genética Duroc. El procesado a temperaturas más bajas perjudica la aceptabilidad de la carne de la genética Duroc; sin embargo, en la genética Línea sintética no hay diferencias entre aplicar -15 °C o -3 °C. Por tanto, la genética es un factor clave a la hora de determinar el tratamiento de frío que se puede utilizar para mejorar la calidad de la carne de cerdo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Font i Furnols, M., Gispert, M., Guerrero, L., Velarde, A., Tibau, J., Soler, J., Hortós, M., García-Regueiro, J.A., Pérez, J., Suárez, P. & Oliver, M.A. 2008. Meat Sci. 80(4): 1013-1018

Agradecimientos: A Incarlopsa por la colaboración y medios facilitados y al CDTI por la financiación del proyecto IDI-20170420.

PREFERENCIA DEL CONSUMIDOR HACIA LOMO DE CERDO BLANCO ENVASADO EN ATMÓSFERAS PROTECTORAS

Calanche, J., Marquina, P., Ainsa, A., Muela, E. y Beltrán, J.A.
Facultad de Veterinaria, Calle Miguel Servet 177, 50013, Zaragoza (Zaragoza), España. ² Incarlopsa, Carretera N-400 Km. 95,4, 16400, Tarancón (Cuenca), España; jbeltran@unizar.es

INTRODUCCIÓN

La carne fresca se define como aquella que no ha sido sometida a procesos de conservación distintos de la refrigeración, la congelación o la ultra-congelación, incluido el envasado al vacío o en atmósfera protectora. Por otra parte, la calidad sensorial de la carne está relacionada con la apariencia visual, percepción en boca de la textura y su sabor (Troy & Kerry, 2010). El propósito de este trabajo fue analizar las preferencias de los consumidores, con base en su percepción sensorial, hacia lomos de cerdo blanco envasados en distintas atmosferas y conservados en refrigeración.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las muestras fueron procesadas en INCARLOPSA y se envasaron en bandejas (PET) en formato 18x25x30 cm y con 8 filetes de lomo de cerdo blanco. Se usaron un total de 5 atmosferas protectoras (AP), donde cada tratamiento (AP) constaba de 10 bandejas duplicadas que correspondían a 10 animales distintos, modelo replicado en machos castrados y hembras. La primera bandeja de cada AP se usó con un panel de consumidores (n=101) para establecer la aceptabilidad de la carne usando una escala hedónica y su preferencia mediante la técnica de Mapeo Proyectivo con generación de léxico sensorial (Valentin *et al.*, 2018). La segunda, se usó con un panel de evaluadores sensoriales entrenados (ISO 8586:2012) constituido por 10 miembros quienes desarrollaron un Análisis Cuantitativo Descriptivo (Lawless y Heymann, 2013). Mediante el uso de una lematización y análisis multivariante usando los softwares Voyant® y XLSTAT® respectivamente, se analizaron los datos obtenidos a partir de ambos paneles para construir mapas internos y externos de preferencia (Naes y Risvik, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con el gráfico de contorno obtenido, las atmosferas preferidas por los consumidores fueron 70% O₂ :20% CO₂ :10% N₂ para los cerdos machos y 70% O₂ :30% CO₂ para las hembras, mientras que las peor valoradas fueron las atmosferas 50:50 y 70:10 para ambos sexos. Los perfiles sensoriales a partir de las intensidades obtenidos para las AP preferidas revelaron que destacaban por un aroma a carne cocinada, una ternura moderada en boca y un sabor típico a cerdo. Por su parte, los consumidores, tras la generación de un vocabulario sensorial propio, destacaron para los lomos envasados en 70:20:10 el de término “sabroso” y para los de 70:30 el de “apetecible”, lo que demuestra coherencia entre los resultados de ambos análisis sensoriales (consumidores y entrenados).

CONCLUSIÓN

Las atmosferas protectoras usadas para el envasado de lomos de cerdo blanco, se vieron influenciadas por el sexo de los animales de donde provenían dichos cortes. De igual forma, la concentración de 70% O₂ y no menos de 20% CO₂ parecen ofrecer los mejores resultados para preservar durante el almacenamiento refrigerado aquellos atributos sensoriales que condicionan la preferencia sensorial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Troy, D.J. & Kerry, J.P. (2010). “Consumer perception and the role of science in the meat industry”. *Meat Science*, 86 (1), pp. 214-226.
- Valentin, D., Chollet, S., Nestrud, M. & Abdi, H., 2018. Projective Mapping & Sorting Tasks. In *Descriptive Analysis in Sensory Evaluation*. Wiley-Blackwell. USA. 535-559.
- ISO 8586:2012
- Lawless, H. & Heymann, H. (2013). *Sensory Evaluation of Food, Principles and Practices*. Second Edition. Springer.
- Naes T. & Risvik E. (1996). *Multivariate Analysis of Data in Sensory Science*. Elsevier Science, Amsterdam.

Agradecimientos: A Incarlopsa por la colaboración y medios facilitados y al CDTI por la financiación del proyecto IDI-20180917.

CALIDAD ORGANOLÉPTICA DE DIFERENTES PIEZAS CÁRNICAS DE TERNEROS CRIADOS EN DIVERSOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DEL PIRINEO

Guerrero¹, A., Olleta¹, J.L., Barahona¹, M., Resconi¹, V.C., Bouzaida¹, M.D., Romero¹, J.V., Fortová¹, J., Santolaria², P. y Campo¹, M.M.

¹Dpto. Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Instituto Agroalimentario de Aragón - IA2, Universidad de Zaragoza-CITA Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza, España. ²Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad de Zaragoza. Carretera Cuarte s/n, 22071. Huesca, España; marimar@unizar.es

INTRODUCCIÓN

El análisis sensorial permite medir de forma objetiva y reproducible las características de un producto mediante los sentidos (Guerrero, 2005). Un panel entrenado realiza una descripción cuantitativa y cualitativa de los principales atributos que determinan el perfil sensorial de la carne evaluada (Campo, 2005), siendo un tipo de análisis que define la calidad organoléptica de la carne complementario a los estudios de aceptabilidad por parte del consumidor. El objetivo de este estudio fue analizar el efecto de la cría de terneros bajo diferentes sistemas de producción en el Pirineo sobre el perfil organoléptico de la carne, en distintos cortes comerciales y maduraciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizó carne procedente de los músculos *Longissimus* (corte comercial "lomo") y la porción distal del *Gluteobiceps* (corte comercial "picaña"), madurados durante 7 o 21 días, procedente de 25 terneros de raza Pirenaica criados en tres sistemas de alimentación, donde variaba la posibilidad de acceder a recursos pastables y forrajeros (Sist. 1: acceso pre-destete; Sist. 2: acceso pre y post-destete; Sist. 3: sin acceso). Todos los terneros fueron acabados en condiciones intensivas de cebo. El panel entrenado se compuso por 7 expertos que realizaron la evaluación de las muestras en una sala acondicionada durante 10 sesiones (3 platos por sesión; 4 muestras por plato). Los atributos evaluados fueron: intensidad de aroma a vacuno, terneza, jugosidad, fibrosidad, cantidad de residuo e intensidad de sabor a vacuno, hígado, ácido, metálico y persistencia del sabor. Se utilizó una escala comprendida entre 0 y 10. Las muestras se cocinaron al grill a 200°C, sin ningún tipo de aditivo, hasta alcanzar una temperatura interna de 70 °C. Los resultados se analizaron mediante un modelo lineal general con el programa estadístico SPSS (v 26.0), donde el panelista, la sesión, el lote, la maduración y la pieza comercial, fueron considerados efectos fijos. Cuando las diferencias fueron significativas se aplicó el test de Duncan ($P < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El corte comercial modificó significativamente la jugosidad ($P < 0,01$) siendo más jugosa y presentando un menor residuo ($P < 0,001$) la picaña que el lomo. La maduración aumentó la terneza ($P < 0,05$), así como disminuyó la fibrosidad y el residuo ($P < 0,01$). La carne procedente de sistemas sin acceso a recursos pastables (Sist3), presentó mayor jugosidad ($P < 0,01$) y menor fibrosidad y residuo ($P < 0,01$) que la carne del Sist.1. La mayoría de las modificaciones en el sabor se vieron afectadas por los tres factores, existiendo interacción significativa entre los mismos. El sabor a hígado fue superior en la picaña en todos los sistemas a ambos días de maduración ($P < 0,001$). En esta pieza fue superior también el sabor a vacuno ($P < 0,01$) que además fue influido por el sistema de acceso continuo a forraje (Sist 2). A 21 días de maduración, se observaron diferencias en el sabor ácido ($P < 0,001$), siendo inferiores en el Sist.3, sin acceso a pasto.

CONCLUSIÓN

El sistema y acceso a recursos pastables puede modificar variables sensoriales relacionadas con el sabor de la carne. El tiempo de maduración afecta de manera diferente a los distintos cortes comerciales modificando no sólo la textura, sino también el sabor, siendo más recomendadas maduraciones de 21 días para el lomo que para la picaña.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Campo, M.M. 2005. Monog. INIA Gan. 1: 409-422 • Guerrero, L. 2005. Monog. INIA Gan. 1: 397-408.

Agradecimientos: El proyecto ha sido cofinanciado al 65% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del Programa Interreg V-A España-Francia-Andorra EFA 144/16:DietaPYR2.

EFFECTO DE DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN EL PIRINEO SOBRE LA ACEPTABILIDAD DE LA CARNE BOVINA SEGÚN PIEZA Y MADURACIÓN

Guerrero¹, A., Campo¹, M.M., Barahona¹, M., Resconi¹, V.C., Bouzaida¹, M.D., Romero¹, J.V., Fortová, J., Santolaria², P. y Olleta¹, J.L.

¹Instituto Agroalimentario de Aragón - IA2, Universidad de Zaragoza-CITA Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza, España. ²Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad de Zaragoza. Carretera Cuarte s/n, 22071. Huesca, España. marimar@unizar.es

INTRODUCCIÓN

En el Pirineo existen diversos sistemas de producción para el vacuno, en función del manejo más o menos extensivo de los animales y la utilización de recursos forrajeros o pastoreo, frente a alimentación exclusiva con concentrado. El sistema de producción puede producir variaciones sobre la calidad de la carne (Guerrero *et al.*, 2013) y, por tanto, puede modificar la aceptabilidad por parte del consumidor. Pero la maduración es una variable fundamental a la hora de homogeneizar y modificar los atributos que definen la calidad sensorial y la aceptabilidad de la carne (Monsón *et al.*, 2005). Actualmente, se están incorporando al mercado nuevos cortes comerciales que pueden proporcionar al consumidor alternativas al despiece tradicional. El objetivo fue evaluar la aceptabilidad de carne de vacuno originaria del Pirineo, analizando el efecto que pueden tener para el consumidor diferentes sistemas de producción, así como los cortes comerciales y maduración de los mismos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizó el músculo *Longissimus* (corte comercial "lomo") y la porción distal del *Gluteobiceps* (corte comercial "picaña"), madurado durante 7 o 21 días, procedente de 25 terneros de raza Pirenaica criados bajo tres sistemas de alimentación, donde variaba la posibilidad de acceder a recursos pastables y forrajeros (Sist. 1: acceso pre-destete; Sist. 2: acceso pre y post-destete; Sist. 3: sin acceso). Todos los terneros fueron acabados en condiciones intensivas de cebo. Consumidores aragoneses ($n=90$) evaluaron individualmente y aleatoriamente (Macfie *et al.*, 1989) la aceptabilidad de la terneza, sabor y general de la carne, mediante una escala hedónica en cada una de las 12 muestras a degustar (2 cortes comerciales x 2 maduraciones x 3 sistemas). Las muestras se cocinaron al grill a 200 °C, sin ningún tipo de aditivo, hasta alcanzar una temperatura interna de 70 °C. Los resultados se analizaron mediante SPSS (v 26.0) con un modelo lineal general. El lote, maduración, pieza comercial y sus interacciones, fueron considerados efectos fijos y el consumidor como efecto aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El corte comercial modificó la aceptabilidad de la terneza ($P<0,01$). La maduración presentó un efecto significativo en la terneza ($P<0,001$) y sabor ($P<0,05$). El sistema afectó significativamente la aceptabilidad de la terneza ($P<0,001$), del sabor ($P<0,05$) y aceptación global ($P<0,01$). La interacción entre todos los efectos comparados fue, en general, significativa. Con 7 días de maduración los consumidores otorgaron mayores puntuaciones al corte picaña respecto al lomo, especialmente debido al efecto del atributo sabor ($P<0,01$) sobre la aceptación global ($P<0,001$), presentando el Sist.1 los valores inferiores en terneza para el lomo ($P<0,001$). Maduraciones de 21 días favorecieron la aceptabilidad del sabor ($P<0,001$) y la terneza ($P<0,001$), especialmente del corte lomo de los Sist. 2 y 3. El lomo obtuvo las mayores puntuaciones de aceptabilidad global ($P<0,001$) excepto en el Sist. 1 que, presentó valores inferiores de aceptabilidad independientemente de la maduración.

CONCLUSIÓN

La maduración, la pieza comercial y el sistema de producción son factores importantes que afectan a la aceptabilidad de la carne de añojo. A maduraciones de 7 días, el corte picaña obtiene resultados positivos debido a su sabor. A maduraciones de 21 días se favorece la aceptabilidad del corte lomo debido a su terneza, especialmente en carne procedente de sistemas sin acceso a recursos pastables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Guerrero, A. 2013. *Animal*, 7: 2063-2072. • Macfie, H.J., 1989. *J. Sens. Stu.* 4: 129-148 • Monsón, F. 2005. *Meat Sci.* 71:471-479.

Agradecimientos: El proyecto ha sido cofinanciado al 65% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del Programa Interreg V-A España-Francia-Andorra EFA 144/16:DietaPYR2.

EFFECTO DE LA MADURACIÓN EN LA CALIDAD SENSORIAL DE LA CARNE DE VACAS FRISONAS

Moreno¹, T, García², C., García², G., Alonso², R. y Crecente¹, S.

¹Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo - Carretera Betanzos-Santiago km7 - 15318 Abegondo (A Coruña); ²Centro Tecnológico de la Carne – Avda. de Galicia 4, Parque Tecnológico de Galicia – 32900 - San Cibrao das Viñas (Ourense); teresa.moreno.lopez@xunta.es

INTRODUCCIÓN

La demanda actual de carne de calidad procedente de vacuno mayor está experimentando un incremento debido, a su elevado grado de infiltración de grasa a nivel muscular y a la gran cantidad de grasa subcutánea de color amarillo. Se trata de una carne muy apreciada por el consumidor, por su gusto característico, proporcionado principalmente por el alto contenido de grasa, siendo muy diferente de la carne de ternera. En el año 2017 surge la IGP *Vaca Galega/Boi Galego*, que ampara la carne procedente de *vacuno mayor* nacido, criado y sacrificado en Galicia (DOG nº64 31/3/2017) y cuyo fin es valorizar esta tipología de animales a través de un adecuado período de cebo. Teniendo en cuenta estas dos premisas, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del tiempo de maduración (1, 30, 90 días) sobre la calidad sensorial de la carne procedente de vacas frisonas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron 10 vacas frisonas de 5-10 años que estuvieron en pastoreo 4 meses hasta el inicio del cebo, que duró 212 días. Se diseccionó *L. thoracis* de la media canal izquierda y los chuleteros se maduraron en una cámara sita en las instalaciones de la empresa "Gutrei Galicia", expertos en maduración en seco (dry-aged). Las condiciones de maduración fueron: 1-2°C con H.R. 70-75%. Para cada punto de muestreo, se cortaron filetes de 2 cm de grosor que fueron congelados a -20°C hasta el momento del análisis. Se hicieron 2 sesiones y en cada una de ellas participaron 14 catadores entrenados. Se realizó un análisis descriptivo cuantitativo, valorando los atributos de color rojo magro, color blanco grasa y veteado (en crudo) y dureza, jugosidad (cocinadas), empleando una escala lineal estructurada de 10 cm, donde 0 representa la intensidad mínima del atributo y 10 su intensidad máxima. A partir de las puntuaciones obtenidas, se obtuvo el perfil sensorial y para evaluar si había o no diferencias significativas se llevó a cabo un Análisis de la Varianza (ANOVA) de dos vías con un nivel de significación de $\alpha=0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el proceso de maduración se observó que los atributos sensoriales con diferencias significativas fueron la intensidad de color rojo del magro, el veteado y la dureza. Los valores de intensidad de color rojo pasaron de $5,3 \pm 0,3$ a $8,4 \pm 0,1$ (día 1 y 90 respectivamente, $p \leq 0,001$); tendencia también observada por Jaramillo, A.C. (2016). La explicación podría ser debida a que conforme avanza el tiempo de maduración, la humedad disminuye y provoca, por tanto, una mayor concentración de pigmentos responsables del color rojo de la carne.

En cuanto a la dureza, esta fue disminuyendo significativamente ($p \leq 0,05$) a medida que aumentaba el tiempo de maduración pasando de $4,6 \pm 0,3$, día 1 de maduración, a $3,8 \pm 0,2$, día 90. Estos resultados coinciden con los autores que atribuyen una mejora en la ternura de la carne conforme transcurre la maduración, atribuido a la acción del complejo de enzimas e inhibidores (calpaínas-calpastatina) y en menor grado a las catepsinas (Franco, J. *et al.*, 2008; Sañudo, 1992).

CONCLUSIÓN

La maduración en seco (dry aged) permitió mejorar la ternura de la carne de frisonas amparadas bajo la IGP *Vaca Galega/Boi Galego*, lo que va a suponer una mayor aceptación por parte de los consumidores y un incremento en el valor añadido del producto terminado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

•Franco, J., Feed, O., Garibotto, G., Ballesteros, F., Forichi, E., Bentancur, O. y Bianchi, G. (2008). Revista Argentina de Producción Animal 28 (1): 39-44. •Jaramillo, A. (2016). Tesis de pregrado. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. •Sañudo, C. (1992). Curso Internacional de Producción Ovina. Zaragoza: SIA. 117p.

Agradecimientos: Grupo Operativo FEADER 2018/031B financiado por la AEI (MR331B) y Consellería del Medio Rural de la Xunta de Galicia.

EFFECTOS DEL ESTRÉS POR CALOR SOBRE EL DESPIECE DE LA CANAL EN CERDO IBÉRICO

Pardo, Z., Seiquer, I., Nieto, R., Lachica, M., Lara, L. y Fernández-Fígares, I.

¹Departamento de Fisiología y Bioquímica de la Nutrición Animal, Estación Experimental del Zaidín, CSIC, Profesor Albareda 1, 18008 Granada, España; ignacio.fernandez-figares@eez.csic.es

INTRODUCCIÓN

El estrés por calor (EC) ocasiona importantes pérdidas en producción porcina en todo el mundo como consecuencia de una depresión en la ingestión de alimento que causa un menor crecimiento y mayor mortalidad así como cambios en la composición corporal de los animales (Ross *et al.*, 2015). El objetivo de este trabajo fue determinar los efectos del EC en cerdos ibéricos sobre el rendimiento de cortes de la canal.

MATERIAL Y MÉTODOS

Veinticuatro cerdos ibéricos machos castrados ($44,0 \pm 1,3$ kg) fueron alimentados *ad libitum* en una habitación en condiciones de termoneutralidad (20 C, TN) en alojamientos individuales durante una semana como adaptación a la dieta. A continuación ocho animales fueron sometidos a estrés por calor (30 C, EC-AL) durante 28 días con alimentación *ad libitum*. De los cerdos en TN, la mitad se alimentó de forma pareada (TN-AP; n=8) respecto a EC-AL (para corregir las diferencias en ingestión de alimento debidas al calor) y el resto *ad libitum* (TN-AL; n=8). A los 28 días, se sacrificaron los animales por electrocución y desangrado, se evisceraron y la canal se mantuvo a 4 C durante 24h, hasta su despiece.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso de la canal disminuyó en cerdos EC-AL respecto a los TN-AL pero no hubo diferencias respecto al TN-AP, lo que indica que el efecto es debido a la menor ingestión de alimento. Los pesos del lomo (15%, $P<0.01$), solomillo (28%, $P<0.01$), panceta (14%, $P<0.01$), jamón (8%, $P<0.05$), paleta (8%, $P<0.05$) y costillar (14%, $P<0.01$) disminuyeron en EC-AL respecto TN-AL. A igualdad de ingesta, el estrés por calor disminuyó los pesos del solomillo (26%, $P<0,01$), lomo (14%, $P<0,01$), jamón (8%, $P<0,05$), espina dorsal (15%, $P<0,01$) y costillar (15%, $P<0,01$). Cuando se expresa el peso de las piezas respecto al de la canal, solomillo, costillar y lomo disminuyeron por el estrés por calor respecto a TN-AP mientras que sólo disminuyó el del solomillo respecto a TN-AL. Un menor porcentaje de lomo y solomillo, (cortes magros) podrían indicar una canal más grasa. En nuestras condiciones, el estrés por calor de larga duración tuvo un efecto perjudicial sobre el peso del jamón, lomo y solomillo independientemente de la ingestión de alimento. Igualmente, cerdos en crecimiento (43 kg) sometidos a estrés por calor cíclico (28-34 C, 60d) tuvieron un menor tamaño relativo del lomo aunque mayor en el caso del jamón en comparación con los controles en termoneutralidad (18-24 C) y alimentados *ad libitum* (Serviento *et al.*, 2020).

