ITEA

Volumen Extra, Número 18 - Tomo I (1997)

VII JORNADAS SOBRE PRODUCCIÓN ANIMAL

ASOCIACION INTERPROFESIONAL
PARA EL DESARROLLO AGRARIO





CIHEAM

CENTRO INTERNACIONAL DE ALTOS ESTUDIOS AGRONÓMICOS MEDITERRÁNEOS
INSTITUTO AGRONÓMICO MEDITERRÁNEO DE ZARAGOZA

CIHEAM/IAMZ - Cursos 1996-97-98

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
PRODUCCIÓN VEGETAL	TÉCNICAS DE MARCADORES MOLECULARES PARA LA EVALUACIÓN DE GERMOPLASMA Y MEJORA DE CULTIVOS	15-26 Sep. 96	Aleppo	ICARDA/IAMZ
	*CURSO SUPERIOR DE MEJORA GENÉTICA VEGETAL	1 Oct. 96/ 6 Jun. 97	Zaragoza	IAMZ
	PRODUCCIÓN DE HIGOS	16-28 Jun. 97	Izmir	IAMZ/EUFA
	TÉCNICAS DE MARCADORES MOLECULARES PARA LA MEJORA DE CULTIVOS	14-15 Sep. 97	Aleppo	ICARDA/PNUD/ IAMZ
	BIOLOGIA Y CONTROL DE MALAS HIERBAS EN CONDICIONES MEDITERRÁNEAS	15-26 Sep. 97	Zaragoza	IAMZ/EWRS
	*OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA	Oct. 97/ Mayo 98	Córdoba	UCO/CA-JAC/CSIC INIA/COI/IAMZ
	MÉTODOS ESTADÍSTICOS PARA LA EVALUACIÓN DE CULTIVARES	3-14 Nov. 97	Zaragoza	IAMZ/CIMMYT/ ICARDA
	AGRICULTURA SOSTENIBLE: GESTIÓN DEL AGUA EN LA AGRICULTURA DE ZONAS SEMIÁRIDAS	9-20 Mar. 98	Zaragoza	IAMZ/ICARDA
	DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES DE LEGUMINOSAS FORRAJERAS Y DE GRANO ADAPTADAS A CONDICIONES MEDITERRÁNEAS	20-30 Abr. 98	Córdoba	IAMZ/CLIMA/IAS
	PRODUCCIÓN Y ECONOMÍA DE FRUTOS FRUTOS SECOS	18-29 Mayo 98	Adana	IAMZ/ Univ. Çukurova
PRODUCCIÓN ANIMAL	CONTROL DE CALIDAD DEL PESCADO Y DE LOS PRODUCTOS DE LA PESCA	7-11 Oct. 96	Barcelona	IAMZ/UAB/ CE(DGXIV)
	APLICACIÓN DE MÉTODOS CUANTITATIVOS EN EPIDEMIOLOGÍA VETERINARIA	14-25 Oct. 96	Zaragoza	IAMZ/EPIDECON/ PHLO-WAU
	SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CARNE DE CONEJO	13-24 Ene. 97	Zaragoza	IAMZ
	CONTROL SANITARIO DE EXPLOTACIONES ACUÍCOLAS	27 Ene./ 7 Feb. 97	Udine	IAMZ/IZSV/FAO
	VALORIZACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS DE OVINOS Y CAPRINOS EN EL ÁREA MEDITERRÁNEA, TECNOLOGÍAS ACTUALES Y PERSPECTIVAS DE MERCADO	24 Feb./ 7 Mar. 97	Pamplona	IAMZ/UPNA
	DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES DE LAS ABEJAS	19-30 Mayo 97	Túnez	IAMZ/IRVT
	*CURSO SUPERIOR DE PRODUCCIÓN ANIMAL	29 Sep. 97/ 12 Jun. 98	Zaragoza	IAMZ
	*ACUICULTURA	6 Oct. 97/ 27 Mar. 98	Las Palmas de Gran Canaria	ULPGC/ICCM/ IAMZ
	ACUICULTURA MEDITERRÁNEA: CULTIVO EN JAULAS FLOTANTES	20-24 Oct. 97	Zaragoza	IAMZ
	PRODUCCIÓN CAPRINA	2-13 Feb. 98	Murcia	IAMZ/CRIA-GRM
	ACUICULTURA MEDITERRÁNEA: NUEVAS TÉCNICAS PARA CRIADEROS MARINOS	23 Feb./ 6 Mar. 98	Mazarrón	IAMZ/IEO
	TÉCNICAS AVANZADAS DE ANALISIS ESTADÍSTICO DE DATOS EXPERIMENTALES EN ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN ANIMAL	25-29 Mayo 98	Zaragoza	IAMZ/ICARDA

ASOCIACIÓN INTERPROFESIONAL

PARA EL DESARROLLO AGRARIO

(A.I.D.A.)

(XXIX JORNADAS DE ESTUDIO)

VII JORNADAS

SOBRE PRODUCCIÓN ANIMAL

20, 21 y 22 de mayo de 1997
Zaragoza (España)

TOMO I

PATROCINADAS POR:

- Centre International de Hautes Études Agronomiques Méditerranéennes (Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza)
- Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias
- Diputación General de Aragón (Servicio de Investigación Agroalimentaria)
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Estación Experimental de Aula Dei)
- Universidad de Zaragoza

ITEA

Información Técnica Económica Agraria
Revista de la Asociación Inteprofesional para el Desarrollo Agrario

SECRETARIO:

IGNACIO DELGADO ENGUITA

COORDINADORES DE SECCIÓN:

Genética: JOAN TIBAU
Patología: ANTONIO FERNÁNDEZ
Gestión y Economía: EMILIO MANRIQUE
Nutrición-Alimentación: CARLOS CASTRILLO
Sistemas: RICARDO REVILLA
Calidad de la canal y de los productos: CARLOS SAÑUDO
Reproducción: JOSÉ LUIS ALABART

Secretaría: Mercedes Ferruz

Mayo 1997 Volumen Extra Número 18 tomo I	**DIRECCIÓN Y REDACCIÓN** Montañana, 176 - Apartado 727 50080 ZARAGOZA	Depósito legal: Z-577-82 ISSN: 1130-6009 INO Reproducciones, S.A. 50013 Zaragoza

Prohibida toda reproducción total o parcial sin autorización expresa de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario

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

PRESENTACIÓN

Una vez más, técnicos, investigadores y docentes acudimos a la cita bianual que convoca la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario, en el marco del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza, para presentar y discutir los últimos estudios llevados a cabo en el campo de la Producción Animal.

La producción final animal que en España casi iguala a la vegetal, se ha manifestado en la última década por un notable incremento de sus censos ganaderos, 28,4% de media, ascenso que no se ha visto reflejado en la producción de forrajes, cuya supeficie de cultivo ha descendido un 0,8% en el mismo periodo. Ello viene a indicar una apuesta decidida en el sector ganadero por la intensificación en base a piensos y concentrados que le proporcionan mayores márgenes brutos. Un ejemplo, un estudio realizado en el sector lechero de Galicia por la Consellería de Agricultura, Ganadería e Montes muestra que sólo el 25,0% de la producción de leche procede de los forrajes, mientras aquélla asciende al 45,9% en el Reino Unido.

La iniciativa privada que viene atendiendo, principalmente, los trabajos encaminados a la intensificación ganadera, debido a que presentan mayor interés económico, ha dejado que la investigación que promueve el Sector Público se ocupe de la utilización y administración de los recursos del campo. Un elevado número de los trabajos presentados en estas Jornadas se dedican, por tanto, a los rumiantes, que son los que utilizan más eficientemente el material vegetal, dado que la mayor parte de los participantes proceden del Sector Público.

Ello es lógico, porque una prioridad de nuestra investigación actual y de las venideras debe ser la utilización racional, ajustada y equilibrada de la tierra que tienda al sostenimiento e, incluso, a la mejora del medio. La integración del animal en la explotación de la tierra es imprescindible para contribuir a acelerar el ciclo biológico de algunos elementos químicos.

El esfuerzo dedicado a estas Jornadas no es, por tanto, en vano y debería prolongarse mediante la divulgación de los resultados obtenidos, provocando el efecto de la piedra que cae en el estanque, con una finalidad última, la de elevar el nivel de conocimientos del sector ganadero; lo demás vendrá por sí solo.

Agradecemos, por ello, a todos aquéllos Organismos colaboradores, a los participantes, a los organizadores y administradores de las Jornadas, su contribución desinteresada para llevar a cabo el fin propuesto.

Ignacio Delgado Enguita
Secretario de las Jornadas

ÍNDICE

TOMO I

Conferencia inaugural: "Spongiform encephalopathy in ruminants (BSE and scrapie): diagnosis, epidemiology ans socioeconomical implications". Bradley R. 1

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN

Nutrición en rumiantes: Fisiología y metodología

– Aversiones condicionadas desarrolladas por ganado caprino hacia un alimento que contiene ácido oxálico. Frutos P., Young S.A., Duncan A.J. 10

– Estudio de los alcanos sintéticos de cadena par como marcadores para estimar el ritmo de paso de los alimentos. Giráldez F.J., Mayes R.W., Lamb C.S. 13

– Aplicación del ^{13}C para la estimación del gasto energético en cabras de raza granadina. Prieto C., Bermúdez F., Lachica M., Aguilera J.F. 16

– Determinación de nitrógeno amoniacal en la orina de los pequeños rumiantes. López S., Llamazares E., González J.S., Peláez R. 19

– Efecto de la forma física de la dieta sobre la producción de saliva en el Ganado ovino y caprino[1]. González J.S., López S., Carro D., Valdés C..... 22

Nutrición en rumiantes: Valoración de forrajes y subproductos

– Fermentación *in vitro* de pasto buffel *(Cenchrus ciliaris):* efectos del nivel de fertilización nitrogenada, edad al corte y época de cultivo. González M., Fondevilla M., Barrios A., Newman Y. 25

– Determinación de la fermentación microbiana de gramíneas y leguminosas forrajeras mediante la producción de gas *in vitro*. Machado J.C., Gónzalez M., Barrios A., Fondevilla M. 28

- Efecto de la fecha de corte sobre el valor nutritivo del trébol blanco (*Trifolium repens*). Safigueroa M., López S., Giráldez F.J., González J.S., Mantecón A.R. 31

- Efecto del tipo de fuente nitrogenada (urea *vs* caseína) sobre la digestión ruminal *in vitro* de la pared celular de forrajes. Carro M.D., Valdés C., López S., González J.S. 34

- Determinación de la digestibilidad *in vitro* de forrajes: comparación entre el procedimiento Daisy–Ankom y la técnica convencional. Bochi O., López S., González J.S., Ovejero F.J. 37

- Efecto del nivel de alimentación sobre la estimación de la ingestión de hierba por novillas con el método de los alcanos. Ferrer R., Petit M. 40

- Utilización digestiva de raciones a base de paja y alfalfa deshidratada por el vacuno. Ferrer R., Villalba D., Sanz A., Casasús I, Revilla R. 43

- Utilización del cardo (*Cynara Cardunculus*) como forraje de invierno en ganado ovino. Composición química y digestibilidad *in vivo*. Romero M.J., Otal J., Lorenzo I., Pérez J.I. 46

- Valor nutritivo de las hojas basales secas de *Cynara Cardunculus* y efectos de la adición de bicarbonato sódico sobre su utilización digestiva en rumiantes. Cajarville C., Repetto J.L., González J., AlvirM.R. y Rodríguez C. 49

- Valor nutritivo en rumiantes del residuo de cosecha de la semilla de *Cynara Cardunculus*: efecto del tratamiento con urea. Cajarville C., Repetto J.L., González J., Alvir M.R. y Rodríguez C. 52

- Valor nutritivo de rastrojos de cereal en la provincia de Soria: I. Estimaciones previas. Ciria J., Sanz E., Sanz L.A., Asejo B., Gómara A., Allué J.R. 55

- Caracterización del subproducto de los nuevos procesos de extracción en dos fases del aceite de oliva. Digestibilidad *in vitro* y degradabilidad ruminal en ovino y caprino. Martín I., Molina E. 58

- Resultados preliminares sobre la evolución temporal de la digestibilidad del ensilado de pulpa de naranja en ganado ovino. Garcés C., Hernando I., Fernández C., Fernández N., Torres A. 61

- Composición química y digestibilidad *in vivo* de la pampana de vid fresca en ovino (Resultados preliminares). Romero M.J., Lorenzo I., Otal J., Madrid J., Hernández F. 64

Nutrición de rumiantes: Producción

- La ingesta de la ración de volumen: Principales factores sistemáticos de influencia en el caso del vacuno de leche. Buxadé C., Caballero J.R., Francke H. 67

– Efecto del nivel de concentrado y degradabilidad ruminal de la proteína en la producción y composición de la leche en el vacuno lechero. Calsamiglia S., Caja G., Gafo C., Peris S., Torre C., Giner G. 70

– Influencia del plano de alimentación durante la lactación sobre los rendimientos productivos y la movilización de reservas en vacas de cría. Casasús I., Sanz A., Villalba D., Ferrer R., Revilla R. 73

– Capacidad de ingestión y recuperación de reservas tras el destete en vacas de cría alimentadas con diferentes dietas. Casasús I., Sanz A., Villalba D., Ferrer R., Revilla R. 76

– Cambios en el estado corporal durante la lactación y después del destete en vacas de raza Parda. Eguinoa P., Mendizabal J.A., Casasús I., Ferrer R., Villalva D., Fernandez A., Revilla R., Arana A., Purroy A. 79

– Estimación de la producción de leche en ciervas ibéricas (*Cervus elaphus, hispanicus*) por métodos indirectos. Molina A., García A.J., Garde J.J., Gallego L. 82

– Crecimiento en el ciervo ibérico (*Cervus elaphus hispanicus*). Fernández C., Molina A., García A.J., Garde J.J., Gallego L. 85

– Comparación de la eficacia digestiva y metabólica de ovejas lecheras de raza Manchega y Lacaune: 1. Ingestión, digestibilidad y producción de leche. Pérez-Oguez L., caja G., Molina E., Such X., Ferret A., Gasa J. 88

– Comparación de la eficacia digestiva y metabólica de ovejas lecheras de raza Manchega y Lacaune: 2. Balance energético y proteico y eficacia metabólica. Pérez-Oguez L., Caja G., Molina E., Such X., Ferret A., Gasa J. 91

– Comparación de la ingestión y digestibilidad de ovejas Lacaune y Manchega: 1. Gestación. Molina E., Ferret A., Caja G., Calsamiglia S., Gasa J. 94

– Comparación de la ingestión y digestibilidad de ovejas Lacaune y Manchega: 2. Lactación. Molina E., Caja G., Ferret A., Such X., Calsamiglia S., Peris S. 97

– Destete al parto y metodología de aporte de calostro, influencia sobre el crecimiento de las corderas y la producción lechera de las ovejas. Oregui L.M., Bravo M.V., Arranz J., Urarte E., Salvador I. 100

– Influencia del aporte de betaína en ovejas de raza Manchega: Producción y composición de leche. Fernández C., Molina A., de la Fuente J.M., López A., Gallego L. 103

– Respuesta a dos niveles nutritivos, con dietas integrales en ovejas. I.– Consumo voluntario, peso y condición corporal. Hernández C., Sanz E., Oviedo G., Luna M., Surra J. 106

– Respuesta a dos niveles nutritivos, en dietas integrales con ovejas. II: En el crecimiento de los corderos (0–60 d). Oviedo G., Sanz E., Hernández C., Ciria J., Cubiló D. 109

- Efecto del granulado de la paja sobre la ingestión voluntaria y los rendimientos productivos en ovejas gestantes. Medel J.M., Guada J.A., de Vega A., Miguel-torena J.A. 112

- Estimación de las reservas grasas de ovejas de raza Rasa Aragonesa mediante la medida del tamaño de los adipocitos. Mendizabal J.A., Delfa R., Eguinoa P., Gonzalez C. Soret B., Purroy A., Arana A. 115

- Estimación a partir del oxido de deuterio de los cambios en el contenido en energía del cuerpo de ovejas sometidas a dos planos de alimentación después del destete. Dapoza C., Castrillo C., Guada J.A. 118

- Incorporación de betaína protegida en el cebo de corderos manchegos: nivel de engrasamiento y rendimientos productivos. López A., Fernández C., de la Fuente J.M., Gallego L. 121

- Efectos de jabones cálcicos de ácidos grasos de cadena larga sobre la digestibilidad y crecimiento de corderos de raza Manchega durante la cría. Gargouri H., Caja G., Such X., Ferret A. 124

- Efecto de la inclusión del cultivo de levadura (*Saccharomyces cerevisae*) **DIAMOND V XP** al pienso de cebo en corderos. Joy M., González C., Delfa R., Lahoz F. 127

Nutrición de rumiantes: Metabolismo del rumen

- Excreción urinaria de derivados de purinas en vacas lecheras: efecto del tipo de forraje y de la suplementación. Santos B., Roza B. de la, Argamentería A. 130

- Excreción urinaria de alantoína en terneros alimentados con concentrados e infundios en rumen con distintos niveles de urea-caseína. Martín–Orúe S.M., Balcells J., Castrillo C., Guada J.A. 133

- Excreción urinaria de derivados púricos en ovejas gestantes y vacías sometidas a dos planos de alimentación. Surra J.C., Reclusa M.T., Guada J.A. 136

- Utilización de la excreción urinaria de derivados de las bases púricas para el estudio de la variación de la síntesis de proteína microbiana en ovino gestante. Dapoza C., Castrillo C., Martín–Orue S.M., Balcells J. 139

- Efecto de la concentración energética de la ración sobre la colonización microbiana de los residuos de incubación de tres suplementos proteicos y su repercusión sobre su degradabilidad *in sacco*. Castrillo C., Zakraoui, Balcells J., Martín–Orue S.M., Guada J.A. 142

- Variación de la relación isotópica del nitrógeno a nivel de los alimentos y su fracción insoluble en el rumen: implicaciones sobre la estimación de la contaminación microbiana mediante el empleo de ^{15}N. Rodríguez C., Gonzalez J., Alvir M.R., Repetto J.L., Cajarville C. 145

- Efecto del tratamiento térmico y de la adición de dextrosa sobre la utilización digestiva de la harina de soja. Serrano E., Giráldez F.J., Frutos P., Mantecón A.R., Cadórniga C. 148

- Efecto del tratamiento con ácido tánico de la harina de soja sobre la utilización digestiva de la proteína. Serrano E., Giráldez F.J., Frutos P., Mantecón A.R. 151

- Estudio *in vitro* (rusitec) del efecto de la fuente de nitrógeno sobre el crecimiento y la actividad microbiana en el rumen. Carro M.D., Miller E.L. 154

- Los microorganismos metanotrofos como agentes modificadores de la fermentación ruminal. Valdés C., Newbold C.J., Hillman K., Wallace R.J. 157

- Efecto del aditivo CRINA HC sobre la actividad degradativa ruminal en la especie ovina. Fernandez M., Serrano E., Frutos P., Giráldez F.J., Mantecón A.R., Llach J.R. 160

Nutrición: Monogástricos

- Influencia de la adición en piensos para broilers de distintas fuentes de grasa sobre párametros productivos. Salado S., Gracia M., Méndez J., Piquer J., Mateos G.G. 163

- Valor nutritivo del aceite de girasol en avicultura. San Juan L.D., Villamide M.J. 166

- Utilización de enzimas en dietas de broilers basadas en centeno. García M., Lázaro R., Sanz A., Brenes A., Mateos G.G. 169

- Influencia de la adición de enzimas a dietas para ponedoras basadas en cereales blancos. Lázaro R., García M., Mateos J., Brenes A., Mateos G.G. 172

- Efecto del procesado de cereales (cebada y maíz) mediante dos procesos térmicos (micronización y extrusión húmeda) en dietas de lechones destetados precozmente. Mendel P., Sanz A., Fructuoso G., Gonzalo G., Mateos y C. de Blas G.G. 175

- Estima del consumo de pienso de cerdos en engorde a partir de variables indirectas. Soler J., Puigvert X., Tarres S., Tibau J. 178

- Efecto del tamaño de partícula sobre la digestión en conejos. Nicodemus N., García J., Carabaño R., Méndez J., de Blas C. 181

- Efecto del tamaño de partícula sobre la productividad en conejos. Nicodemus N., García J., Carabaño R., Méndez J., de Blas C. 184

– Efecto de la fuente de fibra sobre el tiempo medio de retención total y el tiempo de fermentación en conejos. García J., Mateos J., Piqueer J., Carabaño R., de Blas C... 187

– Efecto de la fuente de fibra sobre la actividad enzimática de la amilasa pancreática y las sacarasas en yeyuno e ileón. García A.I., García J., de Blas C., Piquer J., Carabaño R..... 190

– Composición de las heces blandas de los conejos. Efecto del tipo y nivel de inclusión de cereal sobre su contenido en N y sobre la relación bases púricas/N. Pérez J.F., Amber K.H., Blas E., Martín Orue S.M., Balcells J..... 193

– La excreción de derivados púricos en orina como índice de la ingestión de proteína microbiana en conejos. Ganuza J.M., Balcells J., Martín–Orúe M., Pérez J.F. 196

SISTEMAS

Bovino y varios

– Efectos ambientales sobre el peso al nacimiento y destete en raza Parda Alpina y Pirenaica. Villalba D., Casasus I., Sanz A., Ferrer R., Bergua A., Revilla R. 200

– Sistemas de acabado de terneros en Extremadura. García S., Espejo M., López M.M., Izquierdo M., Vasco P. 203

– Acabado a diez meses de terneros Rubio Gallego y Rubio Gallego x Holstein en sistemas extensivos. I: Ritmo de crecimiento. Sánchez L., Montserrat L., Brea T., Dios A., Iglesia A..... 206

– Efecto del sistema de manejo en la producción de la clase ternero de la denominación específica ternera gallega. I: Ritmo de crecimiento. Montserrat L., Sánchez L., Fernández A., Viana J.L., de la Calle B. 209

– Utilidad de las tablas de caza en la gestión cinegética de la perdiz roja. Mena Y., Pérez R.B., Molera M. 212

– Inyección de transponders pasivos en terneros de carne como sistema electrónico de identificación. Conill C., Caja G., Nehring R., Ribó O. 215

– Utilización de bolos ruminales como dispositivo para la identificación electrónica de ganado bovino a distintas edades. Caja G., Conill C., Nehring R., Ribó O..... 218

– Uso de los purines en la biofertilización del *Cynodon nlemfuensis* en litosoles de origen calcáreo. Sangines G.J.R., Borges G.L., Rosado A.M., Lara L.P.E. 221

Ovino

- Estimación de las cargas reales de ovinos y la contribución del pastoreo a las necesidades de rebaños del Parque Natural de Sierra Magina (Jaen). Treacher T., Montserrat I., Fernandez P. 224

- Contribución del pastoreo a las necesidades energéticas en rebaños ovinos de montaña. Choquecallata J., Bergua A., Manrique E., Revilla R. 227

- Cebo intensivo de corderos: Efecto de un período de crecimiento moderado post-detete en pastoreo sobre el ritmo de crecimiento y la calidad de la canal. Brusa C.M., López J., Giráldez F.J., Frutos P., Mantecón A.R. 230

- Crecimiento de los corderos de raza Gallega en rebaños explotados con base a pastos. López M., Fernandez B., Calvo C., Vallejo M., Sánchez L. 233

- Mejora de los sistemas extensivos de acabado de corderos en Extremadura. López E., Espejo M., López M.M., Villar A. 236

- Evolución de las características productivas de un rebaño de ovejas Lacaune en condiciones semi-intensivas de explotación. Such X., Marín M.P., Caja G., Pérez–Oguez L., Ferret A., Molina E., Albanell E., Peris S. 239

- Errores de estimación de la producción láctea a partir de diferentes métodos de control lechero en el ganado ovino. Fuertes J.A., Gonzalo C., de la Fuente L.F., San Primitivo F. 242

Pastoreo

- Encuesta a pastores sobre valoración forrajera de la flora autóctona en Monegros (Aragón). Delgado I., Albiol A., Ochoa Mª J., Muñoz F. 245

- Intensificación histórica de los sistemas de pastoreo en los sistemas agroforestales de dehesa. Calvo J.C., Calvo G., Aparicio M.A., Vargas J.D. 248

- Repercusión de los niveles de proteína bruta de los recursos de pastoreo en la gestión alimenticia en los sistemas de dehesa. Calvo G., Calvo J.C., Vargas J.D., Aparicio M.A. 251

- Tipos de estructuras forrajeras en sistemas de explotación de vacuno extensivo. Diez A., Olaizola A.M., Manrique E., Bernués A. 254

- Formas de utilización del territorio en explotaciones de vacuno de montaña. Díez A., Manrique E., Olaizola A., Bernués A. 257

- Impacto y capacidad de utilización de la vegetación arbustiva por el ganado caprino en función de la época de pastoreo. Torrano L., Madrigal I, Valderrábano J. 260

- Efecto del pastoreo caprino en la evolución del estrato inferior del sotobosque. Torrano L., Madrigal I., Valderrábano J. 263

- Estmación de la biomasa arbustiva total y forrajera de una zona de repoblación de *Pinus Nigra* en el prepirineo oscense. Torrano L., Madrigal I., Valderrábano J. 266

- Diferencias entre las razas vacunas de carne asturianas en el comportamiento ingestivo en pastos de montaña. Oliván C., Osoro K., Celaya R. 269

- Respuesta del ganado ovino y de la cubierta vegetal al pastoreo mixto, secuencial o rotacional con caprino en praderas de raigras/trébol escasamente nitrogenadas. Del Pozo M., Osoro K. 272

- Influencia de la presencia de trébol durante el otoño en las respuestas productivas de cabras Cachemir. Del Pozo M., Osoro K. 275

- Selección de dieta del ovino y caprino en comunicadades de brezal–tojal parcialmente mejoradas. Oliván C., Osoro K., Celaya R. 278

- Estrategias de manejo en pastoreo y ganancias post–destete de terneros procedentes de vacas de cría. Osoro K., Martínez A., Castro P. 281

- Comportamiento de ingestión del vacuno en pastoreo: efecto del peso vivo y de la altura del pasto. Ferrer R., Petit M. 284

- Efecto de la disponibilidad forrajera y de la condición corporal en los resultados productivos y de comportamiento de vacas lactantes durante el pastoreo de primavera. Villalba D., Ferrer R., Casasus I., Sanz A., Revilla R. 287

GENÉTICA

Técnicas y aplicaciones de genética molecular

Ponencia: Técnicas moleculares para la detección de variantes genéticas de interés en animales domésticos. Sánchez A. 292

- Determinación del sexo en la especie canina mediante los *loci ZFX/ZFY*. Aznar M.P., García-Muro E., Osta R., Zaragoza P. 295

- Mapeo genético del locus Bovino CSN2. García–Muro E., Martín–Burriel I., Zarazaga I., Zaragoza P. 299

– Utilización de marcadores polimórficos para identificación individual y pruebas de paternidad en poblaciones consanguíneas. Altet L., Francino O., Sánchez A. 302

– Utilización del polimorfismo de microsatélites en la verificación de paternidad en ganado caprino. Giménez–G I., Vega–Plá J.L., Angulo C., Alonso A., Muñoz A., Serradilla J.M., Falagan A., Dorado G. 305

– Caracterización de un panel de células somáticas híbridas bovino-hamster mediante la utilización de STSs. Elduque C., Laurent P., Saunier K., Hayes H., Petit E., Weiss B., Eggen A., Levéziel H. 308

QTL en ganado bovino

Ponencia: Detección de QTL en vacuno de leche. Gómez–Raya L. 311

– Detección de QTL's en diseños F_2 mediante marcadores dominantes. Ovilo C., Toro M.A. 314

– Utilización de marcadores genéticos RAPDs para la localización del Gen de la hipertrofia muscular: estudio preliminar. Cortés O., Pastor S., Barroso A., Dunner S., Sánchez A., Cañón J. 321

– Variabilidad de un microsatélite (ZARA12)asociado a la lactogerrina en distintas razas bovinas españolas. Martín–Burriel I., Calvo J.H., Osta R, Zaragoza P. 324

– Polimorfismos más frecuentes de la k–caseína mediante PCR/RFLPs en los reproductores Holstein del programa integral de mejora genética de Galicia (PIMX). Viana J.L., Fernandez A., Iglesias A., Sánchez L. 327

Posters varios

– Estudios de pedigree en la especie canina mediante la utilización de microsatélites: Ejemplos prácticos. Aznar M.P., Zaragoza P., Zaragoza P. 330

– Evaluación genética de la facilidad de parto de los sementales de vacuno lechero Frisón utilizados en la comunidad autónoma del País Vasco. Alday S., Ugarte E., Ugarte C. 333

– Efecto de la intensidad de selección sobre la respuesta a un índice de selección cuando varía el tamaño de población. Campo J.L., Turrado H. 336

– Factores de variación del peso vivo en ovejas de raza Churra. Carravilla S., de la Fuente L.F., San Primitivo F. 339

– Peso adulto y dimorfismo sexual de dos líneas sintéticas de conejo. Pla M., Piles M., Valdevira J.J. 342

– Pesos al nacimiento y al destete en una línea de conejos fundada seleccionando por hiperprolificidad. Cifre J., Baselga M., García M.L., García–X F., Vicente J.S. 345

– Estado actual de resultados del programa de conservación genética en la raza Asnal Catalana. Folch P., Jordana J. 348

– Supervivencia de alelos en la piara Large White de la Misión Biológica de Galicia. Rodrigáñez J. Toro M.A., Silió L., Rodríguez C. 351

QTL en ganado porcino

Ponencia: Experimentos para la detección de QTLs en porcino: Situación y perspectivas. Perez–Enciso M. 354

– Caracterización de dos líneas de cerdo ibérico Negro Lampiño mediante marcadores PCR–RAPD. Castellanos C., Ovilo C. Siljó L. 358

– Asociación entre el poliforfismo del receptor de estrógenos (ER) y la variación en prolificidad en una línea de cerdos Landrace. Pérez–Enciso M., Noguera J.L., Babot D., Alfonso L., Estany J., Messer L.A., Rothschild M.F. 361

– Comparación de caracteres reproductivos en las primeras etapas de la gestión en Large White, Meishan y sus cruzamientos. Blasco A., Santacreu M.A:, Bidanel J.P. 364

– ETH 5001: Un microsatélite asociado a un QTL porcino. Calvo J.H., Martín–Burriel I., García–Muro E., Osta R., Zaragoza P. 367

Transgénesis y selección de conejos

Ponencia: Características y aplicaciones de la transgénesis en animales domésticos. Folch Albareda J. 370

– Resultados de ocho generaciones de selección divergente por capacidad uterina en conejo. Argente M.J., Santacreu M.A., Climent A., Blanco A. 375

– Estudio de la tasa de fecundación y la calidad de los embriones en dos líneas seleccionadas de forma divergente por capacidad uterina. Santacreu M.A., Climent A., Gallego M., Blasco A. 378

– Diseño de una experiencia para la optimización de un esquema de cruzamiento a tres vías en cunicultura. I: Madres cruzadas. Gómez E.A. Rafel O., Ramón J., Perucho O. 381

– Efecto de la selección por velocidad de crecimiento en la canal del conejo. Piles M., Plá M., Blasco A. 384

Técnicas estadísticas aplicadas a la mejora animal

Ponencia: Técnicas estadísticas de valoración de reproductores. Altarriba J., García L.A., Moreno C., Varona L., Yagüe G. 387

– Resultados de un experimento de selección del tamaño de camada mediante un esquema hiperprolífico en porcino. Noguera J.L., Alfonso L., Babot D., Pérez-Enciso M., Estany J. 391

– Estima de la tendencia genética en el esquema de selección de la raza ovina Manchega, incluyendo grupos genéticos. Pérez–Guzman M.S., Serrano M., Montoro V., Jurado J.J. 394

– Introducción de grupos genéticos en la evaluación de ovejas Latxa Cara Negra. Ugarte E., Urarte E., Arranz J., Arrese F., Rodríguez C., Silio L. 397

– Análisis bayesiano de la heterogeidad de la varianza residual durante la lactación utilizando la técnica de los puntos de cambio. Rekaya R., Carabaño M.J., Toro M.A. 400

Posters varios

– Respuesta correlacionada en caracteres de crecimiento y canal después de un ciclo hiperprolífico en porcino. Estany J., Tibau J., Soler J., Noguera J.L. 403

– Heterogeneidad de varianzas entre granjas para el peso al control en porcino. Aplicación de un modelo mixto multiplicativo. Pujol M.R., Piedrafita J., Quintanilla R., Tibau J. 406

– Análisis demográfico y genealógico de la Bruna dels Pirineus. Mujal M.M., Quintanilla R., Piedrafita J. 409

– Estimación de componentes de varianza del peso al destete en presencia de un antagonismo no genético entre efectos directos y maternos. Quintanilla R., Pujol M.R., Piedrafita J. 412

– Precisión de la evaluación genética de los efectos directos y maternos sobre el peso al destete en la población Bruna dels Pirineus. Quintanilla R., Piedrafita J., Pujol M.R. 415

– Valores económicos de varios caracteres productivos y longevidad en vacuno de leche bajo situación de cuota láctea. Chaffarddine N., Alenda R., Santamaría Mª P., Guerrero P. 418

– Efecto de diversos factores de variación sobre la producción y composición de la leche, en la raza caprina Murciano Granadina. Zaragoza M., Burguete I., Vallejo M. 421

– Heterosis en el cruzamiento de estirpes de razas de gallinas autóctonas catalanas. Francesch A., Casanovas P., Fontgibell A. 424

Índice de autores

Abecia J.A. 496
Aceña M.C. 582, 585
Aguado M.J. 437
Aguilar B. 535
Aguilera J.F. 16
Alabart J.L. 469, 502, 526, 603, 615
Albanell E. 239, 664
Alberti P. 745, 748, 775
Albiol A. 245
Alday S. 333
Alenda R. 418
Alfaro B.R. 496
Alfonso L. 361, 391
Alonso A. 305
Altarriba J. 387
Altet L. 293
Althaus R.L. 576, 688
Alvariño J.M.R. 454, 457, 460
Alvir M.R. 49, 52, 145
Alzueta M. 715
Allué J.R. 55
Amber K.H. 193
Amorena B. 597, 600, 603, 606, 615
Andrés C. 615
Angulo A.M. 830
Angulo C. 305
Angulo F. 661
Aparicio M.A. 248, 251, 800, 806
Arana A. 79, 115, 748
Argamentería A. 130
Argente M.J. 375
Ariznabarreta A. 573
Arnau J. 676, 682, 685

Arranz J. 100, 397, 434
Arrese F. 397, 434
Asejo B. 55
Ayala I. 475, 588, 636
Aznar M.P. 296, 330
Babot D. 361, 391
Badiola J.J. 603, 606
Balcells J. 133, 139, 142, 193, 196
Barberan M. 594, 618, 621
Barrios A. 25, 28, 321
Baselga M. 345
Batista M. 443, 499
Benedito J.L. 475, 588, 636
Bergua A. 200, 227
Beriain M.J. 715, 769, 772
Bermúdez F. 16
Bernués A. 254, 257
Bertrand G. 615
Bidanel J.P. 364
Blas E. 193
Blasco A. 364, 375, 378, 384, 652, 655
Blasco J.M. 618
Boadas C. 682
Bochi O. 37
Bolea R. 603, 606
Borges G.L. 221
Borque C. 466
Bradley R. 1
Bravo M.V. 100, 785
Brea T. 206, 751, 754
Brenes A. 169, 172
Brusa C.M. 230
Bueno A. 454, 457
Burguete I. 421
Buxadé C. 67, 484, 487, 803, 818
Caballero de la Calle J.R. 67, 484, 487, 803, 818
Caballero J.V. 803
Cabrera F. 443, 499

Cáceres P. 664
Cadórniga C. 148
Caiza F.I. 449
Caja G. 70, 88, 91, 94, 97, 124, 215, 218, 239, 664, 694, 788
Cajarville C. 49, 52, 145
Calsamiglia S. 70, 94, 97
Calvo C. 233, 658, 757
Calvo G. 248, 251, 800, 806
Calvo J.C. 248, 251, 800, 806
Calvo J.H. 324, 367
Campo J.L. 336, 778
Campo M.M. 724, 745, 775
Canal M. 452
Cantero M.A. 709, 721
Cañeque V. 709, 721
Cañón J. 321
Carabaño M.J. 400
Carabaño R. 181, 184, 187, 190
Carballo J.A. 751, 754, 763
Carravilla S. 339
Carriedo J.A. 697
Carro D. 22
Carro M.D. 34, 154
Casanovas P. 424
Casasús I 73, 76, 79, 200, 287, 508, 511
Castellanos C. 358
Castillo C. 475, 588, 636
Castillo J.A. 594, 642
Castrillo C. 118, 133, 139, 142
Castro P. 281
Cavero J. 812, 815
Cebrián J.A. 428, 431
Cebrián L.M. 621
Celaya R. 269, 278
Chaffarddine N. 418
Chasco J. 715, 769, 772
Chemineau P. 493
Chirinos Z. 520

Choquecallata J. 227
Cifre J. 345
Cifrian E. 558
Ciria J. 55, 109
Climent A. 375, 378
Cocero Mª J. 541
Coicoa A. 760
Comaposada J. 679
Conill C. 215, 218
Contreras A. 558
Corbera E.A. 812, 815
Cortés O. 321
Costa L. 597
Cuartielles LL. 727
Cuartielles M.I. 633
Cubiló D. 109
Cueto M. 440
De Blas C. 181, 184, 187, 190
De Blas G.G. 175
De la Calle B. 209, 766
De la Fuente L.F. 242, 339
De la Fuente J. 514, 517, 532, 544
De la Fuente J.M. 103, 121
De Pedro E. 661
De Vega A. 112
Del Arco J.A. 454, 457
Del Campo A. 481
Del Pozo M. 272, 275, 646, 649
Delfa R. 115, 127, 727, 730, 733, 736, 739, 742,
Delgado I. 245
Dhehibi B. 830
Díaz J.R. 624
Dieleman S.J. 535
Diestre A. 670, 673
Diez A. 254, 257
Dios A. 206, 658, 763
Dorado G. 305
Duncan A.J. 10