CONCLUSIÓN

El estrés por calor de larga duración disminuye el peso de la canal y como consecuencia el peso de la mayoría de los cortes. En el caso del jamón el lomo y el solomillo, dicho efecto es independiente de la ingestión de alimento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ross, J.W., Hale, B.J., Gabler, N.K., Rhoads, R.P. Keating, A.F., & Baumgard, L.H. 2015. Physiological consequences of heat stress in pigs. *Anim. Prod. Sci.* 55, 1381–1390.
- Serviento, A.M., Leuret, B., & Renaudeau, D. 2020. Chronic prenatal heat stress alters growth, carcass composition, and physiological response of growing pigs subjected to postnatal heat stress. *J. Anim. Sci.* 98, skaa161

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto AGL2016-80231-R, Ministerio de Economía, Industria y Competitividad y es parte de la Tesis de Zaira Pardo en el marco del programa de doctorado “Nutrición y Ciencias de los Alimentos” de la Universidad de Granada.

CONTENIDO EN GRASA Y COMPOSICIÓN EN ÁCIDOS GRASOS DE LA PANCETA DE CERDO IBÉRICO CRUZADO Y DUROC PURO

Albano¹, M., Font-i-Furnols¹, M., Gispert¹, M., Brun¹, A., Marcos¹, B., Ayuso², D. y Tejeda³, J.F.

¹IRTA-Calidad y Tecnología Alimentarias, Finca Camps i Armet, 17121 Monells (Girona). ²CICYTEX-Animal Production, Finca La Orden, 06187 Guadajira. ³UEX-Escuela de Ingenierías Agrarias, Av. Adolfo Suarez, s/n, 06007 Badajoz; jftejeda@unex.es

INTRODUCCIÓN

La panceta es una pieza de la canal de cerdo apreciada en muchos países y que va adquiriendo importancia en España. Tanto la cantidad como la composición de la grasa afectan a las características tecnológicas de la panceta (Trusell *et al.*, 2011), siendo la genética uno de los factores destacados con efecto sobre la calidad de la misma. La raza porcina ibérica, pura o cruzada, se caracteriza por su gran tendencia al acúmulo de grasa. Asimismo, otras razas como la Duroc, presentan mayor cantidad de grasa que las razas de cerdo blanco más comerciales. El objetivo de este trabajo se centró en comparar la calidad de la grasa de la panceta de cerdos Ibéricos cruzados con Duroc y de cerdos Duroc puros.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron un total de 24 pancetas de cerdos castrados 100% Duroc (DU) (n=12) y de cerdos castrados Duroc×Ibérico (DU×IB) al 50% (n=12). Los cerdos DU se cebaron con una dieta comercial finalizadora de 12,163 MJ/kg de energía metabolizable, 16,38% de proteína cruda, 4,82% de grasa cruda, 0,97% de lisina y 4,95% de cenizas. Los DU×IB con una dieta de 10,83% de proteína cruda, 4,55% de grasa cruda y 0,61% de lisina. Las pancetas se cortaron en la misma zona anatómica, se deshuesaron y se escanearon con el tomógrafo GE HiSpeed ZX/i (145 mA, 140 kV, 10 mm grosor), y a partir de las imágenes se determinaron tanto el contenido en grasa como el volumen asociado a valores Hounsfield entre -149 y -1. Posteriormente, se tomaron muestras de 10 g de grasa subcutánea de la zona central de la panceta. El resto de panceta se molturó y se tomó una muestra para la extracción de la grasa mediante el método de Folch *et al.* (1957). Se analizó la composición en ácidos grasos tanto de la grasa subcutánea como de la panceta molturada por cromatografía de gases siguiendo la metodología de Sandler y Karo (1992). En el análisis de la varianza realizado con el SAS se incluyó la genética como efecto fijo y el peso de la panceta como covariable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las pancetas DU y DU×IB presentaron un peso medio de 5,0 y 5,3 kg (P=0,06), respectivamente, mientras que el volumen de grasa fue significativamente (P=0,0003) superior en DU×IB que DU (3,8 y 3,0 dm³, respectivamente), corroborando la tendencia al acúmulo de grasa del cerdo ibérico en comparación con otras razas porcinas comerciales (Nieto *et al.*, 2002). Los resultados mostraron niveles superiores (P<0,0001) de ácidos grasos monoinsaturados (52,7 vs 49,2% en panceta molturada y 54,0 vs 50,8% en grasa subcutánea), principalmente oleico, e inferiores (P<0,0001) de ácidos grasos poliinsaturados (9,5 vs. 11,8% en panceta molturada y 11,2 vs. 13,3% en grasa subcutánea) en DU×IB que en DU. No se encontraron diferencias significativas (P>0,05) entre genéticas en el total de ácidos grasos saturados ni en la panceta molturada ni en la grasa subcutánea. Por último, destacar que el contenido en ácidos grasos omega-6 y omega-3 fue inferior en las pancetas de DU×IB, sin embargo, la relación omega-6/omega-3 fue inferior en DU.

CONCLUSIÓN

En las condiciones de este experimento, se corrobora el efecto de la genética sobre la calidad de la grasa de la panceta, con mayor volumen total de grasa y mayor proporción de ácidos grasos monoinsaturados en los cerdos Ibéricos cruzados con Duroc, que en los animales Duroc puros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Folch, M. Lees, G.H.S. Stanley, J. 1957. Biol. Chem., 726, 497.
- Nieto, R., Miranda, A., García, M.A., Aguilera, J.F. 2002. Br. J. Nutr., 88, 39–49.
- Sandler, S.R. & Karo, W. 1992. San Diego: Academic Press.
- Trusell, K.A., Apple, J.K., Yancey, J.W.S., Johnson, T.M., Galloway D.L., Stackhouse RJ. 2011. Meat Sci., 88, 472-480.

Agradecimientos: El trabajo ha sido financiado por proyecto BellyQTech (RTI2018-096993-B-I00). Se agradece el trabajo del técnico Agustí Quintana y de los PCI José Manuel Martínez y Julio Torres.

COMPOSICIÓN DE LA GRASA DE PANCETAS DE CERDOS MACHOS INMUNOCASTRADOS Y ENTEROS

Albano¹, M., Font-i-Furnols¹, M., Gispert¹, M., Brun¹, A., Marcos¹, B. y Tejeda², J.F.

¹IRTA-Calidad y Tecnología Alimentarias, Finca Camps i Armet, 17121 Monells (Girona), España. ²UEX-Escuela de Ingenierías Agrarias, Av. Adolfo Suarez, s/n, 06007 Badajoz, España; maria.font@irta.cat

INTRODUCCIÓN

La inmunocastración produce cambios en la composición tisular de las canales de cerdo. Diversos estudios muestran que la inmunocastración reduce el contenido en ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) (Pauly *et al.*, 2012; Škrelp *et al.*, 2020; Zoels *et al.*, 2020) respecto a la no castración. El efecto sobre los ácidos grasos monoinsaturados (MUFA) y saturados (SFA) difiere según los estudios.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la inmunocastración sobre la composición de la grasa de pancetas de cerdo con respecto a la no castración.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se obtuvieron un total de 17 pancetas de cerdos machos enteros (ME) y 13 de inmunocastrados (MI) alimentados con la misma dieta comercial. La 1ª y 2ª dosis de la vacuna de inmunocastración se aplicaron a 14 y 4 semanas antes del sacrificio, respectivamente. El contenido en grasa de las pancetas deshuesadas se determinó con el tomógrafo GE HiSpeed Zx/i (volumen asociado a valores Hounsfield entre -149 y -1). Posteriormente, se tomaron muestras de 10 g de grasa subcutánea (GS) de la zona central de la panceta. El resto de panceta se molturó y se tomó una muestra para la extracción de la grasa mediante el método de Folch *et al.* (1957). Se analizaron la composición en ácidos grasos (por cromatografía de gases siguiendo la metodología de Sandler y Karo, 1992) y el índice de yodo (IV) (Kyriakidis y Katsiloulis, 2000) tanto de la GS como de la panceta molturada. El análisis de la varianza se realizó con el SAS y el modelo incluyó el sexo como efecto fijo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las pancetas de MI fueron significativamente ($P=0,041$) más grasas que las de ME. Por lo que respecta a composición de la grasa determinada a partir de la panceta molturada, no se obtuvieron diferencias significativas entre sexos en ninguno de los parámetros estudiados. Así pues, la composición de la grasa del conjunto de la panceta, incluyendo la GS, intermuscular e intramuscular no se vio afectada significativamente ($P>0,05$) por la inmunocastración. Sin embargo, en la GS se puede observar que los PUFA se reducen en MI respecto a los ME, de acuerdo con Pauly *et al.* (2012), Škrelp *et al.* (2020) y Zoels *et al.* (2020). Por lo que respecta a los SFA, estos fueron significativamente superiores en pancetas de MI, de acuerdo con Pauly *et al.* (2012) y Zoels *et al.* (2020) y en contradicción con Škrelp *et al.* (2020). Los MUFA no presentaron diferencias significativas entre sexos, de acuerdo con Pauly *et al.* (2012), mientras que Škrelp *et al.* (2020) y Zoels *et al.* (2020) obtuvieron mayor MUFA en grasa de MI que en la de ME. IV fue superior ($P<0,05$) en ME. La inmunocastración produce cambios corporales a partir de la segunda dosis (Gispert *et al.*, 2010). En este momento, la grasa depositada es principalmente la GS, con lo que es razonable que los efectos se vean principalmente en este tipo de grasa y probablemente no son suficientemente grandes para detectarse cuando se considera toda la grasa de la panceta, que es la pieza más grasa del cerdo.

CONCLUSIÓN

La inmunocastración produce animales con pancetas cuya grasa subcutánea tiene menor contenido en PUFA que la de animales enteros. Probablemente la modificación del patrón de vacunación, reduciendo o aumentando el intervalo entre la segunda dosis y el sacrificio permitiría aumentar o disminuir estas diferencias entre sexos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Folch, M. Lees, G.H.S. Stanley, J. 1957. *Biol Chem*, 726, 497.
- Gispert *et al.* 2010. *Meat Sci*, 85, 664-670
- Kyriakidis, N.B., & Katsiloulis, T. 2000. *J Amer Oil Chem Soc*, 12, 1235-1238
- Pauly *et al.* 2012. *Meat Sci* 92, 858-862
- Sandler, S.R. & Karo, W. 1992. San Diego: Academic Press
- Škrelp *et al.* 2020 *Transl. Anim. Sci.* 4, 1224-1237.
- Zoels *et al.* 2020. *Animals* 10, 346.

Agradecimientos: El trabajo ha sido financiado por proyecto BellyQTech (RTI2018-096993-B-I00). Se agradece el trabajo del técnico Agustí Quintana y de los PCI José Manuel Martínez y Julio Torres.

ANÁLISIS DE LAS PREFERENCIAS DE LOS CONSUMIDORES DE CARNE DE CORDERO MEDIANTE UN EXPERIMENTO DE ELECCIÓN

Blasco¹, M., Maza², M.T., Olleta¹, J.L., Barahona¹, M., Magalhaes¹, D.R. y Campo¹, M.M.

¹Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. ²Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural, Instituto Agroalimentario IA2, Universidad de Zaragoza-CITA 50013 Zaragoza; jblascos@unizar.es

INTRODUCCIÓN

En Europa, en la última década, las Administraciones públicas han apoyado las explotaciones ganaderas basadas en razas autóctonas, creándose en algunos casos un distintivo propio que certifica que la carne proviene de estas razas. Sin embargo existen pocos estudios sobre las preferencias de los consumidores hacia estas carnes. El objetivo del trabajo es analizar esas preferencias a través de un experimento de elección antes y después de realizar degustación y disponer de información.

MATERIAL Y MÉTODOS

La información necesaria se obtuvo a través de un experimento de elección, seguido de un test sensorial a una muestra de 100 consumidores de carne de cordero residentes en Zaragoza. En el experimento, en el cuál se simula una situación real de compra, los productos se presentaron a través de 8 tarjetas de elección generadas de forma aleatoria. Cada tarjeta presentaba dos opciones de producto y una tercera consistente en no elegir ninguno de ellos. Las alternativas eran combinaciones de los distintos niveles de atributos fijados "a priori". Los atributos eran:

- Tipo de carne: con dos niveles raza autóctona o cruce de raza autóctona (mostrando 2 fotografías)
- Origen de la carne. Dos niveles, raza autóctona o cruce
- Marca de calidad. Dos alternativas, con o sin marca de calidad.
- Precio. Tres precios, 6, 7 y 8 € para bandejas de aproximadamente 500 g.

Se añadió una novena tarjeta con el fin de aislar el efecto raza autóctona, donde los productos diferían únicamente en ese atributo y en la diferencia de precio de un euro. Realizada la elección, el consumidor degustaba un trozo de carne perteneciente a cada una de las opciones (raza autóctona y cruce), y una vez informado volvía a repetir la elección. Los resultados acerca de las preferencias de los consumidores fueron tratados estadísticamente con Sawtooth Software Market Research Tools.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El experimento de elección siguiendo el modelo Logit multinomial arrojó como resultado que los consumidores prefieren el precio de 6€ (0,45), que la carne tenga marca de calidad (0,37) y que sea de raza autóctona (0,27) por este orden. El precio puede ser un factor limitante a la hora de adquirir este tipo de carne (Font i Furnols y Guerrero, 2014). El tipo de carne no es significativo, pudiendo venir motivado por la similitud en el aspecto de ambas carnes. Sin embargo, tras la degustación de la carne y siendo conscientes de la información del origen de la carne, los consumidores eligieron de nuevo como atributo de preferencia el precio más económico, pero en menor medida (0,36) siendo la segunda opción el origen de la carne (0,24) seguido de la presencia de la marca de calidad (0,23). Este cambio en la preferencia podría estar motivado por la información relacionada con el origen de raza autóctona, puesto que el análisis sensorial de los dos tipos de carne no arrojó diferencias significativas. La disponibilidad a pagar por los consumidores antes de recibir la información es mayor para la carne con marca de calidad (1,72 €/kg) que para la carne con origen raza autóctona (1,26 €/kg). Tras recibir información, la disponibilidad a pagar cambia, igualándose (1,26 €/kg) para ambos atributos. También en el estudio de Gracia y De Magistris (2013) un segmento de mercado estaba dispuesto a pagar más por ser carne de raza local.

CONCLUSIÓN

La información sobre el atributo raza autóctona aumenta las preferencias de los consumidores sobre este tipo de carne, por encima incluso de las marcas de calidad. También la disponibilidad a pagar se ve afectada equiparándose a las marcas de calidad. Puede inferirse de lo anterior que una diferenciación basada en este atributo puede ser utilizada como estrategia comercial, máxime si se acompaña de la información necesaria.

BIBLIOGRAFÍA

• Font i Furnols, M. & Guerrero, L. 2014. Meat Sci. 98: 361-371. • Gracia, A. & De Magistris, T. 2013. Meat Sci. 95: 396-402.

MOTIVOS DE VENTA Y ACTIVIDAD PROMOCIONAL: EL CASO DEL CLUB DEL TERNASCO

Álvarez, K., Maza, M.T. y Uldemolins, P.

Universidad de Zaragoza, C/ Miguel Servet, 177, 50013 Zaragoza; España; mazama@unizar.es

INTRODUCCIÓN

La idea de establecer estrategias de marketing relacional en entornos “business to business” es generar relaciones duraderas, donde todos los miembros se beneficien de esta interacción. Esta investigación toma como caso de estudio el Club del Ternasco, una iniciativa impulsada en 2016 en torno a la idea “Territorio Ternasco de Aragón”. Partiendo de la definición de club como “un grupo voluntario que obtiene un beneficio mutuo” (Van’t Veld and Kotchen, 2011), el Club del Ternasco ha creado una red de establecimientos adheridos al canal Horeca, con el propósito de promover el Ternasco de Aragón con sello IGP como producto de calidad diferenciada (Club del Ternasco, 2019). A principios del año 2021, el club mantiene en Aragón un total de 64 establecimientos (Club del Ternasco, 2021). Los objetivos de este trabajo son analizar los motivos por los que estos establecimientos tienen en su oferta Ternasco de Aragón y evaluar la importancia que tiene para los socios del club las actividades de promoción que se llevan a cabo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una encuesta a 30 establecimientos pertenecientes al Club del Ternasco, localizados en las provincias de Zaragoza, Huesca y Teruel. En el momento del muestreo 56 establecimientos formaban parte del Club. Los datos aquí presentados pertenecen a una encuesta más amplia. La información analizada proviene de un bloque de preguntas sobre el motivo por el que se comercializa Ternasco de Aragón (IGP) y de otro sobre la importancia percibida de las actividades de promoción llevadas a cabo por el Club. En ambos casos son enunciados cortos en los que la medición de las respuestas se realiza en el primer caso a través de la escala de Likert y en el segundo con una escala de grado de importancia, usando 5 niveles de elección. También se llevó a cabo un análisis factorial para analizar las dimensiones promocionales. Para analizar los datos se utilizó el software SPSS 22.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los principales motivos por los que estos establecimientos ofrecen Ternasco de Aragón con sello IGP son: porque les gusta ofrecer productos de su región y productos tradicionales de su comunidad, y porque perciben que el ternasco de Aragón con sello IGP posee una alta calidad. La actividad promocional que más importancia parece tener para los establecimientos es la fotografía profesional, seguida del apoyo en eventos, la presencia de su establecimiento en Google y tener una sección propia del establecimiento en la web del ternasco de Aragón. El análisis factorial (KMO = 0.770, Bartlett test sig. = 0.000) dio como resultado tres factores explicando el 84% de la varianza. El primero, explica el 61% de la varianza total y se relaciona con la actividad en medios, redes e Internet, este factor se ha denominado “Visibilidad y presencia en medios y redes”. El segundo factor representa el 14% de la varianza total y se relaciona con el número de actividades de promoción y beneficios de dichas actividades, se ha llamado “Beneficios percibidos de la promoción realizada”. Finalmente, el tercer factor explica el 8% de la varianza total y está relacionado con la web del Club del Ternasco, la creación de contenidos en redes, fotografía profesional y el apoyo en eventos, este factor se ha denominado “Servicios de apoyo y contenido”.

CONCLUSIÓN

Los motivos por los que los establecimientos encuestados ofrecen a sus clientes Ternasco de Aragón con sello IGP corroboran el carácter que se ha atribuido siempre a este producto y que lo liga a un territorio concreto y a una alta calidad. La importancia dada por los dueños de los establecimientos a las actividades de promoción, reafirma la relevancia que tienen las imágenes para publicitar la gastronomía, además de estar presentes en los medios y motores de búsqueda web más utilizados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Van’t Veld, K. y Kotchen, M., 2011. Green Clubs. *Journal of Environmental Economics and Management* 62: 309-322.
- Club del Ternasco, 2019. Disponible en: www.Ternascodearagon.es/consejo-regulador-Ternasco-de-aragon
- Club del Ternasco, 2021. Disponible en: www.ternascodearagon.es/club

CATEGORIZACIÓN DE LOS CONSUMIDORES FRENTE A LOS PRODUCTOS ECOLÓGICOS DE ORIGEN ANIMAL

Ureña¹, L.P., Baena², V., López², M.I. y Ruiz¹, F.A.

¹IFAPA Centro Camino de Purchil, Camino de Purchil s/n, CP 18008, Granada, España ²IFAPA Servicios Centrales, Sevilla, España; luisp.urena@juntadeandalucia.es

INTRODUCCIÓN

A pesar de que España es una de las principales potencias europeas productoras de productos ganaderos ecológicos, el consumo interno nacional de alimentos ecológicos de origen animal aún es bajo. Este problema, multifactorial y complejo, y que muchos autores han achacado al precio, la falta de cadenas de distribución estables... etc, ha terminado provocando que, por ejemplo, en Andalucía hasta el 76 % de los productos ganaderos ecológicos sean vendidos como convencionales (Ramos *et al.*, 2018), perdiendo así su valor añadido. En este estudio, se ha pretendido valorar la opinión de los consumidores andaluces acerca de sus demandas sobre productos ganaderos ecológicos, en la búsqueda de un mayor entendimiento de sus limitantes para una mejor comercialización.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tras una revisión con expertos y técnicos, se diseñó una encuesta online para una muestra de consumidores andaluces (n=472) mediante un muestreo aleatorio estratificado por sexo, edad y provincia de residencia, a los que se les cuestionó acerca de 7 criterios de importancia a la hora de decidir qué productos animales ecológicos (carnes o lácteos) comprar: 1) Alimentación animal a base de pasto, 2) Bienestar animal, 3) Alimentación animal sin OGM, 4) Uso antibióticos solo en caso de necesidad, 5) Mantenimiento de zonas rurales, 6) Prevención de incendios y 7) Animales en Parques Naturales y Nacionales, así como se les cuestionó acerca de su disposición a pagar. Posteriormente se realizó un estudio de clusters (método de Ward). Para la recogida de datos se usó Google Forms, y para el tratamiento estadístico IBM SPSS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los resultados se obtuvieron puntuaciones de media muy alta en las 7 variables (todas cercanas al valor máximo de una escala de Likert de 5 puntos), encontrando además una mayor disposición a pagar por los productos que los incluyan (con un sobreprecio de entre el 10% y el 25%). Así, se exploraron estas diferencias mediante la segmentación de los consumidores en 4 clusters: i) ECOPREOCUPADOS HOLÍSTICAMENTE (n=228), ii) SENSIBLES AL TERRITORIO (n=111), iii) SENSIBLES A LA SALUD HUMANA Y ANIMAL (n=29) y iv) NO PREOCUPADOS Y NO DISPUESTOS A PAGAR (n=14).

CONCLUSIÓN

Concluir que, a la vista de los resultados, los consumidores entienden mayoritariamente que los productos ganaderos ecológicos conllevan una serie de beneficios para la salud, el medioambiente y el territorio: los demandan en cuanto a que valoran en ellos atributos como el pastoreo, el bienestar animal y el mantenimiento de zonas rurales, y por ello están dispuestos a pagar por ello un sobreprecio con respecto al producto no certificado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ramos M, Guzmán GI y González de Molina M. 2018. Dynamics of organic agriculture in Andalusia. Moving towards conventionalisation? *Agroecology and Sustainable Food Systems* 42: 328-359.
- Ruiz FA, García L, Mena Y, González P, y Ferrer MJ. 2016. Productos lácteos de caprino ecológicos: alternativa para diversificar el mercado. *Málaga ganadera* 47: 8-10.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido posible en el marco del Proyecto TRA.TRA2019.008 "RETOS DE LOS SISTEMAS GANADEROS ANDALUCES Y SUS PRODUCTOS (RESGAP)" cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional en un 80% dentro del Programa Operativo FEDER Andalucía 2014-2020.

LA CARNE DE PASTOREO DE RUMIANTE DESDE LA PERSPECTIVA DEL CONSUMIDOR

Ureña¹, L.P., Benitez², C., Mena², Y., Colombo¹, S., López³, A.L. y Ruiz¹, F.A.

¹IFAPA Centro Camino de Purchil, Camino de Purchil s/n, CP 18008, Granada, España ²Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agrícola (ETSIA), Universidad de Sevilla, España ³ IFAPA Centro Hinojosa del Duque, Córdoba, España; luisp.urena@juntadeandalucia.es

INTRODUCCIÓN

La carne de pastoreo de rumiantes, de forma análoga a otros productos del pastoreo ya implantados en el mercado, puede ser una alternativa en la comercialización de los productos de la ganadería extensiva (Stampa *et al.*, 2020), con más importancia si cabe en regiones donde ésta adquiere un alto valor medioambiental, sociocultural y económico, como Andalucía. En este estudio, se ha pretendido valorar la opinión de los consumidores acerca de la carne de pastoreo, como resultados preliminares en la búsqueda de la base para herramientas que posibiliten su futura comercialización.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tras una revisión con expertos y técnicos, se diseñó una encuesta online para una muestra de consumidores andaluces (n=310) mediante un muestreo aleatorio estratificado por sexo, edad y provincia de residencia. Posteriormente se realizó un estudio de clúster (método de Ward) segmentando en base a las respuestas a i) 8 afirmaciones sobre hábitos de compra/consumo; ii) 7 afirmaciones sobre atributos de la carne de pastoreo. Por último, se realizó un análisis mixto de texto, usando tres palabras de asociación por consumidor (n=741). Para la recogida de datos se usó Google Forms, para el tratamiento estadístico IBM SPSS y para el análisis de texto MaxQDA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto los consumidores, la mayor parte de ellos se consideraron comprometidos con el pastoreo como ya señalan otros trabajos (Grunert *et al.*, 2014). Así en base a sus respuestas se clasificaron en cuatro clusters: i) CONSUMO COMPROMETIDO Y PASTORAL (n=116), ii) CONSUMO CONSCIENTE (n=95), iii) CONSUMO CONSCIENTE MUY PASTORALES (n=80) y iv) ESCÉPTICOS (n=19) Además, los resultados del análisis de texto indicaron que los consumidores relacionan la carne de pastoreo principalmente con términos positivos (un 92.97 %; n=741) entre los que destacan “saludable” (14.93%), “naturaleza” (13.05%), “libertad” (12.67%) o “bienestar” (10.54%).

CONCLUSIÓN

A la vista de los resultados, se puede considerar que los consumidores ya están demandando productos que satisfagan sus necesidades y requerimientos, cada vez más altos, en cuanto a calidad sensorial, defensa del medioambiente y de las producciones tradicionales. Así mismo, asocian de forma clara la carne de pastoreo a conceptos positivos, relacionados con la salud, el medio ambiente y el bienestar animal. Son necesarias por tanto futuras investigaciones que ahonden y cuantifiquen el impacto de estas palancas motivacionales que afectan en la decisión de compra de los consumidores, para diseñar herramientas que ayuden a implementar y comercializar de forma óptima los productos ganaderos derivados del pastoreo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Grunert, K.G., Hieke, S., y Wills, J. (2014). Sustainability labels on food products: Consumer motivation, understanding and use. *Food Policy*, 44, 177-189. • Stampa, E., Schipmann-Schwarze, C., y Hamm, U. (2020). Consumer perceptions, preferences, and behavior regarding pasture-raised livestock products: A review. *Food Quality and Preference*, 80, 103872.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido posible en el marco del Proyecto TRA.TRA2019.008 “RETOS DE LOS SISTEMAS GANADEROS ANDALUCES Y SUS PRODUCTOS (RESGAP)” cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional en un 80% dentro del Programa Operativo FEDER Andalucía 2014-2020.

ACTITUD DE LOS CONSUMIDORES ESPAÑOLES E ITALIANOS FRENTE A JAMONES CURADOS DE CERDOS INMUNOCASTRADOS

Pérez-Ciria¹, L., Álvarez-Rodríguez², J., Miana-Mena¹, F.J., Gallo³, L., Schiavon³, S., Ripoll¹, G., Blanco¹, M., Sanz¹, M.A. y Latorre¹, M.A.

¹Instituto Agroalimentario de Aragón (Universidad de Zaragoza-CITA). 50013, Zaragoza, España.

²Universidad de Padua. 35020, Legnaro, Italia ³ETSEA, Universitat de Lleida. 25198, Lleida, España; leticiapcgm@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Para la elaboración de jamón curado de especial calidad, la inmunocastración de los cerdos macho, comparada con la castración quirúrgica, supondría una mejora en su bienestar. En el caso de las hembras destinadas al mismo fin, esta técnica parece mejorar la calidad del producto final. Sin embargo, la inmunocastración suscita ciertas inquietudes entre los consumidores de jamón curado. Por ello, se llevó a cabo un estudio cuyo objetivo fue analizar las características de los consumidores de jamón a partir de elecciones a ciegas e informadas de jamones curados de machos (castrados quirúrgicamente vs. inmunocastrados) y de hembras (enteras vs. inmunocastradas), y evaluar cómo las señas de identidad del producto afectan a su actitud de compra en España e Italia, especialmente en relación con el conocimiento del sistema de producción de los animales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una encuesta online en España e Italia durante el mes de junio de 2020. Se obtuvieron 4.288 respuestas (2.884 en castellano, 490 en catalán y 914 en italiano). En ella se les preguntó a los encuestados por la importancia que dan a algunos atributos del jamón curado (precio, color, cantidad de grasa, etc.) en su decisión de compra. Después, se les pidió que eligieran a ciegas entre dos imágenes de jamón curado de macho (castrado quirúrgicamente vs. inmunocastrado) y entre dos imágenes de jamón curado de hembra (entera vs. inmunocastrada). A continuación, se les preguntó por algunos factores productivos (conocimiento de la castración de los cerdos macho y detección del olor sexual) y se les ofreció un vídeo de aprox. 2 min en el que se les informaba sobre los pros y los contras de la castración quirúrgica e inmunológica en los cerdos destinados a la producción de jamón curado. Posteriormente, utilizando las anteriores imágenes, se les preguntó por su voluntad de compra informada, en función de si el jamón procedía de macho castrado quirúrgicamente o de inmunocastrado y, por otro lado, si el jamón procedía de hembra entera o de inmunocastrada y también del precio. Por último, se les realizaron varias preguntas sobre variables sociodemográficas y estilo de vida y de consumo. Los datos obtenidos se analizaron con el programa JMP (versión 15.2.0).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron dos grupos de consumidores en base a las elecciones a ciegas de los jamones de machos: los “amantes del magro” (grupo 1) y los “amantes de la grasa (grupo 2), siendo este último el más numeroso. Fue el grupo 1 quien prefirió en mayor medida el jamón del macho inmunocastrado ($P<0.05$) pero en menor medida el de la hembra inmunocastrada ($P<0.05$). Este grupo lo conforman más consumidores del norte de España y de Italia, más jóvenes (18-40 años), sin hijos, que viven en localidades más pequeñas, que viajan menos a localidades costeras en vacaciones, que consumen jamón de 1 a 3 veces al mes y que están menos implicados en el hogar ($P<0.05$), aunque no se observaron diferencias entre géneros ($P>0.05$). Este grupo (el 1) ignora en mayor medida la razón por la que se lleva a cabo la castración en los cerdos macho destinados a la producción de jamón curado de especial calidad y detecta menos el olor sexual ($P<0.05$). Además, dio menos importancia a casi todos los atributos del jamón en su decisión de compra y presentó menor proporción de consumidores que pagarían más de 1 euro/kg por jamones de machos o hembras inmunocastrados ($P<0.05$).

CONCLUSIÓN

Existe una mayor proporción de población española e italiana que prefiere el jamón curado de macho más magro, lo que implica mayor elección por el castrado quirúrgico frente al inmunocastrado. Entre las personas que eligieron en mayor medida el jamón del macho inmunocastrado, una menor proporción escogió el jamón de la cerda inmunocastrada, que presenta más grasa que el de la entera.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el Fondo de Inversiones de Teruel (Proyecto TERUEL DRY-CURED HAM) y por el Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España (Proyecto AGL2016-78532-R).

LA INCLUSIÓN DE SUBPRODUCTO DE ROMERO EN EL CONCENTRADO DE CORDEROS MEJORÓ LA CALIDAD DE SU CARNE

Smeti¹, S., Lobón², S., Joy², M., Yagoubi¹, Y., Bertolín², J.R., Srihi¹, H. y Atti¹, N.

¹University of Carthage, INRA-Tunisia 2049 Ariana, Tunisia. ²Centro de Investigación y Tecnología Alimentaria de Aragón – IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza. Avda. Montañana 930, 50059, Zaragoza, España; sam_fsb@live.fr

INTRODUCCIÓN

La industria de extracción de aceites esenciales en Túnez genera una gran cantidad de subproductos que podrían ser utilizados en la alimentación del ganado (5460 toneladas/año). Además, el uso de fuentes de proteína locales, como es el haba, puede ser una interesante alternativa a la soja, disminuyendo así la dependencia de la soja. Por todo ello, el objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de la inclusión de subproducto de romero (SR), utilizando el haba o la soja como fuente proteica, en corderos sobre la calidad de su carne.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 24 corderos machos de la raza Barbarine de 3 meses de edad y un peso vivo (PV) medio de $17,8 \pm 2,6$ kg. Se alojaron individualmente en corrales y se alimentaron diariamente con 600 g de heno de avena y 600 g de 3 piensos diferentes. Los piensos fueron: pienso estándar para el grupo control (C), pienso con 33% de SR y 16% de soja (SRS) o pienso con 31% SR y 29% de haba (SRH). Tras 70 días de ensayo, los corderos se sacrificaron con un PV medio de $25,0 \pm 1,91$ kg, las canales se orearon a 4°C durante 24 horas y se extrajo el músculo *Longissimus thoracis et lumborum* (LTL), el cual se dividió para analizar el contenido en tocoferoles, polifenoles, ácidos grasos (AG) siguiendo la metodología descrita en Lobón *et al.*, (2017). Cuatro muestras del LTL se colocaron en bandejas envuelta en film permeable al oxígeno durante 0, 3, 6 y 9 días para mirar la evolución del color y la oxidación lipídica. El color se midió utilizando un colorímetro Minolta CM-2600d obteniéndose los parámetros de luminosidad (L^*), índice de rojo (a^*), índice de amarillo (b^*), saturación de color (C_{ab}^*) y el tono (h_{ab}), y la oxidación lipídica mediante el análisis del ácido tiobarbitúrico. Los datos de la composición de la carne se analizaron mediante un modelo lineal generalizado mientras que el color y la oxidación lipídica con un modelo mixto, utilizando en ambos casos el paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La carne procedente de los grupos SRH y SRS presentó mayor contenido de α -tocoferol frente a la carne C ($1,60$ vs. $0,84 \pm 0,122$ $\mu\text{g/g}$ FM; respectivamente; $P < 0,001$) así como mayor contenido en polifenoles totales ($60,3$ vs. $51,3 \pm 2,1$), estando de acuerdo con los resultados observados por Yagoubi *et al.* (2018) cuando evaluaron la inclusión de 60 y 87% de SR en pellets. En cuanto al perfil de AG, la inclusión de SR en el pienso no afectó al total de AG saturados, aunque tendió a reducir el contenido de C16:0 ($P = 0,06$) y a aumentar el contenido de C20:0 ($P < 0,05$), comparado con el C. En cuanto a los AG poliinsaturados (AGPI), la carne de los tratamientos con SR presentó un mayor contenido de AGPI ($12,6$ vs. $8,6 \pm 0,8$ %, para SR y C respectivamente, $P < 0,05$), debido al incremento de C18:2 n-6, C18:3n-3, C20:4 n-6, C20:5 n-3 y C22:5 n-3 respecto al tratamiento C ($P < 0,05$). Consecuentemente, se observó una mayor ratio de AG poliinsaturado/AG saturados. Respecto al color, la carne RRS presentó mayor valor de a^* que la carne SRH ($15,4$ vs. $14,0 \pm 0,41$), mientras que la carne de SRH presentó menor valor de b^* que la carne C a día 3 y que la carne SRS a día 6. La oxidación lipídica de la carne solo estuvo afectada por el tiempo de exposición al oxígeno ($P < 0,05$), incrementando a media que aumentaba el tiempo.

CONCLUSIÓN

El SR se puede incluir en el pienso de los corderos obteniendo una carne con un mayor contenido de α -tocoferol y un perfil de AG más acorde desde el punto de vista de la salud humana. La fuente de proteína utilizada (haba o soja) afectó al índice de rojo y de amarillo sin afectar al resto de parámetros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Lobón, S., Blanco, M., Sanz, A., Ripoll, G., Bertolín, J.R. y Joy, M. 2017. J. Anim. Sci. 95:4998-5011
- Yagoubi, Y., Joy, M., Ripoll, G., Mahouachi, M., Bertolín, J.R. y Atti, N. 2018. Meat Sci. 136:23-29.

PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA LECHE Y DE LA CARNE DE CORDEROS LECHALES DE OVEJAS ALIMENTADAS CON MICROALGAS (*SCHIZOCHYTRIUM* SP.)

Manso^{1*}, T., Gallardo¹, B., Lavín², P., Mantecón², A.R., Gómez-Cortés³, P. y de la Fuente³, M.A.

¹Área de Producción Animal. Dpto. C. Agroforestales. Universidad de Valladolid. 34004 Palencia.

²Instituto de ganadería de montaña (IGM, CSIC-ULE). Finca Marzanas s/n, 24346 Grulleros (León).

³Instituto de ciencias de la alimentación (CIAL, CSIC-UAM). 28049 Madrid.

*mtmanso@uva.es

INTRODUCCIÓN

Las microalgas presentan un alto contenido en grasa y en ácidos grasos (AG) n-3 de cadena larga, como el ácido docosahexaenoico (DHA) asociado con efectos beneficiosos para la salud humana. Por este motivo, la harina de microalgas es una materia prima de origen vegetal, alternativa a la harina de pescado en las raciones de rumiantes, que puede incrementar el valor nutricional de la grasa de la leche (Altomonte *et al.* 2018). El objetivo de este trabajo ha sido estudiar el efecto de la incorporación de harina de microalgas (*Schizochytrium* sp.), sobre el perfil lipídico de la leche de ovejas Churras durante el inicio de lactación y de los corderos lechales producidos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Dos días después del parto, 24 ovejas Churras y sus correspondientes 24 corderos se asignaron, de forma equilibrada a dos tratamientos experimentales (12 ovejas y 12 corderos por tratamiento) en función de la fuente de grasa que recibieron: Control (jabón cálcico de aceite de palma) y ALG (4,5% de harina de microalgas *Schizochytrium* sp.). Las ovejas se alimentaron *ad libitum* con una ración total mezclada con una relación forraje:concentrado 40:60. Las dos raciones se formularon para que fueran isoenergéticas e isoproteicas y aportaran la misma cantidad de grasa en la ración. Los corderos permanecieron con sus madres y recibieron únicamente leche materna desde el parto hasta que alcanzaron el peso al sacrificio (11 kg). Las ovejas se ordeñaron una vez al día y la producción de leche se controló en la tercera semana de lactación. Se tomaron muestras de leche y se extrajo el músculo *longissimus dorsi* de los corderos lechales sacrificados. El perfil de AG de la leche y de la grasa intramuscular se determinó por cromatografía de gases (Gómez-Cortés *et al.* 2014). Todos los datos se analizaron mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La inclusión de harina de microalgas en la ración de ovejas en inicio de lactación, en relación con la ración Control, modificó el perfil lipídico de la leche y de la carne de cordero lechal. Así, el nivel de AG monoinsaturados con configuración *trans*, AG poliinsaturados y AG n-3 en la leche aumentaron significativamente en el tratamiento ALG ($P < 0,001$). Entre los cambios, cabe destacar que el porcentaje de *trans*-10 C18:1 de la leche, asociado con efectos inhibitorios sobre la síntesis de grasa en la glándula mamaria, multiplicó sus niveles por 3,7 en el tratamiento ALG (0,42% vs. 1,59%, $P < 0,01$). El ácido vacénico y el ácido ruménico, asociados con efectos beneficiosos para la salud humana, multiplicaron sus niveles en la leche por 4,6 (0,95% vs. 4,40%, $P < 0,001$) y 3,4 (0,42% vs. 1,40%, $P < 0,001$) respectivamente. Así mismo, la harina de microalgas mejoró significativamente el contenido en AG n-3 de cadena larga en la leche, destacando como más relevante el nivel de 22:6 n-3 (DHA), que multiplicó su nivel en la leche por 22,2 (0,04% vs. 0,82%, $P < 0,001$). Las correlaciones significativas observadas confirman que los AG de la grasa intramuscular de los corderos lechales reflejan las diferencias encontradas en la grasa de la leche que recibieron. La ración ALG dio lugar a una relación n6/n3 más favorable en la grasa de la leche de oveja y en la carne de cordero lechal que el tratamiento Control ($P < 0,001$) y refleja la mejora en la calidad nutricional que produce.