Dunner S. .321
Echarren A. .576
Echegoyen E. .502, 526
Eggen A. .308
Eguinoa P. .79, 115, 748
Elduque C. .308
Enser M. .724
Erosa S. .529
Escobal I. .615
Esnal A. .615
Espejo M. .203, 236
Estany J. .361, 391, 403
Estrada A. .642, 305
Fanlo R. .788
Farré L. .452
Febas P. .791
Fernández A. .79, 209, 327, 609. 612, 627, 630
Fernández B. .233, 718
Fernández C. .61, 85, 103, 121, 472, 490, 706, 712
Fernández de Luco D. .603, 606
Fernández M. .160
Fernández N. .61, 561, 691
Fernández P. .224
Fernández-Arias A. .526
Ferrer Dufol M. .642
Ferrer L.M. .615
Ferrer Mayayo J.M. .642
Ferrer R. .40, 43, 73, 76, 79, 200, 284, 287, 508, 511,
Ferret A. .88, 91, 94, 97, 124, 239, 694, 788, 791
Fidalgo L.E. .579, 624, 760
Folch J .469, 502, 526
Folch J.M. .370
Folch P. .348
Fondevilla M. .25, 28
Fontgibell A. .424
Forcado F. .496
Forga J. .443, 499
Francesch A. .424

Francino O. 293
Francke H. 67
Franco J. 745
Fructuoso G. 175
Frutos P. 10, 148, 151, 160, 230
Fuentes S. 532
Fuertes J.A. 242, 697
Gafo C. 70, 88, 694
Gallego J. 809
Gallego L. 82, 85, 103, 121, 446, 472, 490, 706, 712
Gallego M. 378
Gallego R. 567
Gamboa M.A. 529
Gantsegi E. 434
Ganuza J.M. 196
Garbayo J. 469
Garcés C. 61
García A. 446, 712, 824
García A.I. 190
García A.J. 82, 85, 472, 490
García C. 564, 709
García J. 181, 184, 187, 190, 633, 661, 751, 754
García L. 612
García L.A. 387
García López M. 541
García M. 169, 172, 478, 481
García M.L. 345
García O. 437
García P. 475
García S. 203
García-Belenguer S. 582, 585
García-Muro E 296, 299, 367
García Ximénez F. 345, 472, 490
Garde J.J. 82, 85
Gargouri A. 664, 694
Gargouri H. 124
Garrido A. 661
Garrido A.P. 824

Garzón A. 555
Gasa J. 91, 94, 791
Gascón M. 582, 585
Gasparotti M.L. 688
Gayan J. 721
Gelabert J. 676, 685
Gibbons A. 440
Gil J. 621
Gil J.M. 824, 827, 830
Gil M.C. 591
Giménez I. 305
Giner G. 70
Giráldez F.J. 13, 31, 148, 151, 160, 230, 782, 821
Gispert M. 667, 670, 673
Goicoa A. 55, 472, 478, 481, 579, 624
Gómara A. 55
Gómez A.Mª. 452
Gomez Brunet A. 505
Gómez E.A. 381
Gómez J. 627, 630
Gómez M.J. 567
Gómez-Raya L. 311
Gonzales de Bulnes A. 541
Gonzáles M.E. 55
González J. 49, 52, 145
González A. 478, 481
González C. 115, 127, 443, 723, 727, 730, 736, 739, 742
González de Bulnes A. 505
González F. 443, 449
González J.S. 19, 22, 31, 34, 37
González M. 25, 28, 564
González-Stagnaro C. 514, 517, 520, 523
Gonzalo C. 242, 552, 558, 570, 573, 697
Gonzalo G. 175
Gorraiz C. 715, 769
Gou P. 679, 682, 685
Gracia A. 443, 499
Gracia E. 600

Gracia M. 163
Gracia Salinas M.J. 642
Grandos J. 544
Guada J.A. 112, 118, 133, 136, 142
Guardia D. 652
Guarga J.L. 642
Guerrero J.E. 809
Guerrero L. 652, 676, 685, 775
Guerrero P. 418
Gutiérrez C. 636
Hayes H. 308
Hensen E.J. 535
Hernández B. 772
Hernández C. 106, 109
Hernández D. 437, 555, 567
Hernández F. 64
Hernández J. 475, 588, 636
Hernández M. 609, 612
Hernández P. 655
Hernando I. 61
Hernandorena J.M. 615
Hillman K. 157
Horcada A. 715, 769
Horcas Díaz E. 633
Horcas E. 727
Huarte-Mendicoa J. 772
Iglesia A. 206, 327
Insausti K. 769
Izquierdo D. 538
Izquierdo M. 203
Jardim M.P. 700, 703
Jordana J. 348
Joy M. 127
Jurado J.J. 394
Lachica M. 16
Lahoz F. 127, 727, 745
Lamb C.S. 13
Lara C. 627, 630

Lara L.P.E. 221
Latre M.V. 627, 630
Laurent P. 308
Lauzurica S. 709, 721
Lavara R. 463
Lavin Mª.P. 782, 821
Lázaro R. 169, 172
Lee J.C. 597
Leibo S.P. 547
Levéziel H. 308
Lizaso G. 769, 772
Lizaso L. 748
Llach J.R. 160
Llamazares E. 19
Llorente M. 639
Locatelli A. 478, 481, 493
López D. 709, 721
López E. 236
López F. 561
López F.J. 452, 457
López J. 230
López M. 233, 475, 588, 636, 658, 718
López M.M. 203, 236
López S. 19, 22, 31, 34, 37
Lopez Sebastian A. 505, 541
Lorenzo I. 46, 64
Loste A. 627, 630
Lozano J.M. 496
Lucientes J. 642
Luján L. 603, 606
Luna M. 106
Machado J.C. 28
Madrid J. 64
Madrid-Bury N. 523
Madrigal I. 260, 263, 266
Malinskas G.A.G. 688
Malpaux B. 493
Manrique E. 227, 254, 257

Mantecón A.R. 31, 148, 151, 160, 230, 782, 821
Marco J. 615
Marco J.A. 558
Marco J.C. 552, 564
María G. 724
María G.A. 700, 703
Marín M.P. 239
Marrufo D. 529
Martín Orue S.M. 193
Martín Y. 58
Martín-Burriel I. 299, 324, 367
Martín-Orúe S.M. 133, 139, 142, 196
Martínez A. 281, 646, 649
Martínez J.R. 570
Martínez M.L. 661
Martino A. 547
Mateos C. 175
Mateos G.G. 163, 169, 175
Mateos J. 172, 187
Maurice-Mandon F. 493
Mayes R.W. 13
Medel J.M. 112
Mena Y. 212, 809
Mendel P. 175
Mendez J. 163, 181, 184
Mendizabal J.A. 79, 115, 715, 748
Messer L.A. 361
Migueltorena J.A. 112
Milán M.J. 788, 791
Miller E.L. 154
Miranda M. 475, 588, 636
Miró J. 449
Mogas T. 452
Molera M. 212
Molina A. 82, 85, 103, 239, 472, 490
Molina E. 58, 88, 91, 94, 97, 664
Molina M.P. 561
Molina P. 691

Molli J.S. 688
Monleón E. 603, 606
Monleón M. 514, 517
Montes A. 636
Montoro V. 394, 437, 446, 555, 567
Montserrat I. 224
Montserrat L. 206, 209, 751, 754, 757, 764, 766
Monzón M. 597, 600, 615
Mora J.M. 791
Moreno C. 387
Muiño T. 428, 431
Mujal M.M. 409
Muñoz A. 305
Muñoz F. 245
Navarrete L.F. 529
Nehring R. 215, 218
Newbold C.J. 157
Newman Y. 25
Nicodemus N. 181, 184
Noguera J.L. 361, 391, 403, 794, 797
Nute G.R. 724
Ochoa Mª J. 245
Olaizola A. 257
Olaizola A.M. 254
Oliván A. 633
Oliván C. 269, 278, 727
Oliver M.A. 652, 673
Ollero M. 428, 431
Olleta J.L. 745, 775
Oregui L.M. 100, 785
Ormazabal J.J. 541
Oropesa E.M. 591
Ortiz N. 446, 472
Osorio J.C. 700, 703
Osoro K. 269, 272, 275, 278, 281, 646, 649
Osta R. 324, 296, 367
Otal J. 46, 64
Ovejero F.J. 37

Oviedo G. 106, 109
Ovilo C. 318, 358
Pacheco M.C. 603, 606
Palacio J. 582, 585
Panea B. 775
Paramio Mª T. 538
Pastor S. 321
Peláez R. 19
Peña J.C. 484, 487
Pérez Almero J.L. 809
Pérez C. 709, 721
Pérez Gúzman M.D. 555
Pérez J.F. 193, 196
Pérez J.I. 46
Pérez M. 597, 600, 615
Pérez R. 428, 431
Pérez R.B. 212
Perez-Enciso M. .....354 , 361, 391
Pérez-Guzmán M.D. 437, 567
Pérez-Guzman M.S. 394
Pérez-Oguez L. 88, 91, 239
Peribáñez M.A. 642
Peris C. 561, 691
Peris S. 70, 97, 239
Perucho O. 381
Petit E. 308
Petit M. 40, 284
Piedrafita J. 406, 409, 412, 415
Piles M. 342, 384
Pimentel M. 700, 703
Piquer J. 163, 187, 190
Plá L.M. 794
Pla M. 342, 384, 652, 655
Pomar J. 794, 797
Prieto C. 16
Puigvert X. 178, 667, 670, 673
Pujo M.R. 449, 406, 412, 415
Purroy A. 79, 115, 715, 748, 772

Puyuelo R. .620, 627
Quadri M. .676
Quintanilla R. .406, 409, 412, 415
Rafel O. .381
Ramírez-Iglesia N. .523
Ramón J. .381
Ramón P.J. .529
Ramos J. .579, 624, 760
Ramos J.J. .582, 585, 627, 630
Rebollar P.G. .460
Reclusa M.T. .136
Redondo A. .778
Rekaya R. .400
Repetto J.L. .49, 52, 145
Requena R. .691
Reus E. .541
Revilla R. .43, 73, 76, 79, 200, 227, 287, 508, 511, 582, 585
Ribó O. .215, 218
Rigau T. .449, 452
Rincón E. .520
Rodrigáñez J. .351
Rodriguez A.A. .630
Rodríguez A.M. .437
Rodríguez C. .49, 52, 145, 351, 397
Rodríguez J.E. .449, 452
Rodríguez M. .561, 691
Romeo M. .558, 564, 615
Romero M.J. .46, 64
Rosado A.M. .221
Rota C. .597
Rothschild M.F. .361
Roy T.J. .591
Roza B. de la .130
Ruíz de Huidobro F. .709, 712
Ruíz J.M. .469
Ruíz R. .785
Safigueroa M. .31
Salado S. .163

Salvador I. ..... .100
San Juan L.D. ..... .166
San Primitivo F. ..... .242, 339, 552, 570, 573, 697
Sancha J.L. ..... .709, 721
Sánchez A. ..... .292, 293, 321
Sánchez B. ..... .658, 763, 766
Sánchez L. ..... .206, 209, 233, 327, 658, 718, 751, 754, 757, 763, 766
Sánchez M.P. ..... .469
Sánchez P. ..... .502, 526
Sangines G.J.R. ..... .221
Sanjuan A.I. ..... .827
Santacreu M.A. ..... .364, 375, 378
Santamaría G. ..... .760
Santamaría Mª P ..... .418
Santamarina G. ..... .579, 624
Santiago J. ..... .478, 481
Santiago Moreno J. ..... .505, 541
Santos B. ..... .130
Sanz A. ..... .43, 73,76, 169, 175, 200, 287, 508, 511
Sanz E. ..... .55, 106, 109
Sanz L.A. ..... .55
Sañudo C. ..... .724, 745, 775
Saunier K. ..... .308
Scaglione L.M. ..... .576
Serradilla J.M. ..... .305
Serrano E. ..... .148, 151, 160
Serrano M. ..... .394
Sierra I. ..... .724
Silió L. ..... .351, 358, 397
Solanes D. ..... .788
Soler F. ..... .591
Soler J. ..... .178, 403, 667, 670
Soret B. ..... .115, 748
Sotelo J.M. ..... .573
Suárez C. ..... .760
Suárez J.L. ..... .579
Suárez M.L. ..... .579, 624, 760
Such X. ..... .88, 91, 97, 124, 239, 694

Sueiro R. 718
Sunyer E. 679
Surra J. 106, 136
Tardáguila J.A. 552
Tarres S. 178
Tavera J.M. 567
Teixeira A. 723, 730, 736, 739, 742
Tibau J. 178, 403, 406, 667, 670, 673
Todini L. 493
Toro M.A. 318, 351, 400
Torrano L. 260, 263, 266, 639
Torre C. 70
Torres A. 61, 561, 691
Torres R. 452, 457
Treacher T. 224
Tschopp J.C. 576
Turrado H. 336
Ugarte C. 333
Ugarte E. 333, 397, 434, 100, 397, 434
Urarte E. 100
Ureña F. 818
Uriarte J. 612, 639
Valderrábano J. 260, 263, 266, 639, 723, 730, 726, 739, 742
Valdés C. 22, 34, 157
Valdevira J.J. 342
Vallejo M. 233, 421, 718
Varga M.A. 603, 606
Vargas J.D. 248, 251
Vargas J.G. 800, 806
Varona L. 387
Vasco P. 203
Vasquez-Prada J.A. 514, 517
Vega-Plá J.L. 305
Vela A. 630
Velasco S. 709, 721
Vergara H. 706, 712
Viana J.L. 209, 327
Vicente J.S. 345, 463

Villalba D. 43, 73, 76, 79, 200, 287, 508, 511
Villamediana P. 538
Villamide M.J. 166
Villar A. 236, 561
Viudes de Castro M.P. 463
Vos P.L.A.M. 535
Wallace R.J. 157
Weiss B. 308
Wood J.D. 724
Yagüe G. 387
Yépez J. 514, 517
Young S.A. 10
Zakraoui 142
Zaragoza I. 330
Zaragoza M. 421
Zaragoza P. 296, 299, 324, 330, 367
Zarazaga I. 299
Zarazaga L.A. 493

SPONGIFORM ENCEPHALOPATHY IN RUMINANTS: EPIDEMIOLOGY, DIAGNOSIS AND SOCIO-ECONOMIC IMPLICATIONS

R Bradley

BSE Consultant. Central Veterinary Laboratory. New Haw, ADDLESTONE. KT15 3NB, UK.

INTRODUCTION

Until 1985 six transmissible spongiform encephalopathies (SE), or prion diseases were known, three in man, kuru, Creutzfeldt-Jakob disease (CJD) and Gerstmann-Sträussler-Scheinker disease, all of which are rare or very rare and three in animals, scrapie of sheep and goats, which is relatively common, transmissible mink encephalopathy (TME) of farmed mink and chronic wasting disease of some species of deer and Rocky Mountain elk which are also rare diseases. CJD has a worldwide distribution but scrapie does not exist in several countries including Australia, New Zealand and some South American countries. The other diseases are geographically restricted and none of the animal diseases are implicated in the causation of the human diseases. All the diseases are fatal. There is no certain way of confirming the diagnosis in a live animal, there is no practical test for infection and no effective treatment is available.

EPIDEMIOLOGY

Since 1996, when bovine spongiform encephalopathy (BSE) was first discovered in the UK, fourteen additional diseases have been reported. The SE in moufflon is probably scrapie. The SE in the other thirteen species are probably caused by BSE. There have been nineteen cases of SE in eight species of captive wild ruminants, ten cases in captive wild FELIDAE and seventy eight cases in domestic cats (seventy six in the U.K, one in Norway and one in Liechtenstein).

The cattle and captive wild ruminants were infected orally by concentrate feed containing meat-and-bone-meal (MBM) which was the vehicle for the scrapie-like agent responsible for the disease. The domestic cats were probably also infected *via* feed but the specific

ingredient is unknown. The captive wild FELIDAE were infected *via* feeding uncooked central nervous tissue from affected cattle.

The origin of the epidemic was either from a scrapie-like agent from sheep (the only known reservoir) or a cattle-adapted scrapie-like agent. Commercially motivated changes in the UK rendering industry were responsible. This industry processes waste tissues from abattoirs and butchers and converts it into MBM (which is the carrier of infection) and tallow (fat), which does not carry infection even if it was present in the raw ingredients. Once it was discovered that feed was the source of BSE a ban was introduced (in July 1988 in the UK) which prohibited the feeding of ruminant protein to ruminant animals. This, if perfectly enforced, and if there was no other source would result in the eradication of BSE once the incubation period was complete. The modal incubation period is five years. There have been over 30,000 cases of BSE born after the feed ban was introduced, it is now clear that the greater majority of these were due to cross contamination of ruminant diets with those prepared for pigs and poultry using the same equipment. Failure to clean delivery wagons between deliveries of raw materials or finished feed for different species could also have contributed. Progressive tightening of the controls, and importantly the introduction of the specified bovine offals ban helped to effect control of BSE. This was primarily introduced to protect public health in 1989 from any risks associated with infected tissues from clinically healthy, infected cattle but was extended in 1990 to protect all species of animal and bird. However, this ban too, was 'leaky' and enforcement had also to be tightened to reduce, and finally prevent, exposure *via* feed. Because the security of the ruminant feed ban could not be 100% guaranteed, since April 1996 mammalian MBM has not been permitted to be supplied or fed to any food animal species in the UK, including horses and fish. These measures have resulted in a progressive and sustained decline in the UK epidemic. In the absence of any significant cattle to cattle spread, for which currently there is little evidence, the UK is *en route* to eradicate the disease by the early years of the next century. A few cases of BSE in Europe and one in Canada (<300 in any other country) have resulted from the importation of infected animals, or feeding of infected imported MBM, or MBM from indigenous sources, to cattle. Only Switzerland of the five other countries with BSE in native-born cattle has brought the disease under control by adopting similar methods to the UK at an early stage.

DIAGNOSIS OF BSE

BSE is suspected clinically but the signs are not pathognomic and even in the best circumstances only about 85% of suspect cases will be confirmed *post mortem*. Confirmation is normally made by microscopic examination of the brain looking for the specific lesions and locations of spongiform change and neuronal vacuolation. Additional methods seek the disease-specific protein PrP^{Sc} which can be detected in tissue sections (by immunohistochemistry) or by immunoblotting of detergent extracts of unfixed brain or spinal cord treated with proteinase K or by examination of similar extracts for scrapie associated fibrils (SAF, which are morphologically distinct aggregates of the truncated form of PrP^{Sc} - $PrP_{27\text{-}30}$) again using unfixed tissue. Recently there have been reports of successful detection of cases by examining samples of cerebrospinal fluid for disease-associated proteins or urine for disease-associated changes in analyte composition. These show some promise of detection of disease in the live animal but probably only in clinically sick animals.

SOCIO-ECONOMIC IMPLICATIONS

Several researchers have addressed this problem scientifically over the period of the epidemic both in the UK and elsewhere. The ingredients of the BSE story stimulated extensive media interest which was fuelled by some irresponsible scientists and reporters with gossip, and false claims on subjects of which they had little knowledge. Although some sections of the media persisted for years in misrepresenting the truth and consistently presenting unbalanced views at the extreme end of the spectrum of rationality, others have become much more responsible and sought the truth, based upon their own intense research into the subject. For the most part in the UK now, reporting tends to be factually accurate with only the headlines being sensationalist. However, the same poor historical record of British journalists does seem to be repeating itself now in some European and North American countries.

How did all this come about and what were the features of BSE that distinguish it from other diseases and accidents? BSE scares followed on from the food scares of the 1980s relating to salmonella contamination in eggs and contamination of sheep meat with radioactivity resultant upon the Chernobyl nuclear reactor explosion and subsequent fall-out over parts of Wales, Northern England and Scotland. The Government was quick to act in all three circumstances and took measures to protect the public from any risks there may theoretically have been.

The consumer already had a high profile and demanded more recognition as the end user of most animal products. Consumer's views were put forcibly by powerful and power-seeking Consumer Groups but these were sometimes ill-informed and this had to be corrected and was over a period of time. The public's perception of food safety was already at a high level when BSE struck. Whereas earlier the 'man in the street' was little concerned about how meat was prepared in abattoirs or about what happened to edible offals and waste, or what MBM was and how it was fed to food animals, there was growing interest in these issues which created a great concern because of the newly perceived implications for food safety. Most people found it abhorrent for cattle or other ruminants, regarded as herbivores, to be fed the cooked, defatted and dried remains of their relatives. This was vividly explained to them, mainly inaccurately, by the media. That it had been happening for decades without apparent concern was no reason for it to continue and it did not. The practice was banned in 1988, but for scientific reasons connected with BSE.

The main ingredients of the BSE story that ignited the public's attention was the mystery surrounding the disease - it was entirely new - and the agent which caused it was not known. So we had a new risk, an unknown cause and publicly expressed controversy fuelled by some media-seeking individuals, the classic ingredients for a good and long running story. Although from the outset there was a perceived risk to humans from BSE and control measures were put in place to protect public health from 1988, every step of the way brought forth new confidence-damaging information. BSE was as expected found to be transmissible, first to mice. Subsequently it was unexpectedly transmitted to pigs. Cats succumbed naturally with an entirely new disease (feline SE) in 1990 which, like a few SE cases in captive wild animals, seemed closely related to BSE. Then despite the 1988 feed ban cases of BSE started to occur in cattle born after this time (>30,000 to date) and these were linked to weaknesses in the enforcement of the various bans and to the very small amount (1g) of brain that could transmit BSE to cattle *via* the oral route which was established by research. The final and most important feature of all was the occurrence, during 1995/6, of 10 cases of a new variant (NV) form of CJD. Though there is still no direct link with BSE, there was no other obvious explanation for the temporal and geographical occurrence of this new disease. The most likely cause (so it was announced by the Secretary of State for Health on 20 March

1996) was exposure to BSE prior to the SBO ban in 1989 (possibly *via* consumption of cattle offals such as brain or spinal cord).

This announcement caused the European Commission, stimulated by the Member States of the EU, to demand a ban on the export of cattle and most bovine products from the UK immediately with the object of restoring confidence in beef. Milk, hides and semen were excluded after discussion. Currently only meat (with certain rare and approved exceptions) from cattle under 30 months of age can be consumed in the UK. Milk from all clinically healthy cattle is internationally agreed to be safe. All products other than hides from cattle older than 30 months of age when they are killed are rendered safely for later incineration. Over one million cattle over thirty months have been killed up to 1 January 1997 and over 100,000 more are being culled compulsorily to meet the terms of the EU for lifting the ban. The longer term environmental effects from the stored material prior to final safe disposal are now being considered.

To say the UK and European beef industry has been seriously affected would be an understatement. Export sales of live cattle, beef and cattle products from the UK and some other countries have been reduced or stopped. Beef consumption has fallen dramatically in most countries of the EU but has partially recovered in the UK. The consumption of prime beef joints and minced meat certified to only consist of beef, is now close to its previous level in the UK but, offal and products like pies, sausages and burgers containing cattle products are purchased and consumed less than before and the recovery is slower. Major effects have occurred in the rendering trade now converted substantially to a waste disposal industry. Other significant effects have occurred in the gelatin manufacturing industry though gelatin too is regarded as safe by world authorities providing the raw materials are safely sourced and approved manufacturing protocols are used.

What has been the cost? This is very difficult to calculate but in the UK about £200M will have been spent on slaughter and compensation alone, and the cost of BSE legislation to the abattoir industry to 1995 was calculated to be about £18M pa. All this is likely to be exceeded by the additional costs accrued from the export ban of 1996 which remains in place at present and does not yet seem to have achieved the objective of improving consumer

confidence. The costs of the over 30 months scheme, the compulsory culls and storage and final disposal of the end products will make a formidable contribution to the overall costs.

Perhaps it is better to look on the bright side. Farmers will be developing more economic and environmentally friendly beef production systems. Much improved quality assurance procedures are being developed with traceability from farm to table. The attraction of beef from pure beef breeds rather than from cross-bred dairy animals will gain a further foothold in the export market, especially as such cattle have been largely untarnished by the BSE stigma. They were rarely fed MBM. In the end the UK farming industry, especially the beef industry, will be the stronger for its experiences with BSE. The U.K will be out of the tunnel before anyone else and though all beef (*i.e.* meat) from all countries can be safely consumed if the current meat hygiene laws are enforced, it is in the UK that the best guarantees can be given. Control of the specified risk materials in countries outside the UK is imperative. In the UK no mammalian MBM is permitted to be fed to any food animal species, no beef from cattle >30 months old can be consumed and the last born animal to develop BSE was born in September 1993. Any current risk is therefore imperceptibly small from UK cattle. However, the final arbiter of public confidence will be the number of NV-CJD cases that occur in the new few years and whether or not any definite link can be made between such cases and BSE. At present there is no evidence for such a link. Let us hope it remains that way.

FURTHER READING

EPIDEMIOLOGY

COLLEE, J. AND BRADLEY, R. (1997). BSE: a decade on - part 1. *Lancet* **349,** 636-641.

COLLEE, J. AND BRADLEY, R. (1997). BSE: a decade on - part 2. *Lancet* **349,** 715-721.

BRADLEY, R., AND WILESMITH, J.W. (1993). Epidemiology and control of bovine spongiform encephalopathy (BSE). *British Medical Bulletin* **49,** 932-959.

KIMBERLIN, R.H. (1992). Bovine spongiform encephalopathy. *Revue Scientifique et Technique Office International des Epizootes* **11,** 347-390.

WILESMITH, J.W., RYAN, J.B.M. AND ATKINSON, M.J. (1991). Bovine spongiform encephalopathy: epidemiological studies on the origin. *Veterinary Record* **128,** 199-203.

WILESMITH, J.W., WELLS, G.A.H., CRANWELL, M.P. AND RYAN, J.B.M. (1988). Bovine spongiform encephalopathy: epidemiological studies. *Veterinary Record* **123,** 638-644.

DIAGNOSIS

EUROPEAN COMMISSION (EC) (1994). Transmissible spongiform encephalopathies. Protocols for the laboratory diagnosis and confirmation of bovine spongiform encephalopathy and scrapie. A report from the Scientific Veterinary Committee. September 1994, EC, Brussels.

SOCIO-ECONOMICS

BAKER, H.F. AND RIDLEY, R.M. (1996). What went wrong in BSE? From prion disease to public disaster. *Brain Research Bulletin* **40,** 237-244.

BARALON, F.G. (1996). Filière bovine: conséquences économiques de la "crise de la vache folle" (Bovine sector: economic consequences of the "mad cow crisis"). *Le Point Veterinaire* **28,** 69-75 (In French).

BRADLEY, R. AND LOWSON, R.C. (1992). Bovine spongiform encephalopathy: the history, scientific political and social issues. **IN** Prion diseases of humans and animals. Eds S Prusiner, J Collinge, J Powell, B Anderton. Ellis Horwood Chichester. Pp 285-299.

ASHWORTH, S.W. AND MAINLAND, D.D. (1995). The economic impact of BSE on the UK beef industry. *Outlook on Agriculture* **24,** 151-154.

Nutrición y Alimentación

AVERSIONES CONDICIONADAS DESARROLLADAS POR GANADO CAPRINO HACIA UN ALIMENTO QUE CONTIENE ÁCIDO OXÁLICO.

P. Frutos, S. A. Young y A. J. Duncan
Macaulay Land Use Research Institute. Craigiebuckler. Aberdeen, AB15 8QH. Reino Unido

Introducción

Los grandes herbívoros seleccionan su dieta entre una amplia variedad de plantas, tratando de cubrir sus necesidades nutritivas y evitando la ingestión de compuestos tóxicos. Dicha seleccion está basada en un proceso de aprendizaje de tipo prueba/error. Los animales son capaces de asociar el sabor de un alimento con sus consecuencias negativas post-ingestivas, pudiendo esta asociación conducir a una aversión condicionada hacia el alimento, cuya magnitud y persistencia parecen estar relacionadas con la intensidad de los efectos postpandriales negativos provocados por el alimento (Provenza, 1995).

Uno de los compuestos secundarios de las plantas utilizado como modelo es el ácido oxálico. Diversas especies vegetales, incluyendo algunos cultivos, continen este ácido o sus sales derivadas y pueden causar toxicidad renal e hipocalcemia cuando los animales las ingieren en cantidades importantes.

Este experimento se llevó a cabo para estudiar si el ganado caprino es capaz de formar asociaciones entre los sabores de los alimentos que contienen compuestos secundarios y sus efectos fisiológicos negativos y aprender por lo tanto a evitarlos.

Material y métodos

Doce cabras adultas de raza Cachemira (PV=37,8 kg; e.s.=1,82) fueron alojadas en jaulas individuales y alimentadas a 1,2 veces su nivel de mantenimiento con una dieta base (heno de hierba granulado) durante los 15 días previos al experimento y a lo largo de todo éste, excepto los días que recibían las dietas experimentales. Dichas dietas experimentales se formularon utilizando heno de alfalfa picado y melazado, tal y cómo se indica a continuación:

MAcon: heno de alfalfa + saborizante (manzana, 0,7%)

ALoxal: heno de alfalfa + saborizante (alholva, 0,7%) + 0,75% de ácido oxálico.

Estas dietas fueron administradas al mismo nivel que la dieta base (1,2 mantenimiento) y fueron diseñadas para dar a los animales la oportunidad de asociar un sabor con las consecuencias fisiológicas de consumir ácido oxálico.

El experimento consistió en cuatro periodos de acondicionamiento con una duración de 9 días cada uno (ver tabla 1). Una de las dietas experimentales se ofreció los días 1 y 2 y la otra los días 5 y 6. Al final de cada uno de estos cuatro periodos (día 9) se llevó a cabo una prueba de preferencia (20 minutos) en la cual se ofrecieron a los animales las dos dietas experimentales. El índice de preferencia se calculó pesando los restos de cada dieta, y refleja la cantidad de *ALoxal* consumido como proporción del total ingerido. Otras tres pruebas de preferencia se realizaron 1, 3 y 5 semanas después del último periodo de acondicionamiento, para comprobar si existía o no persistencia

de la aversión condicionada. Los días 2 y 6 de cada periodo de acondicionamiento se tomaron muestras de sangre para analizar la concentracion de calcio en plasma, como indicador del grado de toxicidad producida por el ácido oxálico. Las concentraciones se determinaron por absorción atómica.

Los análisis de varianza de los datos se realizaron con el programa "GENSTAT 5". El efecto del periodo se examinó mediante el método de contrastes (Lawes Agricultural Trust, 1989).

Tabla 1. *Esquema del desarrollo de un periodo de acondicionamiento.*

		(n=6)	(n=6)	
dia 1	Dieta experimental	ALoxal	MAcon	
dia 2	Dieta experimental	ALoxal	MAcon	←Muestreo de plasma
dia 3	dieta base			
dia 4	dieta base			
dia 5	Dieta experimental	MAcon	ALoxal	
dia 6	Dieta experimental	MAcon	ALoxal	←Muestreo de plasma
dia 7	dieta base			
dia 8	dieta base			
dia 9	PRUEBA DE PREFERENCIA	ALoxal/MAcon	ALoxal/MAcon	

Resultados y discusión

La cabras asociaron el sabor del alimento que contenía el ácido oxálico con sus efectos fisiológicos negativos y desarrollaron una aversión condicionada hacia dicho alimento (ver tabla 2). En un principio, los animales habían mostrado preferencia por la dieta *ALoxal*, supuestamente por mera razón de hedonismo. Sin embargo, después de experimentar los efectos postpandriales de ambas dietas por separado, las cabras seleccionaron una mayor proporción de la dieta *MAcon* ($P<0,05$). Probablemente, el hecho de que sólo desarrollaran una leve aversión fue debido a que las consecuencias post-ingestivas negativas del alimento tóxico tampoco fueron muy intensas. Una vez adquirida la aversión, no hubo evidencia de que las cabras fueran capaces de mantener la memoria de sus consecuencias negativas ($P<0,05$). En algunos trabajos se ha indicado que los animales pueden mantener las aversiones por un periodo de tiempo relativamente largo, lo cual es de evidente importancia cuando el alimento es muy tóxico. Sin embargo, cuando la toxicidad no es muy alta, cabría esperar que las aversiones se mantuvieran durante periodos cortos. Esto permitiría a los rumiantes un re-aprendizaje sobre qué plantas, o partes de éstas, pueden seleccionar en un momento determinado, teniendo en cuenta, por una parte, que la concentracion de toxinas en las plantas puede variar en función de cambios fenológicos y medioambientales, y por otra, que sus consecuencias negativas pueden ser paliadas con el tiempo gracias a la adaptacion fisiológica de los animales a los compuestos secundarios de sus dietas (Forbes y Kyriazakis, 1995).

La ingestión total de las dietas experimentales durante los 20 minutos que duraban las pruebas de preferencia aumentó a lo largo del experimento ($P<0,001$) y no mostró variaciones significativas en las tres pruebas de persistencia. Esta evolución responde al comportamiento general de los herbívoros cuando se enfrentan a un nuevo alimento. En

ningún momento las cabras dejaron de comer la dieta hacia la que desarrollaron aversión, lo cual indica que probablemente son capaces de ajustar el consumo de alimentos que contienen compuestos secundarios, manteniendo la cantidad ingerida por debajo del umbral de toxicidad.

Aunque posiblemente la cantidad de ácido oxálico absorbida fuera pequeña, es importante señalar que las diferencias significativas ($P<0,001$) en la concentración de calcio entre las muestras tomadas antes de empezar la administración del ácido oxálico y después de que los animales recibieran la dieta tóxica, sugieren que aunque no existió toxicidad aguda, los animales sí que experimentaron efectos adversos debidos al consumo de ácido oxálico.

Tabla 2. *Índices de Preferencia, ingestión total (g) y concentraciones de calcio en plasma después de recibir la dieta tóxica (mg/dl), inmediatamente antes de empezar el experimento (control), durante los cuatro periodos de acondicionamiento y 1,3 y 5 semanas después del último periodo de acondicionamiento (persistencia 1, 2 y 3, respectivamente)*

	Índice de Preferencia	Ingestión total (g)	Calcio (mg/dl)
Control	0,675	432	11,23
Periodo de acondicionamiento 1	0,380	532	9,38
Periodo de acondicionamiento 2	0,483	490	9,08
Periodo de acondicionamiento 3	0,315	517	8,62
Periodo de acondicionamiento 4	0,454	573	8,61
Persistencia 1	0,496	541	
Persistencia 2	0,586	531	
Persistencia 3	0,519	537	
ESD	0,142	23,5	0,519

ESD: error estándar de la diferencia

En resumen, este experimento demostró la capacidad de respuesta de los rumiantes cuando se enfrentan a un alimento nuevo y potencialmente tóxico: las aversiones condicionadas se desarrollaron de modo muy rápido (después de sólo 2 días) y se extinguieron también rápidamente en ausencia de refuerzos.

Referencias bibliográficas

Forbes, J.M. y Kyriazakis, I. 1995. Food preferences in farm animals: why don't they always choose wisely?. *Proceedings of the Nutrition Society*, 54, 429-440.

Lawes Agricultural Trust 1989. *Genstat 5 Committee of the Statistics Department, Rothamstead Experimental Station*, Oxford: Oxford University Press.

Provenza, F.D. 1995. Postingestive feedback as an elementary determinant of food preference and intake in ruminants. *Journal of Range Management*, 48, 2-17.

*P. Frutos disfrutó, durante la realización de este trabajo, de una beca postdoctoral del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

ESTUDIO DE LOS ALCANOS SINTÉTICOS DE CADENA PAR COMO MARCADORES PARA ESTIMAR EL RITMO DE PASO DE LOS ALIMENTOS.

F.J. Giráldez[1*], R.W. Mayes[2] y C.S. Lamb[2].

[1]*Estación Agrícola Experimental. CSIC. Apdo 788. 24080. León*

[2]*Macaulay Land Use Research Institute. Aberdeen. Reino Unido.*

Introducción

Una de las condiciones ideales de un marcador para estimar el ritmo de paso es que se desplace a lo largo del tracto digestivo al mismo ritmo que el alimento que está marcando. Estudios previos (Mayes et al., 1988) sugieren que los alcanos sintéticos no muestran una afinidad clara por la fase sólida de la digesta, de forma que se desplazarían a lo largo del tracto digestivo distribuidos entre la fase sólida y líquida de la digesta. No obstante, el comportamiento de los alcanos sintéticos en el tracto digestivo y, en consecuencia, su potencial como marcadores podría, posiblemente, depender del tipo de matriz que se utilice para su administración. El presente trabajo se planteó con el objetivo de estudiar el efecto del tipo de matriz utilizada como soporte de los alcanos sintéticos sobre su comportamiento en el tracto digestivo.

Material y métodos

El trabajo comprende la realización de dos pruebas experimentales. La primera de ellas se llevó a cabo para estudiar la distribución de alcanos de cadena par dosificados y de alcanos de cadena impar, presentes en la hierba, entre las fases sólida y líquida del contenido digestivo abomasal. La segunda se realizó con la finalidad de comparar las estimaciones del tiempo medio de retención del alimento (TMR) obtenidas utilizando como marcadores acetato de yterbio y diversos alcanos de cadena par, administrados en diferentes matrices.

Para la realización de la primera prueba se utilizaron seis ovejas adultas de raza Scottish Blackface (55 ± 1,9 kg). Los animales fueron alojados en jaulas individuales, disponiendo de agua y alimento (hierba fresca procedente de una pradera sembrada de rye-grass) a voluntad. La prueba tuvo una duración de 10 días. El día 9 se administraron a los animales los siguientes marcadores: acetato de yterbio, octacosano (C_{28}) adsorbido en celulosa en polvo, dotriacontano (C_{32}) adsorbido en papel guillotinado y hexatriacontano (C_{36}) adsorbido en un filtro de seguridad de pipeta (Gilson Pipetman 5000). Los animales fueron sacrificados 24 horas después de la administración de los marcadores con la finalidad de recoger el contenido abomasal. Éste fue centrifugado (28000g) y el precipitado y la fracción sobrenadante analizados para determinar la concentración de los diferentes marcadores dosificados.