CONCLUSIÓN

La incorporación de un 4,5% de harina de microalgas (*Schizochytrium* sp.) en las raciones de ovejas en inicio de lactación permite mejorar el nivel de AG n-3 y la calidad nutricional de la grasa de la leche de oveja y de la carne de cordero lechal. Mayor investigación es necesaria para reducir el nivel de ácidos grasos asociados a efectos negativos sobre los rendimientos productivos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altomonte *et al.* 2018. Livest Sci. 214: 25-35. • Gómez-Cortés *et al.* 2014. Meat Sci. 96: 1304-1312

Agradecimientos: este trabajo ha sido financiado por la Agencia Estatal de Investigación y Fondo Europeo de Desarrollo Regional (proyecto AGL2016-75159-C2-1-R y AGL2016-75159-C2-2-R).

¿AFECTA LA INCLUSIÓN DE ALGARROBA SOBRE LOS ATRIBUTOS DE COLOR DE LA CARNE DE CORDERO Y SU VIDA ÚTIL?

Bottegal¹, D., Pelegrin-Valls¹, J., Lobón², S., Latorre³, M.A., Álvarez-Rodríguez¹, J.

¹Universitat de Lleida, Av. Rovira Roure 191, 25198, Lleida. ²CITA Aragón, Av. Montañana 930, 50059 Zaragoza. ³Universidad de Zaragoza, Miguel Servet 177, 50013, Zaragoza. diego.bottegal@udl.cat

INTRODUCCIÓN

El uso de pulpa de algarroba (PA) (*Ceratonia siliqua* L.) en alimentación animal se basa en su alto valor nutricional y su potencial antioxidante (taninos condensados). Sin embargo, su alta inclusión en el pienso podría tener efectos antinutricionales con mermas en la producción y la calidad de la carne. El objetivo del trabajo fue determinar el efecto de la inclusión de PA en el pienso sobre la vida útil de la carne de corderos, mediante el estudio de cambios en los atributos del color.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se trabajó con 40 canales de corderos machos cruza (Ripollesa x Berberina x INRA 401) sin castrar de 27,3±3,8 kg de peso y 83,2±9,3 días (d.) de edad al sacrificio, provenientes de 2 lotes de engorde (primavera y verano) de la misma granja, en la provincia de Lleida. Previo al sacrificio y durante 45 d., los animales se asignaron, al azar, a 3 tratamientos con dietas isoproteicas (17,63% PB) e isoenergéticas (1 UFC/kg pienso) (12-14 animales/dieta), con distintos niveles de inclusión de PA: Control comercial o 0%, 15% y 30%. A las 18h post-sacrificio se pesaron las canales y se calculó su rendimiento. Posteriormente, se obtuvieron, de la pierna derecha de cada canal 4 chuletas (100 g aprox. c/u) que se distribuyeron en 4 tiempos de conservación (1, 7, 9 y 11 d.) en atmosfera modificada (MAP, 70% O₂/30% CO₂) y refrigeradas (4±1 °C). Sobre el músculo *Semimembranosus* de cada chuleta se midieron las coordenadas de color de la carne según la escala CIELab (L*, a*, b*), mediante colorímetro, dejando airear durante 1 hora las muestras y midiendo por la cara interna del corte. Se estimó, además, saturación de color (C*_{ab}), ángulo de tono (h_{ab}) y contenido relativo de metamioglobina (%MMb, AMSA, 2012). Los datos se analizaron estadísticamente, utilizando Infostat 2014, mediante modelos lineales mixtos, considerando a la dieta, tiempo de conservación (Día) y lote de animal (bloque) como efectos fijos y al individuo como efecto aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tratamientos no afectaron las variables productivas como peso medio de canal (12,72±0,6 kg) y % de rendimiento (46,75± 0,6%). No hubo efecto de la interacción Dieta*Día sobre los parámetros estudiados. Tampoco se observó efecto del tratamiento nutricional (p>0,5) sobre ninguno de los parámetros de color: L*, a*, b, C*_{ab}, h_{ab} y %MMb de la carne. Aunque, Gravador *et al.* 2015, observaron que dietas con 35% de PA producían carne más oscura (<L*), menos amarilla (<b*) y menos saturada (<C*_{ab}) vs. una dieta control. En el presente estudio se observaron cambios en el color, asociados al tiempo de conservación, sin importar la dieta recibida. En relación a L*, sólo se observaron diferencias el día 1 (42,16±0,4 p<0,0001), que presentó menores niveles que el resto de días. El parámetro b* presentó los menores valores el día 1 (p<0,001), y el resto de los días mostró niveles similares. Por su parte, a* mostró el mínimo valor el día 1 (7,88±0,2), intermedios los días 9 y11, y máximo el día 7 (11,17±0,2). El parámetro C*_{ab} se comportó de igual manera que a*. Por otra parte y como era esperable, tanto h_{ab} como %MMb aumentaron al incrementar el tiempo de conservación, siendo mínimos el día 1 (31,41 y 13,81%, respectivamente) y máximos el día 11 (43,11 y 28,77%, respectivamente) con valores intermedios los días 7 y 9. Estos resultados demuestran un proceso de deterioro en el color de la carne a partir del día 9 de conservación en MAP.

CONCLUSIÓN

La inclusión de PA en la dieta de cordero, aún con niveles elevados (30%), no afecta a los parámetros de color de la carne en comparación con aquella obtenida de animales que consumieron un pienso comercial. Estos resultados motivan a la valoración de este recurso autóctono de la región mediterránea en nuevos estudios que involucren, incluso, otros parámetros de calidad de carne.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMSA. 2012. Meat Color Measurement Guidelines • Gravador, R., *et al.* 2015. Food Chem.82:27-34.

Agradecimientos: Programa de Investigación e Innovación H2020 de la Unión Europea (acuerdo de subvención Marie Skłodowska-Curie N° 801586) y colaboración de la empresa Bonàrea Agrupa.

PERDIDAS DE AGUA EN CARNE DE CORDERO. ESTUDIO EXPLORATORIO

Bottegal¹, D., Latorre², M.A., Lobón³, S. y Álvarez-Rodríguez¹, J.

¹Universitat de Lleida, Av. Rovira Roure 191, 25198, Lleida. ²CITA Aragón, Av. Montañana 930, 50059 Zaragoza. ³Universidad de Zaragoza, Miguel Servet 177, 50013, Zaragoza. diego.bottegal@udl.cat

INTRODUCCIÓN

El contenido de agua de la carne es muy variable y existen diferentes métodos para medir tanto la cantidad como el nivel de pérdidas que se producen durante el periodo de conservación. El objetivo del trabajo fue evaluar y comparar técnicas de valoración de pérdidas de agua en carne de cordero.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se trabajó con la canal derecha de 40 corderos machos sin castrar (Ripollesa x Berberina x INRA 401, 83,2±9,3 días (d.) de edad y 27,3±3,8 kg de peso vivo), provenientes de 2 lotes de engorde (primavera y verano) de la misma granja, ubicada en la provincia de Lleida. Los animales se asignaron a 3 tratamientos o dietas isoproteicas e isoenergéticas (12-14 animales/dieta), con distintos niveles de inclusión de pulpa de algarroba (0, 15 y 30%). De cada canal se cogieron 4 chuletas que se distribuyeron en 4 tiempos de conservación (TCons, 1, 7, 9 y 11 d.) dentro de bandejas de polietileno tereftalato transparente con almohadillas absorbentes para carne (3 chuletas/bandeja, 1 por tratamiento) con atmosfera modificada (MAP, 70% O₂/30% CO₂) y refrigeradas (4±1 °C). Al finalizar el TCons establecido, cada chuleta se pesó, envolvió en papel de aluminio, se envasó al vacío y congeló (-80±2 °C). Tras 10 meses (lote primavera) y 6 meses (lote verano) se descongelaron y pesaron para calcular las pérdidas por descongelado (PD). Del *Biceps femoris* de cada chuleta se obtuvieron, con sacabocado, 2 trozos de 1cm de espesor x 2,5cm de diámetro, a su vez, de uno de ellos se tomaron 3 réplicas de 15mmx3mmx3mm (0,2 g) para calcular capacidad de retención de agua por centrifugado (CRAc, Kristensen y Purslow, 2001; Álvarez-Rodríguez *et al.*, 2016). Para calcular el contenido de humedad (%H) se tomaron muestras del músculo *Semimembranosus* (17,5±6,5 g) que después se trocearon manualmente con bisturí, pesaron y liofilizaron (gamma 2-16 LSCplus) durante 48 h. Los datos se analizaron estadísticamente, utilizando Infostat, mediante modelos lineales mixtos. Se realizaron correlaciones mediante coeficiente de Pearson y ANAVA entre los Coeficiente de Variación (CV) de cada técnica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observó efecto de las dietas sobre las variables en estudio. Aunque, sí se observó efecto del lote sobre CRAc ($p < 0,001$), siendo menor la capacidad de retención de agua en el lote de primavera. Por otra parte, se observó efecto de la interacción Lote*TCons ($p < 0,001$) sobre PD. En este sentido, el lote de verano (con menor tiempo de congelado) presentó mayor PD que el lote de primavera. Asimismo y dentro del lote de verano, al aumentar el TCons disminuyó PD, es decir, las pérdidas por descongelado fueron mayores con sólo 1 d. de conservación (7,2%), intermedias con 7 y 9 d. y mínimas con 11 d. (4,38%) de conservación en bandeja. Kim *et al.* (2015) observaron una situación similar sobre PD al aumentar el TCons, posiblemente como producto de un menor contenido de agua libre, luego de la maduración. Asimismo, se observó una correlación negativa ($p < 0,01$) entre PD y CRAc ($r = -0,23$) y entre PD y %H ($r = -0,29$). Por otra parte, al estudiar la variabilidad de las técnicas, se observó una alta estabilidad en %H, siendo la técnica que presentó menor CV (3,82%), mientras que PD tuvo valores intermedios (CV=29,63%). CRAc fue la técnica con mayor variabilidad (CV=47%).

CONCLUSIÓN

En función de los resultados obtenidos, a mayor tiempo de conservación de la carne menores son las pérdidas por descongelado, siendo esta la técnica que permite evaluar mejor los efectos estudiados sobre la calidad de la carne. Se recomienda, para nuevas evaluaciones incluir las pérdidas de agua durante el periodo de conservación. Por último, la técnica de CRAc, a pesar de ser un método validado, presenta altos niveles de variabilidad, dificultando la discusión de los resultados obtenidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez-Rodríguez, J., *et al.* 2016. J. Integr. Agric. 15:608–617.
- Kristensen, L. y Purslow, P. P. 2001. Meat Sci. 58:17–23.
- Kim, Y. *et al.* 2015. Meat Sci. 110:40–45.

Agradecimientos: El estudio recibió fondos del Programa de Investigación e Innovación H2020 de la Unión Europea (acuerdo Marie Skłodowska-Curie N° 801586).

ESTUDIO DE LA MADURACIÓN DE LA CARNE DE POTRO MEDIANTE EL ANÁLISIS PROTEÓMICO DE LA FRACCIÓN MIOFIBRILAR

Beldarrain^{1,2}, L.R., Sentandreu², E., Aldai¹, N. y Sentandreu², M.A.

¹Grupo de Investigación Lactiker, Departamento de Farmacia y Ciencias de los Alimentos, UPV/EHU, 01006 (Vitoria-Gasteiz). ²Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (CSIC). 46980 Paterna (Valencia); ciesen@iata.csic.es

INTRODUCCIÓN

La terneza de la carne está considerada una de las características organolépticas más valoradas por el consumidor y, por ello, es de gran relevancia estudiar el proceso de maduración de la carne tras el sacrificio. Durante este proceso ocurren cambios estructurales y bioquímicos que dan lugar al ablandamiento de la carne mediante la hidrólisis de proteínas miofibrilares (Koochmaraie y Geesink, 2006). Dichos cambios han sido estudiados en carne de diferentes especies de abasto. Sin embargo, los trabajos en carne de potro son escasos (della Malva *et al.*, 2019) a pesar del incremento en el consumo de este tipo de carne en varios países de Europa (Belaunzaran *et al.*, 2015). El objetivo de este trabajo es estudiar la hidrólisis proteica de la carne de potro mediante la determinación de fragmentos (0-32 kDa) en la fracción miofibrilar a diferentes tiempos *post mortem*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se emplearon 8 potros de la raza Hispano Bretón criados y sacrificados según se describe en Beldarrain *et al.* (2020). Tras 48 h, se extrajo el músculo *Longissimus thoracis et lumborum* (LTL) y se troceó en filetes de 1,5 cm de grosor que fueron envasados al vacío y almacenados a 4°C durante 0, 7, 14 y 21 días (d). La fracción proteica miofibrilar fue extraída y analizada mediante SDS-PAGE. Los geles obtenidos fueron teñidos con Coomassie coloidal y la intensidad de las bandas analizada por densitometría. Las bandas que variaron significativamente en función del tiempo ($P \leq 0,05$) fueron caracterizadas mediante cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas en tándem (LC-ESI-MS/MS). Los espectros obtenidos fueron interpretados empleando el motor MASCOT y la base de datos NCBIprot. Por último, las diferencias observadas entre tiempos de maduración extremos (0 vs 21 d) fueron visualizadas mediante electroforesis diferencial en gel (DIGE) con tinción fluorescente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un total de 7 bandas pertenecientes a proteínas tanto estructurales como metabólicas variaron significativamente ($P \leq 0,05$) en intensidad durante el proceso de maduración. Los cambios observados se debieron a la aparición y aumento en intensidad de fragmentos de proteínas o a alteraciones en la solubilidad de las mismas durante la maduración. En este contexto, se observó la aparición/incremento de los fragmentos de troponina T (30 kDa) y de creatina quinasa (20 kDa), ya descritos en carne de otras especies por Muroya *et al.* (2004) y Lametsch *et al.* (2002), respectivamente. Asimismo, se observaron diferencias significativas en las cadenas ligeras de miosina 1, 2 y 3, que aumentaron su intensidad durante la maduración. Esta tendencia ya ha sido descrita en carne de vacuno, debido a la mayor facilidad de extracción de las cadenas ligeras de miosina tras la acción de las enzimas endógenas durante la maduración (Marino *et al.*, 2015). La técnica DIGE permitió visualizar los cambios entre carne sin madurar y madurada durante 21 d en un único carril del gel, minimizando las posibles diferencias entre muestras debidas a la migración electroforética y evitando el paso de la tinción.

CONCLUSIÓN

Se ha descrito la evolución de las proteínas de bajo peso molecular en la fracción miofibrilar de la carne de potro durante la maduración. Entre los cambios observados destaca la aparición de fragmentos de troponina T, creatina quinasa y cadenas ligeras de miosina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Belaunzaran, X. *et al.* 2015. Meat Sci. 108: 74-81.
- Beldarrain, L.R. *et al.* 2020. Food. Res. Int. 129: 108871.
- della Malva, A. *et al.*, 2019. Meat Sci. 175: 107885.
- Koochmaraie, M. y Geesink G.H., 2006. Meat Sci. 74: 34-43.
- Lametsch, R. *et al.*, 2002. J. Agric. Food Chem. 50: 5508-5512.
- Marino, R. *et al.*, 2015. J. Anim. Sci. 93: 1376-1387.
- Muroya, S. *et al.*, 2004. Meat Sci. 67: 19-24.

Agradecimientos: Al Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente del Gobierno Vasco por la beca predoctoral de L.R.Beldarrain. Este trabajo ha sido financiado por el Grupo de Investigación Lactiker de la UPV/EHU (IT944-16).

LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA PARA EVALUAR EL EFECTO DE LA MADURACIÓN HÚMEDA Y SECA DE LOMOS DE TERNERA

Panella-Riera¹, N., Brun¹, A. y Font-i-Furnols¹, M.

¹IRTA-Monells, Finca Camps i Armet, s/n, 17150 Monells, Girona, España; maria.font@irta.cat

INTRODUCCIÓN

La producción de carne madurada permite mejorar la calidad, la palatabilidad y la dureza instrumental, siendo la maduración en seco y la maduración húmeda dos de los métodos más utilizados (Kim *et al.*, 2018). Es interesante poder identificar el punto final de la maduración en que la pieza cárnica haya mejorado sensorialmente sin que sus pérdidas de peso sean excesivas, ya que es un factor económico clave. Por ello, un paso previo es estudiar mediante tecnologías no destructivas la evolución de la estructura interna del músculo para identificar el punto óptimo de maduración. La tomografía computarizada (TC) es una herramienta no invasiva que permite observar cambios de volumen y densidad de la pieza sin alterarla durante la maduración. El objetivo del trabajo es ver la evolución en el tiempo de las características físicas evaluadas con el TC de la carne madurada en seco y en húmedo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Once animales comerciales de raza *Bruna dels Pirineus* (edad: $14,2 \pm 2,03$ meses) se seleccionaron para realizar pruebas de maduración (peso canal: $283,5 \pm 16,26$ kg). Una porción de lomo bajo de la canal derecha con hueso ($3,8 \pm 1,22$ kg) se maduró en seco a 2°C y 75 % de humedad relativa, y una porción equivalente de la canal izquierda se deshuesó y se maduró al vacío ($1,8 \pm 0,30$ kg) en la misma cámara de maduración. Se controló el peso de las porciones a tiempo inicial (48h post mortem; T0) y tras 4 (T4) y 8 (T8) semanas de maduración y se calculó la pérdida de peso (%) durante el proceso.

Las piezas se escanearon a T0, T4 y T8 con el equipo de TC HiSpeed Zx/i (GE HealthCare, Madrid, ES). La adquisición fue helicoidal, con giros de 1s, 140 kV, 145 mA, 5 mm de espesor. Las piezas de maduración húmeda se escanearon dentro de la misma bolsa. Las piezas de maduración en seco se escanearon dentro de una bolsa (sin vacío) para asegurar la higiene y estar en las mismas condiciones que las de maduración húmeda. A partir de todas las imágenes se obtuvo el volumen de grasa (valores Hounsfield entre -149 y -1), de magro (entre 0 y 140) y la suma de los 2 (entre -149 y 140) (Font-i-Furnols *et al.*, 2015). Asimismo, de una imagen central de la pieza, se seleccionó el *longissimus* como región de interés y se obtuvo el valor medio de Hounsfield, indicativo de la densidad del músculo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran que, en la maduración en seco, el volumen asociado al magro disminuye un 15,23% de T0 a T4 y un 26,7% de T0 a T8. En el caso de la maduración húmeda, también se observa una disminución del volumen, aunque mucho menos marcada (1,1% de T0 a T4 y 2,0% de T0 a T8). Estos resultados coinciden con mayor disminución en peso observada en la maduración seca respecto a la húmeda ($26,3 \pm 4,31$ % vs $2,7 \pm 0,64$ % de T0 a T8). Por lo que respecta a la grasa, en la maduración en seco ésta también experimenta una disminución de volumen con el tiempo (-10,9% de T0 a T4 y -11,3% de T0 a T8). El volumen de los dos tejidos conjuntamente disminuye un 14,5% durante el primer período y un 24,1% durante todo el período de maduración estudiado. Sorprendentemente en la maduración húmeda el volumen asociado a grasa aumenta un 5,3% de T0 a T4 y un 10,3% de T0 a T8. Sin embargo, el volumen total (grasa + magro) prácticamente no cambia (disminuye 0,11% durante el primer período y 0,13% en el período total). Esta disminución del volumen va asociada a un aumento de la densidad del músculo *longissimus* con el tiempo de maduración, que aumentó en la maduración seca entre T0 y los otros dos tiempos (T4 y T8), a diferencia de la maduración húmeda, donde la densidad no fue distinta.

CONCLUSIÓN

En las condiciones de este estudio podemos concluir que la maduración en seco tiene más pérdidas de volumen que la maduración húmeda y un mayor incremento de la densidad del músculo a lo largo de la maduración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Font-i-Furnols *et al.*, 2015. *Animal* 9, 166-178
- Kim, Y. H. B., *et al.* 2018. *Meat Sci.* 144, 74-90.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto POCTEFA EFA144/16/DIETAPYR2. Los autores agradecen la colaboración de los técnicos A Rossell, A Quintana, A Pacreu y MJ Bautista.

RESPUESTA AL ESTRÉS DEL RETÍCULO ENDOPLÁSMICO CELULAR: NUEVOS BIOMARCADORES DE CARNES DFD

González-Blanco^{1,2}, L., Diñeiro^{1,2}, Y., García¹, M.J., Sierra^{1,2}, V., Coto-Montes^{2,3}, A. y Oliván^{1,2}, M.