Para llevar a cabo la segunda prueba se utilizaron 6 cabras de raza Saanen (43 ± 0,4 kg) que fueron alojadas en jaulas metabólicas individuales y alimentadas con hierba fresca *ad libitum*, distribuida en dos comidas (9:00 y 17:00 horas). Esta prueba tuvo una duración 21 días, correspondiendo los catorce primeros al periodo de adaptación y los siete restantes al de colección de heces. El primer día del periodo de colección se administraron los marcadores, inmediatamente antes de la comida de la mañana. El tiempo de administración del marcador se tomó como tiempo 0 y se realizaron recogidas de heces a las 6, 9, 12, 16, 20, 24, 28, 32,

* F.J. Giráldez disfrutó, durante la realización de este trabajo, de una beca postdoctoral en el Macaulay Land Use Research Institute financiada por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria (INIA)

38, 44, 53, 65, 77, 89, 114, 137 y 161 horas. Las heces fueron pesadas en el momento de su recogida y se tomó una muestra que fue congelada para determinar su contenido en los diferentes marcadores dosificados. Estos marcadores fueron los siguientes: a) tetracosano (C_{24}) adsorbido en celulosa en polvo, de acuerdo con el método descrito por Vulich et al. (1991); b) octacosano (C_{28}) adsorbido en polvo de celulosa, de acuerdo con la técnica de Dove et al. (1988); c) Hexacosano (C_{26}) fijados en un filtro de pipeta; d) triacontano (C_{30}) adsorbido en un tapón de celulosa (*cellucotton stoppers for glassware*, Roth, Karlsruhe. Germany); e) dotriacontano (C_{32}) adsorbido en papel guillotinado de acuerdo con el procedimiento de Mayes et al. (1986) y f) acetato de yterbio. Todos los marcadores, con excepción del C_{32}, se administraron en cápsulas de gelatina. Para la estimación del tiempo medio de retención (TRM) se siguió el método de Faichney (1975).

Los análisis de varianza se realizaron utilizando el procedimiento ANOVA del CSS (CSS, 1991). Las comparaciones entre medias se realizaron mediante el test de las diferencias mínimas significativas.

Resultados y discusión

En la tabla 1 figuran los datos de distribución de los marcadores entre la fase sólida y líquida del contenido digestivo del abomaso. Los alcanos sintéticos se asociaron, fundamentalmente, con la fracción sólida (92 %), no observándose diferencias estadísticamente significativas ($P>0,05$) atribuibles al tipo de matriz empleada para su administración.

Por el contrario, sí se observaron diferencias significativas ($P<0,05$) con el yterbio, cuyo grado de asociación fue inferior al observado para los alcanos sintéticos C_{28} y C_{36}.

Tabla 1. Porcentaje del marcador determinado en el contenido abomasal que se encuentra asociado con la fase sólida

Tipo de marcador				
C_{28} (celulosa en polvo)	C_{32} (papel guillotinado)	C_{36} (filtro pipeta)	yterbio	esm
$92,79^{b}$	$92,03^{ab}$	$92,72^{b}$	$87,49^{a}$	0,016

^{a,b} valores con diferente superíndice son significativamente diferentes ($P<0,05$)
esm: error estándar de la media.

Como puede apreciarse en la Tabla 2, el tipo de matriz empleada para administrar los alcanos afectó significativamente ($P<0,05$) a su cinética de paso, observándose diferencias superiores al 30% entre los valores de TMR estimados. Los valores más altos del tiempo medio de retención se obtuvieron con alcanos adsorbidos en papel guillotinado (C_{32}) y los más bajos en los adsorbidos en celulosa en polvo (C_{24} y C_{28}), presentando el yterbio un valor intermedio.

Las diferencias observadas en el TMR entre tipos de matriz podrían ser debidas, parcialmente, al tamaño de partícula y a la resistencia de la matriz a la rotura. En este sentido, es un hecho bien conocido que las partículas de mayor tamaño tienen una menor probabilidad de abandonar el rumen (Ellis et al., 1986) y la celulosa en polvo presenta en comparación con

las otras matrices un menor tamaño de partícula. Esto explicaría los menores valores obtenidos con los alcanos adsorbidos sobre celulosa en polvo.

Con respecto a las diferencias entre las otras matrices utilizadas, éstas probablemente guarden relación con la velocidad de reducción del tamaño de partícula, si bien no existe evidencia directa de ello. No obstante, los tapones de celulosa y los filtros de pipeta son más hidrófilos que el papel guillotinado, por lo que podrían presentar una menor resistencia a la rotura.

Independientemente de las diferencias observadas entre las distintas matrices, cabe mencionar que las estimaciones del TMR obtenidas con cada uno de ellas se correlacionaron negativamente con la ingestión de alimento (ver tabla 2), siguiendo el postulado general de que el tiempo de retención de los alimentos en el tracto digestivo disminuye a medida que aumenta el nivel de ingestión.

Tabla 2.- Tiempos medios de retención (TMR) estimados con los diferentes marcadores y coeficiente de correlación (r) entre el TMR y el nivel de ingestión de materia seca para cada marcador.

Marcador	**matriz**	**TMR (h)**	**r (nivel de significación)**
C_{24}	celulosa en polvo	$31,6^{a}$	-0,77 (P<0,05)
C_{26}	filtro de pipeta	$37,6^{bc}$	-0,74 (P<0,05)
C_{28}	celulosa en polvo	$32,6^{ab}$	-0,77 (P<0,05)
C_{30}	tapón de celulosa	$35,7^{ab}$	-0,89 (P<0,05)
C_{32}	papel guillotinado	$41,8^{c}$	-0,82 (P<0,05)
yterbio	capsula de gelatina	$34,9^{ab}$	-0,83 (P<0,05)
esm		1,99	

^{a,b,c} valores con diferente subíndice son significativamente diferentes (P<0,05)

Los resultados del presente estudio sugieren una estrecha asociación de los alcanos sintéticos con la fase sólida del contenido digestivo del abomaso y confirman que el tipo de matriz utilizada puede afectar su ritmo de paso. Esta circunstancia unida a las estimaciones del tiempo medio de retención y su correlación con el nivel de ingestión permite concluir que los alcanos sintéticos son tan efectivos como el acetato de yterbio para estimar el ritmo de paso de los alimentos.

Referencias bibliográficas

CSS. 1991. Complete Statistical System. Statsoft, Inc. Tulsa. USA.

Dove, H.; Freer, M. and Foot, J.Z. 1988.. *Proc. Nutr. Soc.* Aust., *13,* 131.

Ellis, W.; Matis, J.H.; Lascano, C.; Mahloogi, M. And Pond, K. 1986. Size reduction, fermentation and passage of forage particles and forage intake by cattle. En: Feed Intake by Beef Cattle Symposium. pp.: 81-95. Agric. Exp. Sta. MP-121. Oklahoma State Univ., Stillwater.

Faichney, G.J. 1975. *Aust. J. Agric. Res.*, 13: 319-327.

Mayes, R.W.; Giráldez, F.J. and Lamb, C.S. 1996. *Proc. Nutr. Soc.* In press.

Mayes, R.W.; Lamb, C.S. and Colgrove, P.M. 1986. *J. Agric. Sci., Camb., 107,* 161-170.

Mayes, R.W.; Lamb, C.S. and Colgrove, P.M. 1988. Digestion and metabolism of dosed even chain and herbage odd-chain n-alkanes in sheep. *Proc. 12th Gen Meeting Eur. Grasslds Fed.* pp: 159-163.

Vulich, S.A.; O'Riordan, E.G. and Hanrahan, J.P.1991. *J. Agric. Sci., Camb.*, 116: 319-323.

APLICACIÓN DEL ^{13}C PARA LA ESTIMACIÓN DEL GASTO ENERGÉTICO EN CABRAS DE RAZA GRANADINA

C. Prieto, M. Lachica, F. Bermúdez y J.F. Aguilera

Dpto. de Nutrición Animal. Estación Experimental del Zaidín (CSIC)

Profesor Albareda, 1. 18008 Granada (España)

Introducción y objetivos

Una de las técnicas empleadas para determinar en campo el gasto energético de los animales es la dilución isotópica, usando bicarbonato marcado con ^{14}C (CERT, "CO_2-entry rate"; Young y col., 1969). La técnica requiere la continua infusión de éste y la determinación de la tasa de eliminación del carbono marcado en forma de CO_2, calculada a partir de su actividad específica, en cualquier fluido fisiológico.

Una variante de la técnica CERT, de importancia creciente al ser una técnica no agresiva con el medio ambiente, ensayada con éxito en humanos (Elia y col., 1988), es la que hace uso del isótopo estable ^{13}C en vez del ^{14}C (radiactivo), midiéndose abundancia isotópica. Recientemente (Salhu y col., 1992) se ha aplicado a ganado caprino aunque sólo en condiciones experimentales de laboratorio. La técnica estima la producción de CO_2, por lo que se puede obtener la producción de calor a partir, tan sólo, de los contenidos en ^{13}C de una muestra de saliva (u otro compartimento) representativa del periodo de estudio y del cociente respiratorio (CR) correspondiente a un determinado estado fisiológico.

El objetivo fundamental de este trabajo ha sido desarrollar en el laboratorio una técnica isotópica para estimar el gasto energético del ganado caprino, contrastándola con técnicas calorimétricas, con el fin de que pueda ser aplicada posteriormente en la determinación de las necesidades energéticas de los animales en pastoreo.

Material y métodos

En los experimentos se utilizaron 6 cabras de raza Granadina que consumieron heno de alfalfa, a nivel de mantenimiento. Se le implantaron dos catéteres, uno en el conducto de la glándula parótida y otro en la vena yugular. El periodo transcurrido desde la ingestión del alimento hasta la medida de la producción de CO_2 en la cámara fue de 12 horas como mínimo.

Se realizaron cuatro ensayos. En el 1º y 2º, se determinó la abundancia natural de átomos de ^{13}C (% $AT^{13}C$) en los animales mientras permanecían de pie y sin desplazamiento o mientras caminaban sobre un ergómetro, respectivamente. Los

animales se mantuvieron en una jaula metabólica (1er ensayo) o en el ergómetro (2º ensayo), y se tomaron muestras de saliva de la glándula parótida, con el fin de analizar su contenido en ^{13}C mediante espectrometría de masas. En los dos últimos ensayos se determinó su producción de CO_2, tanto mediante la técnica isotópica como por respirometría, mientras permanecían de pie y sin desplazamiento o mientras caminaban sobre el ergómetro en el interior de una cámara de respirometría de circuito abierto, respectivamente. Para ello se les sometió a infusión continua, con una pequeña bomba y a velocidad constante, a través del catéter yugular, con una solución de $^{13}CO_3HNa$ desde, al menos, las 15 horas previas del inicio de los ensayos para, así, obtener el equilibrio isotópico (Prieto y col., 1991; Lachica, 1993). Se muestreó saliva durante varios periodos de 2 h cada uno. Se eligió la vía de infusión intravenosa por ser la preferida en este tipo de estudios; la parótida, porque la saliva es idónea para la obtención de muestras representativas del compartimento de CO_2 corporal. En los ensayos 2º y 4º, los animales caminaron durante los 30 minutos centrales de cada periodo de muestreo, a una velocidad de 1.2 $Km \cdot h^{-1}$.

Resultados y discusión

En condiciones de pastoreo, las variaciones diarias que presenta la dieta (ingesta energética y proporción relativa de plantas C_3 y C_4) y los cambios de actividad física, incrementan la variabilidad de la abundancia natural de $AT^{13}C$, puesto que ambos factores, dieta y actividad física, afectan a la composición de la mezcla de sustratos metabólicos que en cada momento es oxidada para proveer energía al animal (Boutton, 1991). En esta situación, resulta imprescindible realizar en paralelo medidas de abundancia isotópica en animales no infundidos (Jones y col., 1985) para minimizar esta fuente de error. Así pues, en el primer ensayo, la abundancia natural de $AT^{13}C$ (%) fue significativamente mayor ($1,09656 \pm 5,2 \cdot 10^{-4}$; n=25) que en el segundo ($1,09363 \pm 2,7 \cdot 10^{-4}$; n=24), debido al desequilibrio producido por el ejercicio.

En el 3er ensayo, durante el cual los animales permanecían de pie y sin desplazamiento, la producción de CO_2 ($ml \cdot Kg^{-1}$ $PV \cdot h^{-1}$) determinada por respirometría y la estimada según el método CERT están relacionadas de acuerdo con la siguiente ecuación de regresión lineal:

$$CO_{2\ respirometría} = \underset{(\pm 0,0416)}{0,677}\ CO_{2\ CERT};\ r=0,976;\ DER=71,7;\ n=14 \qquad (1)$$

*DER=desviación estándar residual.

Los resultados del 4º ensayo son bien demostrativos de la influencia que tiene la alteración del equilibrio metabólico del animal, inducida experimentalmente, sobre el nivel de enriquecimiento en ^{13}C: las cifras de enriquecimiento isotópico en $AT^{13}C$ (%) descendieron significativamente al aumentar la intensidad de la actividad física del animal ($1,10521\pm4,1\cdot10^{-4}$, n=14; y $1.10306\pm6,8\cdot10^{-4}$, n=13; para el 3er y 4º ensayo, respectivamente). En este último ensayo, los valores medios de CO_2 producido ($ml\cdot Kg^{-1}\ PV\cdot h^{-1}$), determinados por respirometría y los estimados según la técnica CERT aparecen relacionados por la siguiente ecuación de regresión lineal:

$$CO_{2\ respirometría} = \underset{(\pm 0,0407)}{0,744}\ CO_{2\ CERT};\ r=0,982;\ DER=66,2;\ n=13 \qquad (2)$$

La recuperación media del isótopo fue del 75,0±3,00%. Parte del isótopo infundido es retenido en los tejidos (Elia y col., 1988), por lo que la recuperación no es total.

No hubo diferencias significativas entre las ecuaciones 1 y 2, que estiman la producción de CO_2 medida en cámara de respirometría en función del CO_2 estimado por la técnica CERT. Esto implica que una fuente de variación, en este caso el ejercicio físico, no impide que las estimaciones de la producción de CO_2 y de calor por el método CERT, tengan la precisión y exactitud adecuadas para ser útiles en el cálculo de balances y necesidades energéticas. Esta es la mejor prueba de que la técnica CERT puede ser válida en condiciones de pastoreo, en las que el animal alterna periodos de reposo y de actividad.

Referencias bibliográficas

Boutton, T.W. 1991. En: *Carbon Isotope Techniques*. D.C. Coleman y B. Fry (eds.). Academic Press, Inc. Londres. pág. 219-242.

Elia, M., Fuller, N. y Murgatroyd, O. 1988. *Proc. Nutr. Soc.* **47**: 247-258.

Jones, P.J.H., Pencharz, P.B., Bell, L. y Clandinin, M.T. 1985. *Am. J. Clin. Nutr.* **41**: 1277-1282.

Lachica, M. 1993. *Tesis doctoral.* Universidad de Granada, España.

Prieto, C., Reyes, M., Lachica, M., Caballero, E. y Aguilera, J.F. 1991. En: *Simposio Internacional sobre aplicación de técnicas nucleares y conexas en la producción y sanidad animal.* 15-19 Abril. Viena, Austria.

Sahlu, T., Hart, S.P., Klein, P.D., Jacquement, N. y Carneiro, H. 1992. *Can. J. Anim. Sci.* **72**: 245-252.

Young, B.A., Leng, R.A., White, R.G., McClymont, G.L. y Corbett, J.L. 1969. En: *Proc. 4th Symp. Energy Metabolism of Farm Animals.* European Association for Animal Production. Publ nº 12. K.L. Blaxter, J. Kielanowski y G. Thorbek (eds.). Oriel Press. Newcastle upon Tyne. pág. 435-436.

DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO AMONIACAL EN LA ORINA DE LOS PEQUEÑOS RUMIANTES

S. LÓPEZ, E. LLAMAZARES, J.S. GONZÁLEZ, R. PELÁEZ
Departamento de Producción Animal. Universidad de León. 24071 LEÓN.

Introducción

El amoniaco, procedente del catabolismo de las proteínas tisulares o absorbido en el aparato digestivo, es un compuesto de elevada toxicidad para las células animales. El mecanismo para evitar la intoxicación del animal consiste en su transformación en urea en el hígado, siendo ésta es la principal forma de excreción urinaria de nitrógeno en los animales mamíferos. No obstante, siempre se eliminan por la orina pequeñas cantidades de nitrógeno en forma de amoniaco. A pesar de que la fracción de nitrógeno urinario que aparece en forma de amoniaco es muy pequeña, en algunos estudios puede ser interesante su cuantificación. Este es el caso de trabajos en los que se determinan los perfiles de excreción urinaria de compuestos nitrogenados o en estudios sobre el recambio de las proteínas en los tejidos. Los métodos más comúnmente utilizados para la determinación de N-amoniacal ($N\text{-}NH_3$) son la colorimetría y la destilación directa del amoniaco. Ambos métodos han sido utilizados para determinar el contenido en N amoniacal en muestras de suelos, ensilados, líquido ruminal y orina. La técnica colorimétrica se basa en la reacción del amoniaco con fenol y con hipoclorito sódico en medio alcalino, formando un compuesto coloreado en azul con máxima absorbancia de luz entre 625 y 650 nm (Fawcett y Scott, 1960; Weatherburn, 1967). En la destilación directa, el amoniaco se destila, se recoge sobre un ácido y finalmente se valora la cantidad de ácido unido al amoniaco (método Kjeldahl sin ataque previo). En nuestro laboratorio hemos observado que con ambos métodos se obtienen valores similares de concentración de $N\text{-}NH_3$ en muestras de líquido ruminal. Sin embargo, también hemos observado una discrepancia importante entre ambos métodos cuando se utilizan para determinar la concentración de $N\text{-}NH_3$ en muestras de orina de pequeños rumiantes. El objetivo de este trabajo ha sido analizar las posibles causas de esta diferencia, para establecer cual de las dos técnicas puede ser más apropiada para el análisis de muestras de orina.

Material y métodos

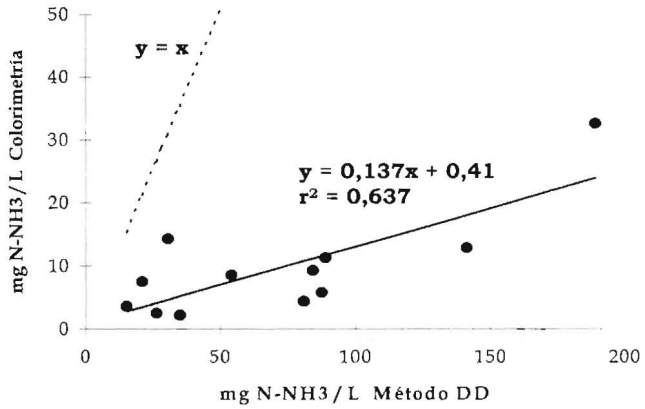
Se recogieron 12 muestras de orina (seis de oveja y seis de cabra). Los animales estaban alojados en jaulas individuales, y cada muestra se correspondió con la cantidad total de orina excretada en una micción. Las muestras se recogieron en recipientes de plástico y fueron inmediatamente congeladas a -20° C. En el laboratorio las muestras de orina fueron descongeladas e inmediatamente acidificadas mediante su dilución al 50% (v/v) en una disolución de HCl 0,2 N.

El contenido en $N\text{-}NH_3$ en las orinas acidificadas fue determinado utilizando ambas técnicas analíticas: colorimetría y destilación directa (DD). Para la determinación del contenido en $N\text{-}NH_3$ mediante colorimetría se emplearon las técnicas descritas por Fawcett y Scott (1960) (técnica que ha sido automatizada por UNICAM) y por Weatherburn (1967). Para el método DD, se tomaron 10 ml de cada muestra, se añadieron 35 ml de tetraborato sódico (para disociar el NH_4^+ del ácido) y se realizó la destilación y valoración posterior en un KJELTEC AUTO 1030 Analyzer.

Resultados y discusión

No se observaron diferencias entre los valores medios de concentración $N\text{-}NH_3$ obtenidos por la técnica de Weatherburn (1967) y los obtenidos con la técnica de Fawcett y Scott (1960), lo cual era previsible si tenemos en cuenta que ambas se basan en la misma reacción química. Los valores de absorbancia fueron sensiblemente mayores con la técnica de Weatherburn, indicando que puede ser algo más sensible y detectar variaciones más pequeñas en la concentración $N\text{-}NH_3$. Al mismo tiempo, el rango de medida puede ser también más estrecho, detectándose con la técnica Weatherburn una relación lineal entre densidad óptica y contenido en $N\text{-}NH_3$ para un rango comprendido entre 0 y 7 mg $N\text{-}NH_3$ / L.

Las concentraciones de $N\text{-}NH_3$ en orina obtenidas por la técnica DD fueron siempre más altas que las obtenidas por colorimetría, tal y como se observa en la Figura, en la que cada punto se corresponde con los valores de concentración $N\text{-}NH_3$ observados para cada muestra de orina. Los valores obtenidos por el método DD fueron entre 2 y 18 veces mayores que los observados por colorimetría, con un coeficiente de correlación lineal entre ambos valores de 0,789 ($P<0,01$). El coeficiente de correlación de Spearman entre ambas técnicas tuvo un valor de 0,6014 ($P<0,05$), indicando que la clasificación de las muestras de orina de acuerdo con sus concentraciones en $N\text{-}NH_3$ fue distinta dependiendo de la técnica utilizada para determinar dichas concentraciones.



Con el objeto de analizar las causas de esta discrepancia, se prepararon disoluciones de sulfato amónico que contenían concentraciones variables de $N\text{-}NH_3$

(entre 0 y 45 mg/L), en agua destilada o en una disolución de urea. Estas disoluciones de concentración conocida de $N\text{-}NH_3$ fueron analizadas mediante ambos métodos. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente Tabla.

Conc. real de $N\text{-}NH_3$	Sin UREA		Con UREA (32 g / L)	
	Colorimetría	Método DD	Colorimetría	Método DD
45,7	48,7	51,0	47,2	95,8
22,9	25,0	27,3	22,3	74,2
11,4	11,1	11,6	11,2	61,8
4,3	4,6	5,0	4,9	50,6
0,0	0,1	0,8	0,1	50,6

Cuando las disoluciones se prepararon en agua destilada (sin UREA), los valores de concentración de $N\text{-}NH_3$ obtenidos mediante ambas técnicas fueron similares y muy próximos a las concentraciones reales de $N\text{-}NH_3$. En todas las disoluciones, los valores de concentración de $N\text{-}NH_3$ observados por colorimetría fueron similares a las concentraciones reales, con diferencias que nunca fueron superiores a un 12%. Sin embargo, cuando las determinaciones se realizaron mediante el método DD, se observaron valores aproximados a las concentraciones reales únicamente en las disoluciones que no contenían urea, mientras que cuando se añadía urea a las disoluciones de $N\text{-}NH_3$, los valores medidos se desviaban en mayor medida de las concentraciones reales.

Es lógico pensar que durante la destilación, el cambio a un pH alcalino y las altas temperaturas provocan una hidrólisis de la urea de forma que los grupos amino se rompen y se forma amoniaco. Parte del N ureico es medido como $N\text{-}NH_3$, lo que da lugar a una sobre-estimación de esta última fracción, mayor cuanto mayor es el contenido en N-ureico de la muestra. Dado el alto contenido en urea de la orina de animales mamíferos, hay que concluir que el método por destilación directa es inapropiado para determinar el contenido en $N\text{-}NH_3$ en orina, siendo más precisa su determinación mediante la técnica colorimétrica. Como las concentraciones $N\text{-}NH_3$ en orina suelen ser muy bajas (una proporción muy pequeña del N urinario total) también puede optarse por determinar el contenido en N ureico y amoniacal, mediante una hidrólisis enzimática previa (empleo de una ureasa) seguida de una destilación directa de amoniaco, tal y como recomienda la A.O.A.C. (1995) para muestras de alimentos o aguas residuales.

Referencias bibliográficas

AOAC (1995). *Offical Methods of Analysis of AOAC International* (16th edition). AOAC International; USA.

Fawcett, J.K. y Scott, J.E. (1960). Rapid and precise method for the determination of urea. *J. clin. Path.* **13**: 156-159.

Weatherburn, M.W. (1967). Phenol-hypochlorite reaction for determination of ammonia. *Anal. Chem.* ***39:*** 971-974.

EFECTO DE LA FORMA FÍSICA DE LA DIETA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE SALIVA EN EL GANADO OVINO Y CAPRINO[1]

J. S. GONZÁLEZ, S. LÓPEZ, M.D. CARRO y C. VALDÉS
Departamento de Producción Animal I. Universidad de León. 24071 León

Introducción

La saliva juega un papel importante en la fisiología digestiva de los rumiantes como consecuencia de su intervención en la masticación y deglución del alimento y de su influencia sobre la fermentación ruminal, al determinar el mantenimiento del pH dentro de un estrecho rango, impedir la elevación excesiva de la presión osmótica, facilitar el paso de las partículas a través del orificio retículo-omasal y favorecer el crecimiento microbiano (Kay, 1966; Carter y Grovum, 1990).

La naturaleza de la saliva, así como la cantidad y el ritmo al que es producida son muy variables, siendo la información existente al respecto muy escasa, tanto en lo referente a las especies consideradas como a las condiciones en las que las determinaciones se han llevado a cabo (Kay, 1966).

En la clasificación de Hofmann de las distintas especies de animales rumiantes, de acuerdo con sus hábitos alimentarios, se utiliza, como uno de los criterios, el desarrollo de las glándulas salivales (fundamentalmente la glándula parótida) y la supuesta diferente producción de saliva de acuerdo con este desarrollo (Hofmann, 1989). Esta teoría ha sido cuestionada recientemente por Gordon e Illius (1994) y por Robbins et al. (1995).

En el presente trabajo se compara la producción total de saliva de una glándula parótida en dos especies de rumiantes con diferentes hábitos alimentarios (ganado caprino: consumo + selectivo *vs* ganado ovino: consumo - selectivo), recibiendo un forraje presentado en forma larga o después de haber sido granulado.

Material y Métodos

Se utilizaron 4 ovejas adultas de raza Merina (53,1±4,3 kg PV) y 4 cabras adultas de raza Alpina (46,3±2,04 kg PV). Los animales permanecieron en una nave con iluminación continua alojados en jaulas individuales equipadas con dos barras verticales para fijar la cabeza. Estas barras se desplazaban lateralmente para permitir el acceso del animal a todo el frontal de la jaula donde estaban situados el comedero y el bebedero e impedían que éste girara la cabeza y accediera a los tubos de transporte de la saliva.

El forraje utilizado fue alfalfa deshidratada presentada bajo forma larga o bajo forma granulada y se administró a los animales en dos fracciones iguales (600 g) separadas entre si por un periodo de 12 h. Los rehusados, en caso de presentarse, fueron retirados y registrada su cantidad antes de la comida de la mañana. Los animales dispusieron de agua y de un corrector vitamínico-mineral a voluntad.

Después de un periodo de adaptación a la dieta y al nivel de ingestión no inferior a 15 días, los animales fueron sometidos, bajo anestesia, a la

[1]Trabajo financiado por la C.I.C.Y.T. (Proyecto AGF 1357)

inserción de un tubo de PVC de 2,5 mm de diámetro externo y de 1,5 mm de diámetro interno en el conducto excretor de la glándula parótida derecha, siguiendo, básicamente, el procedimiento descrito por Carter y Grovum (1988).

Todos los animales recibieron las dos dietas experimentales, de acuerdo con un diseño conmutativo, registrándose la producción de saliva durante los tres días siguientes a la inserción del tubo colector.

El efecto de la forma física de la dieta dentro de cada especie fue analizado utilizando una prueba **t** para medias de dos muestras emparejadas, mientras que para la comparación entre especies se utilizó una prueba **t** para dos muestras con varianzas iguales.

Resultados y Discusión

El consumo de alimento por los animales no se vio afectado por la intervención quirúrgica; no obstante, algunos animales no consumieron todo el alimento que les fue ofrecido y, por ello, los resultados se expresan, además de en términos absolutos, en relación con la materia seca ingerida (MSI). Teniendo en cuenta las diferencias de peso vivo (PV) entre los animales, particularmente entre ovejas y cabras, hemos considerado conveniente, la expresión de los resultados en relación con el mismo.

En la figura 1 se representan los resultados relativos a la producción de saliva para los distintos tratamiento experimentales, expresada en las tres formas anteriormente mencionadas.

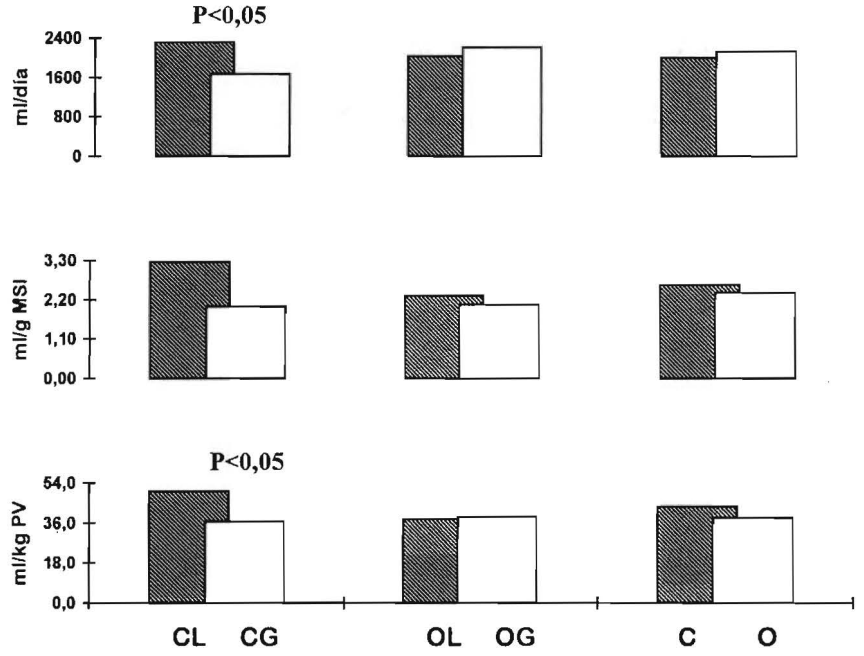


Figura 1.- Producción diaria de saliva de una glándula parótida en ganado caprino (**C**) y ovino (**O**) recibiendo un forraje en forma larga (**L**) o granulada (**G**).

No existieron diferencias significativas (P>0,05) en la producción de saliva entre ovejas y cabras cuando se consideraron conjuntamente los

resultados relativos a las dos formas de presentación del forraje ; sin embargo, el sentido de las diferencias varió cuando los resultados se expresaron en forma absoluta o en cualquiera de las formas relativas.

La respuesta en producción de saliva de las dos especies animales al tipo de dieta fue diferente. Así, en el ganado caprino la producción de saliva de la glándula parótida fue significativamente superior ($P<0,05$) cuando los animales recibieron la dieta en forma larga, mientras que en el ganado ovino las diferencias entre ambas dietas, aunque no fueron estadísticamente significativas, tuvieron el sentido contrario.

La producción de saliva fue superior en las cabras que consumieron el forraje en forma larga que en las ovejas recibiendo ese mismo forraje; no obstante, las diferencias solo alcanzaron el nivel de significación estadística ($P<0,01$) cuando los resultados fueron expresados en relación con el PV de los animales. En el caso del forraje granulado, la situación fue la contraria, es decir, la producción de saliva fue superior en las ovejas, superioridad que sólo se puso de manifiesto ($P<0,05$) cuando los datos se expresaron en forma absoluta.

Nuestros resultados discrepan de los obtenidos por Seth *et al* (1976) y por Domingue *et al* (1991), que encontraron una mayor producción de saliva en el ganado caprino que en el ganado ovino. Estas discrepancias pueden ser debidas, por una parte al tipo de dieta empleada y, por otra, al procedimiento utilizado para estimar la producción de saliva.

El hecho de que las diferencias entre cabras y ovejas solamente fuera manifiesta en el caso en el que los animales consumieron un forraje en forma larga y que el sentido de las diferencias, aunque no estadísticamente significativo, fuera contrario cuando consumieron el forraje granulado, parece cuestionar las interpretaciones nutricionales y fisiológicas derivadas de las diferencias anatómicas entre especies de rumiantes, postuladas por Hofmann (1989) y soportar las hipótesis propuestas por Gordon e Illius (1994) y por Robbins *et al* (1995).

Referencias bibliográficas

Carter, R.R. and Grovum, W.L. 1988. *Canadian Journal of Animal Science, 68*, 305-309.

Carter, R.R. and Grovum, W.L. 1990. *Journal of Animal Science, 68,* 2811-2832.

Domingue, B.M.F.; Dellow, D.W. and Barry, T.N. 1991. *British Journal of Nutrition, 65*, 355-363.

Gordon, I.J. and Illius, A.W. 1994. *Oecologia, 98*, 167-175.

Hofmann, R.R. 1989. *Oecologia, 78*, 443-457.

Kay, R.N.B. 1966. *World Review of Nutrition and Dietetics, 6,* 292-325.

Robbins, C.T.; Spalinger, D.E. and van Hoven, W. 1995. *Oecologia, 103*, 208-213.

Seth, O.N.; Rai, G.S.; Yadan, P.C. and Pandey, M.D. 1976. *Indian Journal of Animal Sciece, 40,* 660-663.

FERMENTACION *IN VITRO* DE PASTO BUFFEL (Cenchrus ciliaris): EFECTOS DEL NIVEL DE FERTILIZACION NITROGENADA, EDAD AL CORTE Y EPOCA DE CULTIVO.

M. González Ronquillo, M. Fondevila, A. Barrios -Urdaneta [1] *e Y. Newman* [1]
Dpto. Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Zaragoza
[1] Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Aptdo. 526, Maracaibo, Venezuela

Introducción

El pasto buffel es una gramínea tropical bien adaptada a zonas subhúmedas y semiáridas con precipitaciones anuales entre 350 y 900 mm, donde la producción de otros forrajes se ve restringida por la escasa disponibilidad de agua. Está muy extendida en las zonas semiáridas de África, Sudamérica y Australia, donde juega un importante papel en la alimentación de los rumiantes en condiciones de una escasa disponibilidad de alimentos.

La fertilización nitrogenada del pasto buffel aumenta su producción de materia seca (MS), aunque no existe un criterio definido en cuanto a su efecto sobre la calidad del forraje, especialmente conforme avanza su estado de madurez (Wilson, 1982). La edad de los forrajes en el momento de cosechado determina su digestibilidad y contenido en proteína (Norton, 1982), afectando a la relación hojas : tallos, así como al grado de maduración de éstos.

En este trabajo se estudió la fermentación microbiana *in vitro* de muestras de pasto buffel cosechadas a diferentes edades al corte, en dos épocas del año en suelos sometidos a distintos niveles de fertilización nitrogenada.

Material y métodos

Las muestras estudiadas proceden de una experiencia llevada a cabo en Maracaibo (Venezuela), en las instalaciones de la Universidad del Zulia. El experimento se planeó en un diseño 3 x 3 x 2, con 3 niveles de fertilización nitrogenada (0, 75 y 150 kg N/ha), 3 edades al corte (21, 28 y 35 días) y en 2 épocas (Septiembre-Noviembre, S-N y Abril-Junio, A-J). Los resultados de producción de MS han sido publicados por Newman y González (1995).

La fermentación microbiana se estudió determinando en jeringas de vidrio el volumen de gas producido según la técnica de Menke y Steingass (1988). Se incubaron 200 mg de MS de cada muestra en 30 ml de un medio con 33 % de líquido de rumen. Tres ovejas alimentadas con 900 g de una mezcla 50:50 de heno de alfalfa y paja de cebada fueron empleadas como donantes de inóculo. Se realizaron 3 tandas de incubación, en las que cada muestra se incubó por duplicado, incluyendo también 2 jeringas sin sustrato como blancos. La evolución de los resultados se ajustó según la ecuación propuesta por France y col. (1993):

$Y = A\ \{1 - \exp[-b\ (t - T) - c\ (\sqrt{t} - \sqrt{T})]\}$, donde Y indica la producción de gas (ml/g MS), A es la asíntota (ml/g MS), t es el tiempo de incubación (h), T es el tiempo de inicio de la fermentación (h) y b y c son constantes de ritmo (h^{-1} y $h^{-1/2}$).

Los resultados se analizaron estadísticamente según un modelo en parcelas divididas, con el efecto tanda de incubación como bloque, los efectos fertilización y edad al corte como parcelas, y el efecto época como subparcela.

Resultados y discusión

Las medias de los parámetros de las curvas ajustadas para los efectos principales nivel de fertilización, edad al corte y época del año se presentan en la Tabla 1. El nivel de fertilización afectó escasamente a la fermentación, y únicamente la producción total de gas resultó diferente entre niveles, siendo menor ($P < .001$) cuando se aplicó nitrógeno al suelo. Una aceleración del crecimiento de los tallos y con ello un descenso en el contenido de carbohidratos de reserva debido al mayor contenido en N del suelo (Wilson, 1982) pudieran inducir esta respuesta. La producción total de gas y las constantes b y c fueron superiores en la época S - N a las registradas en A - J ($P < .001$), aunque T fue también superior en S - N. Estos resultados coinciden con lo esperable, considerando la mayor pluviosidad y menor evaporación en la época S - N (Newman y González, 1995).

Ningún parámetro estudiado presentó diferencias inputables a la edad al corte ($P > .10$). No obstante, la interacción edad al corte x época resultó significativa en los parámetros de la curva ($P < .05$) y en la proporción de MS desaparecida (MSd; $P < .10$), indicando que, mientras no se observaron diferencias en ningunos de los parámetros estudiados en la época S-N ($P > .10$), la producción total de gas ($P < .05$) y la proporción de MSd ($P < .10$) fueron mayores en el corte a los 21 d que en los cortes posteriores en A-J. Igualmente, se observaron diferencias significativas entre el primero y el segundo corte en la constante b ($P < .01$) y entre el primero y el tercero en T ($P < .05$). La menor disponibilidad de agua en A-J provocó la manifestación de diferencias entre cortes, contando el más temprano con una mayor calidad de los componentes de la planta y mayor proporción de hojas. Bajo condiciones óptimas de humedad (S-N) no se apreciaron diferencias entre edades al corte.

Referencias bibliográficas

France y col., 1993. J. theor. Biol., 163: 99-111

Menke y Steingass, 1988. Arch. Anim. Nutr. 28: 6-55

Newman y González, 1995. Rev. Fac. Agron. LUZ, 12: 343-352

Norton, 1982. En: Nutritional limits to animal production from pastures. J.B. Hacker (ed.). CAB pp. 89-110

Wilson, 1982. En: Nutritional limits to animal production from pastures. J.B. Hacker (ed.). CAB pp. 111-131

Tabla 1: Medias de los efectos principales sobre los parametros de las curvas de producción de gas obtenidos por el ajuste de los datos de incubación *in vitro* . En columnas, letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

	A [1]	*b*	*c*	*T*	MS d	PRG
Fertilización:						
- 0 kg/ha	247 a	0.094	-0.321	2.48	684	361
- 75 kg/ha	237 b	0.095	-0.326	2.82	680	350
- 150 kg/ha	239 b	0.094	-0.318	2.50	691	347
Edad al corte:						
- 21 d	242	0.100	-0.330	2.40	693	349
- 28 d	241	0.088	-0.304	2.67	675	357
- 35 d	241	0.096	-0.330	2.74	687	351
(e.e.m.)	(1.7)	(0.0048)	(0.0251)	(0.192)	(6.1)	(5.1)
Epoca:						
- S - N	245 a	0.117 a	-0.399 a	2.82 a	684	359
- A - J	237 b	0.072 b	-0.244 b	2.39 b	686	346
(e.e.m.)	(2.3)	(0.0030)	(0.0133)	(0.057)	(6.9)	(4.3)

[1]: Parámetros: *A* , producción total de gas (ml/g MS); *b* , ritmo (h^{-1}); *c* , ritmo ($h^{-1/2}$); *T* , tiempo lag (h); MSd, proporción de MS desaparecida (mg/g); PRG, producción relativa de gas (ml gas/g MSd).

Tabla 2: Medias de los los parametros de las curvas de producción de gas obtenidos por el ajuste de los datos de incubación *in vitro* para cada edad al corte en cada época (n= 6). En columnas, letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

	A [1]	*b*	*c*	*T*	MSd [2]	PRG
S - N:						
- 21 d	238	0.121	-0.417	2.79	674	355
- 28 d	249	0.121	-0.412	2.86	690	361
- 35 d	248	0.109	-0.368	2.812	688	361
A - J:						
- 21 d	245 a	0.078 a	-0.243 ab	2.01 a	713	344
- 28 d	234 b	0.055 b	-0.196 b	2.47 ab	660	354
- 35 d	233 b	0.083 a	-0.293 a	2.68 b	685	340
(e.e.d.) [3]	(4.7)	(0.0085)	(0.0423)	(0.288)	(14.8)	(18.0)

[1]: Ver Tabla 1.

[2] : differencias a $P < 0.10$

[3] : e.e.d.: error estándar de la diferencia.

DETERMINACION DE LA FERMENTACION MICROBIANA DE GRAMINEAS Y LEGUMINOSAS FORRAJERAS MEDIANTE LA PRODUCCION DE GAS *IN VITRO*

J.C. Machado Nogueira [1], M. González Ronquillo, A. Barrios -U. [2] y M. Fondevila

Dpto. Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Zaragoza
[1] Fac. de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de Sao Paulo, Brasil
[2] Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Aptdo. 526, Maracaibo, Venezuela

Introducción

El estado de Sao Paulo forma parte del llamado Brasil Central Agropecuario, que alberga alrededor del 70 % de la cabaña bovina de ese país. El clima es tropical y marcadamente estacional, con veranos cálidos y lluviosos (de Octubre a Marzo, con precipitaciones entre 600 y 1500 mm anuales) e inviernos secos con ausencia de lluvias. En el sistema de producción de vacuno de carne, los animales permanecen en pastoreo durante todo el año, alcanzando el peso al sacrificio (450-480 kg) en unos 4 años. En verano hay abundancia de pastos, pero los crecimientos alcanzados se pierden en parte durante el invierno por la escasez y senescencia de los pastos. Este problema puede ser en parte aliviado mediante la combinación de especies de gramíneas con leguminosas forrajeras, que aumentan el aporte de proteína al ganado y contribuyen a la sustentabilidad de los pastos.

La evaluación de la fermentación microbiana *in vitro* de los forrajes mediante la determinación de la producción de gas presenta las ventajas de economía, rapidez y reproducibilidad respecto a la técnica de incubación *in situ* (Van Keuren y Heinemann, 1968), a la vez que permite un seguimiento contínuo de la cinética de fermentación, al contrario que otros métodos *in vitro* (Tilley y Terry, 1963).

Este trabajo aborda la valoración nutritiva de diversas gramíneas y leguminosas forrajeras cultivadas en Sao Paulo (Brasil) durante la época seca mediante la estimación de la producción de gas *in vitro* , para determinar las más apropiadas para afrontar la escasez de nutrientes en dicha estación.

Material y métodos

Las muestras analizadas corresponden a especies cutivadas en la Universidad de Sao Paulo (Pirassununga), cosechadas en septiembre de 1996, con unos 100 días de crecimiento vegetativo. Estas especies son: gramíneas, pasto Bermuda-Tifton 85 (*Cynodon dactylon*), Estrella (*Cynodon plectostachyus*), Coloniao (*Panicum maximum*), Humidícola (*Brachiaria humidicola*) y Elefante (*Penisetum purpureum*); y leguminosas, Leucaena (*Leucaena leucocephala*), Guandú (*Cajanus cajan*), Soja perenne (*Neonotonia wightii*) y Estilosantes (*Stylosanthes macrocephala*) . Las muestras fueron secadas, molidas a un tamaño máximo de 1 mm, y almacenadas hasta su análisis.

La producción de gas se determinó en jeringas de vidrio según la técnica de Menke y Steingass (1988). Como donantes de inóculo se emplearon 3 ovejas adultas alimentadas con 900 g de una mezcla 50:50 de heno de alfalfa y paja de cebada. Se realizaron 3 tandas de incubación, duplicando cada muestra en cada tanda. Se añadieron además, como blancos, 2 jeringas sin sustrato por tanda.

Las muestras fueron también analizadas para determinar su proporción de materia orgánica (MO), nitrógeno Kjeldahl (N), fibra neutro y ácido detergente (FND y FAD), lignina ácido detergente (LAD) y N insoluble en detergente ácido (ADIN), siguiendo la técnica descrita por Van Soest et al, 1991.

Resultados y discusión

La composición química de las especies estudiadas se presenta en la Tabla 1. Su desarrollo durante la época seca y su avanzado estado de madurez repercutieron negativamente en su contenido en N y en pared celular. Los pastos Coloniao y Elefante presentan menor lignificación, a la vez que un mayor contenido en N que las restantes gramíneas. Leucaena y Soja perenne muestran un bajo contenido en pared celular, menos lignificada que las restantes leguminosas. Excepto Estilosantes, estas leguminosas suponen un alto aporte de N disponible.

La evolución de la fermentación microbiana de las gramíneas y leguminosas, determinada por el gas producido en su incubación *in vitro* , se presenta en las Figuras 1 y 2, respectivamente. Las figuras presentan también una estimación de la digestibilidad de la materia orgánica de cada especie, calculada a partir de la producción de gas a las 24 h, y de su proporcion de proteína bruta, según uma de las ecuaciónes propuestas por Menke y Steingass (1988) para forrajes.

Las gramíneas Coloniao y Elefante iniciaron más rápidamente su fermentación, con un ritmo más rápido y una mayor producción total de gas que las restantes. Estos resultados responden a lo esperable a partir de su composición química. Las leguminosas Guandú, y sobre todo Soja perenne, son fermentadas rápidamente, alcanzando prácticamente su máximo potencial de fermentación alrededor de las 36 h de incubación. La ralentización de la fermentación de Leucaena, en contra de lo que indica su composición química, puede deberse a su alto contenido en componentes tóxicos, que afectan en mayor medida a los microorganismos ruminales de animales no adaptados de zonas templadas.

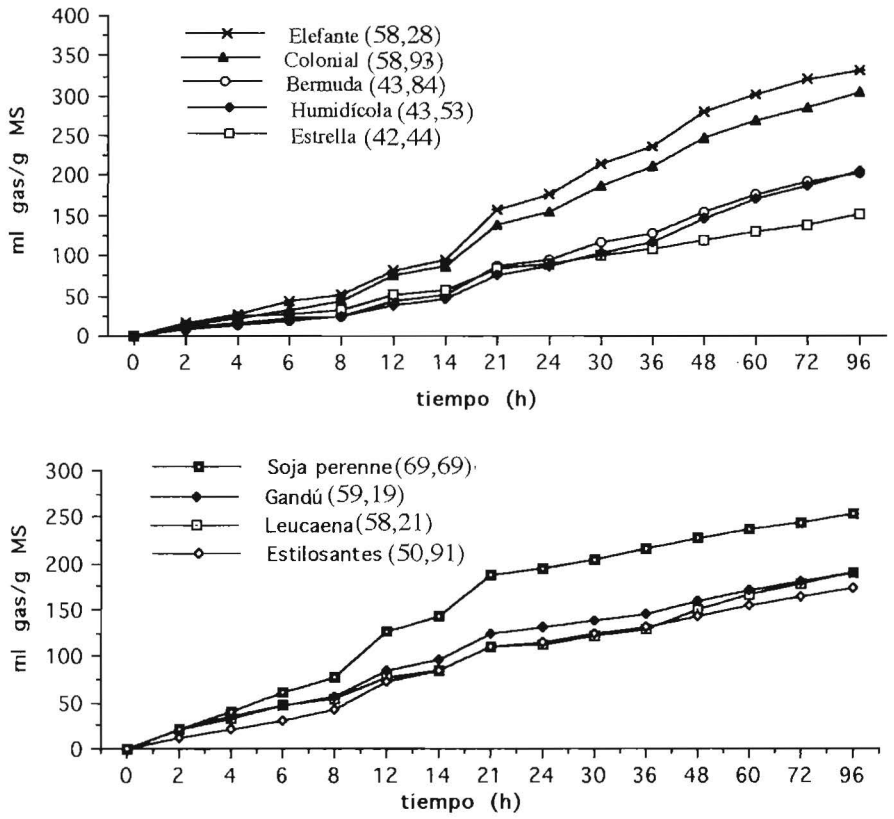
Referencias bibliográficas

Menke y Steingass, 1988. Arch. Anim. Nutr., 28: 6-55
Tilley y Terry, 1963. J. Br. Grassland Soc., 18: 104-111
Van Keuren y Heinemann, 1962. J. Anim. Sci., 21: 340-345
Van Soest, Robertson y Lewis, 1991. J. Dairy Sci. 74: 3583 - 3597

Tabla 1: Composición química (g/kg MS) de las especies forrajeras a estudio.

	MO	FND	FAD	LAD	N	ADIN
Bermuda-Tifton 85	945	836	447	75	10,3	1,68
Estrella	966	843	493	115	8,7	1,68
Colonial	916	708	356	41	22,0	1,46
Humidícola	938	771	401	69	11,9	1,60
Elefante	915	709	346	44	15,3	1,19
Leucaena	897	390	198	88	33,7	3,26
Guandú	945	523	328	147	30,2	3,47
Soja perenne	911	472	330	92	32,7	2,47
Estilosantes	962	690	549	187	18,8	4,27

Figura 1: Evolución de la fermentación microbiana *in vitro* (ml gas/g MS) en las especies de gramíneas y leguminosas a estudio. Se incluye una estimación de la digestibilidad de la materia orgánica (valores entre paréntesis % dMO).



EFECTO DE LA FECHA DE CORTE SOBRE EL VALOR NUTRITIVO DEL TRÉBOL BLANCO (*TRIFOLIUM REPENS*)

[1]M. Safigueroa*, [2]S. López, [1]F.J. Giráldez, [2]J.S. González y [1]A.R. Mantecón.
Estación Agrícola Experimental. CSIC. Apdo 788. 24080. León.
Dpto. de Producción Animal I. Universidad de León. 24070. León

Introducción

Es un hecho establecido por numerosos autores que a medida que avanza el estado fenológico de las plantas hasta la madurez aumenta su contenido en materia seca, disminuyendo su valor nutritivo (Minson, 1990). La elección del momento óptimo de corte es, por tanto, una decisión clave para la obtención de forraje en cantidad y calidad aceptables.

A la hora de determinar la calidad de un forraje es preciso disponer de información no sólo sobre la composición química, sino también sobre la digestibilidad de sus nutrientes. La mayor parte de los trabajos realizados sobre el efecto del estado fenológico de los forrajes en su valor nutritivo se limitan a estudiar la evolución de la composición química, complementando esta información con datos de digestibilidad *in vitro* obtenidos en momentos puntuales (Nordkvist and Per Aman, 1986; Minson, 1990).

El desarrollo de la técnica *in sacco* y, más recientemente, del método de producción de gas permite realizar, de forma relativamente sencilla, un estudio más profundo del proceso de digestión ruminal, que podría poner de manifiesto diferencias en la utilización digestiva no detectables con otros métodos de estimación de la digestibilidad (Giráldez *et al.*, 1992; Khazaal *et al.*, 1993; Hadjipanayiotou *et al.*, 1996).

Partiendo de este planteamiento, el objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto del grado de madurez del trébol blanco (*Trifolium repens*) sobre la composición morfológica, la composición química y la cinética de producción de gas.

Material y métodos

El estudio se realizó en una pradera de regadío ubicada en la EAE de León, que fue sembrada en 1991 con una mezcla de raigrás perenne (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*). La pradera se dividió en 32 parcelas de 1 m^2 cada una, separadas por calles de 1m de ancho. Las parcelas se asignaron al azar a una de cuatro posibles fechas de corte (24 de mayo, 14 de junio, 28 de junio y 12 de julio), de forma que hubiera 8 parcelas (réplicas) por tratamiento.

En cada fecha de corte, las parcelas fueron cortadas al ras. La biomasa vegetal obtenida se separó en tres grupos botánicos (gramíneas, leguminosas y otras). La muestra obtenida de leguminosas, constituida en un 100% por trébol blanco, se dividió en 2 submuestras, una para determinar la composición morfológica y otra para estudiar la composición química y producción de gas.

El análisis morfológico consistió en clasificar la biomasa vegetal en muerta y viva, separando en esta última fracción: folíolos, peciolos e inflorescencias.

* M. Safigueroa disfruta de una beca predoctoral concedida por el Instituto de Cooperación Iberoamericano.

En lo referente a la composición química, se determinó el contenido en materia seca (MS), cenizas y proteína (PB = N x 6,25) según los procedimientos de la AOAC (1980). Los contenidos en fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD) fueron determinados según el método propuesto por Goering y Van Soest (1970).

La producción de gas se determinó de acuerdo con la técnica descrita por Menke y Steingass (1988), realizando las lecturas de producción de gas a las 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48, 72, 96 y 120 horas. El inóculo ruminal se obtuvo de 4 ovejas merinas adultas equipadas con cánula ruminal, que recibieron como dieta basal aproximadamente 1 kg al día de heno de alfalfa. Los valores de producción de gas de cada muestra se ajustaron al modelo exponencial $y = a+b\ (1-e^{-ct})$ descrito por Orskov y Mc Donald (1979). Este modelo permite estimar la producción total de gas (suma de los parámetros a y b) y el ritmo de producción (parámetro c) que guardan relación con la degradabilidad potencial y con el ritmo fraccional de degradación, respectivamente.

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza mediante el procedimiento ANOVA del paquete estadístico CSS (1991). La comparación de medias se ha realizado mediante la prueba del LSD (least significative diference).

Resultados y discusión.

Los datos de composición morfológica, composición química y cinética de producción de gas figuran en la tabla 1.

Se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p<0.05$) entre las fechas de corte en los diferentes parámetros morfológicos estudiados, de forma que aumentó la proporción de material muerto así como la de inflorescencias y disminuyó el porcentaje de folíolos al retrasarse la fecha de corte.

Tabla 1. Composición morfológica, composición química y parámetros de la cinética de producción de gas del trébol obtenido en las diferentes fechas de corte

	Fecha de corte					Nivel
	1ª	2ª	3ª	4ª	RSD	significación
Composición morfológica (%)						
Material vivo	90,41^{c}	78,82^{b}	75,39^{b}	72,15^{a}	4,575	***
Material muerto	9,58^{a}	21,18^{b}	24,61^{bc}	27,85^{c}	4,576	***
Folíolos	55,83^{d}	40,63^{c}	26,23^{b}	22,41^{a}	3,920	***
Peciolos	33,80^{a}	33,58^{a}	37,22^{ac}	30,25^{ab}	4,623	**
Inflorescencias	0,78^{a}	4,61^{a}	11,94^{b}	19,48^{c}	4,747	**
Composición química (g/kg MS)						
MO	769,1^{a}	783,5^{b}	791,1^{c}	802,4^{d}	0,549	***
PB	243,6	205,0^{c}	191,9^{b}	175,6^{a}	1,206	***
FND	226,2^{a}	345,9^{b}	371,4^{c}	406,8^{d}	2,250	***
FAD	200,1^{a}	212,2^{ab}	261,3^{c}	290,4^{d}	2,275	***
Producción de gas						
a+b (ml)	51,19^{a}	55,28^{b}	51,98^{a}	52,31^{a}	1,894	**
c (h-1)	0,06^{a}	0,06^{a}	0,04^{a}	0,06^{a}	0,033	ns

ns P>0,05; ** P<0,01; *** P<0,001

^{a,b,c,d} Valores con diferente superíndice difieren significativamente (P<0,05)

La evolución de la composición morfológica puede calificarse como lógica, ya que coincide con el desarrollo fenológico del trébol blanco, evolucionando desde un estado vegetativo en la primera fecha de corte, hasta un estado reproductivo, de plena floración, en la última fecha.

La composición química también varió de forma significativa ($p<0.05$) con la fecha de corte. Así, los contenidos de MO, FND y FAD aumentaron a medida que se retrasó la fecha de siega. Por el contrario, los valores de PB siguieron una evolución opuesta, disminuyendo el contenido conforme se retrasa la fecha de siega. La evolución de la composición química puede atribuirse parcialmente a los cambios morfológicos experimentados por la planta, ya que en general los tallos e inflorescencias presentan un menor contenido en proteína y una proporción mayor de pared celular que las hojas (Norton, 1982). No obstante, en las diferentes fracciones morfológicas también varía la composición química al avanzar el grado de madurez (Norton, 1982; Minson, 1990).

En lo que se refiere a la producción de gas, no se observó una reducción significativa ni en la producción total de gas (a+b), ni en su ritmo de producción (c) al retrasarse la fecha de corte.

Teniendo en consideración la evolución experimentada por la composición química, cabría esperar una disminución en la digestión ruminal y, por ende, una reducción en la producción total de gas y/o en su ritmo de producción a medida que avanza el grado de madurez. De hecho, diferentes autores han observado, utilizando el método *in sacco*, una reducción en el ritmo de degradación de la materia seca a medida que se retrasa la fecha de siega del forraje (Giráldez *et al.*, 1992; Hadjipanayiotou 1996). No obstante, Khazaal *et al.* (1993), en un estudio realizado con henos de trébol dulce (*Melilotus segatalis*) de diferente estado fenológico y, en consecuencia, con diferente composición química, tampoco encontraron relación entre la composición química y la producción total de gas o el ritmo de producción de gas.

Los resultados obtenidos indican que al retrasar la fecha de siega se reduce el valor nutritivo del trébol desde un punto de vista químico, ya que disminuye el contenido en proteína y aumenta la proporción de pared celular. Desde la perspectiva de la utilización digestiva, sin embargo, los datos de producción de gas no ponen de manifiesto un efecto adverso de la fecha de siega.

Referencias bibliográficas

AOAC., 1984. Association of Official Analytical Chemists. (14th Edn). Arlington. USA.

CSS. 1991. Complete Statistical System. Statsoft. Inc. Tulsa. USA.

Giráldez, F.J.; González, J.S.; Ovejero, F.J. y Valdés, C. 1993. *Archivos de Zootecnia*, 42. 13-20.

Goering, H.K. and Van Soest,P.J. 1970. *Agriculture Handbook nº 379*. Agriculture Research Service. USDA. Washington.

Hadjipanayiotou, M; Antoniou, I; Theodoridou, M; Photiou, A. 1996. *Livestock Production Science*. 45. 49-53.

Khazaal, K.; Dentinho, M.T.; Ribeiro, J.M. and Ørskov, E.R. 1993. *Animal Production*. 57. 105-112.

Menke, K.H. and Steingass, H 1988. *Animal Research and Development*, 28. 7-55.

Minson, D.J. 1990. *Forage in Ruminant Nutrition*. Academic Press. London.

Nordkvist, E. and Aman, P. 1986. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 37. 1-7.

Norton, B.W. 1982. Differences between species in forage quality. In: Hacker, J.B. (edit).: *Nutritional Limits to Animal Production from Pastures*. pp.: 89-107. CAB. London.

Ørskov, E.R. and McDonald, I. 1979. *Journal of Agricultural Science., Cambridge*. 92. 499-503.

EFECTO DEL TIPO DE FUENTE NITROGENADA (UREA *VS* CASEÍNA) SOBRE LA DIGESTIÓN RUMINAL *IN VITRO* DE LA PARED CELULAR DE FORRAJES

M.D. Carro, C. Valdés, S. López, y J.S. González

Departamento de Producción Animal I, Universidad de León, 24071 LEÓN.

Introducción

Algunos estudios (Bryant, 1973) señalan que las bacterias celulolíticas son incapaces de utilizar nitrógeno aminoacídico, mientras que sí pueden hacerlo las bacterias amilolíticas, cuyo crecimiento se incrementó al hacerlo la proporción de péptidos en el líquido ruminal. Sin embargo, en otros estudios (Yhoka y Buttery, 1987) se observó una captación de aminoácidos y péptidos por ambos grupos de bacterias. En este trabajo se planteó el estudio del efecto del tipo de fuente nitrogenada (urea *vs* caseína) sobre la fermentación ruminal *in vitro* de pared celular de varios forrajes.

Material y métodos

Para obtener paredes celulares de composición química diferente se seleccionaron los siguientes forrajes: heno de gramíneas (heno 1), heno de prado permanente (heno 2), heno de alfalfa, heno de trébol y rebrotes de *Calluna vulgaris* (Calluna) y de *Erica arborea* (Erica). Las muestras de los forrajes se trataron para obtener fibra neutro-detergente (Goering y Van Soest, 1970) y se determinó su contenido en hemicelulosa, celulosa y lignina (Tabla 1).

Tabla 1. Composición química (g/kg MS) de las paredes celulares (FND) incubadas

	Heno 1	Heno 2	Alfalfa	Trébol	Erica	Calluna
Hemicelulosa	494	441	268	260	198	276
Celulosa	450	471	546	533	558	465
Lignina	56	88	186	207	244	259

La muestras fueron molidas utilizando una malla de 1 mm de paso y se incubaron (200 mg de MS) *in vitro* siguiendo la técnica descrita por Menke y Steingass (1988). Como inóculo se utilizó líquido ruminal procedente de tres ovejas fistuladas en el rumen alimentadas con un heno de buena calidad. Para favorecer el crecimento de las bacterias celulolíticas se añadió al inóculo una disolución de los ácidos isobutírico, valérico e isovalérico en concentraciones adecuadas para no limitar el crecimiento microbiano. Como fuente nitrogenada se añadieron 6 mg de N en forma de urea o en forma de caseína.

Para cada muestra se incubaron diez frascos (cinco por tratamiento). En tres de los cinco frascos se registró la producción de gas a las 3, 6, 9, 12, 24, 35, 48, 72, 96 y 120 horas. Los datos de producción de gas se ajustaron al siguiente modelo

Trabajo financiado por la C.I.C.Y.T. (Proyecto AGF94-0026)

exponencial: $y = a + b\,(1 - e^{(-ct)})$, en el que c representa el ritmo de producción de gas y $a+b$ la producción potencial de gas. Transcurridas 120 horas de incubación los botes se introdujeron en un baño de hielo para detener la fermentación y su contenido se vació en crisoles provistos de una placa porosa para filtrar su contenido. De cada tubo se recogió una muestra del líquido filtrado para determinar posteriormente su contenido en amoníaco. El residuo de la pared celular se lavó con agua destilada, se secó en estufa a 100ºC durante 24 horas y se pesó para calcular la desaparición de pared celular. En los dos frascos restantes se tomaron muestras (1 ml) de líquido a las 24 y 48 horas de incubación para determinar la concentración de ácidos grasos volátiles (AGV). El efecto del tipo de fuente nitrogenada se estudió mediante análisis de varianza utilizando el procedimiento ANOVA del Statistical Analysis Systems Institute (SAS, 1985).

Resultados y discusión

Tal como figura en la Tabla 2, no existieron diferencias estadísticamente significativas (P>0,05) entre tratamientos en la desaparición de pared celular tras su incubación durante 120 horas, excepto en el caso de Calluna, que presentó una mayor desaparición cuando fue incubada con urea. En cuanto a la concentración de nitrógeno amoniacal (N-NH_3) tras 120 horas de incubación (Tabla 2), ésta fue superior en las paredes celulares incubadas con urea, excepto en las paredes celulares procedentes del heno de alfalfa y del heno de trébol, en las que no existieron diferencias debidas al tipo de fuente nitrogenada.

Tabla 2. Desaparición (%) de pared celular y concentración de nitrógeno amoniacal (mg NH_3-N/100 ml) tras 120 h de incubación *in vitro* (a,b:P<0,05)

	Heno 1	Heno 2	Alfalfa	Trébol	Erica	Calluna
Desaparición:						
Urea	86,9	73,2	49,5	54,8	35,8	39,9 ^{b}
Caseína	86,7	71,7	50,1	53,9	35,8	34,1 ^{a}
s.e.d.	2,17	1,63	1,27	3,73	0,43	1,75
NH_3-N						
Urea	64,8 ^{b}	68,4 ^{b}	72,7	67,9	63,8 ^{a}	69,0 ^{b}
Caseína	58,3 ^{a}	62,2 ^{a}	69,1	67,5	70,7 ^{b}	59,7 ^{a}
s.e.d.	0,34	1,79	1,46	0,87	1,12	1,56

En la tabla 3 figura el ritmo de producción de gas (c) y la producción potencial del mismo ($a+b$) estimados para las paredes celulares incubadas. La utilización de caseína como fuente nitrogenada produjo un mayor (P<0,05) ritmo de producción de gas en todas las paredes celulares, excepto en las del heno 1 y la de Erica, en las que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre la urea y la caseína. En estas dos últimas muestras no existieron diferencias entre tratamientos en la producción de AGV (Tabla 3) a las 24 horas (calculada como la diferencia entre los μmoles producidos en la muestra y los mmoles producidos en el blanco correspondiente a cada tratamiento), hecho que concuerda con la ausencia de diferencias en el ritmo de producción de gas. En el resto de las paredes celulares

incubadas (excepto en la del heno 2) la producción de AGV fue superior ($P<0,05$) cuando fue incubada con caseína que cuando se incubó con urea.

Tabla 3. Ritmo de producción de gas (*c*), producción potencial (*a+b*; ml) de gas y producción de ácidos grasos volátiles (AGV; mmoles) tras 24 h y 48 h de incubación *in vitro* (a,b: $P<0,05$; s.e.d.: error estándar de la diferencia)

	Heno 1	Heno 2	Alfalfa	Trébol	Erica	Calluna
a+b (ml)						
Urea	82,6	59,0	44,5	42,1	14,4	27,1
Caseína	80,7	60,0	46,5	44,3	14,5	26,9
s.e.d.	2,48	2,20	1,26	1,58	1,18	1,04
Ritmo (*c*)						
Urea	0,0224	0,0176 ^{a}	0,0281 ^{a}	0,0236 ^{a}	0,0230	0,0128 ^{a}
Caseína	0,0228	0,0196 ^{b}	0,0305 ^{b}	0,0275 ^{b}	0,0242	0,0183 ^{b}
s.e.d.	0,00050	0,00046	0,00072	0,00102	0,00200	0,00071
AGV (24h)						
Urea	768	495	579 ^{a}	468 ^{a}	131	90,6 ^{a}
Caseína	798	536	686 ^{b}	578 ^{b}	110	227 ^{b}
s.e.d.	10,5	24,1	5,7	17,7	6,9	11,1
AGV (48h)						
Urea	1.286	833	808	707	139	290
Caseína	1.303	796	820	731	125	309
s.e.d.	5,7	15,2	29,8	22,5	8,7	13,5

Sin embargo, las diferencias entre tratamientos detectadas en la producción de AGV a las 24 horas desaparecieron a las 48 horas, momento en el que no existieron diferencias en la producción total de AGV (ni tampoco en sus proporciones molares) en ninguna de las paredes celulares incubadas. En línea con estos resultados, la producción potencial de gas no se vió afectada por el tipo de fuente nitrogenada en ninguna de las paredes celulares.

Los resultados expuestos parecen indicar que el ritmo de degradación de la pared celular es superior cuando los microorganismos disponen de una fuente de nitrógeno proteico (caseína) que cuando únicamente disponen de nitrógeno no proteico (urea). Sin embargo, la amplitud de la degradación de la pared celular no se vió afectada por el tipo de fuente nitrogenada. Por otra parte, en algunas de las paredes celulares incubadas no existieron diferencias entre tratamientos, lo que sugiere que el efecto de la fuente nitrogenada podría depender del tipo de sustrato incubado.

Referencias bibliográficas

Bryant, M.P. 1973. *Fed. Proc.*, 32: 1809.

Goering, M.K. y Van Soest, P.J. 1970. *Agr. Handb., nº 379*. Agric. Res. Serv., USDA. Washington, USA.

Menke, K.H. y Steingass, H. 1988. *Anim. Res. Dev.*, 28: 7-55

Statistical Analysis System Institute. 1985. User's Guide: Statistics. SAS Inst. (Editor), Cary, NC.

Yhokha, A. y Buttery, P.J. 1987. *Proc. Nutr. Soc.*, 46: 39A.

DETERMINACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DE FORRAJES: COMPARACIÓN ENTRE EL PROCEDIMIENTO *DAISY-ANKOM* Y LA TÉCNICA CONVENCIONAL

O. BOCHI BRUM, S. LÓPEZ, J.S. GONZÁLEZ, F.J. OVEJERO

Departamento de Producción Animal. Universidad de León. 24071 LEÓN.

Introducción

La digestibilidad es uno de los principales componentes del valor nutritivo de los alimentos. La digestibilidad *in vitro* se utiliza como un estimador de la digestibilidad *in vivo*, y su principal interés radica en que permite establecer comparaciones entre alimentos. Además, las técnicas *in vitro* para estimar la digestibilidad son las únicas que pueden realizarse cuando se dispone de pequeñas cantidades de muestra.

Los métodos de laboratorio más utilizados para determinar la digestibilidad *in vitro* son los descritos por Tilley y Terry (1963) y por Goering y Van Soest (1970). Por otra parte, se han sugerido diversas modificaciones a estas técnicas, con el fin de mejorar la repetibilidad de las estimaciones de la digestibilidad y de reducir el tiempo experimental requerido para obtener la determinación. Recientemente se ha propuesto la realización de las incubaciones introduciendo la muestra en bolsitas confeccionadas con un material sintético poroso, e incubando varias bolsitas en un recipiente con líquido ruminal diluido (Procedimiento Daisy de Ankom Technology Corporation). Este procedimiento permite el análisis de un elevado número de muestras al mismo tiempo, y su realización es más sencilla en cuanto a la dosificación de líquido ruminal en condiciones de anaerobiosis y en cuanto a los procesos de lavado y filtración de los residuos de incubación. Este procedimiento ha sido utilizado para la determinación de la digestibilidad *in vitro* mediante la técnica de Goering y Van Soest (1970), pero no se dispone de información sobre la posibilidad de seguir dicho procedimiento para determinar la digestibilidad *in vitro* de Tilley y Terry.

El objetivo de este trabajo ha sido estudiar la validez del procedimiento *in sacco* (las incubaciones se realizan de forma que la muestra se encuentra en el interior de una bolsita de material poroso) para determinar la digestibilidad *in vitro* de acuerdo con la técnica de Tilley y Terry, comparándolo con el procedimiento convencional en el que las incubaciones se realizan en crisoles de forma que la muestra está en contacto directo con el líquido ruminal.

Material y métodos

Se utilizaron 12 muestras de forrajes, cuya descripción y contenido en fibra neutro detergente (FND) y en fibra ácido detergente (FAD) se presentan en la Tabla 1. Como puede apreciarse, se dispuso de una considerable variedad de forrajes tanto en su composición botánica, como en su composición química, con un amplio rango en el contenido en FND (394-862 g/kg MS) y FAD (201-545 g/kg MS).

Trabajo financiado por la Junta de Castilla y León (Proyecto LE 20/94)

TABLA 1.- Contenido en fibra de los alimentos		
Forraje	FND (g/kg MS)	FAD (g/kg MS)
Rebrotes de Brezo (*Erica arborea*)	561,7	475,1
Paja de cebada	826,4	480,0
Paja de centeno	861,8	545,1
Paja de garbanzos	654,5	468,2
Heno de prado permanente I	724,5	418,7
Heno de prado permanente II	638,2	357,2
Heno de trébol	575,3	412,9
Heno de veza-avena	627,4	349,6
Heno de prado permanente III	571,0	324,0
Heno de alfalfa	467,1	304,7
Heno de gramíneas	546,1	276,6
Pulpa de remolacha	394,3	201,5

Para las incubaciones se utilizó líquido ruminal obtenido de cuatro ovejas adultas alimentadas con heno de alfalfa. El líquido ruminal fue filtrado y añadido al medio de cultivo en una proporción de 1:4 (v/v). El medio de cultivo empleado fue el descrito por Goering y Van Soest (1970) que consiste en una mezcla de sales minerales en una disolución amortiguadora. La preparación del medio de cultivo y la adición de líquido ruminal se realizaron en condiciones de anaerobiosis. Se utilizó la misma mezcla de líquido ruminal-medio de cultivo para ambos procedimientos de digestibilidad *in vitro*. De acuerdo con el procedimiento convencional de Tilley y Terry, se utilizaron crisoles con placa filtrante en los que se pesaron 500 mg de muestra. En cada crisol se dosificaron 50 mL de líquido ruminal diluido y las incubaciones se realizaron a 39° C en un baño termostático con agitación continua. En el procedimiento *in sacco*, en cada bolsita se pesaron 500 mg de muestra. Las bolsitas se introdujeron en recipientes de vidrio de 4 L de capacidad (25 bolsitas en cada recipiente), añadiendo 2 L de líquido ruminal diluido. Los recipientes se introdujeron en un incubador con agitación continua en el que se mantiene una temperatura constante de 39° C. Tras 48 h de incubación, los crisoles y los frascos con las bolsitas se introdujeron en un baño de hielo para detener la fermentación. En el caso de los crisoles utilizados en el procedimiento convencional, se realizó una filtración, se añadieron 50 mL de una disolución ácida de pepsina (Tilley y Terry, 1963) y se incubaron en el baño termostático a 39° C. En cuanto al procedimiento *in sacco*, se extrajo el líquido ruminal de cada recipiente, y cada uno de ellos fue rellenado con 2 L de la misma disolución de pepsina, siendo posteriormente colocados en el incubador a 39° C. Tras otras 48 h de incubación para esta segunda fase, se realizó una nueva filtración en los crisoles con varios lavados de la muestra con agua destilada. Las bolsitas también fueron lavadas con agua destilada y finalmente crisoles y bolsitas se secaron a 55° C durante 48 h.

Para cada muestra se realizaron cuatro determinaciones de la digestibilidad *in vitro* por cada uno de los procedimientos descritos. Las determinaciones se llevaron a cabo en dos tandas de incubación en cada una de las cuales se utilizaron dos crisoles o dos bolsitas para determinar la digestibilidad *in vitro* de cada muestra.

Resultados y discusión

Los coeficientes de digestibilidad *in vitro* de la materia seca para cada forraje, determinados por el procedimiento convencional o mediante el procedimiento *in sacco* se presentan en la Tabla 2 (cada valor es la media de 4 observaciones ± error estándar de la media -ESM).

TABLA 2.- Digestibilidad *in vitro* de la materia seca

Forraje	Proc. convencional	Procedimiento *in sacco*
Rebrotes de Brezo (*Erica arbórea*)	25,44 ± 0,860	28,66 ± 0,248
Paja de cebada	46,90 ± 1,586	46,10 ± 1,800
Paja de centeno	50,33 ± 1,585	50,62 ± 0,420
Paja de garbanzos	52,85 ± 0,395	67,43 ± 0,263
Heno de prado permanente I	53,05 ± 0,432	53,74 ± 0,721
Heno de prado permanente II	59,61 ± 0,729	62,89 ± 0,625
Heno de trébol	60,33 ± 0,182	64,95 ± 0,952
Heno de veza-avena	60,67 ± 1,254	62,57 ± 0,978
Heno de prado permanente III	65,17 ± 0,551	69,89 ± 1,671
Heno de alfalfa	70,84 ± 0,460	77,40 ± 0,418
Heno de gramíneas	76,38 ± 0,479	79,91 ± 1,110
Pulpa de remolacha	88,22 ± 1,005	91,37 ± 0,721

Los valores de digestibilidad *in vitro* obtenidos mediante el procedimiento *in sacco* fueron en general (salvo para la paja de cebada) mayores que los obtenidos mediante el procedimiento convencional. Por término medio, la sobreestimación fue de un 6,7%; si bien la diferencia fue mayor en los forrajes de leguminosas (paja de garbanzos, alfalfa, trébol). Para cada forraje, los ESM fueron similares para los valores obtenidos con ambos procedimientos.