¹Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA) Ctra. AS-267, PK19, 33300-Villaviciosa, España. ²Instituto de Investigación Sanitaria del Principado de Asturias (ISPA), Av. del Hospital Universitario, s/n, 33011-Oviedo, España. ³Dpto. Morfología y Biología Celular, Universidad de Oviedo, Av. Julián Clavería, 6, 33006-Oviedo, España; lgblanco@serida.org

INTRODUCCIÓN

En el ganado vacuno, el estrés pre-sacrificio da lugar a la aparición de carnes defectuosas (DFD) relacionadas con un mayor estrés oxidativo celular (Díaz *et al.*, 2020). El estrés celular altera el funcionamiento del retículo endoplásmico (RE) impidiendo que las proteínas se plieguen adecuadamente. Esta situación activa una cascada de señalización intracelular denominada Respuesta a Proteínas Desplegadas (*Unfolded Protein Response*, UPR) mediante tres vías (ATF6 α , *Activating Transcription Factor 6 α* ; IRE1 α , *Inositol-Requiring Enzyme 1 α* y p-eIF2 α , *Phosphorylated Eukaryotic Translation Initiation Factor 2 α*) que, a su vez, regulan autofagia y apoptosis y, por tanto, pueden influir en la calidad de la carne (Fuente-García *et al.*, 2019). El objetivo de este trabajo es estudiar la activación de la UPR en carnes de calidad normal y DFD, con el fin de detectar biomarcadores tempranos para la detección de carne con defectos de calidad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 12 canales de la raza Asturiana de los Valles fueron clasificadas como carnes “DFD” extremas (pH₂₄ > 6.2). Por cada canal DFD se seleccionó una canal control de características similares (peso, edad, origen, transporte) y pH₂₄ normal (5.4-5.6). Se extrajeron 20 g del músculo *Longissimus dorsi* a las 24 h *post-mortem* cuya fracción sarcoplásmica se obtuvo siguiendo el protocolo descrito por Oliván *et al.* (2018). La determinación de los cambios de expresión de los marcadores involucrados en la respuesta al estrés del RE (ATF6 α , IRE1 α y p-eIF2 α) se realizó mediante Western-Blot. Las diferencias entre carnes control y DFD se analizaron mediante Test T de muestras independientes (SPSS v. 22).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las carnes DFD la respuesta al estrés del RE fue más intensa, mostrando mayor expresión (unidades de densidad óptica) de IRE1 α (3449 vs 100, $P < 0.001$) y p-eIF2 α (141 vs 100, $P < 0.01$); sin embargo, para ATF6 α , no se encontraron diferencias significativas (103 vs 100). IRE1 α está implicada en la degradación de proteínas mal plegadas y p-eIF2 α en la detención de la síntesis proteica, lo que en conjunto trata de aliviar el estrés del RE. Estos resultados muestran un mayor estrés en el RE de las carnes DFD a las 24 h *post-mortem*, lo cual provoca un incremento en la activación de la UPR, asociada con un proceso autofágico más intenso (Yorimitsu *et al.*, 2007). Estudios previos demostraron a su vez, que una autofagia más acentuada en carnes DFD a las 24 h *post-mortem* podría retardar el inicio de la apoptosis y provocar un proceso de tenderización anómalo (Díaz-Luis *et al.*, 2020). Los resultados de este trabajo evidencian la posibilidad de utilizar la combinación de marcadores implicados en autofagia y en la respuesta al estrés del RE como biomarcadores tempranos de calidad de la carne.

CONCLUSIÓN

La carne DFD asociada con mayor estrés al sacrificio mostró una mayor activación del mecanismo de defensa del RE, conocido como respuesta a proteínas desplegadas (UPR). Las proteínas implicadas en dicho proceso podrían utilizarse como biomarcadores tempranos de calidad de carne.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Díaz, F. 2020. J. Proteomics 218: 103722. • Díaz-Luis, A. 2020. ITEA 117: 3-18. • Fuente-García, C. 2019. J. Proteomics 198: 59-65. • Oliván, M. 2018. Meat Sci. 141: 81-90. • Yorimitsu, T. 2007. Autophagy 3: 160-162.

Agradecimientos: Al proyecto RTI2018-096162-RC21 (MCIU, AEI y FEDER). Laura González Blanco agradece al MCIU la financiación de su contrato (PRE2019-091053).

SANIDAD Y BIENESTAR ANIMAL

EFFECTO DE LA DENSIDAD ANIMAL SOBRE LOS RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS DE OVEJAS ASSAF

Palacios, C.¹ y Abecia, J.A.²

¹Departamento de Construcción y Agronomía. Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales. Filiberto Villalobos, 37007, Salamanca. ²IUCA. Universidad de Zaragoza, Miguel Servet, 177, 50013 Zaragoza. cpalacios@usal.es

INTRODUCCIÓN

Es un hecho generalmente aceptado que el bienestar animal es un concepto multidimensional (Martín-Fernández *et al.*, 2013). Los factores de estrés ambientales se pueden dividir en dos grandes grupos: factores climáticos y factores ligados a la explotación; ambos están evidentemente relacionados, ya que los efectos climáticos pueden variar en función de las características de los edificios de la explotación o de las prácticas de manejo (Lacasta *et al.*, 2008). Las dimensiones físicas en las que viven los animales aglutinan gran cantidad de factores que pueden hacer enfermar más fácilmente a las ovejas (Navarro *et al.*, 2019), pero estas condiciones físicas que afectan al espacio vital de las ovejas pueden afectar a los rendimientos productivos antes de iniciar patologías. El objetivo de este trabajo ha sido comparar diferentes densidades animales en una ganadería de ovejas Assaf, y su efecto sobre los rendimientos productivos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han analizado 6666 partos de ovejas Assaf pertenecientes a un rebaño de 1950 ovejas adultas localizado en la provincia de Valladolid, alojadas en estabulación permanente y que crían a sus corderos durante el primer mes de vida. Se registraron los partos electrónicamente, consignando el número individual de cada cordero nacido, su madre, la fecha de destete para venta como lechazo (11-12,5 kg). La producción de leche individual fue controlada mensualmente siguiendo las directrices del control lechero oficial del ICAR durante toda la lactación. Los animales estaban alojados permanentemente en parques con unas dimensiones en las cuales, según el número de animales alojados, contenían diferentes densidades (ovejas/m²). Así, los grupos se dividieron en 5 percentiles en función de la densidad en los parques: 1 (<0,68 ovejas/m², n=1319), 2 (0,69-0,79, n=1313), 3 (0,81-1,0, n=1367), 4 (1,05-1,38, n=1410) y 5 (1,40-2,15, n=1257). De los datos recogidos se obtuvieron la producción total (LT) por lactación de cada oveja, la media de leche diaria (LD) por oveja, días en ordeño (DO), número de corderos nacidos por parto (C/P) y la edad al destete (ED). Se realizó un análisis de varianza comparando las medias de cada variable estudiada en función de las diferentes categorías de las densidades soportadas por los animales. Se estudiaron correlaciones entre cada factor estudiado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron correlaciones negativas y significativas entre la densidad y la LD (-0,109; P<0,001) y LT (-0,027; P<0,001), de modo que, a menor densidad animal, mayor producción de leche. Además, la correlación entre densidad y DO fue positiva y significativa (0,084; P<0,001), de modo que, a mayor densidad, las ovejas precisaron más días en ordeño.

Todos los grupos establecidos criaron el mismo número de corderos (1,70±0,50). Se observaron diferencias significativas entre los grupos de densidad para la ED (P<0,001), aunque sin una relación lineal con la densidad (1: 28,5±7,2; 2: 29,1±7,9; 3: 27,7±8,6; 4: 27,6±7,0; 5: 28,0±7,8 días). Sin embargo, las ovejas alojadas con una menor densidad produjeron la mayor cantidad de LD (1: 2,45±0,91; 2: 2,24±0,79; 3: 2,27±0,90; 4: 2,28±0,96; 5: 2,15±0,90 litros; P<0,001), en un menor número de días en ordeño (1: 228±51; 2: 243±58; 3: 250±66; 4: 246±62; 5: 249±62 días; P<0,001).

CONCLUSIÓN

En las condiciones de este estudio, se demuestra el efecto beneficioso de una menor densidad de ovejas en estabulación permanente, ya que las ovejas alojadas en un mayor número de m² dieron más leche en menos días de ordeño, probablemente al darse una mejora en su nivel de bienestar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Martín-Fernández, Buxadé, C. & Krieter, J. 2013. 64th EAAP, Nantes.
- Navarro, T., Ramos, J.J., Ruíz de Arcaute, M. & González, J.M. 2019. Small Rum Res 180: 106-111
- Lacasta, D., Ferrer, L.M., Ramos, J.J., González, J.M., & De las Heras, M. 2008. Small Rum Res 80: 28-32.

USO DE SUBPRODUCTOS AGRARIOS COMO ESTRATEGIA ALIMENTARIA DURANTE LA PREMONTANERA EN EL CERDO IBÉRICO

García-Gudiño, J., Matías, J., Izquierdo, M., Pérez-Rodríguez, M.A. y Hernández-García, F.I. CICYTEX, Finca La Orden-Valdesequera, 06187 Guadajira (Badajoz); javier.garciag@juntaex.es

INTRODUCCIÓN

Los productos curados procedentes de las dehesas del suroeste de la Península Ibérica son el mayor exponente del cerdo Ibérico. La normativa española (R.D. 4/2014) regula las condiciones en las que se deben producir estos alimentos para asegurar su calidad. La legislación determina la edad mínima y peso medio que deben tener los animales para dar comienzo al engorde en el sistema de montanera. La mejora genética y el desarrollo de la nutrición animal cada vez hacen más difícil cumplir los requisitos normativos previos a la montanera, llevándose a cabo una restricción alimentaria para ralentizar el engorde durante la pre-montanera, que a su vez conlleva un detrimento del bienestar animal durante esta fase. En estudios previos (García-Gudiño *et al.*, 2017), el aporte de fibra en el pienso mediante cascarilla de arroz mejoró el grado de bienestar en los animales, a través de un incremento en la sensación de saciedad. Pero muchas zonas productoras de cerdo Ibérico están alejadas de las Vegas del Guadiana y del Guadalquivir, donde se da la mayor producción de arroz en España. Así pues, con este estudio se pretende evaluar el uso de otra fuente fibrosa más ubicua para aumentar el grado de bienestar animal del cerdo Ibérico.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio fue realizado en la Finca Valdesequera (CICYTEX), situada en Extremadura. Fueron utilizados 2 tipos de piensos con el mismo porcentaje de fibra (12%), nivel aconsejable según un estudio previo (García-Gudiño *et al.*, 2017). Las fuentes fibrosas utilizadas para cada uno de los piensos fueron la cascarilla de arroz y la paja de triticale. Ambos piensos fueron isoenergéticos e isoproteicos entre sí. Fueron estudiados 30 cerdos machos cruzados (Duroc x Ibérico), castrados quirúrgicamente y alojados en grupos de 15 animales (un grupo por tipo de pienso) en corrales de 600 m² (40 m²/animal) durante los 4 meses previos a la montanera. Durante el experimento, los animales fueron pesados mensualmente. Además, se llevaron a cabo ecografías de composición corporal y se obtuvieron muestras sanguíneas al comienzo y al final del estudio. Los análisis estadísticos fueron realizados mediante el programa SAS® OnDemand for Academics.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los pesos medios obtenidos desde el inicio del estudio hasta su finalización aumentaron sin observarse diferencias significativas entre ambos grupos experimentales. La ganancia media diaria fue disminuyendo durante el experimento, pero de manera similar en los dos grupos. De igual manera, las mediciones ecográficas realizadas a nivel del lomo y del glúteo, tanto al inicio como al final del estudio, no presentaron diferencias significativas entre ambos grupos. Por lo tanto, podemos decir que ambos grupos presentaron un crecimiento y desarrollo tanto muscular como graso similar durante la fase de pre-montanera. Es de destacar que no se presentaron alteraciones clínicas en ninguno de los grupos experimentales. De este modo, la utilización de una fuente fibrosa en los piensos compuestos para mejorar el grado de bienestar animal durante la pre-montanera puede adaptarse a la disponibilidad de materias primas disponibles en la zona (uso indistinto de cascarilla de arroz o paja de triticale).

CONCLUSIÓN

En las condiciones de este experimento, la paja de triticale, al igual que la cascarilla de arroz, son una opción óptima como fuente fibrosa a utilizar en los piensos compuestos durante el periodo de pre-montanera como potenciador del bienestar animal en el cerdo Ibérico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

·RD 4/2014, BOE de 11 de enero de 2014, págs. 1569-1585·García-Gudiño, J., Blanco-Penedo, I., Perea, J., Hernández-García, F., Matías, J., & Izquierdo, M. 2017. XVII Jornadas sobre Producción Animal, págs. 770-772·

Agradecimientos: Este estudio fue realizado dentro del proyecto ESTRIBER, financiado por Fondos FEDER y Junta de Extremadura.

INCLUSIÓN DE ALGARROBO EN LA DIETA DEL CORDERO Y SUS EFECTOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO ¿HASTA DÓNDE PODEMOS LLEGAR?

Pelegrin-Valls, J., Serrano-Pérez, B., Martín-Alonso, M.J. y Álvarez-Rodríguez, J.
Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Lleida, Av. Rovira Roure 191, 25198 Lleida.;
jonathan.pelegrin@udl.cat

INTRODUCCIÓN

Utilizar un alto contenido de pulpa de algarrobo como fuente de taninos condensados puede tener efectos positivos o negativos en el comportamiento y la productividad de los rumiantes (Frutos *et al.*, 2004). Aunque se considera un ingrediente con una alta palatabilidad por su contenido en azúcares, incrementar la concentración de este ingrediente en la dieta del cordero podría alterar su conducta alimentaria debido a la astringencia de los taninos. El objetivo de este estudio fue analizar cómo afecta la inclusión de algarrobo en el concentrado sobre el comportamiento del cordero ligero en condiciones de producción intensiva.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se evaluó el reparto de actividades diarias comportamentales en dos lotes de corderos consecutivos (invierno-primavera de 2020), los cuales se alimentaron con diferentes niveles de inclusión de pulpa de algarrobo en el pienso durante 6 semanas (0% "T0", 15% "T15" y 30% "T30"). Cada lote estuvo alojado en 12 corrales (6 animales/corral; 0,86 m²/animal; 4 corrales/tratamiento) con pienso, paja y agua *ad libitum*. Se registraron datos en los 50, 65 y 80 días de vida mediante observación continua *in situ* del comportamiento durante 10 min/corral. La intervención visual se realizó desde un pasillo central exterior a los corrales, entre las 9:00h y las 14:00h, combinando aleatoriamente la observación de 10 min (x2 veces) en cada corral (10 registros por intervalo). La observación consistió en contabilizar la proporción de animales que realizaban las acciones objeto de estudio como la alimentación, exploración, descanso e interacciones sociales positivas y negativas, a partir de Averós *et al.* (2014). Además, semanalmente se registró el peso vivo, y el consumo de concentrado y paja de cada corral para controlar el rendimiento productivo. Los datos se analizaron con un modelo multivariante discriminante canónico con una selección paso a paso (stepwise) de las variables, hasta que se consiguió el 100% de los corrales asignados correctamente a los tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El promedio global del índice de conversión de pienso fue mayor en T15 y T30 en comparación con T0 (3,99 y 3,95 vs. 3,44 \pm 0,14; respectivamente, $P < 0,05$). El análisis de la función canónica discriminante permitió determinar las variables más representativas que resumen la variación dentro del grupo de estudio y, además, permitieron discriminar a los corderos según la estrategia de alimentación. La función canónica 1 representó el 72,4% del total de variación entre estrategias de alimentación, siendo las dietas T15 y T30 las que tuvieron un mayor índice de conversión, y mostraron una mayor frecuencia de actividad exploratoria de elementos fijos del corral y de consumo de paja del suelo, respecto a T0. Por otra parte, la función canónica 2 representó el 27,6% restante de la variabilidad entre dietas, reflejando en T15 y T30 una menor incidencia de interacciones sociales negativas y un mayor número de visitas al comedero. Estos resultados sugerirían que la inclusión de algarrobo en el pienso modularía el patrón de alimentación de los corderos. Según Noor-Ehsan Gobindram *et al.* (2016), los corderos con inclusión de algarrobo en la dieta dilataban más en el tiempo las visitas al comedero (>90 minutos después de suministrarles el alimento). Por otra parte, el aumento de actividad exploratoria en los corderos de las dietas experimentales T15 y T30 podría explicar la reducción de las conductas agonistas. En este sentido, dedicar más tiempo a realizar otras actividades que favorezcan la interacción positiva mejoraría el bienestar de los corderos.

CONCLUSIÓN

La inclusión de algarrobo y, por tanto, de taninos condensados en el cebo intensivo de corderos ligeros, adapta la conducta de alimentación y favorece un mayor confort social.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Averós *et al.* 2014. Appl. Anim. Behav. Sci. 150: 17-26.
- Frutos *et al.* 2004. Span. J. Agric. Res. 2(2): 191-202.
- Noor-Ehsan Gobindram *et al.* 2016. Ani. Prod. Sci. 56: 850-858.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto RTA2017-00008-C02-02.

EFFECTO DEL NÚMERO DE TOMAS Y EL GLUCONATO CÁLCICO EN EL COMPORTAMIENTO DE TERNERAS DE RECRÍA. RESULTADOS PRELIMINARES

Carulla¹, P., Ramón-Moragues², A., Pérez³, A., Sebastian³, F., Astiz⁴, S., Estellés¹, F. y Villagrà², A.
¹UPV, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia ²CITA-IVIA, Polígono La Esperanza, 100, 12400, Segorbe, Castellón, ³Cowvet Centro de recría, 46178, Titaguas, Valencia ⁴INIA, Puerta de Hierro s/n, 28040, Madrid; pcarpas@doctor.upv.es

INTRODUCCIÓN

En producción ganadera, uno de los mayores retos es optimizar el bienestar animal. En el caso de las terneras, en las primeras etapas de su vida, son muy susceptibles al estrés. Además, un correcto crecimiento durante estas etapas tiene un gran impacto en el desarrollo y capacidad productiva en el futuro (Kaske *et al.*, 2010). Hay muchos factores de estrés, pero destaca fundamentalmente el programa de alimentación en la lactancia. En este caso, lo más importante es reducir lo máximo posible la sensación de hambre. Otro factor a tener en cuenta es la socialización entre las terneras, ya que a mayor socialización, presentan menor estrés (Hulbert y Moisés, 2016). Así, el objetivo general es desarrollar nuevas estrategias de alimentación y socialización en la fase peri-destete de terneras con aptitud lechera para optimizar su bienestar animal y futura productividad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se observaron 94 animales alojados en la granja comercial Cowvet (Titaguas, España), clasificados en cuatro tratamientos según el número de tomas y la adición de gluconato cálcico (GC) en el pienso, cuyo objetivo es fomentar el desarrollo intestinal temprano: 24 animales en dos tomas sin GC (2T-NA), 22 en tres tomas sin GC (3T-NA), 24 en dos tomas con GC (2T-A) y 24 en tres tomas con GC (3T-A). Los animales se alojaron individualmente durante 7±2 días tras su llegada y en parejas hasta el destete y se evaluaron los siguientes 16 comportamientos: agresión, beber, caminar, chupar elemento, comer, defecar, exploratoria, "grooming", juego, mamar, mamar en vacío, orinar, rumia, self-grooming y social. Se realizaron observaciones directas semanalmente con una duración de 2 horas mediante scan-sampling cada 5 minutos (Lehner, 1992; Liu *et al.*, 2020). Los datos se analizaron mediante un análisis de frecuencias con prueba de independencia (chi cuadrado) a través del paquete estadístico Statgraphics Centurion® con el tratamiento (número de tomas y GC) y la hora del día como efectos fijos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El P-valor de todos los comportamientos frente al tratamiento fue inferior a 0,00001, siendo destacables algunos comportamientos específicos. Por ejemplo, la frecuencia en valor absoluto de chupar elemento (barros del cercado, la caseta o el soporte del biberón), fue de 187 veces en 2T-NA, 154 en 2T-A, 93 veces en 3T-NA y 63 en 3T-A, lo que puede indicar sensación de hambre en los animales de 2 tomas. Además, al estudiarlo según la hora del día, ésta también resultó estadísticamente significativa (P=0,0027), obteniéndose las mayores frecuencias para los animales de 2 tomas en las horas en torno a la última toma del día. Otro comportamiento con resultados reseñables es el de grooming, en el que las frecuencias absolutas fueron 35 en 2T-NA, 57 en 2T-A, 28 en 3T-NA y 61 en 3T-A. En este caso, se da una tendencia, que también aparece para otros comportamientos sociales, en la que los animales tratados con GC muestran comportamientos más sociales, y que debe ser estudiada en detalle.