A pesar de esta diferencia, los valores obtenidos mediante ambos procedimientos mostraron una significativa correlación, con un valor de r = 0,97 y una pendiente de regresión lineal entre ambas variables de 0,923 (que no fue estadísticamente distinta de la unidad). El coeficiente de correlación por rangos de Spearman tuvo un valor de 0,941, indicando que el número de orden de cada forraje fue similar cuando se estableció su clasificación de acuerdo con los valores de digestibilidad obtenidos mediante ambos procedimientos. En este sentido, puede concluirse que el procedimiento *in sacco* permite obtener buenas estimaciones de la digestibilidad *in vitro* de los forrajes, ya que a pesar de las diferencias observadas con los valores obtenidos mediante el procedimiento convencional, la clasificación de los forrajes según su valor de digestibilidad es muy similar en ambos casos.

Referencias bibliográficas

Tilley, J.M.A. y Terry, R.A. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops ***J. Br. Grassland Soc.*.. 18**: 104-111.

Goering, H.K. y Van Soest, P.J. 1970. ***Forage Fiber Analyses (Apparatus, reagents, procedures and some applications)*** pp. 12-15. Agriculture Handbook No. 379. USDA; USA.

EFECTO DEL NIVEL DE ALIMENTACIÓN SOBRE LA ESTIMACIÓN DE LA INGESTIÓN DE HIERBA POR NOVILLAS CON EL MÉTODO DE LOS ALCANOS

R. Ferrer[1,2], M. Petit[1].

[1] L.A.H.M. INRA de Theix, 63122 Clermont-Ferrerand (FRANCIA)

[2] Unidad de Tecnología en Producción Animal. S. I. A., D. G. Aragón, Apdo. 727, 50080 Zaragoza

Introducción

Aunque el método de los alcanos ha sido validado ampliamente en ovino alimentado en cantidades limitadas con forrajes monoespecíficos (ray-grass), los resultados obtenidos en vacuno y praderas pluriespecíficas son más variables (Malossini et al., 1994). En este sentido, Stakelum y Dillon (1990) observaron que el nivel de ingestión puede afectar a la tasa de recuperación de los alcanos en las heces e influir así en la estimación de la ingestión.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del nivel de ingestión (cantidades limitadas o a voluntad) sobre la calidad de la estimación de la ingestión con el método de los alcanos en novillas alimentadas en pesebre con hierba recién cortada de una pradera natural de montaña.

Material y métodos

Se utilizó un diseño factorial en cross-over con 2 niveles de alimentación y 2 periodos (P1 y P2) sucesivos de 17 días. Cada animal recibió un nivel de alimentación diferente de un periodo al otro. Diez novillas de una misma generación de un rebaño charolés (403±45,3 kg de peso) se distribuyeron en 2 lotes equilibrados en peso y edad. Los animales fueron alimentados en cubículos individuales con hierba cortada una hora antes de la distribución en dos comidas (9 y 16 h). Los dos niveles de ingestión aplicados fueron: a voluntad (V) y a razón de 1,3% de su peso (L, aproximadamente 70% de su capacidad de ingestión teórica). Los animales disponían en todo momento de agua y complemento vitamínico-mineral a voluntad. Durante los últimos 14 días de cada periodo a cada novilla se le administró a las 9 h una cápsula de gelatina conteniendo 400 mg del alcano C32 fijado en polvo de celulosa.

Durante los 10 últimos días de cada periodo se tomaron muestras de la oferta y de los rehusados de hierba para determinar cenizas, fibra bruta (FB), proteína bruta (PB) y alcanos. También se muestrearon diariamente las heces de cada cubículo (antes de limpiarlos) para analizar su contenido en alcanos. La metodología de distribución y análisis de alcanos se describe en Ferrer (1995). El valor nutritivo de la hierba se calculó por el método propuesto por Andrieu y Demarquilly (1987) utilizando 2 lotes de 4 carneros en jaulas de digestibilidad. El cálculo de las cantidades ingeridas se realizó mediante la fórmula propuesta por Mayes et al. (1986). Los resultados se trataron por análisis de varianza utilizando el paquete estadístico SAS (1988).

Resultados y discusión

En el Tabla 1 aparece la composición química y el valor nutritivo del forraje que fueron típicos de praderas naturales de montaña a base de gramíneas (Ferrer, 1995). Los porcentajes de rechazo en P1 y P2 fueron respectivamente : 27±2,3 % y 25±7,3 % en la dieta V, 2±2,1 % y 6±2,5 % en la dieta L.

Las concentraciones de C32 y C33 en la hierba distribuida no difirieron entre periodos, pero si las de C31 y C35 ($P<0,05$). Exceptuando el C33, el resto de los alcanos mostraron un efecto del día de muestreo sobre la concentración en la hierba ($P<0,01$). Los coeficientes de variación (CV)

entre días de los alcanos de cadena impar de la hierba disminuyeron a medida que las concentraciones aumentaban (entre 6,8 y 17,7 %). Esta variabilidad fue superior a la observada en praderas monoespecíficas (Dove y Mayes, 1991) pero semejante a la observada por Malossini et al. (1994) en praderas naturales alpinas y es atribuible al muestreo del forraje más que a la técnica de análisis.

Tabla 1.- Composición química y valor nutritivo del forraje.

Periodo		P1	P2
MS (%)		17,1±2,72	20,4±3,18
Composición química (g / kg MS)			
MO		910	903
PB		132	147
FB		313	283
Alcanos :			
	C31	155[a]	176[b]
	C32	3,3[a]	3,9[a]
	C33	42,1[a]	41,4[a]
	C35	5,6[a]	3,5[b]
Valor nutritivo †			
dMO		0,68	0,69
UFL		0,91	0,95
PDIN		83	92
PDIE		87	91
Valor Lastre (UEB) †		1,20	1,07

† Medido en carneros

En una misma línea, letras diferentes indican diferencias con P<0,05

En P1, las concentraciones fecales de alcanos de cadena impar no fueron diferentes entre dietas, pero en P2 fueron más elevadas en las novillas V que en las L (P<0,05). Las concentraciones de C32 (alcano distribuido) en heces fueron superiores en P1 que en P2 (P<0,001), y en la dieta L que en la V (P<0,001). Entre días, la variabilidad de las concentraciones en heces de alcanos internos (vegetales) fue inferior a la de C32 (CV medios de 7,7, 7,4, 8,8 y 12,8 % para el C31, C33, C35 y C32 respectivamente) de acuerdo con los resultados de Malossini et al. (1994). Por lo tanto, para animales que reciben una misma dieta o que pastan en la misma zona, un muestreo representativo de heces es un factor clave en la estimación de la ingestión.

Admitiendo la validez de los coeficientes de digestibilidad obtenidos en los carneros, las tasas de recuperación serían en promedio de: 0,85±0,109 (C31), 0,92±0,066 (C32), 0,87±0,066 (C33) y 0,97±0,110 (C35). El incremento de esta tasa con el número de carbonos es un fenómeno clásico (Dove y Mayes, 1991). El nivel de ingestión no influenció la tasa de recuperación de los alcanos en heces en P1, mientras que en P2 la aumentó (P<0,01). Una dieta más digestible (ej. mayor proporción de leguminosas) podría justificar en P2 las tasas de recuperación más elevadas de las novillas V en relación a las L tal y como lo observaron Stakelum y Dillon (1990). La variabilidad existente entre dietas y periodos en las tasas de recuperación de los diferentes alcanos parece indicar que en ausencia de estos datos no es posible predecir con exactitud la digestibilidad del forraje o las cantidades de heces emitidas como lo indican Dove et al. (1989) y Casson et al. (1990).

Las novillas V ingirieron más hierba en P2 que en P1 (20,2 vs 18,0, e.e.d. 0,27 g MS / kg PV) en razón de que disponían de un forraje de mejor calidad (Tabla 2).

En los dos periodos, todas las estimaciones manifestaron las diferencias de hierba realmente ingerida. El método detectó las diferencias de ingestión entre periodos en el caso de la dieta V (P<0,001), pero no para la L. La ingestión se subestimó en casi todos los casos, pero la que se

hizo con la pareja C33:C32 proporcionó la varianza residual más pequeña y fue la que se aproximó más a los valores reales. La subestimación fue similar a la obtenida en otro estudio con heno (-4,6%; Ferrer et al., 1993), pero superior a otros estudios en praderas monoespecíficas Mayes et al. (1995). Las diferencias de tasas de recuperación entre los dos alcanos (C32 y C33) deben ser responsables de estos errores, ya que en este caso al igual que en un estudio previo (Ferrer et al., 1993) fueron de 5 puntos. Estas diferencias son aún más importantes entre el C31 y el C32, lo que justifica los peores resultados obtenidos con esta pareja (Dove y Mayes, 1991).

Estos resultados confirman la utilidad de la técnica de los alcanos en la estimación de la ingestión en pastoreo. Desde el punto de vista práctico, la pareja C33:C32 parece ser la de elección, proporcionándo subestimaciones sistemáticas (intra- y entre-experimentos) del 5 al 7 % de las cantidades ingeridas.

Tabla 2.- Cantidades de hierba ingeridas por las novillas

	P1		P2		DER
Dieta	**L**	**V**	**L**	**V**	
Medida					
kg MS / dia	$5,6^{a}$	$7,2^{b}$	$5,2^{c}$	$8,2^{d}$	0,22
g MS / kg PV / dia	$13,8^{a}$	$18,0^{b}$	$12,9^{c}$	$20,2^{d}$	0,61
Estimada					
C31:C32	$4,6^{a}$	$6,5^{b}$	$4,7^{a}$	$8,8^{c}$	0,57
C33:C32	$5,3^{a}$	$6,9^{b}$	$4,9^{a}$	$7,6^{c}$	0,37
C35:C32	$5,3^{a}$	$7,4^{b}$	$5,5^{a}$	$9,9^{c}$	0,69
Diferencia (%)					
C31:C32	$-16,7^{a}$	$-9,6^{a}$	$-9,9^{a}$	$+6,9^{b}$	7,87
C33:C32	$-4,0^{a}$	$-4,4^{a}$	$-5,9^{a}$	$-7,7^{a}$	5,89
C35:C32	$-4,5^{a}$	$+3,5^{a}$	$+5,8^{a}$	$+20,6^{b}$	10,8

En una misma línea, letras diferentes indican diferencias con P<0,05. DSR: desviación standard residual

Agradecimientos

Se agradece la colaboración del equipo de la finca experimental INRA de Laqueuille (63, Francia) por su participación en esta experiencia. R. Ferrer agradece al CONAI (D.G. Aragón) la concesión de una beca predoctoral.

Referencias bibliográficas

Andrieu J., Demarquilly C. 1987. *Bull Tech* CRZV Theix INRA., 70, 61-74.

Casson, T.; Rowe, J.B.; Thorn, C.W.; and Harris, D. 1990. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 18, 462.

Dove H., Mayes R.W. 1991. *Australian J of Agric Research.*, 42 : 913-57.

Dove, H.; Mayes R.W.; Freer, M.; and Coombe, J.B. 1989. *Proc. XVI Int. Grasslds Cong.* (Nice, France) pp. 1093-4.

Ferrer R. 1995 Quantités ingérées et comportement d'ingestion des bovins au pâturage : influence du developpement ponderal des animaux et de la hauteur de l'herbe. Thèse de Doctorat ENSA de Rennes.

Ferrer R., Petit M., Béchet G., 1993. ITEA nº 12 Vol. 1 pp.153-55.

Malossini F., Bovolenta S., Piasentier E., Valentinotti M. 1994. Anim Feed Sci Techn 50, 113-122.

Mayes R.W., Lamb C.S., Colgrove P.M. 1986. *J of Agric Sci, Cambridge.* 107 : 161-170.

S. A. S. 1988. *SAS/STAT user's guide*, Release 6.03 edition, pp. 549-640. Cary, NC.

Stakelum G., Dillon P. 1990. *Proc. VII Eur. Grazing Workshop* (Wageningen, The Netherlands).

UTILIZACIÓN DIGESTIVA DE RACIONES A BASE DE PAJA DE CEBADA Y ALFALFA DESHIDRATADA POR EL VACUNO

R. Ferrer, D. Villalba, A. Sanz, I. Casasús, R. Revilla.
Unidad de Tecnología en Producción Animal. S. I. A., D. G. Aragón, Apdo. 727, 50080 Zaragoza

Introducción

La digestibilidad de la materia orgánica es uno de los factores determinantes del valor nutritivo de la ración de un rumiante. Tradicionalmente se estima el valor de las raciones utilizando el morueco castrado como modelo experimental y se extrapolan los resultados al resto de los rumiantes. No obstante, los bovinos pueden digerir mejor las raciones fibrosas en razón de sus particularidades anatómicas y fisiológicas (Dulphy et al., 1995). El conocimiento de los valores de las raciones propias de sistemas de producción de vacas nodrizas debe permitirnos alimentar a los animales de acuerdo con sus necesidades.

El objetivo de esta experiencia fue estudiar, en el vacuno, la utilización digestiva de raciones a base de dos forrajes típicos mediterráneos de calidad muy diferente: la alfalfa deshidratada picada y acondicionada en cubos y la paja de cebada.

Material y Métodos

Ocho vacas secas de raza Parada Alpina, con un peso de 579±30,2 kg y una Condición Corporal de 2,5±0,11 al inicio de la experiencia fueron alimentadas a un nivel de alimentación próximo al mantenimiento (1,3M) con 4 raciones a base de alfalfa deshidratada en cubos (7,75 mm tamaño medio de partícula) y paja de cebada entera. Los tratamientos según la proporción de alfalfa / paja fueron: 0/100 (A0), 33/66 (A33), 66/33 (A66) y 100/0 (A100). El diseño experimental utilizado fue un cuadrado latino 4×4 con dos repeticiones por tratamiento y con una duración de 3 semanas por tratamiento. Los animales recibían la ración individualmente en jaulas de digestibilidad dos veces al día (9 y 17 h) mezclada en partes iguales. Con el fin de asegurar un normal funcionamiento del rumen, todos los animales recibieron un complemento vitamínico-mineral de 100 g / día, y los del tratamiento A0 1 kg de torta de soja. Cada periodo constaba de una fase de adaptación de 2 semanas seguida de la colecta diaria de heces durante los últimos 6 días. Se tomaron muestras diarias de los alimentos y de las heces de cada animal para la determinación de la materia seca (MS), cenizas, proteína bruta (PB), fibra neutro-detergente (FND) y ácido-detergente (FAD) según Goering y Van Soest (1970). Se calcularon los coeficientes individuales de digestibilidad aparente de los componentes (MS, MO, PB, FND Y FAD) de la ración. Los resultados se trataron por análisis de varianza utilizando el paquete estadístico SAS (1988).

Resultados y Discusión

La composición química de los alimentos utilizados aparece en el Tabla 1. El porcentaje de PB en la ración superó en todos los casos el 8% que se considera como mínimo para asegurar una ingestibilidad y digestibilidad normal en este tipo de animales en mantenimiento (Tabla 2). Solamente se registraron rehusados en el tratamiento A0, que en ningún caso superaron el 10% de la oferta.

La digestibilidad del tratamiento A0 fue la más elevada, por encima de los valores propios de raciones a base de paja de cebada. Asumiendo un coeficiente de digestibilidad para la soja de 0,85, la digestibilidad de la paja de este tratamiento sería de 0,63, lo que no deja de ser todavía elevado. Aunque podría justificarse, a tenor de su composición química, por la buena calidad de la paja.

Tabla 1: Composición química (g/kg MS) de los alimentos utilizados en la experiencia.

Alimento	**Paja de cebada**	**Alfalfa deshidratada**	**Torta de soja**
Cenizas	53±9,2	131±3,5	70±0,5
PB	56±18,3	185±3,6	474±9,8
FND	710±26,6	399±13,2	205±8,4
FAD	382±30,8	305±12,9	132±5,8

Es bien conocido que la digestibilidad de las raciones a base de paja se mejora cuando se complementan con pequeñas cantidades de soja y minerales (Xandé et al., 1978). Por otro lado, el vacuno digiere mejor que el ovino los forrajes pobres en razón de un tiempo de tránsito superior en el tubo digestivo (Dulphy et al., 1995). Todo ello puede contribuir también a explicar las elevadas digestibilidades del tratamiento A0.

La digestibilidad de la materia orgánica obtenida en el tratamiento A100 fue inferior a la que pudiera esperarse de un heno de similares características químicas (INRA, 1988) y que podría deberse a la reducción del tamaño de partícula de la ración (Shaver et al., 1986). El acondicionamiento de la alfalfa (en cubos de 3x4 cm) puede hacer que el tránsito digestivo se acelere y se reduzca el tiempo de permanencia del alimento en el rumen, fenómeno que es más importante cuanto más alto es el nivel de ingestión (Vermorel et al., 1974).

Tabla 2: Ingestiones y coeficientes de digestibilidad de las diferentes raciones.

Tratamiento	**A0**	**A33**	**A66**	**A100**	E.E.R.
Ingestión (g/kg PV/día):					
MS	18,3^{ab}	18,4^{a}	16,7^{ab}	15,2^{b}	1,91
MO	17,3^{a}	16,9^{a}	14,9^{ab}	13,2^{b}	1,72
PB	1,7^{a}	1,9^{b}	2,4^{c}	2,8^{d}	0,13
FND	12,4^{a}	11,1^{a}	8,4^{b}	6,1^{c}	1,28
FAD	6,6^{a}	6,5^{a}	5,5^{b}	4,6^{c}	0,71
Digestibilidad aparente					
MS	0,60^{a}	0,57^{b}	0,56^{b}	0,54^{b}	0,031
MO	0,65^{a}	0,62^{ab}	0,61^{ab}	0,60^{b}	0,034
FND	0,63^{a}	0,57^{b}	0,54^{b}	0,44^{c}	0,046
FAD	0,55^{a}	0,51^{ab}	0,49^{b}	0,44^{c}	0,048

En una misma línea, letras diferentes indican diferencias con P<0,05

A pesar de la disminución del contenido en fibra de la ración, la digestibilidad aparente de la MS y MO de la dieta disminuyó a medida que se incrementaba en las raciones el contenido en alfalfa y se reducía el de paja y el tamaño medio de partícula de la ración total. Ello se debió fundamentalmente a una disminución en la digestibilidad de la FND y en menor medida de la FAD.

De estos resultados puede deducirse que el vacuno puede aprovechar bien la paja de cebada cuando se complementa adecuadamente al igual que observaron Petit et al. (1987). La utilización de este tipo de dietas en animales con bajas necesidades nutritivas como las vacas secas puede contribuir a reducir los costes de alimentación de las explotaciones. Sin embargo, la alimentación con dietas de un tamaño de partícula inferior al óptimo puede conducir a que no se aprovechen bien los alimentos y consecuentemente a gastos excesivos.

Agradecimientos

Se agradece la colaboración del equipo del SIA-DGA de la finca experimental de "La Garcipollera" por el cuidado de los animales. Este trabajo ha sido financiado por los Proyectos INIA 94-72 del Programa Sectorial del MAPA , CE DG VI-1124 e INTEREG II. Becas concedidas por el INIA y el Gobierno Vasco.

Referencias Bibliográficas

Demarquilly C., Chenost M., Giger S., 1995. In: Nutrition des ruminants domestiques, ingestion et digestion, pp. 601-48.

Dulphy J.P., Balch C.C., Doreau M., 1995. In: Nutrition des ruminants domestiques, ingestion et digestion, pp. 759-804.

Goering H.K., Van Soest P.J., 1970. USDA, ARS Agric. Handb., 10,1-12.

INRA 1988. Alimentation des bovins, ovins et caprins. (Ed. R. Jarrige) INRA Paris.

Petit M., Garel J.P., Grenet N., 1987. In: Les fourrages secs : récolte, traitement, utilisation, pp. 361-89.

S. A. S. (1988). *SAS/STAT user's guide*, Release 6.03 edition, pp. 549-640. Cary, NC.

Shaver R.D., Nytes A.J., Satter L.D., Jorgensen N.A., 1986. J. Dairy Sci., 69:1545

Vermorel M., Bouvier J.C., Demerquilly C., 1974. In: Energy metabolism of farm animals, pp. 213-16.

Xandé A., 1978. Ann. de Zootech., 27(4): 583-99.

UTILIZACION DEL CARDO (*CYNARA CARDUNCULUS*) COMO FORRAJE DE INVIERNO EN GANADO OVINO. COMPOSICION QUIMICA Y DIGESTIBILIDAD IN VIVO. (Resultados preliminares)

M.J.Romero[1],J. Otal[1] ,I. Lorenzo[1],J.I. Pérez[2].

[1]Centro de Investigación Agraria de Albacete.Ctra. Aguas Nuevas, Km.6.02071

[2]E.T.S.I.A. de Albacete.

Introducción.

El sistema de producción ovina en la región castellano-manchega está íntimamente ligado a la agricultura y en consecuencia, a la estacionalidad de sus recursos (Caballero et al.,1992). Esta estacionalidad determina la disponibilidad de recursos alimenticios durante determinados meses del año, existiendo un marcado déficit en época invernal (debido a las condiciones climáticas de la zona), que obliga al ganadero a suplementar en pesebre elevándose así los costes de producción.C el fin de paliar este déficit se ha iniciado el estudio de las posibilidades de diversos cultivos invernales entre los que se encuentra el cardo (*Cynara cardunculus L.*), para su empleo en la alimentación del ganado ovino.

El cardo, es una planta rústica de climas cálidos y templados perteneciente a la familia *Compositae*, apta para el cultivo en secano gracias a su potente sistema radicular capaz de obtener agua y nutrientes de zonas de suelo profundas. Es una especie perenne que en su ciclo natural brota en otoño, pasando el invierno en forma de roseta para florecer finalmente en primavera, pudiendo repitirse este ciclo de forma sucesiva hasta 15 años según Lafarga et al.(1995). En el presente trabajo se estudia el comportamiento de *Cynara cardunculus L.* para su aprovechamiento forrajero en invierno.

Material y métodos.

El ensayo se realizó a mediados del invierno de 1.996 en el Centro de Investigación Agraria de Albacete. Se disponía de una parcela experimental de 500 m^2 (marco de plantación 2x0,5m) y el cardo se encontraba en forma de roseta, con hojas que llegaban a cubrir completamente el suelo. La producción de materia seca por hectárea de esta planta fue evaluada durante tres años consecutivos. Para la prueba de digestibilidad se utilizaron cuatro machos castrados de raza manchega.

El período propiamente expertimental fue de 7 días(tras uno de acostumbramiento al forraje de 14 días), durante los cuales los animales permanecieron en jaulas de metabolismo. Diariamente se les administraba el alimento ajustado a las necesidades de mantenimiento como indican Van Es y Van Der Meer (1980), al tiempo que se recogían y controlaban las heces, así como la cantidad de alimento consumido.

Las muestras recogidas fueron desecadas en una estufa de aire forzado a 60°C y posteriormente molidas hasta conseguir partículas de 1mm de diámetro. Se realizó análisis por duplicado de nutrientes según los métodos propuestos por la A.O.A.C. (1980) y (Goering y Van Soest, 1970).

Resultados y discusión

A lo largo de tres años se ha seguido el desarrollo de *Cynara cardunculus* habiéndose comprobado su perfecta adaptación a las condiciones edafoclimáticas de la zona. Los controles de producción de materia seca se han realizado en invierno (época idónea para su aprovechamiento forrajero), estimándose entre 8.200 y 9.600 kg de materia seca por hectárea de cultivo, con precipitaciones anuales durante este tiempo de 241,5 mm, 273 mm y 404,5 mm para los años 1994,1995 y 1996 respectivamente.

La composición química y los coeficientes de digestibilidad quedan reflejados en la Tabla 1. Podemos destacar el contenido en proteína bruta (14,34%) y el de E.L.N.(52,16%), que resulta algo elevado. Entre los componentes de la pared celular, destacan el nivel de fibra neutro detergente (36,89%) y el grado de lignificación (9,28%), ambos algo elevados. Este alto nivel de lignina puede deberse a la existencia de interferencias entre la fracción analítica de lignina, los taninos y otros polifenoles (Van Soest, 1982), pudiéndose sobrevalorar ésta, según señalan Austin et al. (1989). En esta línea, es conocido que las plantas del género Cynara se caracterizan por un alto contenido en polifenoles tales como cinarina (ac. 1,4 dicalfeiquínico) o cynaropicrina (Maymone y Battaglini, 1962; Puigmacia, 1984). Estos polifenoles no tienen que estar relacionados necesariamente con una baja utilización del forraje, antes bien, y según indican Adzet et al.(1987) y Racz-Kotilla et al.(1987), tienen efectos beneficiosos sobre la digestión y metabolismo de los nutrientes en el animal, justificándose así la elevada digestibilidad del forraje obtenida. Los contenidos de Energía Bruta (E.B.) y Energía Metabolizable (E.M.), calculadas según el método descrito por el I.N.R.A. (1978), son de 3.805 kcal/kg

MS y 2.598 kcal/kg MS respectivamente.

Los resultados obtenidos nos llevan a estimar las posibilidades del cardo como fuente de alimentación en invierno para el ganado ovino, no sin dejar de mencionar su valor como cultivo para la producción de biomasa en cuyo caso, como apunta Lafarga(1995), la siega procedente de los meses de diciembre a febrero se utilizaría como forraje verde o ensilado, aprovechándose el rebrote de primavera para su posterior cosecha en agosto como fuente energética.

Tabla 1: Composición química (% M.S.), componentes celulares y coeficientes de digestibilidad de *Cynara cardunculus*.

M.S. 10,65 ± 0,345*	FND 38,39 ±1,838	DMS 81,09 ± 0,496
Cen 14,37 ± 0,497	FAD 25,10 ±1,453	DMO 85,05 ± 0,708
PB 14,34 ± 0,967	Lign 9,28 ± 0,797	DPB 75,73 ± 0,693
EE 1,39 ± 0.065	Cel 18,85 ± 0,823	DFB 77,44 ± 0,801
ELN 52,18 ± 0,453	Hemicel 8,97± 0,467	DELN 90,17± 0,023
FB 15,73 ± 0,505		DEE 68,48± 0,892

*Error standard

Referencias Bibliográficas

Adzet, T., Camarasa, J., Hernández, J.S. y Laguna, J.C., 1987. Acta Pharm. Jugost. 37:183-7.

A.O.A.C., 1980. Official Methods of Analysis of Association of Agricultura Chemists. Williams Harwitte ed. Thirteenth ed. Washington, E.E.U.U.

Austin, P.J., Suchar, L.A., Robins, C.T., 1989. J. Chem. Ecol., 15: 1335-1346.

Caballero, R., Aranzo, M., García C., Meco, R., 1992. *La integración ovina en los sistemas agrícolas de Castilla-La Mancha. Una alternativa a la agricultura convencional.* Instituo de alimentación Animal del C.S.I.C. y Consejería de Agricultura de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

Goering, H.K., Van Soest, P.J., 1970. Agricultural Handbook, nº 379. Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture. Washington, E.E.U.U.

I.N.R.A., 1990. *Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos.* Ed. Mundi-Prensa.

Lafarga, A., Lezaun, J.A., Armesto, A.P., 1995. *Cultivos no alimentarios: primeras experiencias en Navarra.* I.T.G.A. Navarra Agraria nº Nov-dic.

Maymone, B., y Battaglini, A., 1962. Annali della Sperimentazione Agraria, 16:405-416.

Puigmacia, M., 1984. Estudio de polifenoles de origen vegetal. Derivados cafeilquínicos (*Cynara scolymus L.*). Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona.

Racz Kotilla, E., Racz, G., Wisky, E., 1987. Herba hung, 14: 2-3.

Van Es, A.J.H. and Van Der Meer, 1990. *Methods of analysis for predicting the energy and protein value of feeds for farm animals.* 31 st Annual Meeting E.A.A.P. Münich.

Van Soest, P.J., 1982. Nutrition Ecology of the Ruminant Cornualles. Oregon. O&B Books Inc.

VALOR NUTRITIVO DE LAS HOJAS BASALES SECAS DE *CYNARA CARDUNCULUS* Y EFECTOS DE LA ADICIÓN DE BICARBONATO SÓDICO SOBRE SU UTILIZACIÓN DIGESTIVA EN RUMIANTES

C. Cajarville; J.L. Repetto; J.González; F. Garcilópez; M.R. Alvir y C. Rodríguez
Departamento de Producción Animal. Univ. Politécnica
ETS IngenierosAgrónomos.28040 Madrid

Introducción

Adicionalmente a su cultivo hortícola tradicional, el *Cynara cardunculus* o cardo, como consecuencia de su elevada productividad (Fernández y col., 1996), presenta una alta potencialidad para su uso como cultivo industrial con el fin de obtener biomasa lignocelulósica utilizable en la producción de energía o de pasta de papel. Por este motivo resulta de interes estudiar las posibilidades de empleo en alimentación animal de los diferentes subproductos resultantes de su cultivo. Uno de estos subproductos es el residuo que queda en el suelo de la parcela después de la cosecha y que consiste principalmente en hojas basales, muertas y secas. El objetivo de este trabajo ha sido estimar el valor nutritivo de las hojas secas del *Cynara cardunculus* y estudiar el efecto de la adición de bicarbonato sódico en la ingestión y digestibilidad de este subproducto en ruminantes.

Material y Métodos

La recolección de hojas se realizó en el mes de agosto, durante dos años consecutivos (1994 y 1995), rastrillando el terreno manualmente. Las hojas secas (picadas a 5-10 cm) que constituían ambas dietas (control y buffer) se suplementaron, de forma previa a su suministro a los animales, con un 1% de urea en solución. Adicionalmente, en el tratamiento buffer se agregó un 4% de bicarbonato sódico, espolvoreando la ración de cada cordero después de la pulverización con la solución de urea. Se realizaron ensayos de ingestión voluntaria y digestibilidad en dos períodos sucesivos (en cada uno de los cuales se ensayó una de las dos muestras de hojas) utilizándose un diseño cruzado y 6 corderos adultos divididos en 2 grupos de 3 animales. Tras un período de adaptación a las dietas de 15 días, se procedió durante los 10 dias siguientes a la determinación diaria de la ingestión voluntaria de materia seca, permitiéndose un nivel de rehusado no superior al 25 %. Durante los 7 últimos días de este período se procedió a la recogida de heces para determinar la digestibilidad. Los resultados fueron analizados mediante análisis de varianza, considerando los factores periodo y corderos como bloques. En estos estudios se utilizo el procedimiento ANOVA del programa estadistico SAS (versión 6.0).

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se presenta la composición química de las hojas secas obtenidas en los dos años indicados. Una de las principales caracteristicas de este material es su elevado contenido en cenizas, que responde a un alto grado de contaminación por tierra, en buena parte atribuible al rastrillado manual. Aunque parte de esta contaminación quiza podría reducirse con una recolección mecanizada, es dificil de evitar, debido a que a lo largo del ciclo vegetativo las hojas basales van muriendo y acumulándose en la superficie del cultivo. Este material presenta además unos

contenidos en fracciones fibrosas relativamente bajos, aunque con un elevado grado de lignificación (entre 16 y 17 % para LAD/FND y de 22 a 23% para LAD/FAD, dependiendo del año). Por otra parte, este alimento es relativamente hipoproteíco, si bien existen diferencias de importancia entre años, presentando además la limitación de que un porcentaje elevado del nitrógeno total está en forma de ADIN.

Tabla 1.Composición química (%sobre MS) de las hojas secas (hojas basales) de *Cynara cardunculus*

	MS[1] (%)	MO[1]	PB[1]	EE[1]	FND[2]	FAD[2]	LAD[2]	Celulosa[2] ($KMnO_4$)	NDIN* (%)	ADIN* (%)
Hoja 94	92,4	76,2	6,57	3,51	39,7	29,5	6,48	24,4	24,4	20,4
Hoja 95	90,6	72,9	9,11	2,8	41,9	30,6	7,02	24,9	29,7	24,4

1 AOAC,1984; 2 Van Soest y col., 1991;
*NDIN, ADIN:Proporción de N insoluble en soluciones neutro y ácido detergente, respectivamente

En la Tabla 2 se presentan los valores medios de ingestibilidad y digestibilidad de las hojas secas correspondientes a ambos años. La ingestibilidad de la hoja seca fue elevada y comparable a la de una hierba de pasto de muy buena calidad (Jarrige y col., 1986). La digestibilidad de la MO (66,2% de media) es, asi mismo elevada, resultando equivalente a la de un heno de buena calidad consumido a este nivel de ingestión. Este elevado valor se justifica en la alta digestibilidad observada para su fibra, pese a su elevado grado de lignificación. Por el contrario la digestibilidad de la MS fue sensiblemente más baja (53,6%) siendo atribuible la importante diferencia existente respecto a la de la MO a la elevada concentración en componentes inorgánicos indigestibles del material. En un estudio paralelo, realizado sobre la muestra hoja 94, se ha podido comprobar que este subproducto presenta un muy bajo contenido en MO aparentemente indegradable en el rumen (12,3%), lo cual es concordante con su elevada digestibilidad y su alto nivel de ingestión.

Tabla 2. Ingestibilidad y digestibilidad de las hojas secas de *Cynara cardunculus* con adición de un 1% de urea (Control) y de un 4% de $NaHCO_3$ adicional (Buffer)

	CONTROL	BUFFER	EEM	P
INGESTIBILIDAD (g MS / Kg $P^{0,75}$)	75,93	75,45	4,319	0,941
DIGESTIBILIDAD (%)				
MS	53,75	53,52	0,504	0,763
MO	65,89	66,60	0,582	0,441
EB	59,93	61,56	0,593	0,125
PB	58,03	58,25	1,001	0,888
FND	66,95	65,18	1,256	0,375
FAD	69,23	66,77	1,400	0,281

Tanto la digestibilidad de la MS como de la MO de la hoja fueron distintas entre los dos años estudiados. Los valores de digestibilidad de la MS fueron 55.4% y 51.9% (P=0.008) y de la MO 68.8% y 64.5% (P=0.014) para la hoja 94 y hoja 95, respectivamente. Estos valores son concordantes con las diferencias encontradas en la composición química. Analogamente, los valores energéticos (Tabla 3) presentaron una variación importante según el año de recolección, mostrando menores valores la hoja del año 1995 como consecuencia de su menor contenido en MO, su inferior aprovechamiento digestivo y su mayor contenido en fibra. Hay que destacar que los aportes energéticos de este subproducto estan afectados por una importante contaminación por tierra; en este sentido, se puede indicar que, considerando valores de cenizas más habituales para los forrajes (15%), los contenidos de energia neta de estas hojas cubren un rango equivalente al de los henos de buena calidad.

Tabla 3. Contenidos energéticos (por Kg de MS) de las hojas secas de *Cynara cardunculus* expresados en energía bruta (EB), energía digestible (ED), energía metabolizable (EM), unidades forrajeras leche (UFL) y unidades forrajeras carne (UFC).

	EB (Kcal)	ED (Kcal)	EM (Kcal)[1]	UFL[1]	UFC[1]
HOJA 94	3546,8	2484,5	2072,1	0,737	0,696
HOJA 95	3428,4	2110,8	1759,5	0,607	0,546

[1] estimada según Vermorel y col., 1987

La finalidad de la suplementación con $NaHCO_3$ sería el acelerar el tránsito de la digesta a nivel ruminal, ya que en las dietas de forrajes pobres éste se encuentra ralentizado, lo que limita, a su vez, el crecimiento y la actividad microbiana. Sin embargo, como se puede observar en la Tabla 2, ésta adición no tuvo efectos sobre ninguno de los parámetros estudiados. En este caso la ingestión de la hoja seca suplementada con urea fue mucho más elevada de lo que cabía esperar a partir de la composición del material, y en este sentido, el tratamiento empleado puede haber sido innecesario.

Los efectos de la adición de buffers sobre dietas a base de forrajes no son totalmente claros. Rogers y col., (1979), estudiando dietas que contenian elevadas proporciones de heno de alfalfa y en los que infundieron soluciones de $NaHCO_3$, encontraron aumentos en la tasa de renovación de liquidos en el rumen pero no pudieron demostrar aumentos en la ingestión.

Referencias bibliográficas

AOAC, 1984. 14th ed. Association of Oficial Analytical Chemits, Arlington.

Fernández, J., Hidalgo, M., del Monte, J.P. y Curt, M.D. 1996. Itea, volumen extra nº 17:49-56.

Jarrige,R., Demarquilly,C., Dulphy,J.P., Hoden,A., Robelin,J., Beranger,C., Geay,Y., Journet,M., Malterre,C., Micol,D. y Petit,M. 1986. J. Anim. Sci. 63: 1737-1758.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B. y Lewis, B.A. 1991. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.

Rogers, J.A., Marks, B.C., Davis, C.L.y Clark, J.H. 1979. J: Dairy Sci. 62: 1599-1605.

Vermorel, M., Coulon, J.B. y Journet, M. 1987. Bull. Tech. C. R. Z. V. Theix, INRA, 70:9-18.

VALOR NUTRITIVO EN RUMIANTES DEL RESIDUO DE COSECHA DE LA SEMILLA DE *CYNARA CARDUNCULUS*: EFECTO DEL TRATAMIENTO CON UREA

C. Cajarville, J.L.Repetto, J.González, M.R. Alvir y C.Rodríguez
Departamento de Producción Animal. Univ. Politécnica
ETS Ingenieros Agrónomos. 28040 Madrid

Introducción

Los residuos secos de cosecha son habitualmente forrajes pobres que poseen una serie de características que limitan su utilización en rumiantes. Así , presentan una baja concentración de nitrógeno y materiales solubles y un alto contenido en paredes celulares que, debido al avanzado estado de maduración, se encuentran altamente lignificadas. Consecuentemente, son materiales muy resistentes a la masticación, por lo que son lentamente ingeridos y necesitan tiempos de rumia muy prolongados. Por ello, la digestibilidad de estos materiales es baja (40-50% en el caso de las pajas) al igual que su ingestibilidad (Dulphy *y col.*, 1992; Demarquilly y *col.*, 1995).

El objetivo de este trabajo ha sido valorar el aprovechamiento digestivo del residuo proveniente de la cosecha de la semilla del *Cynara cardunculus* -paja- frente a un tratamiento por amoniación indirecta con urea que pudiera mejorarlo.

Material y Métodos

Tratamientos. La paja fue picada a 5-10 cm y pulverizada con una solución de urea en los dos tratamientos ensayados: testigo y amoniación indirecta. En el tratamiento por amoniación ésta solución se calculó de forma que la humedad final de la paja fuera del 40% y la cantidad de urea adicionada sobre base seca del 4%. Seguidamente, el material se introdujo bajo presión en bidones de 60 litros de capacidad con cierre hermético, que se almacenaron durante 30 días a una temperatura media de 25°C. Finalizado este periodo, se procedió a la apertura de los bidones de los que se extrajeron muestras representativas para la evaluación de los efectos del tratamiento, los cuales volvieron a cerrarse para mantener las condiciones de conservación durante la realización de los ensayos *in vivo,* efectuados seguidamente. En el caso de la paja testigo, ésta se pulverizó diariamente, inmediatamente antes de su administración, con una solución de urea a fin de obtener un nivel de suplementación del 2,5%.

Técnica experimental. Los ensayos de ingestión voluntaria y digestibilidad se realizaron en dos períodos sucesivos con un diseño cruzado, utilizándose 6 corderos adultos divididos en 2 grupos de 3 animales. Tras un período de adaptación a las dietas de 15 días, se procedió durante los 10 dias siguientes a la determinación diaria de la ingestión voluntaria de materia seca, permitiéndose un nivel de rehusado no superior al 10 %. Durante los 7 últimos días de este período se determinó igualmente la digestibilidad. El suministro de la paja tratada a los animales se realizó tras un oreo previo de 48 horas para permitir la volatización del amoniaco producido, a fin de reducir la incidencia de su olor sobre la ingestión. Los resultados se estudiaron mediante analisis de varianza,

considerando los factores período y cordero como bloques, utilizandose el procedimiento ANOVA del programa estadístico SAS (versión 6.0).

Resultados y Discusión

La composición química de la paja de *Cynara cardunculus* (Tabla1) corresponde a la de un forraje fibroso e hipoproteico, aunque con unos contenidos en FND (60.69%) y en PB (7.20%) moderadamente inferiores y superiores , respectivamente, a los de una paja de cereal.

Tabla 1. Composición química (%sobre MS) de la paja de *Cynara cardunculus*

	MS[1] (%)	MO[1]	PB[1]	EE[1]	FND[2]	FAD[2]	LAD[2]	NDIN* (%)	ADIN* (%)
Paja	92,3	86,6	7,20	1,43	60,7	43,8	6,91	8,88	8,80
Paja amoniada	65,9	86,2	17,2	1,48	57,5	41,6	6,79	10,1	8,16

1 AOAC, 1984 2 Van Soest y col., 1991
*NDIN, ADIN Proporción de N insoluble en soluciones neutro y ácido detergente, respectivamente

La paja sometida al tratamiento de amoniación presentó una concentración media de un 1.92% de amoníaco, presentando una gran variación entre muestras provenientes de diferentes bidones (CV = 24%). La concentración de urea residual representó un 1,84% en promedio, presentando también una elevada variabilidad entre muestras (CV = 26%). Esta paja presentó también contenidos en FND y FAD aproximadamente un 5% inferiores que la paja sin tratar.

En la Tabla 2 se indican los resultados obtenidos para la ingestibilidad y digestibilidad de la paja del *Cynara cardunculus*. La digestibilidad de la MO observada para este alimento resulta relativamente elevada para un subproducto seco de cosecha, resultando atribuible a la considerable digestibilidad de sus fibras. Consecuentemente, sus valores energéticos resultan también elevados, especialmente considerando que debido a su elevado contenido en cenizas se parte de un bajo valor de energía bruta. Así, los valores determinados de ésta y de energía digestible, asi como los estimados (Vermorel y col., 1987) para las energías metabolizable y neta, por Kg de MS, fueron, respectivamente: 3881 Kcal, 2048 Kcal, 1647 Kcal, 0,55 UFL y 0,46 UFC.

El aprovechamiento digestivo de la PB también resulta elevado; así, considerando en el tratamiento testigo que la urea añadida, o sus productos de transformación, fuesen absorbidos totalmente, la digestibilidad aparente de la PB de esta paja sería próxima al 58%, valor éste que resulta elevado en comparación con otros subproductos fibrosos, pero que es concordante con los moderados valores de nitrógeno asociado a las fibras de este alimento. Considerando conjuntamente las diferentes caracteristicas observadas, se puede concluir que suplementado con urea, para corregir

su relativamente bajo contenido proteico, este forraje presenta un valor nutritivo similar al de un heno de calidad mediocre, resultando su ingestibilidad incluso superior.

Tabla 2. Efecto del tratamiento de amoniación indirecta con urea sobre la ingestibilidad y digestibilidad de la paja de *Cynara cardunculus*

	PAJA TESTIGO	PAJA AMONIADA	EEM	P
INGESTIBILIDAD (gMS/Kg$P^{0,75}$)	44,04	37,83	0,728	0,004
DIGESTIBILIDAD (%)				
MS	56,43	54,80	0,922	0,281
MO	57,66	56,04	0,785	0,218
EB	52,83	50,42	0,730	0,080
PB	80,93	79,07	0,566	0,081
FND	50,57	50,93	0,859	0,786
FAD	51,52	51,36	0,896	0,904

La amoniación se mostró sin efectos (Tabla 2) sobre los coeficientes de digestibilidad de la paja. Se observó además una menor ingestión (P = 0.004) de paja amoniada (aproximadamente 14%) con respecto a la misma corregida con urea. Otros autores, estudiando pajas de cereal tratadas por el mismo método, han constatado disminuciones en la ingestión, que en general han atribuido a un incompleto proceso de ureolisis, dado que la urea remanente transforma al alimento en poco palatable para los animales (Benhamed y Dulphy, 1985 y Dulphy y col., 1992). Sin embargo, es improbable que el nivel de ureolisis sea la causa de esta menor ingestión, dado que, aunque incompleta, ésta fue superior al 50%, resultando la concentración de urea residual inferior a la concentración adicionada en la paja testigo. Así, es más probable que en este trabajo la causa de la disminución de la ingestión fuera el propio amoniaco, dado que el tiempo de oreo establecido resultó insuficiente para disipar totalmente el fuerte olor que desprendía el material.

Referencias Bibliograficas

AOAC, 1984. 14th ed. Association of Oficial Analytical Chemits, Arlington.

Benahmed, M., y Dulphy, J.P. 1985. Ann. Zootech.,34:3335-3346.

Demarquilly, C., Chenost, M. y Giger, S. 1995. Nutrition des ruminants domestiques, Ingestion et digestion. Eds. R. Jarrige, Y. Ruckebusch, C. Demarquilly, M. H. Farce y M. Journet. INRA. Paris.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B. y Lewis, B.A. 1991. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.

Dulphy, J.P., Jamot, F., Chenost, M., Besle, J.M .y Chiofalo, V., 1992. Ann. Zootech., 41:169-185.

Vermorel, M., Coulon, J.B. Y Journet, M. 1987. Bull. Tech. C. R. Z. V. Theix, INRA, 70:9-18.

VALOR NUTRITIVO DE RASTROJOS DE CEREAL EN LA PROVINCIA DE SORIA. I:ESTIMACIONES PREVIAS.

J. Ciria, E. Sanz*, L.A. Sanz, B. Asenjo, A. Gómara, J.R. Allué

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. E.U.I.T.A. de Soria. Ronda Eloy Sanz Villa 5, 42003, Soria.

* UNIVERSIDAD DE LERIDA. E.T.S.I.A.

Introducción

La explotación de ganado ovino, aún actualmente, está vinculada a sistemas de explotación tradicionales con elevada dependencia del medio en que se desarrolla. Se distribuye en elevado porcentaje en zonas desfavorecidas en las que los eriales, barbechos y subproductos de las cosechas constituyen el principal aporte de alimentos. En la provincia de Soria, el 27,1 % de la superficie total y el 79,4 % de la superficie agrícola útil se dedica al cultivo de cereal, cuyos rastrojos son aprovechados por el casi medio millón de hembras reproductoras de ganado ovino de carne.

La variación en la composición del residuo de cosecha de cereal es elevada (Valderrábano, 1.991), dependiendo del tipo de cultivo, técnicas de cultivo, maquinaria empleada, subparcela en la misma finca, grado de madurez, etc.

El objetivo de este trabajo, que se enmarca en un estudio de valoración de la rastrojera mediante métodos directos e indirectos, fue valorar, en una primera aproximación, las rastrojeras de cereal como fuente de alimento para el ganado en la zona cerealista de la comarca del Campo de Gómara (Soria).

Material y métodos

Durante tres campañas consecutivas (1.993-94; 94-95; 95-96) se valoró el material vegetal presente en parcelas de dos términos municipales de la comarca del Campo de Gómara (Alconaba y Aldealafuente), del mismo propietario, para eliminar el efecto de técnicas de cultivo y maquinaria empleada. Los cultivos muestreados fueron de trigo MARIUS y HUGO y las cebadas de dos carreras KYM y ALEXIS. Las fincas se cultivan sin barbecho previo, alternando trigo-cebada con labor profunda de vertedera, abonado, pase de cultivador, siembra con dosis de 200 Kg/ha, en ambos cereales y tratamiento herbicida en pre-emergencia en trigo (11,2 g/ha de CLORSULFURON) y en postemergencia en cebada (10,0 g/ha de TRIBENURON). La fertilización de sementera fue de 20-60-20 unidades fertilizantes (N-P-K) y de 70 unidades fertilizantes de N en cobertera.

Tras la recolección y empacado de la paja se realizó una recogida del material vegetal presente en cada parcela mediante el lanzamiento de un marco de 0,5 m^2 al azar, al menos 9 veces por itinerario, en la zona de carreras y en la zona entre carreras. Se recogía todo el material existente y era clasificado en el laboratorio separando las distintas fracciones: paja, espiga, grano y materia verde. A continuación se acotaban zonas de 10 m^2, (5x2 m) perpendiculares a la carrera,

constituyendo ésta el eje del área, que era cerrada con malla metálica para evitar el acceso de animales. Dos meses después, final de septiembre y primera semana de octubre, se efectuaba otra recogida de muestras de las zonas acotadas y pastadas, de forma similar, que nos permitía conocer el aprovechamiento por el ganado. Se efectuó un seguimiento de la pluviometría en ambas zonas.

De las muestras recogidas se efectuaron los análisis químico-bromatológicos, así como un análisis de varianza bifactorial con los datos de aprovechamiento.

Resultados y discusión

Las existencias totales de materia seca en el rastrojo de cereal tras el empacado de la paja, parecen relacionadas con la producción de grano obtenida, aunque no hemos encontrado correlación estadísticamente significativa.

La cantidad de paja en el rastrojo (Tabla 1) es superior en el trigo que en la cebada cervecera y la cantidad de grano fue superior en las tres campañas en la cebada que en el trigo siendo las diferencias significativas ($P<0,01$), por lo que la posibilidad de obtener, tras las lluvias, una abundante producción de "ricio o riza" es superior, como se ha comprobado en este trabajo. El peso de las espigas encontradas en el rastrojo fue superior en el trigo en las dos últimas campañas, mientras que en 1.994 fue más elevado en la cebada de la variedad KYM y en todos los casos en la línea observada por Valderrábano (1.991). Las espigas constituyen una de las primeras fracciones consumidas por el ganado (Espejo, 1.996).

La Vegetación espontánea únicamente se apreció en el cutivo de cebada, posiblemente por que en este cultivo se utiliza un herbicida de post-emergencia y en trigo de pre-emergencia.

La composición química-bromatológica del material vegetal es variable tanto en proteína bruta como en fibra bruta, aunque no se observan diferencias significativas entre rastrojos de trigo y de cebada en dichos parámetros. El diferente contenido en proteína registrado entre ambos rastrojos puede deberse, en parte, a las diferentes cantidades relativas de grano y espiga sobre materia seca (Tabla 2).

Las diferencias observadas en el material vegetal existente en áreas acotadas y pastadas (con una carga ganadera de 1,3 ovejas/ha) varía con la pluviometría desde la recolección y con el tipo de cultivo, siendo siempre el aprovechamiento menor en el trigo que en la cebada. En el trigo este aprovechamiento se cifra entre 97 y 413 Kg de Materia Orgánica/ha y en la cebada entre 437 y 564 Kg M.O./ha. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas en cebada en todas las campañas ($P<0,001$) y solamente en una de ellas se observaron diferencias significativas en trigo ($P<0,05$). Esta situación se justifica en este ensayo, por una parte, en el abundante rebrote (ricio) observado en la cebada, que supone un aprovechamiento entre 195 y 338 Kg M.O./ha y la aparición espontánea de *Polygonum aviculare*, posiblemente por el diferente tratamiento herbicida (persistencia), ya que apenas se observa su existencia en los rastrojos de trigo.

Tabla 1- CUANTIFICACIÓN DE LAS DISTINTAS FRACCIONES, (24 h. tras recolección)

AÑO		Prod. Grano Kg/ha	Prod. Paja (Emp) Kg/ha	Altura Media rastr.	MATERIA SECA (Kg / ha)			
					FRACCIONES DEL RASTROJO (MS en Kgr/ha)			
					Paja	Grano	Espiga	Mat. Verde
94	Trigo (1)	4650	2350	16,5	4160,95	30,46	36,14	--
	Trigo(2)	1800	780	18,0	1509,95	36,11	36,11	--
	Cebada (1)	4850	2050	16,7	3274,03	56,40	56,40	21,09
	Cebada(2)	3380	1700	14,3	2369,27	46,72	46,72	16,40
95	Trigo	4250	1685,6	15,5	3858,70	23,15	37,92	--
	Cebada	3100	1600	14,5	1726,60	42,51	17,98	--
96	Trigo	3000	2200	14,5	3405,40	37,78	60,91	--
	Cebada	5000	1900	13,6	3347,97	51,24	14,80	12,68

(1) Cultivo en finca fértil.
(2) Cultivo en finca de fertilidad media.

Tabla 2 - COMPOSICIÓN DEL MATERIAL VEGETAL EN RASTROJOS. (Kg/ha).

AÑO	TIPO	M.S.	M.O.	F.B.	P.B.
1994	TRIGO (1)	4227,55	2581,34	1115,21	191,38
	TRIGO (2)	1599,41	996,86	521,03	115,12
	CEBADA (1)	3369,50	3088,50	1324,20	91,45
	CEBADA (2)	2451,60	2078,03	817,80	68,04
1995	TRIGO	3919,80	3404,87	1591,46	142,56
	CEBADA	1787,10	1610,10	729,85	74,00
1996	TRIGO	3504,09	2969,00	1363,82	105,10
	CEBADA	3426,69	3085,00	1339,10	227,87

(1) Cultivo en finca fértil.
(2) Cultivo en finca de fertilidad media.

Referencias bibliográficas

Espejo, C. 1.996. "Recursos alimenticios para el ganado y pastoreo en la región de Murcia. Avances en Alimentación Animal". 36 - 2 : 3 - 11.

Valderrabano, J. 1.991. "Utilización de las rastrojeras de cereal por el ganado ovino". XXXI Reunión de la S.E.E.P. Murcia.

CARACTERIZACIÓN DEL SUBPRODUCTO DE LOS NUEVOS PROCESOS DE EXTRACCIÓN EN DOS FASES DEL ACEITE DE OLIVA. DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* Y DEGRADABILIDAD RUMINAL EN OVINO Y CAPRINO

I. Martín García[1] y E. Molina Alcaide

Dpto. Nutrición Animal, Estación Experimental del Zaidín (CSIC), Profesor Albareda, 1. 18008 - Granada

Introducción

La extracción de aceite de oliva mediante nuevos procesos llamados de "dos fases" está generando nuevos subproductos cuya caracterización resulta esencial para su adecuada reutilización. Estos nuevos subproductos, cuya producción en Andalucía puede superar 1.600.000 Tm/año, tienen un gran interés como fuente de alimento para el ganado dada la escasez de recursos alimenticios convencionales en esta región.

La adecuada utilización de los "nuevos orujos" como fuente de alimento para el ganado requiere el conocimiento de su valor nutritivo, sobre el que no existe información en la actualidad. La utilización de sus nutrientes puede estar limitada por la presencia de "compuestos antinutritivos" (Reed y col., 1990). Aunque se ha sugerido una menor susceptibilidad de caprino a la presencia de "compuestos antinutritivos", cuando se compara con ovino, la información es escasa (Hammon, 1995; Reed, 1995). Por lo que respecta a la capacidad digestiva comparada ovino-caprino, la información es escasa y contradictoria (Brown y Johnson, 1984; Domingue y col., 1991; García y col, 1992; Isac y col, 1994).

El objetivo del presente trabajo es aportar información sobre la composición del subproducto y sobre la digestibilidad *in vitro* y degradabilidad de los nutrientes de los "nuevos orujos de dos fases" en ovino y caprino.

Material y métodos

Se ha utilizado orujo extractado, desecado y parcialmente deshuesado procedente de la extracción de aceite en "dos fases". Las muestras se molieron (1mm) y homogeneizaron para el posterior análisis de los contenidos en materia seca (MS), materia orgánica (MO), extracto etéreo (EE), energía bruta (EB), proteína bruta (PB), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y lignina ácido detergente (LAD), siguiendo la metodología normalmente utilizada en nuestro laboratorio (García y col., 1995); polifenoles totales (PT; Julkunen-Tiito, 1985), taninos condensados extractables (TCE; Porter y col., 1986) y taninos totales extractables (TTE; Makkar y col., 1993). La digestibilidad *in vitro* de materia seca (DIVMS) y materia orgánica (DIVMO) se determinó (Tilley y Terry, 1963)

[1] Becario de la Fundación para la Promoción y el Desarrollo del Olivar y del Aceite de Oliva

incubando las muestras en liquido ruminal de ovino o de caprino. La degradabilidad ruminal de materia seca (DMS), materia orgánica (DMO), proteína bruta (DPB) y fibra neutro detergente (DFND) se determinó (Madsen y Hvelplund, 1994) en ovino y caprino. Los perfiles de degradación se obtuvieron siguiendo el modelo de Ørskov y McDonald (1979); la degradabilidad efectiva (DE) se calculó como $DE = a+bc/(c+k)$ empleándose valores medios de k (0.032 y 0.025 para caprino y ovino, respectivamente) determinados por nuestro grupo (Isac y col., 1994; García y col., 1995). Se utilizaron 3 carneros de raza segureña (61,4 ± 2,64 kg) y 3 cabras no gestantes de raza granadina (42,3 ± 2,64 kg), dotados de cánula ruminal permanente y alimentados con heno de alfalfa de buena calidad a nivel de mantenimiento.

Los resultados obtenidos *in vitro* e *in situ* se sometieron a un análisis de la varianza empleándose el test de Bonferroni (Statgraphics, versión 6.0).

Resultados y discusión

El subproducto considerado presenta una composición muy similar (MS=87,1%; MO=85,0, PB=7,89, FND=62,4, FAD=54,0, LAD=32,8, g/100gMS; N-FND=79, N-FAD=71 y N-LAD=57 g/100gNt) a la de los orujos extractados y parcialmente deshuesados de "tres fases" (Gómez Cabrera y col. 1984; Nefzaoui, 1985; Aguilera y Molina, 1986; Molina y Aguilera, 1988). El contenido en grasas (0.13 g/100gMS) es inferior, lo que puede ser ventajoso para su empleo como alimento para rumiantes, y el contenido en compuestos fenólicos (PT=10,5 y TCE=9,69 mg/g MS; TTE=1,03 abs 550 nm/gMS) es más elevado.

Los valores de DIVMS obtenidos con liquido ruminal de caprino y ovino (28,3 y 24,0%, respectivamente) son significativamente ($P<0.001$) diferentes. Los correspondientes valores para la DIVMO no son significativamente diferentes (21,7 y 18,6% para caprino y ovino, respectivamente) aunque el valor obtenido con líquido ruminal de caprino también es el más elevado. En trabajos anteriores de nuestro grupo (García, 1992; Isac y col., 1994) no se encontraron diferencias significativas en la capacidad digestiva de ovino y caprino. La consideración conjunta de esos resultados y de los del presente trabajo parece corroborar la opinión de que la aparición o no de diferencias ovino-caprino está determinada por el tipo de alimento (Brown y Johnson, 1984). Además, las diferencias favorables a caprino pueden deberse, en el caso del orujo, a una menor susceptibilidad de esa especie animal a la presencia de compuestos fenólicos (Hammond,1995; Reed, 1995). Los valores correspondientes a las características de la degradabilidad ruminal de MS, MO, PB y FND aparecen en la Tabla I. Con la excepción de la velocidad de degradación ("c") de la FND, que resulta significativamente ($P<0,05$) más elevada en caprino que en ovino, no se

observan diferencias interespecificas significativas, aunque sistemáticamente los valores de "c" tienden a ser más elevados para caprino, lo que está de acuerdo con otras observaciones de nuestro grupo realizadas tanto en animales estabulados (Isac y col, 1994) como en pastoreo (García y col., 1995).

Tabla I. **Características de la degradabilidad ruminal en ovino y caprino de los "nuevos orujos"**

		a (%)	b (%)	c (h^{-1})	DE (%)
DMS	ovino	20,7	32,7	0,073	44,9
	caprino	19,6	27,9	0,087	39,6
DMO	ovino	21,7	29,1	0,055	41,7
	caprino	19,9	25,8	0,080	38,9
DPB	ovino	12,2	50,8	0,062	47,7
	caprino	14,2	43,8	0,074	44,7
DFND	ovino	11,1	28,8	$0,048^{a}$	30,2
	caprino	12,5	21,8	$0,090^{b}$	28,3

Conclusión: El "orujo de dos fases" es un subproducto lignocelulósico, de baja digestibilidad, y velocidad de degradación ruminal relativamente elevada que podría determinar ingestas importantes en pequeños rumiantes.

Referencias bibliográficas

Aguilera J.F., Molina E., 1986. *Ann. Zootec.* 35, 205.

Brown E.L., Johnson W.L., 1984. Int: *Goat and Shep Res.* 3, 212

Domingue B.M.F., Dellow D.W., Barry T.N., 1991. *J. Agr. Sci.* 117, 111.

Gómez Cabrera A., Olivares González A., Garrido Varo A., García de Siles J.L., Guerrero J.E., 1984. En: Nuevas Fuentes de Alimentos para la Producción Animal II. (Ed. Junta de Andalucía), 67.

García M.A., 1992. Estudio de la ingestión voluntaria y de la fermentación ruminal de pastos naturales de zonas semiáridas en ganado caprino y ovino.Tesis doctoral. *Univ. Granada.*

García M.A., Isac M.D., Aguilera J.F., Molina Alcaide E. 1995. Livest. Prod. Sci. 44, 245.

Hammon A.C., 1995. *J. Animal Sci.* 73, 1487.

Isac M.D., García M.A., Aguilera J.F., Molina Alcaide E., 1994. *Arch. Anim. Nutr.* 46, 37

Julkunen-Tiito R., 1985. *J. Agric. Food Chem.* 33, 313.

Madsen J., Hvelplund T., 1994. *Livestock Production* 39, 201.

Makkar H.P.S., Blummel M., Borrowy N.K., Becker K., 1993. *J. Sci. Food Agric.* 61, 161.

Molina E., Aguilera J.F., 1988. *Ann. Zootech.* 37, 63.

Nefzaoui A., 1985. Valorisation des residus lignocellulosiques dans l'alimentation des ruminants par les traitements aux alcalis. Application aux grignons d'olive. Thesis D. *Univ Cath. Louvain.*

Ørskov E.R., McDonald I., 1979. *J. Agric. Sci.* 92, 499.

Porter L.J., Hirstich L.N., Chan B.G., 1986. *Phytochemistry* 25, 223.

Reed J.D., 1995. *J. Animal Sci.* 73, 1516.

Rittner U., Reed J.D., 1990. *J. Sci. Food Agric.* 5, 21.

Tilley J.M.A., Terry R.A., 1963. *J. Brit. Grasssland Soc.* 18, 104.

RESULTADOS PRELIMINARES SOBRE LA EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LA DIGESTIBILIDAD DEL ENSILADO DE PULPA DE NARANJA EN GANADO OVINO[Ψ]

C. Garcés[1], I. Hernando[1], C. Fernández[2], N. Fernández[1] , A. Torres[1]

[1]Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia.

[2]Departamento de Ciencia y Tecnología Agroforestal. Universidad de Castilla-La Mancha.

Introducción

La pulpa de naranja es un residuo altamente digestible que puede ser utilizado como fuente de energía para los rumiantes (INRA, 1988), pudiendo complementar las raciones a base de forrajes pobres, ya que incrementa la digestibilidad de las materias nitrogenadas de éstos pudiendo mejorar también la de los constituyentes parietales (Berge, 1982). Su disponibilidad en la Comunidad Valenciana es grande, utilizándose como alimento en más del 25% de las explotaciones de ovino y caprino (Garcés *et al.*, s/p). Durante la amplia campaña de fabricación (diciembre-mayo) se suele emplear la pulpa fresca, que se consume en unos pocos días. Para ampliar el período de utilización al resto del año se recurre al ensilado. Sin embargo, este método presenta algunos inconvenientes, entre los que destaca la pérdida de hasta un 35% de materia seca, debido fundamentalmente a las fermentaciones microbianas que se producen, ocurriendo las mayores pérdidas en los primeros 10 días de ensilado (Ashbell y Donahaye, 1986).

El objetivo de este trabajo fue estudiar la evolución temporal de la digestibilidad de los distintos componentes de la pulpa de naranja ensilada.

Material y métodos

El ensayo se llevó a cabo durante 3 meses y para él se utilizaron 12 ovejas adultas de raza Manchega, vacías y secas, con un peso inicial de 58 ± 4 Kg, distribuidas aleatoriamente en tres lotes de 4 animales cada uno. Los animales fueron instalados en un recinto común, con buena ventilación, al abrigo de los vientos y de los cambios de temperatura, alojados individualmente y con comederos separados.

El alimento utilizado fue pulpa de naranja procedente de la extracción industrial de zumo, que se ensiló durante 3 meses. Cada uno de los tres lotes de animales fue alimentado con una dieta diferente, compuestas, respectivamente, por 100% de alfalfa, 85% de alfalfa y 15% de pulpa y 70% de alfalfa y 30% de pulpa. Dichos porcentajes están expresados en base a materia seca. Los animales dispusieron de un corrector vitamínico-mineral y agua fresca a voluntad. La ingestión media fue de 44 g/$Kg^{0.75}$·día, cubriendo así sus necesidades de mantenimiento (INRA, 1988).

[Ψ] Trabajo financiado por la Generalitat Valenciana, enmarcado en el Proyecto GV-1111/93.

Las ovejas fueron alimentadas durante períodos de 12 días con la pulpa extraída del silo los días 0, 5, 25 y 40, contados desde el día en que se realizó el ensilado. Los primeros 7 días correspondieron a la fase de adaptación y los cinco restantes a la fase experimental. Las digestibilidades fueron determinadas individualmente mediante control de la ingestión y las heces fueron recogidas en sacos de fibra de vidrio sujetos al animal mediante un arnés.

Los análisis químicos de los alimentos y las heces fueron realizados siguiendo los métodos de la AOAC (1984) para materia seca (desecación), materia orgánica (calcinación) y proteína bruta (nitrógeno Kjeldahl). La fibra ácido detergente (FAD) se determinó por el método de Van Soest (1963) mientras que se utilizó el de Robertson y Van Soest (1977) para la determinación de fibra neutro detergente (FND). La energía bruta se determinó en una bomba calorimétrica adiabática.

La estimación de la digestibilidad aparente de la pulpa de naranja se realizó por el método de sustitución. Los cálculos para obtener la digestibilidad aparente de cada una de las dietas para cada uno de los cuatro períodos se realizaron en base a la ración completa, del modo siguiente:(Peso alimento - Peso heces) / Peso alimento

Los efectos de los factores "tiempo" y "porcentaje de pulpa" sobre la digestibilidad se determinaron según el modelo:$D = b_0 + b_1t + b_2p + b_3t^2 + b_4p^2 + b_5t \cdot p$, siendo b_i los coeficientes de regresión, t el tiempo de ensilado y p el % de pulpa. Para ello se utilizó el procedimiento RSREG (modelo de superficies de respuesta) del paquete estadístico SAS (1990). Una vez obtenido el resultado, los factores que no alcanzaron un nivel de significación de, al menos, el 20% se suprimieron del modelo y se ensayó una regresión múltiple con el resto de factores, utilizando el procedimiento REG de SAS (1990).

Resultados y discusión

De los diferentes resultados estadísticos obtenidos para las distintas variables, en la **Tabla 1** se presentan, a modo de ejemplo, los que corresponden a la materia orgánica.

***Tabla 1**. Resultados del modelo de superficies de respuesta para la digestibilidad de la materia orgánica según la concentración de pulpa y el tiempo de ensilado.*

Parámetro	**Valor**	**EE**	**P>t**
Térm.indep.	64.693	0.914	0.000
Tiempo	-0.007	0.098	0.940
Pulpa	26.384	11.848	0.0314
$(Tiempo)^2$	0.003	0.002	0.150
Pulpa*Tiempo	-0.487	0.190	0.014
$(Pulpa)^2$	37.580	36.236	0.3056
ANOVA Regresión	**g.l**	**R^2**	**P>F**
Lineal	2	0.69	0.000
Cuadrático	2	0.02	0.138
Producto	1	0.04	0.014
Total	5	0.75	0.000

Dado que sólo aparecieron como significativos los factores *"pulpa"* y el producto *"pulpa*tiempo"* y dado que el "tiempo^2" presenta una significación no desdeñable en la regresión según el modelo de superficie de respuesta, se realizó un sólo análisis de regresión para éstos, obteniéndose los resultados que aparecen en la **Tabla 2**.

Tabla 2. *Resultados del análisis de regresión de los parámetros significativos en la estimación de la digestibilidad de materia orgánica.*

Parámetro	**Valor**	**EE**	**P>t**
Térm.indep.	64.486	0.735	0.000
Pulpa	37.935	3.812	0.000
$(Tiempo)^2$	0.003	0.001	0.000
Pulpa*Tiempo	-0.510	0.176	0.006
ANOVA	**g.l**	**F calculada**	**P>F**
Modelo	3	42.828	0.000
Error	44		
Total (Corr.)	47	R^2: 0.745	

A partir de estos resultados se obtienen los distintos modelos matemáticos para los niveles de pulpa de naranja de la ración. Cuando el nivel de pulpa de naranja de la ración es de un 15%, la digestibilidad se incrementa desde 70,25% hasta 72%. Sin embargo, con un nivel de pulpa de naranja del 30%, la digestibilidad entre los días 20 y 40 se mantiene entre valores de 74-74,5%, mientras que entre 0 y 20 días sí se observa un descenso de la digestibilidad de materia orgánica (desde 76 a 74). En función de estos resultados podría pensarse que los primeros 20 días son un período clave para el ensilado, presentándose algunos problemas de conservación de la pulpa cuando su nivel de incorporación a la ración pasa del 15%. En caso de una incorporación menor a la ración, el efecto de la pulpa se diluye frente al efecto del forraje. Actualmente, se sigue trabajando sobre el tema, analizando la composición de azúcares y ácidos grasos, al objeto de observar sus alteraciones a lo largo del período de ensilado, en la línea de los estudios de Megías *et al.* (1993).

Referencias bibliográficas

AOAC. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (14th edition)*. 1984. Washington D.C.

Ashbell G., Donahaye E., 1986. Agricultural Wastes, **15**: 133-137.

Berge PH., 1982. Tesis Doctoral. Ecole Nationale Superieure Agronomique de Montpellier.

INRA, 1988. *Alimentation del bovins, ovins et caprins.* (R. Jarrige, director). INRA. Paris.

Megías M.D., Martínez-Teruel A., Gallego J.A., Núñez J.M., 1993. Animal Feed Science and Technology, **43**: 269-274.

Robertson J.B., Van Soest P.J., 1977. J. Anim. Sci., **45** (Suppl. 1): 254 (Abstr.).

SAS/STAT, 1990 *User's Guide. Version 6.* SAS Institute. Inc. Cary, NC, USA

Van Soest P.J., 1963.. AOAC, **46**: 829-835.

COMPOSICION QUIMICA Y DIGESTIBILIDAD *IN VIVO* DE LA PAMPANA DE VID FRESCA EN OVINO. (Resultados preliminares)

M.J. Romero [1], I.Lorenzo[1], J.Otal[1], J. Madrid[2], F. Hernández[2].

[1]Centro de Investigación Agraria de Albacete. Ctra. Aguas Nuevas, Km 6. 02071 AB.

[2]Dpto. Nutrición y Alimentación Animal. Fac. de Veterinaria. Campus de Espinardo. Murcia.

Introducción.

Las explotaciones de ganado ovino en Castilla-La Mancha se caracterizan por el predominio de sistemas basados en el aprovechamiento de recursos pobres, tales como subproductos y resíduos de cosechas (Gallego et al., 1993). Muchos de estos subproductos provienen de la industria vitivinícola ya que el viñedo es, junto con los cereales, el cultivo de mayor importancia en la región ocupando un 17% de la superficie de cultivo, es decir, unas 631.529 ha (Anuario de Estadística Agraria, 1993) que la sitúan como primera región viticola de España. Magnier (1991), clasifica los subproductos de la viña en tres categorías: pulpa y pepitas, hojas y sarmientos y zumo de uva concentrado. En este trabajo nos hemos centrado en el estudio detallado de uno de ellos: la pámpana de vid fresca.

Material y métodos

Para este trabajo se ha utilizado pámpana procedente de cepas de vino blanco (var. Bobal) recién vendimiadas. El viñedo estaba situado en Casas de Guijarro (Cuenca) y su edad era de 40 años. La pámpana se recogía diariamente, reservándose una parte para el análisis de componentes químicos. Por otro lado, se realizó una estimación de la producción total de materia seca por hectárea, mediante el establecimiento de forma subjetiva de tres clases de tamaño y posterior muestreo de 10 cepas de cada uno de ellos. Para la prueba de digestibilidad se utilizaron 4 machos castrados de raza manchega. El período propiamente experimental fue de 7 días (tras uno de acostumbramiento al forraje de 14 días), durante los cuales los animales permanecieron en jaulas de metabolismo. Diariamente se les administraba el alimento ajustado a las necesidades de mantenimiento como indican Van Es y Van Der Meer(1980), al tiempo que se

recogían y controlaban las heces, así como la cantidad de alimento consumido. El agua y un bloque mineral se encontraban a libre disposición.

Las muestras procedentes del forraje y heces se analizaron según los métodos de la A.O.A.C.(1980)-para los principios inmediatos- y Goering y Van Soest(1970)- para los componentes de la pared celular-, tras su desecación y molienda hasta fracciones de 1mm de diámetro. También se valoraron los niveles de calcio y fósforo mediante espectofotometría de absorción atómica. La Energía Bruta y la Energía Digestible se estimaron a partir de la composición química de los alimentos y en función del %MODS respectivamente, según las ecuaciones propuestas para el cálculo de la Energía Metabolizable de los alimentos (M.A.F.F.,1975).

Resultados y discusión

La producción de pámpana estimada es de 1.050 Kg de materia seca por hectárea. Esta cantidad es comparable a la que indican Robledo et al.(1991) -1.218 a 1.087 kg M.S./ha- que producirían las superficies de barbechos cerealistas constituyendo estos suproductos la principal fuente de alimentación para el ganado en época otoñal. La composición química de la pámpana se refleja en la Tabla 1. Podemos destacar su bajo contenido en proteína bruta (6,8%) distinto al que Piccioni(1965) aporta para este mismo subproducto (12,5%). El contenido en Extractivas Libres de Nitrógeno (52,43%) es alto difiriendo poco del que apunta Piccioni en el mismo trabajo (60%). Dentro de los componentes celulares señalamos el grado de lignificación de las mismas(4,66%). El porcentaje de calcio y fósforo es de 4,53% y 0,105% respectivamente.

Tabla 1: Composición química (%M.S.) y componentes celulares de la pámpana de vid fresca.

Materia Seca	38,89	*F.N.D.*[2]	31,89
Cenizas	12,98	*F.A.D.*[3]	25,38
Proteína Bruta	6,8	*Lignina*	4,66
Extracto Etéreo	4,27	*Celulosa*	21,42
E.L.N.[1]	52,43	*Hemicelulosa*	6,49
Fibra Bruta	13,69	E.B.(MJ/kgMS)	15,18

La digestibilidad *in vivo* resultante para la materia seca es de 42,2% (comparable al 42,7% obtenido por Rebolé et al. en 1986 utilizando digestibilidad *in vitro*) y para la materia orgánica 47,34%. El valor de la Energia Bruta es de 15,18MJ/KgMS y de 6,32MJ/KgMS la Energía Metabolizable.

En atención a los resultados expuestos y, dada la importancia que este cultivo tiene en la región, su aprovechamiento supondría un complemento a la alimentación del ganado en una época en la que, prácticamente, sólo se cuenta con rizales y vegetación espontánea surgidos tras las escasas lluvias otoñales.

Referencias Bibliográficas

Anuario de estadística agraria, 1993. M.A.P.A.

A.O.A.C., 1980. Official Methods of Analysis of Association of Official Agricultural Chemists. Williams Harwitte ed. Thirteenth ed. Washington, E.E.U.U.

Gallego, L., Albiñana, B., Torres, A., Molina, A., Balasch, S., Rodríguez, M., Fernández, N., Díaz, J.R., Caja, G., 1993: *Caracterización de los sistemas de explotación de ganado ovino en Castilla-La Mancha*. Serie Investigación Agraria. Universidad de Castilla-La Mancha-Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Junta de Comunidades de C.L.M.

M.A.F.F., 1975: *Energy allowances and feeding systems for ruminants*. Technical Bulletin nº33.