CONCLUSIÓN

Con la metodología aplicada en el presente trabajo y teniendo en cuenta que son resultados preliminares, se puede concluir, en primer lugar, que los animales alimentados con dos tomas presentan una mayor frecuencia de comportamientos relacionados con el hambre. Sumado a esto, el uso del GC en el pienso de estas terneras, parece tener efectos sobre los niveles de actividad y socialización, aunque dada la relevancia de este aspecto, debe estudiarse en profundidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kaske, M., Wiedemann, S. & Kunz, H.J. 2010. Vlaams Diergen Tijds. 79(6): 445-451 • Hulbert, L.E. & Moisés, S.J. 2016. J Dairy Sci. 99: 3199-3216 • Lehner, P. 1992. Poultry Sci. 71(4): 643-649. • Liu, S., Ma, J., Li, J., Alugongo, G.M., Wu, Z., Wang, Y., Li, S., Cao, Z. 2020. Animals 10: 50.

Agradecimientos: A Trouw Nutrition por proveer el aditivo. Estudio financiado por CDTI.

EFFECTO DE LA VENTILACIÓN SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS, LA ACTIVIDAD ANIMAL, Y LA CALIDAD DE LA CANAL Y LA CARNE EN TERNEROS DE ENGORDE

Sánchez, D., Devant, M. y Martí, S.

IRTA, Programa Producción de Rumiantes, Torre Marimon, 08140, Caldes de Montbui, España; denise.sanchez@irta.cat

INTRODUCCIÓN

Existe una creciente preocupación hacia el estrés por calor en terneros de engorde (Moringnat *et al.*, 2015) por su impacto negativo sobre el consumo de alimentos y la eficiencia de producción (Nardone *et al.*, 2010). Además, en el cebo intensivo, el calor puede ser muy estresante para los terneros en la fase de acabado (Magrin *et al.*, 2017) afectando así también a la calidad de la carne (FSA, 2012). El presente estudio tiene por objetivo evaluar el efecto de la ventilación sobre los parámetros productivos, el comportamiento animal y la calidad de canal y carne en terneros cebados intensivamente durante el verano.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 432 terneros cruzados ($451,6 \pm 51,02$ kg; $303 \pm 34,3$ d de edad) fueron alojados en dos naves (6 corrales/tratamiento/nave; 16-21 animales/corral; $72 \text{ m}^2/\text{corral}$). El diseño del estudio fue un diseño en bloques completos aleatorizados y un ajuste con una covariable. Los tratamientos fueron CTR (sin ventiladores) y VEN (1 ventilador de techo/2 corrales) considerando el corral como unidad experimental y como bloque el año. El estudio duró 42 días durante los meses de julio y agosto, y se repitió en dos años consecutivos, el año fue considerado un efecto fijo. Los terneros fueron alimentados con concentrado, paja y agua *ad libitum*. Los días 0, 14, 28 y 35 de estudio se registraron el peso vivo (PV) y se observó comportamiento animal en los días 1, 8, 15, 22, 29, y 37. Se registraron las horas de funcionamiento de los ventiladores, el consumo de agua y concentrado por nave por día. A día 42 se sacrificaron 48 terneros, seleccionados en base al PV final (12 terneros/tratamiento/año), y se registró (24 h *post-mortem*) el peso canal, conformación SEUROP, engrasamiento (de 1 a 5) y pH de la canal, así también color instrumental y estabilidad de color en los días 4, 8 y 11 de la carne (2.5 cm de la parte central del *longissimus thoracis* de L4 y L5).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sorprendentemente, al contrario que Magrin *et al.* (2017), en el presente estudio el uso de ventiladores (21 horas/d) durante los meses de verano tuvo un efecto negativo ($P < 0.001$) sobre el PV final (497 ± 1.8 kg) y ganancia media diaria (GMD) (1.22 ± 0.043 kg) en comparación con los terneros CTR (PV final: 508 ± 1.8 kg; GMD: 1.48 ± 0.043 kg/d). Además, los terneros VEN tuvieron ($P < 0.05$) un mayor consumo de pienso (8.2 ± 0.57 kg/animal) en comparación con CTR (7.9 ± 0.57 kg/animal). El porcentaje de animales de pie evaluado en este estudio fue mayor ($P < 0.05$) en los días 0 y 14 para CTR en comparación con VEN, al contrario de lo observado por Magrin *et al.* (2017). Así también, el porcentaje de animales rumiando fue mayor ($P < 0.001$) para CTR (10.9 ± 0.47 %/15 min) en comparación con VEN (8.2 ± 0.47 %/15 min). Sin embargo, el pH de la canal fue mayor ($P < 0.001$) para CTR (5.9 ± 0.21) comparado con VEN (5.6 ± 0.21); y la luminosidad (L^*) de CTR tendió ($P < 0.10$) a ser menor comparado con VEN y el enrojecimiento (a^*) y amarillez (b^*) de la carne fueron mayores ($P < 0.05$) para VEN en comparación con CTR. Finalmente, la estabilidad de color se vio afectada por la interacción de los tratamientos en el día 10 con una mayor estabilidad de color ($P < 0.001$) para VEN en comparación con CTR.

CONCLUSIÓN

El uso de ventiladores de techo no sólo no mejoró los datos productivos en el presente estudio, sino que comprometió el crecimiento de los animales. Dicho efecto negativo podría estar relacionado con el nivel de actividad (menos rumia, más tiempo de pie). Se debería estudiar si el sistema de ventilación estudiado (localización, número de ventiladores, y programa) propició dicho efecto negativo. Sin embargo, el uso de los ventiladores mejoró la calidad de la carne disminuyendo así su pH y mejorando la estabilidad del color.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Nardone, A. *et al.* 2010. *Livest. Sci* 130, 57–69.
- Magrin, L. *et al.* 2017. *Animal*, 11(6), 1084–1092.
- Moringnat, E. *et al.* 2014. *PLoS ONE* 9, e93176.
- Soriani, N. *et al.* 2013. *J. Dairy Sci* 96, 5082–5094.
- Food Standards Agency. 2012. *Meat Prod.* <https://www.gov.uk/guidance/meat-and-meat-hygiene/> Accessed 15 March 2017

IMPACTO DEL SEXO SOBRE RESULTADOS PRODUCTIVOS, LESIONES Y REACTIVIDAD HACIA HUMANO EN LECHONES

Argemí-Armengol, I., Vidal, S., Coma, R. y Álvarez-Rodríguez, J.
Universidad de Lleida. Av. Rovira Roure, 191 (Lleida); immaculada.argemi@udl.cat

INTRODUCCIÓN

La legislación permite la castración quirúrgica rutinaria hasta los 7 días de edad, para prevenir el olor a verraco (androsterona o escatol) en la carne y reducir su comportamiento agresivo (Rydhmer *et al.*, 2006), aunque los machos enteros tienen mejor conversión alimenticia y mayores tasas de crecimiento que los castrados y las hembras (Babol y Squires, 1995). No obstante, esta práctica es dolorosa y estresante, siendo un problema sustancial de bienestar animal. Este trabajo se planteó para evaluar el efecto del sexo (machos enteros, castrados y hembras) sobre los resultados productivos, lesiones y reacción en lechones, en un cruzamiento rústico destinado a la producción de curados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 401 lechones de cruce Berkshire x Duroc, procedentes de 37 madres Duroc de una granja comercial. Las cerdas parieron $11,6 \pm 0,31$ y $9,8 \pm 0,35$ lechones vivos, en el grupo de 1º a 4º parto ($n=21$) y de 5º a 8º parto ($n=16$), respectivamente. Alguna camada se igualó mediante la retirada-adopción de lechones con otras cerdas del grupo. La superficie de maternidad era de $4,05 \pm 0,15$ m²/plaza, cada madre disponía de una jaula de 1,2m² y recibía el mismo pienso *ad libitum*, hasta 7 kg pienso/día. Se mantuvo en cada camada la mitad de los machos enteros (ME) y la otra mitad fueron castrados quirúrgicamente la primera semana de vida, además de las hembras. El corte de cola fue de 5,5 cm desde la base. Los lechones se pesaron al nacer, al destete ($28,5 \pm 0,05$ días) y fin de transición ($67,5 \pm 0,06$ días). Se midió la ganancia media diaria (GMD) y la mortalidad al destete y transición. En transición, los lechones se alojaron con congéneres del mismo sexo (30 cerdos/corral, 0,3 m²/animal). Semanalmente se evaluó la presencia de lesiones de oreja y cola (Fàbrega, 2018), y en transición se realizó un test de reacción al humano inmóvil, adaptando el protocolo de Tallet *et al.* (2019).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tasa de lechones muertos post-nacimiento no se observaron diferencias significativas ($6,9 \pm 2,4\%$), aunque las diarreas fueron superiores en 1º a 4º parto (57% vs. 6%, $P < 0,01$). La GMD durante la lactación se vio afectada por el ciclo productivo materno, siendo superior en 5º a 8º que de 1º a 4º ($195 \pm 5,7$ vs. $165 \pm 4,6$ g/día; $P < 0,001$), mientras el número de lechones destetados fue significativamente inferior ($9,1 \pm 0,37$ vs. $10,6 \pm 0,32$; $P < 0,01$), respectivamente. En transición, la GMD también fue superior en lechones procedentes de cerdas de 5º a 8º que de 1º a 4º ($345 \pm 8,1$ vs. $320 \pm 6,8$ g/día; $P < 0,05$), y en consecuencia el peso final de etapa también fue superior ($20,7 \pm 0,38$ vs. $19,2 \pm 0,32$ kg; $P < 0,01$). El sexo del lechón no afectó a la GMD ni al peso durante la lactación. En la fase de transición sí se observó una interacción entre el sexo y el ciclo productivo sobre el peso final y la GMD, mostrando las hembras de cerdas de 5º a 8º parto un peso final superior respecto a las de 1º a 4º ($21,3$ vs. $17,8 \pm 0,9$ kg; $P < 0,05$) y una GMD superior (361 vs. $282 \pm 19,9$ g/día; $P < 0,05$), respectivamente. Al final de la transición, se observó que los machos enteros y las hembras tendían a presentar un menor porcentaje de lesiones en orejas (rasguños >2 cm con sangre) respecto a los castrados quirúrgicamente ($P=0,06$), pero no en las colas ($P > 0,05$). En cuanto a la interacción con el observador, se detectó que al inicio de la transición las hembras tardaban menos en acercarse que los machos castrados y enteros (84 vs. 165 y $201 \pm 24,6$ s, respectivamente; $P < 0,01$), y tendían a interactuar más veces ($P=0,09$). Al final de la etapa no se observaron diferencias significativas en el tiempo transcurrido hasta interactuar con el observador, aunque los machos castrados interactuaron más veces que las hembras y machos enteros ($3,3$ vs. $1,2$ y $2,6 \pm 0,57$, respectivamente; $P < 0,05$).

CONCLUSIÓN

En transición, los lechones hembra de cerdas de 5º a 8º parto presentaron una GMD y peso final superior, respecto a las de 1º a 4º. Al final de la transición, los machos castrados interactuaban más veces con el humano y presentaban un mayor porcentaje de lesiones en orejas. El estudio sugiere una amortiguación del efecto negativo de castrar sobre los resultados productivos y la reactividad al humano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Rydhmer, L, 2006. Acta Agr. Scand. A-An., 109-119 • Babol, J., 1995. Food Res. Int. 28: 201-212 • Fàbrega, E. 2018. Inf. DARP • Tallet, C. 2019. Front. Vet. Sci. 6:1-11.

Agradecimientos: Matadero Avinyó, SA. Gencat-FEADER, operación 16.01.01, PDR 2014-2020.

EFFECTOS DE LA MOVILIDAD Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL POLLO DE CARNE SOBRE SU RESPUESTA A TESTS DE BIENESTAR EN GRANJAS COMERCIALES

Nazar^{1,2}, F.N., Averós¹, X. y Estévez^{1,3}, I.

¹NEIKER. N-104, km. 355, E-01192 Arkaute, España; ²IIBYT, CONICET-UNC, Argentina; ³IKERBASQUE. Plaza Euskadi 5, E-48009 Bilbao, España. iestevez@neiker.eus

INTRODUCCIÓN

El bienestar del pollo de carne, entendido como su estado respecto a sus intentos de adaptarse al medio (Broom, 1991), depende tanto de condicionantes físicos y comportamentales propios del animal, como de las características del entorno de cría. La evaluación del bienestar puede hacerse combinando indicadores del estado físico y emocional del pollo. Con el fin de discriminar fenómenos individuales y ambientales que gobiernan dichos estados, se evaluó el grado de cojera de lotes de pollos de carne, así como su respuesta a la presencia de un objeto novedoso y a un observador desconocido. El estudio se realizó en dos líneas genéticas comerciales standard; una de crecimiento rápido y otra de crecimiento medio.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en lotes comerciales de crecimiento rápido (CR, Ross 308 y/o Cobb 500, edad mínima de testaje 32 d, n=10) y crecimiento medio (CM, edad mínima de testaje 45 d, n=10), antes del clareado. Cada nave fue sectorizada en transectos (Marchewka *et al.*, 2013), definidos como el corredor delimitado por la pared y la línea contigua de bebederos o comederos (de pared-TP), o por líneas contiguas de bebederos y comederos (central-TC). Se evaluaron la respuesta de los pollos a un objeto novedoso (21 puntos de muestreo, registrando durante 4 min interacciones con el objeto; De Jong y Gunnink, 2019), la respuesta de evitación a un observador desconocido (21 puntos de muestreo, pollos próximos al observador en 10 s; Welfare Quality®, 2009), así como el grado de cojera valorado según Welfare Quality®, (2009). Los datos se analizaron con modelos mixtos lineales generalizados (GLIMMIX, SAS 9.4) incluyendo como efectos fijos la línea genética (CM vs CR), la localización (TP vs TC) y su interacción. En la respuesta al objeto novedoso se analizó el efecto del tiempo de muestreo. Se incluyó la granja como efecto aleatorio y el largo, ancho y superficie de la nave como covariables.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pollos CR evaluados en TC presentaron latencias más bajas a entrar al área del objeto novedoso, y el mayor número de pollos en dicha zona, en contraste a pollos CM evaluados en TP (P<0,05). Pollos localizados en TC presentaron menor latencia a establecer contacto con el objeto novedoso (P<0,05), además de realizar un mayor número de contactos (P<0,05). El número máximo de pollos cerca del objeto novedoso fue menor y se alcanzó antes en CM (P<0,05). Se detectó un menor número de pollos CM cerca del observador desconocido, mientras que el mayor número se encontró en CR evaluados en TP (P<0,05). El mayor valor promedio de cojeras y porcentaje de pollos con problemas graves de movilidad (valor ≥ 3 en la escala Welfare Quality®) se registró en CR (1,5 y 8% respectivamente vs 0,8 y 2% en CM; P<0,05). Los resultados indican que las interacciones con el objeto novedoso y el observador ocurren más fácilmente en TC, siendo accesibles a un mayor número de individuos, tanto por existir mayor superficie alrededor del objeto y/o observador, como por no evidenciar el efecto aglutinador de una pared (evidente en TP). La mayor capacidad para moverse de los pollos CM y la menor densidad de cría explicarían su menor número cerca del objeto novedoso y del observador. Las razones que justifican el mayor número de pollos CR cerca del observador desconocido y la baja movilidad de los pollos CR justificarían también el mayor número máximo de pollos CR cerca del objeto novedoso.

CONCLUSIÓN

Características propias de la línea genética como su capacidad de movimiento, o ambientales, como la densidad de cría y la distribución de individuos en la nave influyen las respuestas de reactividad frente a objetos novedosos o a humanos, que clásicamente han sido interpretadas en base al miedo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

●Broom, D.M. 1991. *J. Anim. Sci.* 69:4167-475 ●De Jong, I.C. 2019. *Animal* 13:384-391 ●Marchewka, J. 2013. *Poult. Sci.* 92:2588-2599 ●Welfare Quality® Assessment protocol for poultry 2009

Agradecimientos: al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (proyecto TECHWEL; RTI2018-096034-R-C22). A Javier Lacalle, los granjeros y veterinarios implicados, y la empresa AN.

ANÁLISIS ESPACIAL Y TEMPORAL DEL COMPORTAMIENTO EN PASTOREO DE UN REBAÑO DE OVEJAS MEDIANTE EL USO DE GPS Y TÉCNICAS DE TELEDETECCIÓN

Plaza¹, J., Sánchez-García¹, M., Criado¹, M., Nieto¹, J., Sánchez¹, N., Abecia², J.A. y Palacios¹, C.
¹Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales, Universidad de Salamanca, 37007, Salamanca; ²IUCA, Miguel Servet, 177, 50013 Zaragoza. pmjavier@usal.es

INTRODUCCIÓN

En España, el control de los animales en el sector ovino se ha realizado siempre al amparo de las prácticas tradicionales de pastoreo que, en líneas generales, consisten en una observación directa, continua y periódica por parte del pastor (Langbein y Nichelmann, 1993). Sin embargo, la gran cantidad de tiempo invertida en conjunción con otros factores sociales importantes ha conducido a la desaparición de estas prácticas y los conocimientos asociados a las mismas. Por ello se hace necesaria la introducción de nuevas tecnologías que traten de proponer una metodología objetiva para estudiar cómo se comporta el ganado en pastoreo y cuáles son los factores más influyentes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio se desarrolló en las 800 ha de pastos comunales del término municipal de Fariza, perteneciente a la provincia de Zamora. Se tomaron datos de geoposicionamiento de manera continua cada 30 minutos desde el 1 de enero de 2018 hasta el 14 de abril de 2020. Para su registro se utilizaron dispositivos GPS-DMS-CatteSat 1.4 proporcionados por la empresa Domodis que transmitían la información por medio de GPRS a una plataforma web, desde donde se descargaba para constituir la base de datos. Todos los análisis se llevaron a cabo con el software ArcGIS Pro de Esri. El análisis temporal consistió en elaborar una secuencia de los datos de movimiento y de descanso de forma horaria para cada mes. Se dividieron los días en periodo diurno y nocturno en función de la media horaria del orto y del ocaso de manera mensual. Se realizó un conteo del número de registros de movimiento y descanso para cada hora del día de cada mes. Para estudiar la incidencia de la pendiente y orientación del terreno en el comportamiento de las ovejas, se superpusieron las geolocalizaciones sobre las capas de dichas variables y se extrajeron los valores para cada punto. Para el análisis espacial se llevó a cabo un estudio de la distribución direccional y un estudio de puntos calientes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis temporal reflejó la existencia de un patrón de comportamiento en función de la duración de los días y de la temperatura ambiental, registrándose un mayor número de puntos de movimiento o actividad en aquellas estaciones (o meses) con fotoperiodo creciente, al contrario de lo que ocurre en las estaciones de fotoperiodo decreciente. De manera general, las ovejas registraron diariamente 12 horas de movimiento y 12 horas de descanso, si bien es cierto que esto es muy cambiante según la época del año (intervalo entre orto y ocaso) y la rutina de trabajo del ganadero en dicha época. Los datos de orientación de la pendiente manifestaron una clara preferencia de las ovejas por las zonas orientadas al norte avalando las consideraciones de Nadal-Romero *et al.* (2014). Respecto a la pendiente, las ovejas se declinaron en un 65% de los casos por pendientes inferiores al 6%. El análisis espacial reveló la preferencia de las ovejas por moverse a favor de las curvas de nivel y la formación de un punto caliente en el que la mayor parte de las localizaciones se encontraron sobre pendientes comprendidas entre el 2 y el 4% y orientadas al norte.

CONCLUSIÓN

El uso de dispositivos GPS y las técnicas de teledetección son herramientas muy potentes para el estudio del medio y de la distribución espacio-temporal de los animales de granja. El comportamiento de las ovejas durante el pastoreo no es arbitrario, prefiriendo zonas de pendientes suaves y orientadas al norte. Existe una dependencia entre las épocas del año y las franjas horarias con las actividades desarrolladas por las ovejas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Langbein, J. (1993). Differences in behaviour of free-ranging cattle in the tropical climate. *App. An. Beh. Sci.*, 37, 197–209. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(93\)90111-2](https://doi.org/10.1016/0168-1591(93)90111-2)
- Nadal-Romero, E. (2014). Effects of slope angle and aspect on plant cover and species richness in a humid Mediterranean badland. *Ear. Surf. Proc. and Landf.* 39(13): 1705–1716. <https://doi.org/10.1002/esp.3549>

EVALUACIÓN DE LA CETOSIS EN VACUNO LECHERO MEDIANTE EL CONTROL LECHERO

Marquès¹, C., Calsamiglia¹, S., Jubert², A., Marxuach³, J. y Castillejos¹, L.