Minson, D.J., 1990: *Forage in Ruminant Nutrition*. Academic Press, Inc. Californiia. 483 pp.

Magnier, L., 1991: *Utilisation des sous-produits de la vigne dans l'alimentation animale*. Options Méditerranéennes, 16: 88-99.

Picciioni, M. 1965: *Dicctionnaire des aliments pour les animaux*. Ed. Agricole, 352..

Rebolé, A.; Alvira, P., 1986: *Compositon of vine-branches with leaves of Vitis vinifera L. fresh and ensiled using differents additives (previous results)*. Anim. Feed Scien. Technol., 16:89-97.

Robledo, A., 1991: *Las explotaciones de cereal-ovino en el N.O. de Murcia: balance de recursos forrajeros y perspectivas de futuro*. Actas XXXI Reunión Científica de la S.E.E.P. Murcia

Van Es, A.J.H. and Van Der Meer, J.M., 1990: *Methods of analysis for predicting the energy and protein value of feeds for farm animals*. 31st. Annual Meeting E.A.A.P. Münich.

LA INGESTA DE LA RACION DE VOLUMEN: PRINCIPALES FACTORES SISTEMATICOS DE INFLUENCIA EN EL CASO DEL VACUNO DE LECHE

Buxadé, C. (*); Caballero de la Calle, J.R. (**); Francke, H. (***)

(*) ETSIA. U.D. Producciones Animales. UPM. Madrid. 28040 (***) Inst. Producciones Animales.
(**) EUITA de Ciudad Real. Univ. de Castilla La Mancha Univ. Agronómica de Kiel. RFA

INTRODUCCION

El concepto general de "eficacia productiva" está unido indisolublemente al binomio coste/calidad de las producciones. Por tanto la ingesta de la ración de volumen (IRV), juega un papel fundamental. Pero la IRV está limitada cuantitativa y cualitativamente por una serie de factores sistemáticos que pueden condicionar su nivel de eficacia técnica y económica. El objetivo del presente trabajo es comprobar la influencia de algunos factores sobre la IRV en el caso del vacuno lechero.

MATERIAL Y METODOS

En ésta experiencia contábamos con 35 vacas de la raza Berrendo en Negro Alemán (BNA; 62,5% de Holstein Friesian) y otras 35 de la raza Berrendo en Rojo Alemán (BRA; 59,5% de HF), que estaban entre la primera y la séptima lactación. Estos animales se dispusieron en 4 grupos (Cuadro 1). Las características base de la ingesta se exponen en el cuadro 2. La ingesta diaria (ID) de Materia Seca (MS) y de Materia Fresca (MF) correspondió prácticamente a una distribución normal.

Cuadro 1.- Distribución de las lactaciones observadas en función de la raza y número de lactación. Se incluye el peso corporal medio (x) y su desviación típica (s).

Número de lactación		1	2	3 y 4	5, 6 y 7	Peso corporal		
						n	x	s
Raza:	BNA	11	10	8	6	35	592	50
	BRA	10	10	8	7	35	588	43
Peso	n	21	20	16	13	70		
corporal	x	552	595	610	625		591	
(Kg)	s	35	37	40	40			50

Cuadro 2.- Valores medios diarios (x) y desviaciones típicas (s) de la ingesta de la ración de volumen.

Variable	Ingesta (Kg MS/día)	Velocidad de ingesta (g MS/min)	Ingesta/comida (Kg MS)	Ingesta diaria (Kg MF/día)	Velocidad de ingesta (g MF/min)	Ingesta ración volumen (Kg MF/día)
x	10,98	42	1,35	30,5	110	3,82
s	3,7	12	0,55	8,7	39	1,41

Para analizar el efecto del periodo de lactación se dividió la misma (240 días), en periodos de 40 días. En el primer periodo se ubican tanto el pico de lactación, como los aportes más importantes de concentrado. Los análisis de varianza se efectuaron por el método de los mínimos cuadrados a partir del programa SAS (FREUND et al., 1986).

Cada vaca de la raza BNA consumió de media 7,5 kg/día de concentrado, es decir, 1,3 kg más que las de la raza BRA. En el primer caso, el concentrado vino a suponer el 39,8% de la ración total, mientras que en el otro, sólo fue del 35,5%. Paralelamente, las vacas BNA tuvieron una producción media diaria corregida de 27,5 kg, frente a los 24,0 kg de la BRA. (Corrección FCM).

Dado que el nivel de ingesta del concentrado y el periodo de lactación están correlacionados, la influencia de aquella, sobre la IRV y sobre el comportamiento de la misma, se calculó "dentro" de cada

periodo de lactación. Con el fin de considerar las diferencias de consumo de concentrado (CC) entre razas y entre edades, se efectuó una estimación adicional por razas y número de lactaciones. En el modelo de estimación empleado, sólo se tuvo en cuenta la MS y la MF de la ración de volumen (RV), dado que los otros componentes no ejercían, en este caso, ninguna influencia significativa. El modelo estadístico respondía a la expresión:

$$Y_{ijklm} = u + Ra_i + Ln_j + La_k + kul_{ij} + b_{ijkl} (ka_{jk} - ka) + b2 (CMS2 - CMS) + \varepsilon_{ijklm}$$; de donde:

Y_{ijklm} = Valor de la observación	kul_{ij} = Efecto aleatorio de la vaca, raza y la lactación
u = valor medio de referencia en cada caso	b_{ijkl} (ka_{jk} - ka) = Regresión parcial sobre el CC según raza, número y periodo de lactación
Ra_i = Efecto fijo de la raza (1, 2)	
Ln_j = Efecto fijo del número de lactación (1,...,4)	b2 (CMS2 - CMS) = Regresión parcial sobre el contenido en materia seca de la RV
La_k = Efecto fijo del periodo de lactación (1,...,6)	ε_{ijklm} = Error residual

La significación de los factores de influencia, fue analizada con ayuda del test-F. Y los coeficientes de regresión fueron analizados respecto de su diferencia significativa de cero con ayuda del test-T.

RESULTADOS

a. Raza: En cuanto a la IRV (Kg de MS y MF diarios) no se encontraron diferencias significativas entre razas. A pesar de que las vacas de la raza BNA recibirán 1,2 kg más de concentrado que las BRA. Tampoco hubo diferencias significativas en la VI y en la cantidad de RV ingerida por comida.

b. Número de lactación En la IRV se observaron diferencias significativas ($P<0,001$) entre lactaciones, así las novillas (1ª lactación) son las que menos RV ingirieron y las vacas de 2ª lactación las que más. Estas diferencias también se observaron al analizar la cantidad de RV ingerida por comida, pero, en cambio, la VI aumentó a medida que aumentó el número de lactación.

c. Periodo de lactación: La IRV aumentó con el transcurso de la lactación, aunque de forma más importante en las dos primeras fases para luego estabilizarse. La evolución fue la misma que siguió la IRV por comida. Por su parte, la VI fue aumentando desde 34 g MS/min al principio, hasta 39 g MS/min al final de la lactación ($P<0,001$). Se puede afirmar que el "comportamiento" de las vacas se modificó a lo largo de la lactación de una forma parecida, para todos los caracteres considerados.

Es importante señalar, que el comportamiento de las vacas, respecto de la RV, fue más parecido, aunque significativamente diferente, a partir de la 2ª lactación, que entre la primera y la segunda. Así mismo, se registraron diferencias notables entre los periodos de lactación. Todo ello pone de manifiesto la importancia que tiene una correcta lotificación en los rebaños lecheros. Finalmente, en contra de lo que aparece con frecuencia en la bibliografía, en este trabajo, no se han registrado variaciones significativas entre razas, pese a las diferencias genéticas existentes entre ellas.

d. Cantidad de concentrado suministrada: este factor tuvo una influencia significativa sobre la IRV dentro de las razas, número y periodo de la lactación. Además el CC también tuvo una influencia sobre el "comportamiento general" de la vaca; así, cuando éste aumentó, se redujo el tiempo de presencia de la vaca en la "zona de pesebre". En el primer intervalo de lactación, la correlación entre el CC y la duración total del "tiempo de comida", fue de $r= -0,13$; y en los restantes periodos de la lactación este valor osciló entre $r= -0,35$ y $r= -0,50$.

En el caso de las novillas, la correlación entre CC y "tiempo dedicado a comer" fue de r= -0,20; y su correlación, respecto al "número de comidas" de r= -0,21. Estos datos ponen de relieve la "sensibilidad" del comportamiento de las vacas lecheras al nivel del concentrado suministrado. Por otra parte, las vacas en 2ª lactación tuvieron una intensidad de respuesta intermedia entre las novillas y las vacas de más edad. Las correlaciones entre CC y la cantidad total y/o cantidad por comida de RV ingerida, en el caso de las vacas en la 3ª y posteriores lactaciones era de r= -0,11.

e. Contenido de materia seca en la ración de volumen: Cuando aumentaba el contenido en MS de la RV se incrementaba la ID de MS pero disminuía la cantidad de la MF total. La correlación entre la IRV diaria y la cantidad de RV ingerida en cada comida, referidas a la MS, y el contenido en MS de la RV, tuvo un valor de r= -0,31. Estas mismas correlaciones, pero referidas a la MF fueron de r= -0,04.

La IRV diaria, referida a MF estuvo negativa y altamente correlacionada con la ID de la RV referida a MS (r= -0,88); esta correlación dentro de las comidas todavía fue más elevada (r= -0,93). Poniéndose de manifiesto que el comportamiento se vió afectado por el contenido en MS de la RV (r= -0,14).

f. Otras consideraciones: Así mismo podemos decir que el número de comidas disminuía cuando la IRV por comida era elevado (r= 0,60). Por otra parte, la cantidad diaria de RV ingerida dependía tanto de la VI (r= -0,62), como de la cantidad ingerida por comida (r= -0,69). Ello haría pensar que la "densidad de población" (superficie/vaca) puede tener influencia sobre la IRV. Pero no ha sido así, la correlación entre la "densidad de población" y la IRV ha sido muy baja (r= -0,06); lo que sugiere que la relativa concentración de las vacas alrededor de los comederos, cuando estos están bien diseñados, en las horas de mayor actividad, sólo afectan de forma muy débil a la mencionada IRV. El efecto de la "densidad de población" sobre la VI y la IRV por comida, también es baja aunque positiva: r= 0,14 y r= 0,12, respectivamente.

De estos resultados se podría deducir que las dimensiones de los lotes y especialmente, la densidad de población tienen muy poca influencia en la IRV. Y es así, en nuestro caso, por que los lotes eran reducidos (10-15 vacas), porque todas las vacas estaban descornadas y tenían un volumen por lote muy similar y porque el diseño de las instalaciones era correcto. Sólo bajo estas premisas, la "densidad de ocupación", tiene una baja influencia sobre la IRV.

CONCLUSIONES

Las razas BNA y BRA no se diferencian en cuanto a la cantidad de RV ingerida, siempre y cuando el nivel de concentrado suministrado sea bajo. Por otro lado, las novillas son las que menos cantidad de ésta ingieren por día y por comida, y a medida que envejecen (número de lactación) se incrementa la VI, el número de visitas al pesebre y el número de comidas. Pero éstas conclusiones solo son válidas en el caso de rebaños bien lotificados y alojados en unas instalaciones correctamente diseñadas.

BIBLIOGRAFIA

BAEHR, J. (1983). Verhalten von Milchkühen in Laufstallen. *Tesis Doctoral.*. Kiel.

BUXADE, C. (1996). Cálculo económico de raciones para vacas lecheras. *Reunión Fayga*. Gijón.

BUXADE, C. (1996). La problemática de la eficacia de la utilización de raciones de volumen en vacas lecheras de alta producción. *Jornadas Técnicas de Vacuno de leche*. Caja Rural de Gijón.

FORBES, J.M. (1986). *The voluntary food intake of farm animal*. Butterworths. London.

FREUND, R.J et al. (1986). *SAS System for linear models*. SAS Institute Inc., Cary NC.

EFECTO DEL NIVEL DE CONCENTRADO Y DEGRADABILIDAD RUMINAL DE LA PROTEINA EN LA PRODUCCION Y COMPOSICION DE LECHE EN EL VACUNO LECHERO

CALSAMIGLIA S., CAJA G., GAFO C., PERIS S., TORRE C.[1], GINER G.[1]

Producción Animal. Universidad Autónoma de Barcelona. 08193-Bellaterra.

[1] :Purina España, S.A., Barcelona

INTRODUCCIÓN

El uso de suplementos proteicos de baja degradabilidad ruminal ha resultado frecuentemente en mejoras en la producción (Netemeyer et al., 1992) y composición (Miller y Galwey, 1982) de la leche. Cuando las raciones se formulan para garantizar el aporte de proteína degradable a nivel ruminal y los concentrados proteicos se preparan con ingredientes de calidad, es posible esperar un aumento en la disponibilidad intestinal de proteína y una mejora en la producción y/o composición de la leche (Clark et al., 1992).

El objetivo de este experimento fue determinar el efecto de la suplementación de raciones con proteínas de baja degradabilidad ruminal en la producción y composición de la leche, y su características tecnológicas para la elaboración de yogur y queso fresco.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron cuatro vacas Frisonas primíparas a mitad de lactación, alimentadas a base de ensilado de maíz, alfalfa, semilla de algodón y concentrados experimentales. Las raciones se formularon para cumplir las recomendaciones establecidas por el INRA (1989) y el NRC (1989). El experimento se ejecutó bajo un diseño factorial 2x2 y los tratamientos se asignaron a un cuadrado latino (4x4). Los factores fueron el nivel de concentrado: alto (CA: 7 kg/vaca/d), o bajo (CB: 3 kg/vaca/d); y tipo de concentrado: con elevada proteína degradable (PD: 33%UIP, 142 g/kg PDIN y 117 g/kg PDIE), o no degradable (PND: 44%UIP, 151 g/kg PDIN y 140 g/kg PDIE). Cada periodo consistió en 14 días (10 de adaptación y 4 de toma de muestras). Durante el periodo de muestreo se controló la cantidad y composición de ñas ofertas y rechazos, y la producción y calidad de leche. Las muestras de alimentos y rechazos se congelaron inmediatamente y se analizaron para determinar el contenido en MS, MO, proteína (fracción degradable, no degradable; Mehrez, y Orskov, 1977), fibra (fibra bruta, FND y FAD), y grasa (AOAC, 1984).

Una submuestra de leche se procesó para la determinación de su contenido en grasa, proteína (AOAC, 1984) y fracciones nitrogenadas (Rowland, 1938). Otra submuestra se utilizó para el análisis de sus características tecnológicas para la transformación en queso y yogur. Los resultados se analizaron según el General Linear Model Procedure de SAS (1988) con diferencias significativas a $P<0,05$.

RESULTADOS

La composición química media de las dietas se situó próxima a los valores esperados (49% MS, 15,5% PB, 46% FND, 27% FAD). La diferencia en degradabilidad de la proteína de los concentrados fue de 10 unidades de porcentaje (0.76 vs 0.66% para CD y CND, respectivamente), según se formuló. La ingestión de MS, y la producción y composición de la leche se muestran en la Tabla 1. El nivel de concentrado produjo un aumento ($P<0,05$) de la producción de leche total y de leche estándar sin alterar su composición. Ello resultó en un aumento ($P<0,05$) en la producción total de grasa, proteína y caseína. El tipo de concentrado no afectó ($P>0,05$) a los parámetros de producción y composición de la leche. Sin embargo, debe señalarse que con la ración utilizada, el uso de concentrados con proteína no degradable en raciones con nivel bajo de concentrado, mostró una tendencia a aumentar la PB de la leche ($P=0,20$) y el contenido en N proteico ($P=0,16$), y a reducir la proporción de NNP ($P=0,16$). A pesar de la falta de significación, un aumento en el porcentaje proteico de esta magnitud (0,15 unidades de porcentaje en la PB) puede tener implicaciones económicas importantes, y merece especial atención.

Tabla 1. Efecto del nivel y tipo de concentrado y ingestión de materia seca, y la producción y composición de la leche.

	Concentrado bajo		Concentrado alto		
	PD	PND	PD	PND	ES
Ingestión MS, kg/d	19.6	19.3	19.6	20.1	0.51
Leche, L/d	21.0[a]	21.0[a]	23.8[b]	23.5[b]	0.53
Leche al 3,5%, L/d	21.6[a]	21.4[a]	24.1[b]	24.1[b]	0.55
Grasa, %	3.60	3.64	3.64	3.60	0.10
Grasa, g/d	748[a]	758[a]	853[b]	837[b]	34
Proteína Bruta, %	3.09	3.24	3.15	3.18	0.06
Proteína Bruta, g/d	649[a]	676[a]	749[b]	740[b]	23
Caseína, % PB	79.8	79.1	78.4	78.3	1.1
Caseína, g/d	519[a]	536[a]	576[b]	578[b]	20
NNP, % PB	5.48	5.20	5.50	4.88	0.30
NNP, g/d	35.6	35.4	40.2	3.3	1.5
N proteico, %	94.5	94.8	94.5	95.1	0.30
N proteico, g/d	613	641	708	704	23

[a,b]: Letras distintas en la misma fila indican diferencias a $P<0,05$

Los tratamientos no tuvieron ningún efecto ($P>0,05$) sobre las características tecnológicas de la leche estudiadas (Tabla 2), excepto en el pH medio del queso, que fue mayor, y el tiempo de

coagulación de la leche que fue menor en las raciones CA. El tiempo de coagulación de la leche mostró una tendencia a la interacción (P=0,12), siendo numéricamente inferior en la ración CA-PD.

Tabla 2: Características tecnológicas de la leche

	Concentrado bajo		Concentrado alto		
	PD	PND	PD	PND	ES
pH leche	6.60	6.63	6.60	6.60	0.03
Yogur					
PB suero, %	0.68	0.76	0.70	0.67	0.05
Queso					
pH	5.20[a]	5.25[a]	5.33[b]	5.35[b]	0.03
Tiempo coag., min.	722[a]	708[a]	458[b]	664[b]	6
Rendimiento, %	20.7	20.0	20.1	21.4	0.91
MS, %	50.3	49.6	49.9	49.2	0.70
PB suero, %	0.70	0.79	0.77	0.80	0.07

[a,b]: Letras distintas en la misma fila indican diferencias a P<0,05

Las respuestas productivas de las vacas primíparas a la suplementación con proteína no degradable es generalmente inferior a la de los animales adultos (Sahlu et al., 1984). La limitación numérica (cuatro animales) y su estado fisiológico (mitad de lactación) puede haber limitado la respuesta productiva a la proteína no degradable, pero los datos sugieren que, para mayores niveles de producción, el uso de suplementos proteicos de baja degradabilidad ruminal puede resultar en mejoras en la producción y composición proteica de la leche.

REFERENCIAS

AOAC. 1984. Official Methods of Analysis, 12th ed., AOAC, Washington, DC.

Clark J.H., Klusmeyer T,H, Cameron M.R. 1992. J. Dairy Sci. 75:2304.

INRA. 1989. Ruminant nutrition: Recommended allowances and feed tables. R. Jarrige (Ed.). Libbey Eurotex, Paris.

Mehrez, A.Z., y Orskov E.R. 1977. J. Agric. Sci. Camb. 88:645.

Netemeyer, D.T., Bush L.J., Ward J.W., Jafri S.A. 1982. J. Dairy Sci. 71:2051.

NRC. 1989. Nutrient requirements of dairy cattle. 6th Rev. ed. Natl Academy Press. Washington, D.C.

Rowland, S.J. 1938. J. Dairy Res. 9:42.

Sahlu T., Schingoethe D.J., Clark A.K. 1984. J. Dairy Sci. 67:1725.

INFLUENCIA DEL PLANO DE ALIMENTACIÓN DURANTE LA LACTACIÓN SOBRE LOS RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS Y LA MOVILIZACIÓN DE RESERVAS EN VACAS DE CRÍA.

Casasús I., Sanz A., Villalba D. , Ferrer, R., Revilla, R.
Unidad de Tecnología en Producción Animal. SIA-DGA.
Apdo. 727. 50080 Zaragoza

Introducción

En los sistemas de producción de ganado vacuno en condiciones de montaña, la estacionalidad en la producción de forrajes obliga a un determinado grado de subnutrición en algunas fases del ciclo productivo (Blasco et al., 1992). En el caso de las vacas con parto en otoño que se estabulan en el momento del parto la subalimentación se corresponde plenamente con la fase de lactación (Blasco y Revilla, 1991). En este trabajo se ha evaluado el efecto del nivel de alimentación durante la lactación sobre la producción de leche y el crecimiento de los terneros y la contribución energética de la movilización de reservas corporales.

Material y Métodos

En este estudio se utilizaron 18 vacas multíparas de raza Parda Alpina con parto en otoño (fecha media de parto: 15/10/1995), distribuidas en dos lotes homogéneos en peso, condición corporal y fecha de parto. Se aplicaron dos niveles de alimentación diferentes, Alto y Bajo, que cubrieron respectivamente el 90 y el 65% de las necesidades energéticas de los animales, calculadas para cada vaca en función de su peso y producción lechera en la tercera semana de lactación (A.R.C., 1980). La dieta se compuso de alfalfa deshidratada en cubos, paja de cebada y harina de cebada, en proporciones 37/37/26 para el lote Alto y 44/56/0 para el lote Bajo. La ración se complementó con bloques vitamínico-minerales y se distribuyó individualmente en dos tomas diarias. Un lote de seis vacas se mantuvo en el nivel de alimentación Alto, y las doce vacas restantes recibieron un plano alimenticio Bajo. Los tratamientos se aplicaron durante 18 semanas, desde el día 23 de lactación hasta el destete en el día 150 postparto.

Las vacas y los terneros se pesaron quincenalmente. La producción de leche se midió semanalmente según la técnica establecida por Le Du et al. (1979), determinándose el contenido en grasa y proteína de la leche.

Los datos se analizaron por el procedimiento GLM del paquete estadístico S.A.S. (1990), y se realizó una comparación de las medias mínimo-cuadráticas por la mínima diferencia significativa.

Resultados y Discusión

La evolución del peso de vacas y terneros a lo largo de la experiencia, así como la producción y composición de la leche en función del nivel de alimentación se presentan en el Cuadro 1.

Las vacas en el plano Alto de alimentación produjeron mayor cantidad de leche, como se describe en otros estudios con subalimentación prolongada, y más particularmente en los casos en los que ésta se aplicó durante toda la estabulación invernal de vacas con parto en otoño (Somerville et al., 1983; Blasco y Revilla, 1991). La tasa proteica también fue superior en las vacas del lote Alto, ya que la relación entre el nivel de aportes energéticos y el contenido proteico de la leche es lineal y positiva (Rémond, 1985), mientras que el contenido en grasa fue similar en

ambos niveles de alimentación. La producción lechera inicial estimada fue similar para ambos lotes, pero la persistencia fue superior en las vacas del nivel de alimentación Alto (-0,07 vs. -0,29 kg/semana, p<0,001) como describen otros autores (Petit y Micol, 1981).

Los crecimientos de los terneros desde el inicio de la experiencia hasta el destete se vieron afectados por el nivel de alimentación de las madres (p<0,001), como se describe en otros trabajos (Somerville et al., 1983; Blasco y Revilla, 1991). Así, los terneros del lote Alto tuvieron una ganancia muy superior a los del lote Bajo y se destetaron con 50 kg más de peso vivo. Al no recibir suplementación, la correlación entre la producción lechera standard de las madres (kg/día) y el crecimiento de sus terneros (kg/día) fue elevada: r=0,69 (p<0,01), y la eficiencia de utilización de la leche por el ternero fue similar en ambos lotes, con un índice de conversión de 9,54 (0,49) kg de leche por kg de ganancia del ternero, similar al citado por Sommerville et al. (1983).

La contribución energética de la movilización de reservas se estimó como la diferencia entre la EM necesaria para la producción de leche observada y la aportada por la dieta para la producción, es decir; deducidas las necesidades de mantenimiento. Asumiendo concentraciones energéticas de 9.37 MJ EM/kg MS en la ración del nivel Alto y 8.25 en la del nivel Bajo, la dieta aportó diariamente 118.8 y 74.7 MJ EM, respectivamente. Las necesidades de mantenimiento se calcularon como 0,55 MJ EM/kg $PV^{0,75}$, y las de producción de leche como 5,4 MJ EM por kg de leche estandarizada a 4% de grasa (ARC, 1980). Así, mientras que la energía aportada por la dieta cubrió las necesidades de mantenimiento y producción de leche en el lote Alto, no fue así en el Bajo. Para alcanzar la producción de leche observada, las vacas del plano Bajo movilizaron reservas corporales por un equivalente a 23.1 MJ EM de la dieta, que contribuyeron a un 67.3% de la producción lechera realizada. Es decir, que la reducción en la producción de leche observada en esta experiencia ha sido sólo de un tercio con respecto a la que habría habido de no movilizarse las reservas, resultados similares a los obtenidos por Somerville et al. (1983) en vacas de cría.

Por otra parte, el aporte energético de las reservas con respecto a las necesidades totales de mantenimiento y producción de leche alcanzó un 23,2% en el Bajo. En las recomendaciones alimenticias establecidas para vacas de carne por el I.N.R.A. (1978) se establecen niveles de subnutrición invernal con los que el aporte de las reservas al gasto total sería del 10-15%. Dicha cifra es inferior a la obtenida en este trabajo, en el que las vacas han presentado pérdidas de peso superiores para mantener la producción de leche, ya que la raza Parda Alpina tiene un alto potencial lechero como vaca de cría. Si bien es difícil determinar el límite fisiológico en que la movilización de reservas corporales no altere de forma importante el rendimiento global del sistema, Somerville et al. (1983) describen contribuciones de hasta un 36% al gasto energético total en vacas subnutridas. Sin duda, para que la movilización de reservas sea posible los animales deben partir de un estado corporal inicial suficiente (2,5 en esta experiencia), ya que si éste es reducido difícilmente podrán movilizarse reservas suficientes para compensar una fuerte restricción alimenticia.

Conclusiones

Los resultados obtenidos destacan la capacidad de las vacas de cría de raza Parda Alpina para utilizar sus reservas como tampón durante las fases de subnutrición, prácticamente obligadas en determinadas épocas del año en los sistemas extensivos en que se explotan, y

reducir el impacto de la misma en la producción lechera y el crecimiento de los terneros.

La reducción de aportes energéticos tuvo un marcado efecto sobre la ganancia de peso de las vacas durante la lactación, su producción lechera y el crecimiento de los terneros. La pérdida de peso de las vacas es recuperable tras el destete, durante las fases de pastoreo de primavera (Revilla et al., 1995) y verano (Villalba et al., 1995) tradicionales en el sistema de producción de vacas de carne en montaña. En el caso de los terneros de madres subalimentadas, diversos autores presentan la suplementación del ternero durante la lactación o tras el destete como estrategia factible para reducir de forma eficiente los costes de alimentación de la pareja vaca+ternero durante la lactación.

Agradecimientos

A F. Lahoz, J. Jaime, R. Tena y F. Jaso por el seguimiento técnico de la experiencia, y al CENSYRA de Zaragoza por el análisis de la leche. Trabajo financiado por los proyectos CE DG VI-1124, INIA 94-72 e INTERREG II. Becas concedidas por I.N.I.A. y el Gobierno Vasco.

Referencias bibliográficas

- A.R.C., 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock.
- Blasco I., Revilla R., 1991. I.T.E.A., Vol. Extra, nº11: 106-108.
- Blasco I., Revilla R., San Juan L., 1992. Bovis, 46: 67-97.
- Le Du Y. L. P., Macdonald A. J., Peart J. N., 1979. Livest.. Prod. Sci., 6: 277-281.
- Petit M., Micol D., 1981. Livestock Production Science, 8: 139-153.
- Rémond B., 1985. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A., 62: 53-67.
- Revilla R., D'Hour P., Tnénard V., Petit M., 1995. 2èmes Rencontres Recherches Ruminants: 61-64.
- S. A. S. (1990). SAS/STAT User's guide. Version 6, 4th Edition
- Somerville S. H., Lowman B. G., Edwards R. A., Jolly G., 1983. Anim. Prod., 37: 353-363.
- Villalba D., Blanch M., Casasús I., Olleta J. L., Revilla R., 1995. I.T.E.A., Vol. Extra, Nº 16.: 156-158.

Cuadro 1: Efecto del nivel de alimentación sobre los rendimientos de vacas y terneros. Φ

Nivel de alimentación	Alto	Bajo	e.e.d.	Sign.
n	6	12		
kg MSI/día	12.67	9.04	0.31	* * *
Peso y CC de las vacas				
Peso inicial, kg	585	592	26	NS
GMD, kg	-0,137	-0,542	0,076	* * *
CC inicial	2,52	2,53	0,05	NS
CC final	2,28	2,15	0,04	NS
Producción lechera				
kg P.L.B.	9,16	6,57	0,16	* * *
% Proteína	3,64	3,17	0,03	* * *
% Grasa	3,71	3,62	0,05	NS
Rendimientos de los terneros				
GMD, kg	1,012	0,652	0,042	* * *
Peso destete, kg	203,6	153,5	7,6	* * *

Φ Medias mínimo-cuadráticas y error estándar de la diferencia (e.e.d.).
P.L.B.: producción lechera bruta, GMD: ganancia media diaria, CC: condición corporal.
* * *: p<0,001; * *: p<0,01; NS: p>0,05.

CAPACIDAD DE INGESTIÓN Y RECUPERACIÓN DE RESERVAS TRAS EL DESTETE EN VACAS DE CRÍA ALIMENTADAS CON DIFERENTES DIETAS.

Casasús I., Sanz A., Villalba D. , Ferrer R., Revilla R.
Unidad de Tecnología en Producción Animal. SIA-DGA.
Apdo. 727. 50080 Zaragoza

Introducción

En los sistemas extensivos de producción de ganado vacuno existen períodos de subnutrición en los que los animales han de utilizar sus reservas corporales para suplir la deficiencia energética (Casasús et al., 1997). Dichas reservas tendrán que recuperarse posteriormente en las épocas de mayor disponibilidad de recursos. En estas fases la capacidad de ingestión juega un papel primordial en la utilización de los forrajes disponibles, de calidad muy variable.

El objetivo de este trabajo es comparar las posibilidades de recuperación de reservas por vacas secas en pastoreo en monte y en estabulación, y estudiar la ingestión voluntaria de las diferentes dietas y su índice de transformación.

Material y métodos

Se utilizaron 57 vacas con parto en otoño a las que se aplicaron diferentes niveles de alimentación durante la lactación con el objetivo de alcanzar una condición corporal al destete alta (CCi >2.5) o baja (CCi ≤2.5).

Cuarenta de estas vacas se mantuvieron en estabulación durante los dos meses posteriores al destete (9/4-13/6/96) y recibieron tres dietas diferentes *ad libitum*: ocho vacas de CCi baja recibieron heno de pradera, 7 vacas de CCi baja y 9 de CCi alta consumieron paja de cebada complementada con 1 kg de torta de soja y 8 vacas de CCi alta y 8 de CCi baja recibieron alfalfa deshidratada en cubos. Los alimentos se repartieron individualmente en varias tomas diarias, siendo la oferta un 15% superior al consumo del día anterior.

El consumo diario individual de estas vacas se controló durante tres períodos de 7 días cada uno a lo largo de la experiencia. Durante dichos períodos y diariamente se tomaron muestras de los alimentos para analizar su composición química (Tabla 1).

Tabla 1: Composición química de los alimentos utilizados en establo.

	%P.B.	% F.N.D.
Heno de pradera	11.60	60.96
Paja de cebada	5.95	54.02
Alfalfa deshidratada	22.59	41.04
Torta de soja	45.49	15.47

Paralelamente, 17 vacas en buen estado corporal inicial (CCi>2.5) permanecieron en el monte durante el mismo periodo de tiempo, pastando áreas boscosas degradadas (pinares de *Pinus nigra*).

Tras dos semanas de adaptación a las dietas correspondientes todos los animales se pesaron quincenalmente y su condición corporal se estimó al inicio y final del periodo experimental.

Los datos se analizaron por el procedimiento GLM del paquete estadístico S.A.S. (1990), y se realizó una comparación de las medias mínimo-cuadráticas por la mínima diferencia significativa.

Resultados y discusión

Los resultados referentes a la capacidad de ingestión de los animales con las diferentes dietas, así como su evolución de peso y CC se presentan en la Tabla 2.

La ingestión de MS de alfalfa deshidratada fue superior que la de heno, y ésta a su vez mayor que la de paja, en función de su diferente digestibilidad y ritmo de paso por el tracto digestivo. En el rango de digestibilidad de los alimentos utilizados en esta experiencia la ingestión resulta directamente proporcional a la misma (Conrad et al., 1964). Dentro de los grupos de CCi ≤2.5 la ingestión de heno relativa al peso resultó intermedia a los consumos de alfalfa y paja. Con la dieta de alfalfa las vacas de CCi baja presentaron un consumo tanto absoluto como relativo al peso superior a aquéllas de CCi alta. En el caso de la paja aunque la ingestión absoluta fue idéntica en ambos grupos, el consumo relativo al peso medio del periodo fue superior en las de CCi baja ($p<0.05$), y la misma tendencia se observó en la ingestión por kg de peso metabólico ($p=0.09$). Así, la CCi y la ingestión relativa (gMS/kgPV) presentaron una correlación negativa tanto en las vacas que se alimentaron de paja ($r= -0.58$) como en las de alfalfa ($r= -0.61$), lo cual podría reflejar el efecto depresivo del estado de engrasamiento sobre la ingestión por medio de una limitación física a la distensión ruminal (Conrad et al., 1964) o, como indican teorías más recientes, debido a diversos factores metabólicos (Ketelaars y Tolkamp, 1992).

Tabla 2: Ingestión voluntaria y rendimientos de los animales en las diferentes dietas.

DIETA	Monte	Heno	Paja de Cebada		Alfalfa deshidratada			Signif.	
CC inicial	> 2.5	≤ 2.5	≤ 2.5	> 2.5	≤ 2.5	> 2.5	e.e.d.	Dieta	CCi
n	17	8	7	9	8	8			
Condición Corporal									
CC inicial	2.63 ^{b}	2.30 ^{c}	2.24 ^{c}	2.72 ^{a,b}	2.21 ^{c}	2.75 ^{a}	0.12	***	***
CC final	2.46 ^{c}	2.72 ^{b}	2.46 ^{c}	2.85 ^{b}	2.78 ^{b}	3.48 ^{a}	0.16	***	***
Ganancia CC	- 0.17 ^{d}	+ 0.42 ^{b}	+ 0.22 ^{c}	+ 0.14 ^{c}	+ 0.56 ^{a,b}	+ 0.73 ^{a}	0.14	***	NS
Peso									
Peso inicial, kg	516.1 ^{c}	555.1 ^{b}	563.3 ^{b}	624.4 ^{a}	566.4 ^{b}	625.7 ^{a}	33.4	***	***
Peso final, kg	555.3 ^{a}	612.4 ^{c}	592.8 ^{c,d}	659.0 ^{a,b}	638.6 ^{b,c}	689.2 ^{a}	39.5	***	**
GMD, kg	0.750 ^{b,c}	0.895 ^{a,b}	0.462 ^{c}	0.540 ^{c}	1.129 ^{a}	0.992 ^{a,b}	0.299	***	NS
Ingestión									
kg MS /vaca/d	-	14.9 ^{c}	11.8 ^{d}	11.6 ^{d}	18.8 ^{a}	16.9 ^{b}	1.2	***	p=0.06
g MS/kg PV /d	-	25.8 ^{b}	20.6 ^{c}	18.1 ^{d}	31.2 ^{a}	25.7 ^{b}	1.8	***	***
g MS /kg $PV^{0.75}$/ d	-	131.3 ^{b}	102.7 ^{c}	93.1 ^{c}	162.0 ^{a}	135.1 ^{b}	8.5	***	***

Los valores con superíndices diferentes en la misma fila son significativamente diferentes ($p<0.05$).
Medias mínimo-cuadráticas y error estándar de la diferencia.

Los elevados consumos observados contrastan con los descritos para otras razas de cría, ya que con respecto a la paja Petit et al. (1987) citan consumos de 11 a 17 gMS/kgPV, y afirman que incluso correctamente complementadas en nitrógeno las dietas de paja no se ingieren en cantidades suficientes para cubrir las necesidades de mantenimiento de vacas secas, mientras que en este caso se han observado ganancias de 0.5 kg/día.

El consumo de heno fue similar a los 22.8 gMS/kgPV descritos por Revilla et al. (1995) en vacas igualmente secas de raza Parda Alpina y de CCi baja (2.24 puntos). Por otra parte, Petit et al. (1987), con henos de calidad similar a los utilizados en este trabajo, describen consumos en lactación de 21 gMS/kgPV en vacas de razas cárnicas y hasta 23 gMS/kgPV en razas rústicas. Considerando que la ingestión voluntaria se ve incrementada durante la lactación (Ketelaars y

Tolkamp, 1992), el valor de las razas cárnicas resulta muy inferior a los casi 26 gMS/kgPV observados en esta experiencia, más próximos a la cifra citada en las de tipo rústico. A su vez, la ingestión de heno relativa al peso metabólico (131.3 g MS /kg $PV^{0.75}$) se encuentra en el rango de las referidas por Dulphy et al. (1987) en vacas lecheras con henos de calidad media. A este respecto la raza Parda Alpina se encontraría más próxima de una raza lechera que de otras razas cárnicas europeas.

La recuperación de peso y condición corporal fue superior en las dietas de alfalfa deshidratada y heno que cuando las vacas ingerían paja, debido a la menor ingestibilidad y valor energético de la misma. La ganancia de peso en los pastos de monte resultó ser intermedia, y sólo claramente diferente de la más elevada del resto, la de las vacas de CCi baja en dieta de alfalfa. Cabe destacar que alcanzar estas ganancias en pastos heterogéneos supone un gasto extra de energía en desplazamiento y búsqueda de alimento no desdeñable y que habría que considerar al estimar el aporte energético total obtenido del pasto.