¹Servicio de Nutrición y Bienestar Animal, Dpto. Ciencia Animal y de los Alimentos, Universidad Autónoma de Barcelona, 01893 Bellaterra, España; ²Associació Interprofessional Lletera de Catalunya (ALLIC), Passeig de Cabriels, 08348 Cabriels, Barcelona, España; ³ It Elazos, Calle Massens, 73 - 77, Barcelona, España; cristina.marques@uab.cat

INTRODUCCIÓN

La cetosis (CET) es una enfermedad metabólica que con frecuencia se presenta en vacas lecheras de alto rendimiento. La prevalencia de CET subclínica puede oscilar entre 6,9 - 43% durante los primeros 2 meses post-parto (Suthar *et al.*, 2013). El control lechero es una práctica común en las explotaciones de vacas lecheras que nos puede ayudar a identificar animales con CET mediante la determinación de β -hidroxibutirato (BHB). El objetivo de este estudio es evaluar la prevalencia de la cetosis mediante una base de datos (BBDD) del control lechero y estudiar su correlación con otros biomarcadores.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizó una BBDD del control lechero de Cataluña (2017 - 2020) con 82.478 registros. Los datos fueron obtenidos mediante espectrometría infrarroja (MilkoScan™) de muestras de leche recogidas entre los 5 - 25 d post-parto. Definimos como animales con CET aquellas concentraciones de BHB en leche $\geq 0,10$ mM (De Roos *et al.*, 2007). Se realizó una estadística descriptiva (PROC MEANS) para conocer la distribución de los datos y se evaluó la prevalencia según la paridad, la semana de lactación y la estacionalidad. El análisis estadístico se realizó mediante la correlación y una regresión con el programa SAS®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la estadística descriptiva (media \pm desviación estándar) de las variables incluidas en el estudio de la BBDD del control lechero fueron las siguientes: grasa (4,01 \pm 0,85), proteína (3,32 \pm 0,34), ratio grasa/proteína (1,19 \pm 0,25), lactosa (4,85 \pm 0,19), extracto seco magro (8,97 \pm 0,37), células somáticas (177,6 \pm 313,9), urea (187,8; \pm 72,4), pH (6,69; \pm 0,10), caseína (2,50; \pm 0,28), índice ácidos grasos (AG) saturados e insaturados (0,68; \pm 0,11), AG saturados (2,48; \pm 0,54), AG insaturados (1,42; \pm 0,41), acetona (0,08; \pm 0,13), BHB (0,07; \pm 0,08), porcentaje AG saturados (63,2; \pm 5,04), porcentaje AG insaturados (36,8; \pm 5,04), número días post-parto (15; \pm 6,04) y número lactaciones (LACT; 2,1; \pm 1,02). Por otro lado, se observó una prevalencia de CET del 12,42% en primíparas y del 18,94 % en múltiparas, acorde con Tatone *et al.* (2017). Al evaluar la prevalencia según el número de LACT observamos un aumento de esta con el número de lactaciones, del 14,2, 17,9, 27,0 y 29,3 % en la 1ª, 2ª, 3ª y 4ª LACT, respectivamente. Al analizar la prevalencia de CET según la estacionalidad se observó un riesgo de CET en primavera del 12,8 %, en invierno del 15,8 %, en verano del 19,5 % y en otoño del 17,7 %. Sin embargo, Tatone *et al.*, (2017) observaron mayores prevalencia de CET en primavera e invierno comparado con verano y otoño. Finalmente, únicamente se encontró una correlación superior al 0,5 entre BHB y acetona (0,63), junto a la siguiente ecuación de predicción (BHB = 0,0443 +0,3189*ACETONA; N 43195; R² 0,40; p<0,0001). Otros autores (Denís-Robichaud *et al.*, 2014) también observaron que el uso de BHB y la acetona sola o en combinación, fueron buenos predictores de CET en vacas lecheras.

CONCLUSIÓN

La acetona fue el único biomarcador del control lechero con una buena correlación con BHB. No se observó relación entre la BHB y la grasa, la proteína, o su ratio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- De Roos, A.P.W., Van Den Bijgaart, H.J.C.M., Hørlyk, J. & De Jong, G. 2007. J Dairy Sci. 90:1761–1766
- Denís-Robichaud, J., Dubuc, J., Lefebvre, D. & DesCoteaux, L. 2014. Dairy Sci. 97:3364–3370
- Suthar, V.S., Canelas-Raposo, J., Deniz, A. & Heuwieser, W. 2013. J Dairy Sci. 96:2925–2938.
- Tatone, E.H., Duffield, T.F., LeBlanc, S.J., DeVries, T.J. & Gordon, J.L. 2017 J Dairy Sci. 100:1308–1318.

Agradecimientos: Proyecto COMRDI16-1-0032, Comunitats RIS3CAT (FEDER 2014-2020)

PREVALENCIA DE SEIS ENFERMEDADES DE INTERÉS PARA LA PRODUCCIÓN LÁCTEA EN CAPRINO EN GANADERÍAS DEL SUR DE ESPAÑA

Martina^{1,2*}, M., Amills³, M., Zurita^{1,2}, P., Delgado², J.V., Fernández⁴, J., Jordana⁵, J. y Martínez², A.
¹Animal Breeding Consulting S.L. 14014-Córdoba, ²Universidad de Córdoba, 14071-Córdoba. ³CRAG, CSIC-IRTA-UAB-UB, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193-Bellaterra, ⁴Asociación Nacional de Criadores de Caprino de Raza Murciano-Granadina (CAPRIGRAN), 18340-Granada, ⁵Universitat Autònoma de Barcelona, 08193-Bellaterra. *martinamacri@hotmail.it

INTRODUCCIÓN

Se analiza la seroprevalencia (P) de 6 enfermedades de importancia en la producción láctea en caprino: Agalaxia contagiosa (AC), Fiebre Q (FQ), Smallenberg (ES), Leptospirosis (L), Border disease (BD) y Artritis/Encefalitis caprina (CAEV) en 14 rebaños de raza Murciano-Granadina (MG) pertenecientes al núcleo de selección. La AC, provocada por *Mycoplasma ssp.*, es típica de territorios con pastoreo y producción lechera en pequeños rumiantes, donde genera mastitis, artritis y queratoconjuntivitis. La ES, transmitida por mosquitos *Culicoides*, causa abortos, malformaciones congénitas y baja en la producción de leche (Piñeros, 2013; OIE, 2018), al igual que sucede con la L, causada por *Leptospira spp.*, y la BD, debida a un pestivirus transmitido vertical y horizontalmente (OIE, 2018). La FQ, producida por *Coxiella burnetii*, presente en la leche, orina y heces, habitualmente cursa de forma leve, aunque puede inducir abortos al final de la gestación (OIE, 2018). La CAEV, causada por un lentivirus (Peterhans *et al.*, 2004; Minguijón *et al.*, 2015;) transmitido principalmente por vía galactógena, se caracteriza por la poliartritis crónica con sinovitis y bursitis, así como por la mamitis con induración, y puede generar encefalitis en cabritos de 2 a 6 meses de edad (Rowe y East, 1997; Blacklaws *et al.*, 2004; Peterhans *et al.*, 2004).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron 1005 muestras de suero de animales de raza MG de 11 ganaderías en régimen intensivo y 3 en semi-extensivo en la provincia de Granada, para detectar la presencia de anticuerpos para las 6 enfermedades descritas. Los análisis se realizaron con kits comerciales ID Screen® (ID.vet., France) siguiendo las indicaciones del fabricante. Se ha calculado la prevalencia y el intervalo de confianza utilizando la aplicación online WinEpi 2.0 (<http://www.winepi.net/menu1.php>).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las prevalencias reales (PR) de L, BD y ES, fueron del 0 %, en claro contraste con la FQ, que mostró una PR del 63.33% (IC = 63.02-63.35 %), si bien es cierto que probablemente este dato podría estar relacionado con la vacunación. En el caso de la AC se alcanzó el 7.15 % de PR (IC = 4.10-10.08 %). Este porcentaje podría deberse al sistema de explotación predominante, puesto que la transmisión respiratoria de AC puede ser frecuente en sistemas intensivos con altos niveles de estabulación (OIE, 2018). Los resultados de PR para CAEV (20.50 %, IC = 16.66-24.34 %) fueron similares a los hallados por Sánchez *et al.* (2001) (20.6 %) e inferiores a los de Barrero *et al.* (2017) (28.59 %). La monta natural, práctica habitual en MG, podría ser un factor a tener en cuenta para explicar este resultado (Barrero *et al.*, 2017).

CONCLUSIÓN

El sistema de explotación y la monta natural se postulan como factores a considerar en la presencia de anticuerpos frente a AC y CAEV, mientras que la vacunación en el caso de la FQ hace que sea difícil evaluar la prevalencia de esta enfermedad en las ganaderías estudiadas. Las ganaderías del núcleo de selección de la raza MG no presentan casos detectables mediante serología de 3 de las 6 enfermedades estudiadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blacklaws, B.A. 2004. Vet. Microbiol. 101, 199–208.
- Contreras, A. 1998. Vet. Rec. 142, 140–142.
- Minguijón, E. 2015. Vet. Microbiol. 181, 75–89.
- OIE. 2018. ISBN 978-92-95108-18-9.
- Piñeros, R.J. 2013. Rev. Med. Vet., 01-113
- Peterhans, E. 2004. Vet. Res., 35, 257–274.
- Rowe, J.D. 1997. Vet. Clin. of North Am. Food Anim. Pract. 13, 35–53.
- Sánchez, A. 2001. Vet. Rec. 148, 711–714.

Agradecimientos: Esta investigación ha sido financiada con el proyecto PID2019-105805RB-I00 (Ministerio de Ciencia e Innovación- Agencia Estatal de Investigación).

ANÁLISIS DE ASOCIACIÓN PARA POBLACIONES LEUCOCITARIAS EN CABRAS MURCIANO-GRANADINAS

Macri^{1,2*}, M., Amills³, M., Luigi-Sierra³, M.G., Landi⁴, V., Delgado², J.V., Jordana⁶, J., Martínez², A.
¹Animal Breeding Consulting S.L. Córdoba, 14071, España. ²Departamento de Genética. Universidad de Córdoba, Córdoba, 14071, España. ³Centre for Research in Agricultural Genomics (CRAG), CSIC-IRTA-UAB-UB, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, 08193, España. ⁴Dipartimento di Medicina Veterinaria, Università di Bari "Aldo Moro", 70010 Valenzano (BA), Italia. ⁵Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra 08193, España.
*martinamacri@hotmail.it

INTRODUCCIÓN

Los parámetros de las poblaciones celulares sanguíneas o hemograma se consideran una de las principales herramientas de diagnóstico clínico, ya que pueden proporcionar información sobre el estado sanitario de un individuo (Weiss & Wardrop 2011). En el hemograma se consideran tres componentes celulares: eritrocitos, leucocitos y plaquetas. La Murciano-Granadina (MG) es la raza caprina lechera más importante de España tanto en censo como en producción lechera y quesera (Tosser-Klopp *et al.* 2014). Aunque se han realizado estudios hematológicos en diferentes razas de cabras, la raza MG ha sido poco caracterizada en este sentido. El objetivo de este trabajo es realizar un análisis de asociación genómica (GWAS) considerando 7 parámetros hematológicos en cabras MG.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se tomaron muestras de sangre de 1006 cabras MG y se midió los siguientes parámetros sanguíneos: (109/L) leucocitos, linfocitos, neutrófilos, monocitos, eosinófilos y basófilos. Dichas cabras se genotiparon con el Goat Beadchip 50K (Illumina). Se ha realizado un filtrado de los SNPs con el programa PLINK v 1.9 (Chang *et al.*, 2015) y se ha efectuado el análisis de asociación genómica (GWAS) tanto a nivel genoma-wide como a nivel chromosome-wide con el software GEMMA v 0.98.1 (Zhou & Stephens 2012). Finalmente, los p-values obtenidos para cada asociación fueron corregidos mediante el método False Discovery Rate (FDR).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio se ha detectado 1 SNP significativo a nivel genómico localizado en el cromosoma 21 asociado a los eosinófilos (109/L). También se han hallado 17 SNPs significativos a nivel cromosómico asociados a: (109/L) leucocitos, linfocitos, neutrófilos, monocitos, eosinófilos y basófilos. Estos SNPs están localizados cerca de algunos genes, como son TSPAN3, PEAK1, LINGO1, ODF3L1, CSPG4, SNX33, IMP3, SNUPN o PTPN9, que están implicados en la adhesión celular, transporte de RNA, biogénesis de ribosomas, splicing complementario, replicación de ADN, fosforilación de proteínas, migración celular o endocitosis.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos indican que las concentraciones de estas poblaciones celulares están determinadas a nivel genético en la cabra MG.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

•Chang, C.C. 2015. Gigascience. 4 • Tosser-Klopp, G 2014. PLoS One, vol. 9 • Weiss & Wardrop 2011. Schalm's veterinary hematolog •Zhou & Stephens 2012. Nature genetics, vol. 44.

Agradecimientos: Esta investigación ha sido financiada con el proyecto PID2019-105805RB-I00 (Ministerio de Ciencia e Innovación- Agencia Estatal de Investigación).

EFFECTO DE LA REDUCCIÓN DE LA DENSIDAD Y EL REAGRUPAMIENTO DE CERDOS IBÉRICO X DUROC EN CONDICIONES INTENSIVAS DE ENGORDE SOBRE EL BIENESTAR Y EL COMPORTAMIENTO

Mainau¹, E., López-Vergé¹, S., Verdú², M., Navarro¹, E., Gasa¹, J. y Castillejos¹, L.

¹Servicio de Nutrición y Bienestar Animal, Dpto. Ciencia Animal y de los Alimentos, Universidad Autónoma de Barcelona, 01893 Bellaterra, España; ²Alimentació Animal i Producció, bonÀrea Corporació (Corporación Alimentaria Guissona, S.A.), 25210 Guissona, España
eva.mainau@uab.cat

INTRODUCCIÓN

Un manejo habitual en la cría intensiva del cerdo ibérico consiste en reducir el número de animales por corral y reagruparlos según su tamaño (clareo). El reagrupamiento de animales conlleva un aumento de las agresiones para restablecer la jerarquía (Coutellier *et al.*, 2007). Por el contrario, el aumento del espacio disponible reduce la duración de las agresiones (Peden *et al.*, 2018). Actualmente, se desconoce cuál es el efecto sobre el bienestar de realizar las dos prácticas al mismo tiempo en cerdos ibéricos en el tercio final del engorde.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se estudiaron 242 cerdos de engorde Ibérico x Duroc alojados en 20 corrales (12,1 ± 0,31 cerdos/corral; 0,74m²/cerdo) y separados por sexo (hembras y machos castrados). El día 175 de engorde (129 ± 1,18 kg) se realizó el clareo (D0) de los corrales pasando a 4 cerdos/corral (2,25 m²/cerdo). En el clareo se reagruparon animales según su peso vivo y sexo. Un día antes (D-1), 1 día (D+1) y 22 días (D+22) después del clareo, se estudió la concentración de cortisol en saliva, el comportamiento y las lesiones. La saliva se obtuvo de una submuestra de 2 cerdos/corral (D-1: 40 cerdos; D+1: 17 cerdos y D+22: 35 cerdos) mediante la introducción en la boca del cerdo de un algodón (Salivette®). Se observó el comportamiento mediante una metodología en scan-sampling (Welfare Quality®). Los comportamientos activos evaluados fueron: interacción social positiva y negativa, monta, investigación del corral y material (cadenas) y otros. El número de lesiones en la piel (rasguños >2cm con sangre fresca) se evaluaron en 6 zonas de un lado de cada cerdo: oreja, frontal, medio, posterior, cola y patas. Los datos fueron analizados con SAS v.9.4. Todos los resultados se muestran como promedio ± ES.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La concentración de cortisol en saliva (ng/mL) no mostró diferencias en función del día del clareo (D-1: 9,6 ± 0,17; D+1: 6,04 ± 0,21; D+22: 6,13 ± 0,21; P=0,12). El porcentaje de comportamientos activos tendió a ser superior (P=0,05) durante D-1 (72,8%) y D+1 (76,0%) en comparación con D+22 (63,0%). Esto nos indica que un mayor porcentaje de animales se encuentra descansando el D+22, reafirmando que los grupos estables alojados en densidades bajas conllevan una mejora del bienestar (Peden *et al.*, 2018). El porcentaje de comportamientos sociales negativos tendió a ser superior (P=0,05) durante el D-1 (1,65%) en comparación con D+1 (0,0%), siendo intermedio y no significativo el D+22 (0,65%). Se evidencia que las altas densidades conllevan un mayor porcentaje de interacciones negativas debido a la competencia por la falta de espacio y acceso a los recursos (Temple *et al.*, 2011). El número de lesiones totales y en la zona posterior fue inferior en el D+22 (0,0 en ambos casos) en comparación al D-1 (0,23 ± 0,09 en la zona posterior y 0,41 ± 0,13 en todo el cuerpo) y D+1 (0,40 ± 0,31 en la zona posterior y 0,65 ± 0,45 en todo el cuerpo). Se constata que tanto el reagrupamiento como las altas densidades conllevan comportamientos agresivos con lesiones (Turner *et al.*, 2006).

CONCLUSIÓN

El clareo (reducción en la densidad y reagrupamiento de los animales) realizado en el tercio final del engorde en cerdos ibéricos conlleva a una mejora del bienestar animal a medio plazo (cuando las densidades son bajas y los grupos estables). A corto plazo, la reducción de la densidad parece mitigar los comportamientos sociales negativos debidos al reagrupamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Coutellier, L. 2007. Appl. Anim. Behav. Sci. 105: 102-114
- Peden, R.S.E, 2018. Appl. Anim. Behav. Sci. 204: 1-9
- Temple, D. 2011. Appl. Anim. Behav. Sci. 131: 29-39
- Welfare Quality® Assessment protocol for pigs 2009.

Agradecimientos: Proyecto COMRDI16-1-0032, Comunitats RIS3CAT (FEDER 2014-2020).

RESPUESTAS METABÓLICAS Y PRODUCTIVAS DE FENOTIPOS SENSIBLES Y TOLERANTES AL CALOR DE CABRAS LECHERAS DE RAZA MURCIANO-GRANADINA

González-Luna, S., Serhan, S., Chaalia, B., Such, X., Salama, A.A.K. y Caja, G.
Grup de Recerca en Remugants (G2R), Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), 08193 Bellaterra, Barcelona, España; ahmed.salama@uab.cat

INTRODUCCIÓN

Los efectos del calor en la producción de leche difieren entre vacas y pequeños rumiantes (Baumgard y Rhoads, 2013; Salama *et al.*, 2016). Las diferencias son variables según el estado y nivel de producción, y los animales más productivos suelen tolerar peor el calor (Finocchiaro *et al.*, 2005). Así pues, el objetivo de este estudio fue comprobar si existe una relación entre el fenotipo de tolerancia al calor y las características productivas y metabólicas de cabras lecheras a mitad de lactación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron 2 experimentos en condiciones ambientales controladas en sala y cámara climática. En el Exp.1, 33 cabras Murciano-Granadinas a mitad de lactación ($2,45 \pm 0,14$ kg/d, 90 ± 1 d y $40,9 \pm 1,0$ kg PV) se adaptaron durante el día y la noche anterior a una sala con temperatura controlada (3-4 cabras/corral) y condiciones termoneutras ($THI_{NRC} = 65$). Por la mañana, las cabras se sometieron a un reto de estrés por calor ($THI_{NRC} = 86$) de corta duración (2 h), y se midió la temperatura rectal (TR) y la frecuencia respiratoria (FR), separando 2 grupos o fenotipos ($P < 0,01$) por la relación de cambio de TR y FR frente al calor ($CR = \frac{\text{después}}{\text{antes}}$). Los fenotipos fueron: A = Tolerantes ($CR_A = 4,20 \pm 0,21$; $n = 9$) y B = Sensibles ($CR_B = 6,25 \pm 0,24$; $n = 10$). En el Exp.2, las cabras se dividieron en lotes de 5 y se sometieron a un diseño cruzado de 2 períodos (12 días cada uno) y 2 condiciones climáticas en cámara climática (noche-día, 12-12 h; humedad, 45% HR): 1) termoneutro (TN; 15-20°C; $THI_{NRC} = 63-65$) y 2) estrés por calor (HS; 30°C-37°C; $THI_{NRC} = 79-87$). Las cabras se ordeñaron 2 veces/día y alimentaron ad libitum con una ración total mezclada. Diariamente se midió TR, FR, producción de leche e ingestión de alimento y agua, y semanalmente se tomaron muestras de leche y sangre. Al final de cada período las cabras se sometieron a tests de tolerancia a la glucosa (GTT; glucosa, 0,15 g/kg PV), con muestras de sangre a 10 tiempos (min -15 a 120) y medida de glucosa e insulina en plasma. Los datos se analizaron mediante PROC MIXED (SAS Inst. v.9.4).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las cabras HS incrementaron su TR (+0,82°C; $P < 0,001$), FR (a.m. 164%, p.m. 285%; $P < 0,001$) y consumo de agua (74%; $P < 0,001$), mientras que sólo disminuyeron un 10% la ingestión de alimento ($P < 0,001$) en relación a las cabras TN. Aunque no esperado, la producción de leche aumentó un 5% ($P < 0,005$) pero la leche estándar ($2,0 \pm 0,1$ kg/d) no varió entre tratamientos. Los contenidos en grasa (-16%), proteína (-14%) y lactosa (-4%) de la leche disminuyeron ($P < 0,001$) en las HS. Las cabras TN y HS mostraron similares concentraciones de glucosa, insulina y urea en plasma, pero las HS presentaron mayores valores de prolactina y creatinina (819 y 14%, respectivamente; $P < 0,01$) que las TN. Al someterlas a GTT, no se observaron diferencias en glucosa e insulina, aunque la desaparición de glucosa fue más rápida en condiciones HS que TN. Cuando se compararon los fenotipos A y B, no se detectaron diferencias en los valores medios de TR y FR, ingestión de alimento y agua, producción y composición de leche o metabolitos sanguíneos, pero las cabras B (sensibles) tendieron a tener menor p.m. TR ($P = 0,08$) que las A (tolerantes). Igualmente, al realizar los GTT bajo condiciones de HS, el área bajo la curva de glucosa de las cabras B tendió a ser inferior ($P = 0,07$) que a la de las A, mientras su nivel de numérico de insulina fue menor ($P = 0,12$) lo que podría indicar que utilizaron diferentes mecanismos para mantener la glucemia bajo condiciones de estrés por calor.

CONCLUSIÓN

Las cabras lecheras de raza Murciano-Granadina a mitad de lactación, fueron relativamente tolerantes a condiciones de estrés por calor, con indicios de diferencias metabólicas según fenotipos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baumgard, L.H. & Rhoads, R.P. 2013. Ann. Rev. Anim. Biosci. 1:311–337.
- Finocchiaro, R., Van Kaam, J.B.C.H.M., Portolano, B. & Misztal, I. 2005. Ital. J. Anim. Sci. 88:1855–1864
- Salama, A.A.K., Caja, G., Hamzaoui, S., Such, X., Albanell, E. Badaoui, B. & Loor, J.J. 2016. Animal Welfare in Extensive Production Systems, 1st ed. 5M Publishing, Sheffield, UK.

Agradecimientos: Trabajo financiado por MINECO (Proyecto INIA-RTA2015-00035-C03).

RESPUESTAS METABÓLICAS Y PRODUCTIVAS DE FENOTIPOS SENSIBLES Y TOLERANTES AL CALOR DE OVEJAS LECHERAS DE RAZA MANCHEGA

González-Luna, S., Chaalia, B., Serhan, S., Such, X., Caja, G. y Salama, A.A.K.

Grup de Recerca en Remugants (G2R), Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), 08193 Bellaterra, Barcelona, España; ahmed.salama@uab.cat

INTRODUCCIÓN

El estrés por calor (HS) impacta negativamente en la producción de leche en vacas y en pequeños rumiantes (Baumgard y Rhoads, 2013; Salama *et al.*, 2016). Pocos estudios han evaluado los efectos del HS en condiciones climáticas controladas en la raza Manchega. Además, existe una amplia variación entre animales en su grado de tolerancia al HS. Los resultados obtenidos en ovejas y cabras (Finocchiaro *et al.*, 2005; Banerjee, 2015) indican que los animales más tolerantes al HS no son los más productivos. El objetivo del presente estudio fue comprobar si existe una relación entre el fenotipo de tolerancia al HS y las características productivas y metabólicas de ovejas raza Manchega.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron 2 experimentos en condiciones ambientales controladas de cámara climática. En el Exp.1, 24 ovejas ($1,04 \pm 0,04$ kg/d, 158 ± 5 DEL y $68,6 \pm 1,2$ kg PV) se adaptaron durante el día y la noche anterior a la cámara en condiciones termoneutras ($17,7^{\circ}\text{C}$ y 71% humedad, HR; e índice de temperatura y humedad, $\text{ITH}_{\text{NRC}} = 63$). Por la mañana, las ovejas se sometieron a un reto de estrés por calor ($35,6^{\circ}\text{C}$ y 43% HR; $\text{ITH}_{\text{NRC}} = 84$) de corta duración (2 h). Se midió la temperatura rectal (TR) y la frecuencia respiratoria (FR), clasificando a las ovejas en dos fenotipos según la relación de cambio de TR y FR (CR = después/antes) frente al estrés por calor. En el Exp.2, las ovejas clasificadas como fenotipo tolerante (A; $n = 5$) o sensible (B; $n = 5$) se utilizaron en un diseño cruzado de 2 períodos (3 sem. cada uno) y 2 condiciones climáticas: 1) termoneutro (TN; 15 a 20°C día-noche; $\text{ITH}_{\text{NRC}} = 63-65$) y 2) estrés por calor (HS; día, 37°C ; noche, 30°C ; $\text{ITH}_{\text{NRC}} = 79-87$). La humedad (45% HR) y el fotoperíodo (12:12) se mantuvieron constantes. Se midieron diariamente la TR, FR, producción de leche y la ingestión de alimento y agua, mientras que se recogieron y analizaron muestras de leche y sangre, semanalmente. Al final de cada período las ovejas fueron sometidas a una prueba de tolerancia a la glucosa (GTT; glucosa, $0,25$ g/kg BW), obteniendo muestras de sangre en 10 momentos (min -15 a 120), para evaluar la glucosa y la insulina en plasma.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las ovejas HS incrementaron ($P < 0,001$) su TR ($+0,54^{\circ}\text{C}$), FR (177%) y consumo de agua (35%; $P < 0,001$), mientras que disminuyeron un 20% la ingestión de alimento ($P < 0,001$) en relación a las ovejas TN. La producción de leche ($0,63 \pm 0,05$ kg/d) no varió entre tratamientos, pero los contenidos en grasa y proteína de la leche disminuyeron 14 y 17%, respectivamente, en las ovejas HS ($P < 0,01$). Las ovejas TN y HS mostraron similares concentraciones de glucosa, insulina y NEFA en sangre, pero las HS presentaron mayores valores de prolactina y creatinina (415 y 10%, respectivamente; $P < 0,01$) que las TN. Cuando se compararon los fenotipos A y B, no se detectaron diferencias en los caracteres termofisiológicos, ingestión de alimento y agua, o la producción y composición de leche de las ovejas. Al someterlas al GTT, las HS tuvieron una respuesta de insulina similar a las TN ($P = 0,60$), pero una mayor disponibilidad numérica de glucosa ($P = 0,17$ a $0,19$). Además, las ovejas HS-A, tendieron a segregar mayor cantidad de insulina durante el GTT, pero mostraron una disponibilidad de glucosa similar a las HS-B, lo que indicaría una menor sensibilidad a la insulina en las ovejas de fenotipo A en comparación con las B, en condiciones ambientales de estrés por calor.

CONCLUSIÓN

Las ovejas lecheras de raza Manchega, a final de lactación, fueron relativamente tolerantes a las condiciones de HS, con algunas diferencias metabólicas según el fenotipo de tolerancia al calor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Banerjee, D., Upadhyay, R.C., Chaudhary, U.B., Kumar, R., Singh, S., Das, T.K. & De, S. 2015. Biol. Rhythm Res. 46:221–236
- Baumgard, L.H. & Rhoads, R.P. 2013. Ann. Rev. Anim. Biosci. 1:311–337.
- Finocchiaro, R., Van Kaam, J.B.C.H.M., Portolano, B. & Misztal, I. 2005. Ital. J. Anim. Sci. 88:1855–1864
- Salama, A.A.K., Caja, G., Hamzaoui, S., Such, X., Albanell, E. Badaoui, B. & Loor, J.J. 2016. Animal Welfare in Extensive Production Systems, 1st ed. 5M Publishing, Sheffield, UK.

Agradecimientos: Trabajo financiado por MINECO (Proyecto INIA-RTA2015-00035-C03).

ESTUDIO DE LAS CÉLULAS CALICIFORMES EN YEYUNO E ÍLEON COMO MARCADORES DE LA COCCIDIOSIS EN CORDEROS DE CEBO ALIMENTADOS CON ALGARROBO COMO FUENTE DE TANINOS CONDENSADOS

Martínez, L., Martín-Alonso, M.J., Giró, T., Álvarez-Rodríguez, J., Serrano-Pérez, B. y Pelegrin-Valls, J.
Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Lleida, Av. Rovira Roure 191, 25198 Lleida.;
jonathan.pelegrin@udl.cat

INTRODUCCIÓN

La coccidiosis es una enfermedad parasitaria mundialmente distribuida que conlleva grandes pérdidas económicas en el sector ovino y que puede inducir daños en la arquitectura del aparato digestivo (Linh *et al.*, 2008). Se ha demostrado que la inclusión de algarrobo en la dieta, como fuente de taninos condensados, contribuye a la mejora del estado parasitario de los corderos (Saratsis *et al.*, 2016). El objetivo de este trabajo fue caracterizar el número de células caliciformes y el grosor de la capa muscular intestinal, y el recuento de coccidios fecales en corderos alimentados con algarrobo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 29 corderos (14 machos y 15 hembras) de dos lotes consecutivos (invierno-verano) de 144 corderos (en 12 corrales x 2 lotes, equilibrado por sexos dentro de cada corral) y alimentados con diferentes niveles de inclusión de algarrobo (0 % "T0", 15% "T15" y 30% "T30", 8 réplicas/tratamiento). Se muestreó una mezcla de heces rectales de cada corral durante 3 periodos del cebo (50, 65 y 80 días de edad) para realizar el recuento de huevos de coccidios (RHC). En el sacrificio, se recogieron muestras de yeyuno e íleon, se fijaron en una solución de formalina al 10%, se cortaron y procesaron con la tinción azul Alcian. Las muestras se examinaron con un microscopio óptico a 10X (Motic BA310E). De cada muestra se contaron las células caliciformes (CC) de 10 criptas enteras y se midió el grosor de la capa muscular (GCM) en 4 puntos aleatorios (Motic Images Plus 3.0 ML). Los datos se analizaron con un modelo de mínimos cuadrados estándar que incluyó el efecto de la dieta y de lote para los parámetros estudiados. Se utilizó la prueba del coeficiente de correlación de Pearson (r) para identificar posibles relaciones entre el número de CC y el GCM.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La excreción de RHC fue menor en T30 que en T0 ($P < 0,05$), mientras que el T15 fue similar entre ambos tratamientos ($P > 0,05$). Asimismo, se observaron diferencias en el RHC promedio de los lotes, siendo mayor en el lote de verano ($P = 0,03$) lo que podría estar asociado a las peores condiciones higiénicas de las ganaderías en esta época (Keeton y Navarre, 2017). Las corderas alimentadas con algarrobo (T15 y T30) y lote invierno presentaron un menor número de CC en yeyuno que T0 y lote verano, respectivamente ($P < 0,05$). No obstante, en los machos no se observaron estas diferencias ($P > 0,05$), lo que sugiere una mayor susceptibilidad en los corderos para este tramo de intestino, que estaría asociada a un mayor número de CC y secreción de mucina para intentar contrarrestar el efecto de los coccidios en el tejido como se ha observado en modelos murinos (Dkhil, 2015). Respecto al GCM, la medida en las corderas del T0 fue superior en el yeyuno respecto al T15 ($P < 0,05$). Sin embargo, el GCM del íleon fue superior en el T0 verano tanto en corderos como en corderas, siendo T15 del lote invierno los que presentaron menor grosor ($P < 0,05$). No se observó correlación entre el número de CC y el GCM en corderos ($P > 0,05$). En cambio, las corderas mostraron una correlación positiva entre el número de CC y el GCM en íleon y yeyuno ($r = 0,54$ y $r = 0,53$; respectivamente, $P < 0,05$), lo que sugiere diferentes mecanismos morfológicos y fisiológicos ligados al sexo que podrían determinar una susceptibilidad diferente frente a los coccidios (Khodakaram-Tafti y Hashemnia, 2017).

CONCLUSIÓN

La inclusión de algarrobo en la dieta disminuyó el recuento de coccidios, y se observó un menor número de CC y GCM en hembras alimentadas con algarrobo al 15%, lo que sugiere una distinta susceptibilidad ligada al sexo frente a la coccidiosis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dkhil MA. 2015. Parasitol. Res. 114: 283-8. • Keeton, S. T. N. *et al.* 2017. Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 34(1): 201-208 • Khodakaram-Tafti, A. *et al.* 2017. Revue. Méd. Vét. 167: 9-20. • Linh, B. K. *et al.* 2008. Parasitol. Res. 104: 789–794. • Saratsis, A. *et al.* 2016. Parasitol. Res. 115: 2233-2242.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto RTA2017-00008-C02-02.

INVESTIGACIÓN EN BIENESTAR ANIMAL EN ESPAÑA: PASADO, PRESENTE Y RETOS DE FUTURO

Llonch¹, P., Averós², X., Villagrà³, A. y Blanco-Penedo⁴, I.

¹Departament de Ciència Animal i dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona, Campus UAB, 08193 Cerdanyola del Vallès (Barcelona). ²Producción Animal, Neiker, Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario, Basque Research and Technology Alliance (BRTA). N-104, km. 355, 01192 Arkaute (Álava). ³Centro de Tecnología Animal CITA-IVIA, Pol. La Esperanza 100, 12400 Segorbe (Castellón).

⁴Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Lleida, Av. Rovira Roure 191, 25198 Lleida; pol.llonch@uab.cat

INTRODUCCIÓN

La investigación en bienestar animal en España ha crecido de forma notable en los últimos años. Cada vez existen más grupos dedicados a este objetivo en centros de investigación y universidades. Sin embargo, este rápido crecimiento a veces no ha ido acompañado de un incremento de la colaboración entre investigadores de esta área, ni tampoco de una estrategia clara para abordar los retos en el contexto estatal. El objetivo de este trabajo es analizar la investigación en bienestar animal que se ha llevado a cabo en España, e identificar los retos de futuro en esta materia. Para este fin, se analiza la bibliografía publicada hasta la fecha, seguido de una propuesta participativa basada en grupos focales de expertos que puedan identificar las áreas de investigación que merecen atención.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio bibliométrico utilizando la base de datos científica Scopus. Se buscaron todas las publicaciones científicas en inglés hasta febrero de 2021, incluyendo artículos científicos y capítulos de libro. Los criterios de inclusión fueron el uso de la palabra "Animal Welfare" y se clasificó por país de afiliación de los autores. Luego se clasificó las publicaciones por especie animal (p. ej. "pig"), por temática de investigación (p.ej. "transport") y la disciplina científica (p.ej. "physiology").

En la segunda fase de este trabajo se plantea una metodología científica participativa en formato de taller a desarrollarse durante las jornadas, que estructure el diálogo científico, y capture las perspectivas y experiencias de las personas participantes. El taller científico pretende estimular el intercambio de conocimiento para identificar áreas prioritarias de investigación en bienestar animal y discutir las posibles necesidades y limitaciones de la investigación a nivel estatal. Se organizarán grupos de discusión basados en metodología participativa (p.ej. DELPHI), y se generará un documento que establezca una imagen objetiva del estado de la investigación en bienestar animal. Tras las jornadas, los participantes interesados podrán hacer un seguimiento de la evolución del documento, y contribuir a su redacción, que se trabajará de forma colegiada.

RESULTADOS

En España se han publicado 1085 documentos relacionados con el bienestar animal. Comparando con los demás países de la UE, la producción va por detrás de Francia (1259), Italia (1890), Países Bajos (1616), Alemania (2901) y Reino Unido (6993). Corrigiendo por la población estatal, España ocupa la quinta posición (22,9 artículos millón de habitantes) por detrás de Italia (31,4), Alemania (34,9), Países Bajos (92,1) y Reino Unido (104,3). La especie animal sobre la que más se ha publicado es el cerdo (20,2%), seguido de peces (16,7%), vacuno (12,3%), aves (10%), ovejas (9,7%), y perros (3,7%). Las principales áreas temáticas aplicadas de investigación en bienestar animal con producción científica en España son: bienestar en granja (27,6% de la producción total), transporte (15,6%), y sacrificio (12,4%). Las disciplinas científicas en las que más se ha publicado son comportamiento (31,2%), fisiología (19,3%) e impacto del estrés en calidad de la carne (8,6%).

CONCLUSIÓN

Las dos fases de este trabajo servirán para unificar criterios sobre las necesidades de conocimiento y abrirá posibilidades de colaboración para abordar nuevos retos de investigación en bienestar animal.

Agradecimientos: Este trabajo forma parte del proceso de creación de la Red CIBA (Red Científica en Bienestar Animal). Los autores quieren agradecer el interés mostrado por las personas investigadoras que han apoyado la creación de la red.

LESIONES PODOALES DEL BOVINO COMO INDICADORES ICEBERG POST MORTEM: PREVALENCIA, SENSIBILIDAD Y FACTORES DE RIESGO.

Bautista-Fernández¹, M., Losada-Espinosa², N., Estévez-Moreno³, L.X. y Miranda-de la Lama⁴, G.C.

^{1,2}Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México;

^{3,4}Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Zaragoza, España.

Correspondencia: g.miranda@correo.ler.uam.mx y genaro@unizar.es

INTRODUCCIÓN

Un indicador iceberg es aquel que puede describir de manera integrativa una serie de aspectos que afectan al bienestar de los animales a lo largo de su vida (FAWC, 2009). Estos indicadores además de ser válidos, viables y fiables deben ser de fácil implementación a nivel de matadero (Grandin, 2017).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se estableció un protocolo de evaluación a nivel de matadero de un total de 1040 bovinos a partir de los cuales se obtuvieron 2080 pezuñas de miembros torácicos y pélvicos izquierdos. Se registró frecuencia y severidad de lesiones podales con la escala: ausencia, leve y grave. Se midió el pH 24 horas *post-mortem* de las canales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existen diferencias entre la proporción de alteraciones podales pélvicas y torácicas. El sistema productivo de origen influyó en la prevalencia y severidad de las lesiones; en el vacuno de engorde son más prevalentes las deformidades de la pezuña y las lesiones de suela, muralla y talón; para los animales lecheros las lesiones de suela y para los de libre pastoreo las fisuras de la muralla. El tipo de vehículo, distancia y tiempo de viaje al matadero estuvieron asociados a lesiones severas de muralla, piel y deformidades de la pezuña. Las lesiones severas también están relacionadas con valores de pH en carne mayores a 6, medido 24 horas *post-mortem*.

Nuestra investigación demuestra la factibilidad de la evaluación *post mortem* de la condición de bienestar animal de los animales a nivel de matadero. Se ha demostrado que ciertas condiciones fisiológicas productivas (producción de leche y fertilidad) se ven afectadas por problemas podales (Alvergnas *et al.*, 2019), nuestra investigación demuestra una relación entre la salud podal de los bovinos y su relación con la calidad de la carne.

CONCLUSIÓN

El análisis podal *post-mortem* permite obtener información sobre las condiciones de bienestar desde la unidad de producción hasta el sacrificio en matadero. La relación entre la severidad de las lesiones y valores altos de pH podrían considerar a la salud podal como un indicador predictivo de la calidad de la carne. La pezuña evaluada a nivel de matadero es un valioso indicador de bienestar animal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

•Alvergnas, M., Strabel, T., Rzewuska, K. & Sell-Kubiak, E. 2019. *Livest Sci.* 222: 56-64. •FAWC. 2009. London: FAWC. •Grandin, T. 2017. *Meat Sci.* 132: 52–58.



AIDA

Asociación Interprofesional Para el Desarrollo Agrario
www.aida-itea.org

COLABORADORES



Universitat
de Lleida



Instituto Universitario de Investigación Mixto
Agroalimentario de Aragón
Universidad Zaragoza



Instituto Universitario de Investigación
en Ciencias Ambientales
de Aragón
Universidad Zaragoza



**GOBIERNO
DE ARAGON**