La condición corporal inicial no afectó a las ganancias de peso de los animales, aunque las vacas de CCi baja en dieta de alfalfa presentaron una ganancia ligeramente superior que las de CCi alta (NS).

El índice de transformación (kg MSI/ kg ganancia) fue similar en las dietas de heno y alfalfa (19.9 y 18.3 respectivamente), y superior en la dieta de paja (29.5). Teniendo en cuenta el precio de estos forrajes, el coste económico de las ganancias en el caso de la alfalfa deshidratada aconsejarían desestimarla como único forraje en dietas de vacas de carne si se pretende obtener una ganancia económicamente eficiente (Ferrer et al., 1997). Por el contrario, las dietas de heno, paja y monte permitieron una recuperación de peso a menor coste, a la que en el habitual sistema de producción habría que añadir la obtenida durante el pastoreo de verano en los puertos, de forma que los animales llegarían al parto en otoño en un buen estado corporal. El grupo de vacas que pastó en monte mantuvo su condición corporal y presentó ganancias de peso que son particularmente interesantes tanto por su reducido coste como por los efectos beneficiosos del pastoreo sobre la dinámica de las comunidades vegetales degradadas (Torrano et al., 1995).

Agradecimientos

Al personal laboral del SIA en Zaragoza y Bescós de la Garcipollera por el seguimiento técnico de la experiencia. Trabajo financiado por los proyectos CE DG VI-1124, INTERREG II e INIA 94-72. Becas concedidas por I.N.I.A. y el Gobierno Vasco.

Referencias bibliograficas

- Casasús I., Sanz A., Villalba D., Ferrer R., Revilla, R. 1997. VII Jornadas de Producción Animal.
- Conrad H. R., Pratt A. D., Hibbs J. W., 1964. J. Dairy Sci., 47: 54-62.
- Dulphy J. P., Faverdin P., Micol D., Bocquier F., 1987. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A., 70: 35-48.
- Ferrer R., Casasús I., Sanz A., Villalba D., Revilla R., 1997. VII Jornadas de Producción Animal.
- Ketelaars J., Tolkamp B. J., 1992. Livest. Prod. Sci., 30: 269-296.
- Petit M., Garel J. P., Grenet N., 1987. Les fourrages secs: recolte, traitement, utilisation.
- Revilla R., D'Hour P., Thénard V., Petit M., 1995. 2émes Rencontres Recherches Ruminants: 61-64.
- S. A. S. (1990). SAS/STAT User's guide. Version 6, 4th Edition
- Torrano L., Madrigal I., Valderrábano J., 1995. I.T.E.A., Vol. Extra, Nº 16: 186-188.

CAMBIOS EN EL ESTADO CORPORAL DURANTE LA LACTACION Y DESPUES DEL DESTETE EN VACAS DE RAZA PARDA

Eguinoa P., Mendizabal J.A, Casasús * I., Ferrer* R., Villalba* D., Fernandez* A., Revilla* R., Arana A., Purroy A.

ETSIA. Universidad Pública de Navarra. Pamplona.
*Unidad de Producción Animal. SIA (DGA). Zaragoza.

Introducción

El estado nutricional y en particular el nivel de reservas corporales en ganado vacuno son factores determinantes del ciclo de producción sobre todo en momentos como fin de gestación y comienzo de lactación (Wright y Russel, 1984). Durante el ciclo de producción se almacenan o movilizan las reservas corporales, produciéndose cambios en los parámetros empleados para estimar la cantidad de reservas corporales del animal. Así mismo, la acividad lipogénica del tejido graso se ve influida por el balance energético del animal (Guesnet y Demarne, 1987), ya que la baja disponibilidad de nutrientes en los momentos en los que el balance energético es negativo, por ejemplo durante el principio de la lactación, provoca el incremento de la actividad lipolítica del tejido graso y en consecuencia la movilización, mientras que la inversión de dicho balance deriva en un incremento de la actividad lipogénica y en consecuencia el almacenamiento de reservas grasas.

En la presente Comunicación, se estudian las relaciones entre las variaciones de peso vivo (PV) y nota de condición corporal (nCC) con el tamaño de los adipocitos, así como con la actividad de las enzimas lipogénicas : Glicerol 3-fosfato deshidrogenasa (G3PDH, estimadora de la síntesis total de triglicéridos y altamente correlacionada con la deposición lipídica, Shidu et al., 1973, Gagliostro y Chilliard,1991), Sintetasa de ácidos grasos (FAS, implicada en la síntesis *de novo* de los ácidos grasos), Glucosa 6-fosfato deshidrogenasa (G6PDH), NADP-Malato deshidrogenasa (EM) e Isocitrato deshidrogenasa (ICDH) (que proporcionan el poder reductor necesario para la sintesis *de novo* de ácidos grasos) del depósito subcutáneo, durante la lactación y el posterior periodo de recuperación del estado corporal en vacas adultas de aptitud mixta.

Material y Métodos

Se han utilizado 18 vacas adultas de raza Parda Alpina (PA) a las que se sometió a una subnutrición durante la lactación. Los animales fueron alimentados con raciones a base de alfalfa deshidratada, harina de cebada y paja de cebada para cubrir aproximadamente 70% de sus necesidades teóricas. Una vez destetadas, las vacas fueron distribuidas en tres lotes homogéneos en PV y en nCC, a los que se les suministro respectivamente alfalfa deshidratada, heno de pradera y paja de cebada, todos ellos *ad libitum*, con la suplementación de 1 kg de torta de soja por vaca y día en el lote que consumía paja.

En el transcurso del experimento se midieron el PV y la nCC (Lowman et al., 1976) en cuatro momentos del ciclo: 3 (M1), 40 (M2), 135 (destete, M3) y 225 (M4) días después del parto. En los cuatro momentos señalados se realizó una biopsia y se

tomaron muestras de grasa (aproximadamente 4 g) del depósito subcutáneo en la región de la grupa para la determinación del tamaño de los adipocitos y las actividades enzimáticas lipogénicas. En el momento del destete (M3) no se obtuvo grasa suficiente para determinar dichas actividades enzimáticas.

La fijación de los adipocitos se llevó a cabo con tretóxido de osmio. Posteriormente, se realizaron preparaciones microscópicas de los adipocitos y las imágenes obtenidas en el microscópio óptico se transmitieron a un soporte informático. Para determinar el tamaño de los adipocitos se utilizó el método de Análisis de Imagen con un programa procesador de imágenes que permite medir de forma automática el diámetro de cada uno de los adipocitos.

La determinación de las actividades de las enzimas lipogénicas Glicerol 3-fosfato deshidrogenasa (G3PDH), Sintetasa de ácidos grasos (FAS), NADP-Malato deshidrogenasa (EM), Glucosa 6-fosfato deshidrogenasa (G6PDH) e NADP-Isocitrato deshidrogenasa (ICDH) se realizó mediante la homogeneización de las muestras congeladas en un tampón STEG usando un microhomogeneizador Sorvall Omni-Mixer 10 seg (50.000 rpm) 3 veces. Posteriormente, tras filtraciones sucesivas con malla de nylon, se obtuvo el extracto citoplasmático puro por centrifugación, en el que se realizó la medición de las diferentes enzimas por espectrofotometría a 37°C, siendo las reacciones lineales con respecto al tiempo y proporcionales a la cantidad de sustrato añadido. La descripción de las técnicas citadas figura en Mendizabal *et al.* (1997).

Los datos se analizaron mediante un modelo de efectos fijos considerando, separadamente, el efecto de la dieta y el efecto de los días transcurridos tras el parto. Las estimas obtenidas se compararon mediante un contraste multiple de medias (LSD).

Resultados y Discusión

En la Tabla 1 se expresan los resultados medios relativos al peso vivo, la nota de condición corporal y diámetro de adipocitos de los animales estudiados, así como los valores de actividad de las enzimas lipogénicas G3PDH, FAS, EM, G6PDH e ICDH en los cuatro momentos estudiados. Durante la lactación la restricción energética de las vacas tuvo como consecuencia la movilización de las reservas corporales provocando una disminución significativa de la nota de CC y del tamaño de los adipocitos ($P<0,05$). Sin embargo, la disminución del PV (24 kg) no resultó estadísticamente significativa. El balance energético negativo que presentaron los animales durante los primeros 40 días de lactación (de M1 a M2) produjo un decremento en la actividad de las enzimas lipogénicas, siendo significativo para la EM y la G6PDH ($P<0,05$).

Durante los tres meses posteriores al secado de las vacas (de M3 a M4) se produjo la recuperación del peso de los animales ($P<0,05$) y de sus reservas grasas, que incluso aumentaron en relación a las que poseían en el momento del parto, ya que los valores de la nota de CC y del diámetro de los adipocitos han resultado significativamente superiores a los obtenidos al comienzo de la lactación y en el destete ($P<0,05$). Los elevados valores de la actividad lipogénica observados en la mayoría de las enzimas al final del período de recuperación (M4) con relación a la lactación fueron consecuencia del incremento de la disponibilidad de nutrientes producido cuando el balance energético del animal fue positivo.

En la Tabla 2 se ilustran los incrementos de peso vivo, condición corporal y diámetro de los adipocitos de las vacas una vez secadas, durante el periodo de

recuperación del estado corporal (de M3 a M4), en función del tipo de alimento ingerido (alfalfa deshidratada, heno de pradera y paja de cebada). Las vacas que consumieron alfalfa deshidratada y heno tuvieron una recuperación de PV, nCC y del diámetro de los adipocitos similar, pero superior a las que dispusieron de paja de cebada (P<0,05).

Por otra parte, en M4 se observó que los animales que consumieron alfalfa deshidratada, y consecuentemente con un nivel energético superior, presentaron una mayor actividad G3PDH que los que consumieron paja de cebada (P<0,01). Estos resultados coinciden con los observados por Bas *et al.* (1995), quienes constataron que la actividad de la G3PDH (estimadora de la síntesis total de triglicéridos) presentó una elevada correlación con el nivel energético ingerido por los animales.

Bibliografía

Bas P., Rouzeau A., Rigault M., Poissonet P., Sauvant D. 1995. Ann. Zootech. 44:302.
Gagliostro G., Chilliard Y. 1991. J Dairy Sci. 74:1830-1843
Guesnet Ph., Demarne Y. 1987. La regulation de la lipogenese et de la lipolyse chez les mammiferes. Ed. INRA. Paris.
INRA 1988. Alimentacion de Bovinos, Ovinos y Caprinos. Ed. Mundi-Prensa.
Lowman, B.G., Scott N., Somerville S., 1976. Revised ed. Bull. E. Scott. Coll. Agri., No.6.
Mendizabal J.A. et al 1997. Anim.Sci. (en prensa).
Shidu KS, Emery RS, Parr AF, Merkel RA 1973. J An Sci 37, 271-272
Wright I.A., Russel A.J.F., 1984. Anim.Prod. 38:23-32.

Tabla 1.- Peso vivo (PV), nota de condición corporal (nCC), diámetro de adipocitos (Diam.) y actividad de las enzimas lipogénicas G3PDH, FAS, EM , G6PDH e ICDH (nmol/g/min) en M1, M2, M3 y M4.

	M1	M2	M3	M4	
PV *(kg)*	590	595	566^{a}	618^{b}	*
nCC	$2,55^{c}$	$2,35^{b}$	$2,2^{a}$	$2,7^{d}$	***
Diam. (μ)	$60,3^{c}$	$50,9^{b}$	$15,7^{a}$	$70,9^{d}$	***
G3PDH	$144,7^{a}$	$108,4^{a}$		$1207,9^{b}$	***
FAS	75,5	$59,7^{a}$		$100,8^{b}$	*
EM	$80,4^{b}$	$25,8^{a}$		$81,8^{c}$	***
G6PDH	$113,4^{b}$	$40,18^{a}$		$747,8^{c}$	***
ICDH	418,3	482,2		457,4	NS

(Letras o ausencia de letras en una misma línea NS, letras diferentes P<0,05; *= P<0,05; ***=P<0,001

Tabla 2. Incrementos de peso vivo (PV, kg), nota de condición corporal (nCC) y diámetro de adipocitos (μ) durante la fase de recuperación del estado corporal, según el tipo de alimento ingerido.

	ALFALFA DESH.	HENO PRADERA	PAJA CEBADA	
PV	$72,4^{b}$	49,0	$32,8^{a}$	*
nCC	$0,62^{b}$	$0,48^{b}$	$0,27^{a}$	**
Diam.	$60,6^{b}$	$67,6^{b}$	$38,8^{a}$	***

(Letras diferentes en una misma línea; *= P<0,05; **=P<0,01; ***=P<0,001. Ausencia de letras NS)

ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN CIERVAS IBÉRICAS *(Cervus elaphus hispanicus)* POR MÉTODOS INDIRECTOS

Ana Molina, A.J. García, J.J. Garde, L. Gallego
Dpto. de Ciencia y Tecnología Agroforestal. ETSIA
Universidad de Castilla-La Mancha.Campus Universitario. 02071 Albacete

Introducción

La especie *Cervus elaphus* de la familia *Cervidae,* cuya amplia área de distribución abarca Europa, Asia y el norte de África, se divide taxonómicamente en trece subespecies, una de las cuales es el ciervo ibérico (*Cervus elaphus hispanicus*), en la actualidad considerado como una sola subespecie. Se trata de una de las de menor tamaño de Europa, debido probablemente a su distribución en zonas de más baja latitud, con temperaturas más elevadas, lo que sin duda representa comportamientos y niveles productivos bien diferentes del resto de las subespecies conocidas.Este hecho es particularmente evidente al comparalo con el ciervo rojo *(Cervus elaphus scoticus)*, sin duda el más próximo taxonómicamente de los conocidos, que por otra parte ha sido ampliamente estudiado en todas sus características, contrariamente a lo que ha sucedido con el ibérico. Esta es la razón por la que desde el año 1995, a partir de un lote inicial de 16 ciervas, se ha iniciado una linea de trabajo para intentar estudiar diversos aspectos productivos y reproductivos en este tipo de animales.

Materiales y métodos

Se utilizaron un total de 14 hembras adultas con una edad aproximada de 3 años que habían permanecido alojadas en cautividad en las instalaciones de la ETSIA desde 5 meses antes del parto. Este tuvo lugar en los meses de Mayo y Junio, como consecuencia de la cubrición por monta natural que había tenido lugar en la explotación de cría controlada de origen de los animales. Las ciervas parieron 9 gabatos machos y 5 hembras, cuyo peso medio al nacimiento fue de 6.85 kg. y 5.62 kg. respectivamente. Tanto durante la gestación como a lo largo de toda la lactación los animales fueron alimentados con raciones calculadas según las indicaciones de **Brelurut** *et al.,* **(1990)**, utilizando como materias paja de cebada, heno de alfalfa, cebada, veza y remolacha azucarera. El parto se produjo de manera completamente natural, siendo pesado el gabato cuando había sido secado por la madre. La producción de leche diaria de las ciervas se calculo por el método de la doble pesada del gabato antes y después de mamar. Para ello, los días de control, los gabatos eran separados de sus madres a las 8 h, permaneciendo aislados de ellas hasta las 14 h, es decir, durante 6 horas, momento en el que tras ser pesados eran reunidos con sus madres para que mamaran durante un periodo de 8 minutos, después del cual eran pesados de nuevo. La misma operación se repetía seis horas después , realizando otra doble pesada a las 20 h. La producción de leche de las ciervas se obtuvo como consecuencia de multiplicar por dos la suma de las diferencias de peso de los gabatos antes y después de mamar. También se calculó la producción de leche utilizando el valor obtenido en el primer control de la mañana (8 h) multiplicado por cuatro. Además se obtuvo la leche producida utilizando estos últimos valores pero solamente de los controles quincenales y de los controles mensuales. Para la doble pesada se utilizó una báscula de $\pm$ 10 gr. de precisión, acoplada a un elemento que impedía el movimiento de los gabatos. Se realizaron un total de veinte controles en otras tantas semanas de lactación. Todo el manejo de los animales se realizó en la manga experimental construida al efecto en los campos de practicas de la ETSIA de Albacete.

Resultados

En la Figura 1 se han representado los valores de producción de leche de las ciervas a lo largo de las 20 semanas de lactación estudiadas. La producción total con dos controles diarios fue de 122.4 kg, lo que representa una producción media diaria de 0.874 kg durante los 140 días de duración de la lactancia. Al calcularla con un sólo control diario la producción fue de 139.4 kg. Estos valores son muy similares a los 136.2 kg en 150 días calculados por **Arman** *et al.,* **(1974)** en seis hembras de ciervo rojo, encontrándose muy próximos a la parte inferior del intervalo 172 -121 kg indicado por **Loudon** *et al.,* **(1983),** como la producción de leche en 110 días de lactación en ciervas escocesas mantenidas en pastos abundantes y pobres respectivamente. La producción individual de cada cierva presentó una gran variabilidad, así como la forma de la curva de lactación. La producción máxima (1.55 kg/día) se alcanzó en la primera semana, de igual manera a lo observado por **Loudon** *et al.,* **(1983)** en el caso de las ciervas alimentadas con peor pasto, cuya producción máxima (1.60 kg./día) tuvo lugar también al principio de la lactación. Utilizando un solo control al día la producción máxima (1.77 kg/día) se alcanzó en la semana 4, coincidiendo con **Arman** *et al.,* **(1974)** que indican una producción máxima de 1.60 kg/día el día 17 de lactación.

Con el fin de obtener una representación matemática de la curva de lactación se ha ajustado a los valores observados en los controles la Función Gamma ($y = A\ t^b\ e^{-ct}$), al igual se ha hecho en la mayoría de las especies domésticas, observándose en la Figura 1 las diferentes curvas obtenidas en las cuatro situaciones estudiadas. Estas curvas responden al interés de, por tratarse de animales salvajes, reducir al máximo el número de controles que exijan una manipulación de los mismos y de evaluar la aproximación de los cálculos realizados en cada caso.

Los valores de los coeficientes de regresión A, b y c (Tabla 1) de la función ensayada, tienen una clara significación física (**Wood, 1967**). Así A representa aproximadamente la producción inicial de leche y los coeficientes b y c las pendientes de la curva en las fases ascendente y descendente respectivamente. Tal como se observa en la tabla la curva que mejor ajusta la producción de leche (139.3 kg) frente a la real (139.4 kg) es la obtenida utilizando los valores de producción de leche de un control diario durante las 20 semanas ($R^2 = 0.73$). Además fue la que describió una curva de lactación más parecida a la de otras especies. La que mejor ajuste estadístico presentó ($R^2 = 0.97$), calculada con tan solo cuatro valores resultantes de realizar un control al día en cada mes (111.1kg), infravaloró la producción de leche.

Bibliografía

ARMAN P., KAY R.N.B., GOODALL E.D., SHARMAN G.A.M., 1974. *The composition and yield of milk from captive red deer (Cervus elaphus Y.).* J. Reprod. Fert., **37**, 67-84.

BRELURUT A., PINGARD A., THÉRIEZ M., 1990. *Le cerf et son élévage.* INRA, Paris. 143 pp.

LOUDON A.S.L., McNELLY A.S., MILNE J.A., 1983. *Nutrition and lactational control of fertility in red deer.* Nature, vol. 302, 146-148.

WOOD P.D.P., 1967. *Agebraic model of the lactation curve in cattle.* Nature, vol. 216, 114-165.

Figura 1. Curvas de lactación en ciervas ibéricas (*Cervus elaphus hispanicus*)

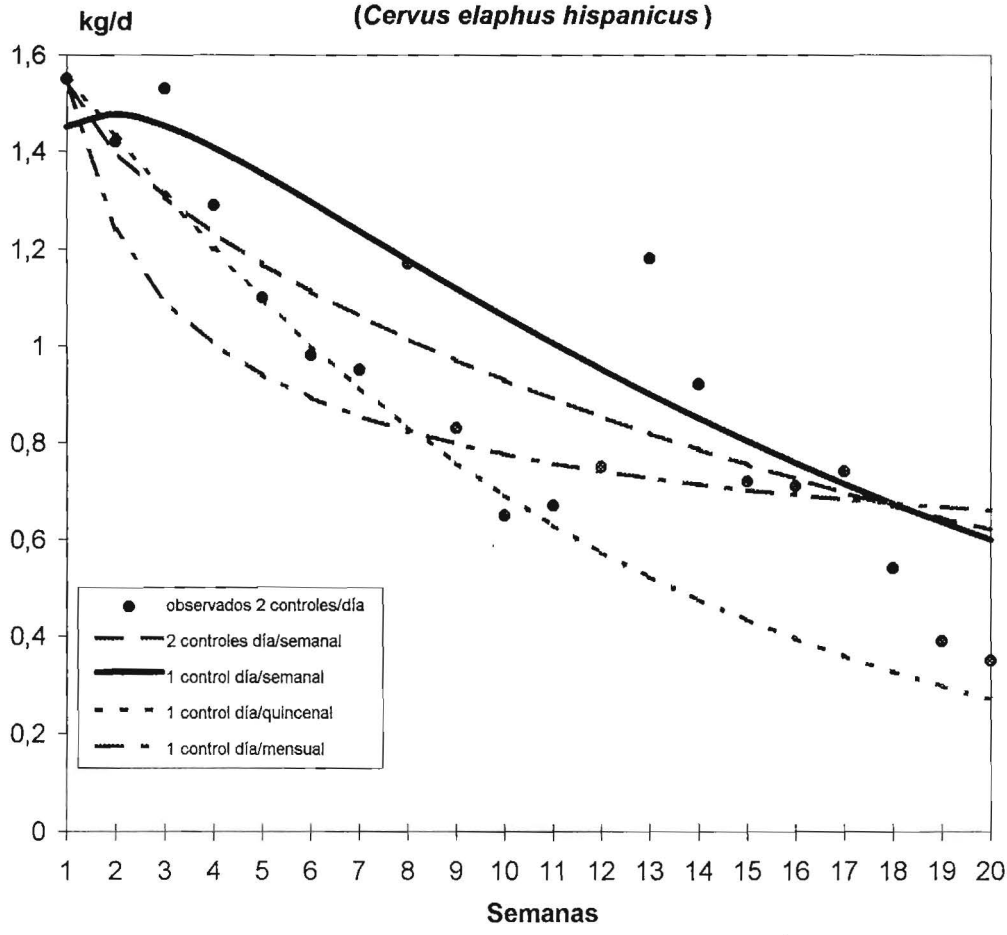


Tabla1
Producción de leche y parámetros de la función Gamma en ciervas ibéricas

Tipo de control	Leche (kg)	A	b	c	-b/c	R^2
Observados 2 controles /día	122.4					
Observados 1 control/día	139.4					
2 controles/día (semanal)	126.7	1.59	-0.0331	-0.347	-2.4	0.73
1 control/día (semnal)	139.3	1.55	0.1192	-0.654	1.8	0.73
1 control/día (quincenal	99.2	1.71	0.0194	-0.0950	0.2	0.81
1 control/día (mensual)	111.1	1.53	-0.3221	0.0062	51.9	0.97

CRECIMIENTO EN EL CIERVO IBÉRICO (*Cervus elaphus hispanicus*)

C. Fernández, A. Molina, A.J. García, J.J. Garde, L. Gallego
Departamento de Ciencia y Tecnología Agroforestal. ETSIA.
Universidad de Castilla-La Mancha. Campus Universitario. 02071-Albacete.

Introducción

En todos los sistemas donde el ciervo rojo es criado en cautividad el destete tiene lugar aproximadamente a los 3-4 meses de edad, que suele coincidir con el mes de septiembre, según la latitud. El crecimiento de los gabatos durante el primer verano de vida está fuertemente correlacionado con la producción de leche de las madres (Loudon y Milne, 1985) y la producción de leche de las ciervas esta estrechamente relacionada con el régimen alimenticio al que fueron sometidas. Generalmente el peso al destete oscila entre los 35 y 45 kg de peso vivo según las disponibilidades de alimento que hayan tenido los gabatos. Se produce una caida estacional del apetito a mediados del invierno (Kay, 1979) y también existe evidencia de que tras un periodo de restricción alimenticia durante el invierno se produce crecimiento compensatorio el verano siguiente (Adam y Moir, 1985). El ciervo rojo muestra, además, un marcado dimorfismo sexual, el macho adulto pesa casi el doble que las hembras.

Los trabajos comentados anteriormente corresponden al ciervo rojo escocés (*Cervus elaphus scoticus*), por lo que el objetivo del presente trabajo ha sido el de estudiar algunas características del crecimiento del ciervo ibérico (*Cervus elaphus hispanicus*) criado en cautividad.

Material y métodos

Los controles de pesos de los gabatos realizados desde el nacimiento al destete (Fase I) están descritos en el trabajo titulado *Estimación de la producción de leche en ciervas ibéricas por métodos indirectos*. Los controles de peso realizados desde el destete a los 6 meses de vida (Fase II) tuvieron lugar en las mismas instalaciones, y con los mismos equipos mencionados en el primer trabajo y fueron realizados una vez por semana. La población estudiada fue pequeña y estuvo constituida por 4 hembras y 9 machos. Las velocidades de crecimiento medias fueron comparadas mediante un test *t*.

Resultados

Fase I ; crecimiento desde el nacimiento al destete. El nacimiento de los gabatos se produjo entre el 15 de mayo y el 23 de junio de 1996. El peso medio inicial de los machos fue de 6,89 kg, mientras que el de las hembras fue de 6,0 kg (Cuadro 1). Una distribución de frecuencias por sexos está representada en el Gráfico 1, y se puede observar que el 30,77% de la población fueron machos que pesaron al nacimiento 6,4 kg mientras que el 15, 38% de la población corresponde a hembras que pesaron 5,6 kg. Aunque no se observaron diferencias significativas entre los pesos, la distribución de frecuencias muestra un sesgo hacia los pesos más bajos en el caso de las hembras, mientras que para el caso de los machos éste sesgo se desplaza en sentido opuesto.

Los gabatos durante el primer mes de vida dependen completamente de la leche de la madre aunque gabatos procedentes de hembras con baja producción lechera ganan independencia de sus madres antes que aquellos procedentes de hembras más productoras. El crecimiento de los gabatos durante la fase de lactancia o amamantamiento es, por tanto, un fiel reflejo de la cantidad y calidad de pasto o alimento disponible para sus madres. Así (Loudon et al. 1984) obtuvieron velocidades de crecimiento medias de 369 g/d para los primeros 100 días

de vida en gabatos en lactación cuyas madres consumían un pasto de calidad media. Cuando las condiciones del pasto mejoraron se obtuvieron mejoras en el peso al destete de los gabatos. Las velocidades de crecimiento hasta el destete en grupos de gabatos amamantados naturalmente y situados en los pastos de Glensaugh (Escocia) oscilaron entre 206 y 313 g/d en machos y entre 124 y 290 g/d en hembras (Blaxter y Hamilton, 1980). Las velocidades de crecimiento observadas en nuestro trabajo se encuentran entre los rangos encontrados por los anteriores autores siendo de 226,89 g/d para los machos y de 200,75 g/d para los hembras. En el Gráfico 2 se observa un mayor distanciamiento entre machos y hembras que el observado en el Gráfico 1, es decir, ahora el 46,16% de la población fueron machos de pesos comprendidos entre 40 y 45 kg mientras que el 15,38% fueron hembras de 30 kg. Por lo tanto, a lo largo del crecimiento en ésta primera fase se ha observado un marcado dimorfismo sexual aunque las diferencias no fueran significativas. Serían necesarios más trabajos durante la lactancia en los que se estudiase la ingestión de alimento, así como la correlación entre la producción de leche y las velocidades de crecimiento de los gabatos.

Fase II ; crecimento desde el destete a los 6 meses de vida. El destete tuvo lugar en octubre y los últimos controles que figuran en éste trabajo corresponden al mes de enero. Ciervos rojos en cautividad y durante el primer año de vida, alojados en interior y destetados con una dieta peletizada a base de cereal con 18,7 % de proteína bruta y 12 MJ de EM/kg, mostraron velocidades de crecimiento de alrededor de 250 y 330 g/d para hembras y machos respectivamente, y ganancias de aproximadamente 1kg de peso por cada 3kg de materia seca consumida (Blaxter et al. 1974). En nuestro estudio las velocidades de crecimiento siguieron manteniendose superiores para machos frente a hembras, aunque las diferencias no fueran significativas. El menor valor observado en las velocidades de crecimiento (110 vs 91,25 g/d para machos y hembras respectivamente) es debido a que estos valores medios han sido calculados sin concluir aún el invierno. Es de esperar que a pesar de que se produzca una pérdida de peso durante el invierno, dichas diferencias desaparecan en el verano. Kay, (1985) realizó una prueba durante los meses de invierno en Escocia, donde ciervos rojos machos fueron racionados a un 0,7 de su capacidad de ingestion ($g/kg^{0,75}$), y aunque llegaron a pesar aproximadamente un 50% menos que los controles, durante el verano y después de 6 meses de alimentación *ad libitum* la diferencia entre grupos se redujo al 10%. Parece que factores endocrinos y metabólicos juegan un papel determinante en el control de la ingestión, y es obvio que la caída en la ingestión durante el invierno no es consecuencia de ninguna limitación física. Es decir, que factores metabólicos antes que limitación física en la ingestión deben ser los responsables de ese crecimiento compensatorio producido entre el invierno y el verano.

Bibliografía

Adam, C. L. y Moir, C. E. 1985. Effect of winter nutrition of young farmed red deer on their subsequent growth at pasture. Anim. Prod. **40:** 135-141.

Blaxter, K.L., Kay, R. N. B., Sharman, G. A. M., Cunningham, J. M. M. y Hamilton, W. J. 1974. Farming the red deer. HMSO, Edimburgh .

Blaxter, K.L. y Hamilton, W.J. 1980. Reproduction in farmer red deer. 2. Calf growth and mortality. J. Agric. Sci. Camb. **95:** 275-284.

Loudon, A. S. I., Darroch, A.D. y Milne J.A. 1984. The lactation performance of red deer on hill and and improved species pastures. J. Agric. Sci., Camb. **102:** 149-158

Loudon, A. S. I. y Milne, J. A. 1985. Nutrition and growth of young red deer. Biology of deer production. The Royal Society of New Zealand, **22:** 423- 427

Kay, R. N. B. 1979. Seasonal changes of appetite in deer and sheep. Agricultural Reseach Council Research Review **5:** 13-15.

Kay, R. N. B. 1985. Body size, patterns of growth, an efficiency of production in red deer. Biology of deer production. The Royal Society of New Zealand, **22:** 411- 421.

Cuadro 1. Crecimiento de gabatos según el sexo.

	FASE I			FASE II		
	macho (9)	hembra (4)	esm	macho (8)	hembra (4)	esm
Días	148,11	156,5	5,86	78	78	-
peso inicial (kg)	6,89	6,00	0,22	39,63	37,50	1,84
peso final (kg)	40,00	37,50	1,71	48,38	44,75	2,02
VC (g/d)	226,89	200,75	9,77	110,0	91,25	5,20

esm= error estandar de la media ; FASE I= periodo de amamantamiento ; FASE II= crecimineto post-destete
VC= velocidad de crecimiento. El número entre paréntesis corresponde al número de animales por fase.

Gráfico 1. Distribución de frecuencias del peso de los gabatos al nacimiento según el sexo

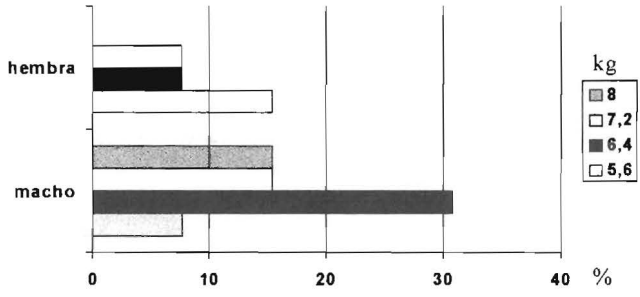
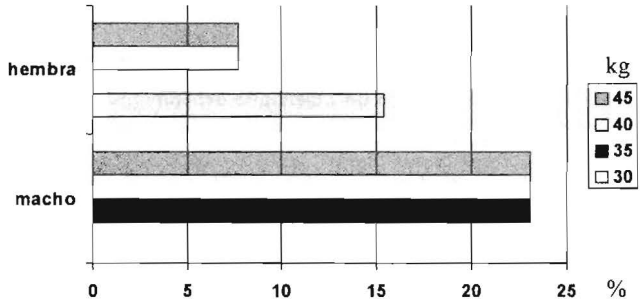


Gráfico 2. Distribución de frecuencias del peso de los gabatos al destete según el sexo



COMPARACION DE LA EFICACIA DIGESTIVA Y METABOLICA DE OVEJAS LECHERAS DE RAZA MANCHEGA Y LACAUNE: 1. INGESTION, DIGESTIBILIDAD Y PRODUCCION DE LECHE.

PEREZ-OGUEZ L., CAJA G., MOLINA E., SUCH X., FERRET A., GAFO C.
Unidad de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Autónoma de Barcelona. 08193 Bellaterra. Barcelona.

INTRODUCCION.

El material animal utilizado y su eficacia para lograr niveles de producción rentables es uno de los factores determinantes en cuanto a la viabilidad de los sistemas de producción de ovinos lecheros. Este concepto debe ser tenido en cuenta cuando se comparan razas entre sí, o se evalúan de una forma global los efectos producidos a largo plazo por los actuales esquemas de selección. Así, dentro de un ensayo amplio de evaluación de los efectos del Genotipo x Nutrición x Manejo para ovejas lecheras mediterráneas (Barillet, 1991), se realizó una comparación entre las razas Lacaune (Lc) y Manchega (Mn), caracterizadas por dos niveles productivos diferentes (alto y medio, respectivamente), como resultado de distintas intensidades de selección y sistemas de explotación (intensivo y semi-intensivo, respectivamente). En el presente trabajo, la comparación se centró en aspectos productivos (producción y composición de la leche) y nutritivos (niveles de ingestión y balance digestivo), dado que de una forma general estos factores son determinantes para establecer el coste del litro de leche.

MATERIAL Y METODOS.

Se utilizaron 24 ovejas en su segunda lactación, divididas en 2 grupos de 12 animales representativos de las razas Mn y Lc, respectivamente. Después del período de cría (4 semanas), los animales pasaron a ordeño y se adaptaron a la dieta experimental, consistente en una ración total mezclada (TMR) a base de ensilado de maíz (59.5.%), heno de alfalfa picado (21.4%), pulpa de remolacha granulada (4.4%) y concentrado (14.7%), que fue suministrada *ad libitum*. La composición y valor nutritivo de la ración completa fue 44.6% MS, 90.1% MO, 14.8% PB, 23.1% FB, 27.1% FAD, 45.4% FND, 1.18 UEm, 0.77 UFL, 95/80 gPDIE/N.

A lo largo de la experiencia (8ª a 18ª semanas de lactación) las ovejas fueron mantenidas en estabulación permanente en grupos de 6 animales por corral (Lote). Se controló diariamente la ingestión voluntaria de los lotes, con dos distribuciones de TMR al día, así como semanalmente la producción y composición individual de leche. Dentro del calendario experimental, se incluyeron dos períodos de 15 días de control individual de la ingestión, correspondientes a las 10ª-11ª (PI) y 13ª-14ª (PII) semanas de lactación. Durante PI y PII las ovejas se colocaron en plaza fija, atadas al comedero (con separadores para la individualización del consumo), equipadas con arneses y bolsas para la recogida de heces diaria (lunes-viernes), controlando la producción y composición diarias de leche.

Las muestras de leche se analizaron con un autoanalizador de infrarrojos (NIRS; InfraAlyzer 450, Bran+Luebbe), calibrado y validado con los métodos de referencia. El peso vivo y la condición corporal fueron registrados al comienzo y final de cada período. Para el tratamiento estadístico de los datos se utilizó GLM del paquete estadístico SAS (SAS, 1989), mediante análisis de varianza con medidas repetidas. El modelo estadístico fue: $Y_{ijklm} = \mu + R_i + P_j + RxP_{ijk} + e_{ijkl}$, donde Y_{ijklm}= variable medida, μ= media, R_i= raza, P_j= período, RxP_{ijk}= interacción raza y período, y e_{ijkl}= error aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSION.

La producción de leche de ambas razas (Tabla 1, Figura 1) durante PI y PII, muestra valores superiores para la raza Lc (+0.83 l/d, *P<0.001*). Dicha diferencia es menor a las descritas por Caja et al.(1993, 1994), que se situaron en 1.10 y 0.99 l/d en cada uno de los años. Así mismo, la cantidad de leche estandarizada por grasa y proteína (Bocquier et al. 1991) fue superior en la raza Lc (+0.75 l/d, *P<0.001*). Como en el caso anterior, la diferencia fue ligeramente inferior a las encontradas por Caja et al. (1993, 1994) durante el período de ordeño, de 0.92 l/d y 0.87 l/d, respectivamente. La evolución de la producción de leche (Figura 1) muestra una caída durante PI y PII para las dos razas, cuando los animales eran atados en plaza fija. Dicha caída fue algo inferior en la Lc (-15,8 y -11,3%), en relación a la Mn (-20,4 y -12,5%) para PI y PII, respectivamente. La composición de la leche (grasa proteína y caseína), de acuerdo con lo esperado, fue siempre superior en la raza Mn (Tabla1). Las diferencias fueron del orden de 1.31 g/100ml para la grasa, 0.65 g/100ml para la proteína y 0.24 g/100ml para la caseína. Estas diferencias en composición son comparables en proteína y superiores en grasa a las citadas por Bocquier y Caja (1993), de acuerdo con lo obtenido por Barillet y Boichard (1987). Por consiguiente no puede considerarse la raza Lc sea de calidad proteíca inferior a la Mn, sino que existe en efecto de dilución debido al distinto nivel de producción. En el caso de la grasa la superioridad en al raza Mn no es explicada por dicho efecto de dilución, sino por un efecto raza. La relación Grasa/Proteína fue de 1.17 y 1.25 en la Lc y Mn, respectivamente, indicando una mejor calidad de la leche para la fabricación de queso en la raza Mn, de acuerdo con lo señalado por Galzin (1992). La relación Proteína/Materias útiles totales fue semejante en ambas razas (0.42).

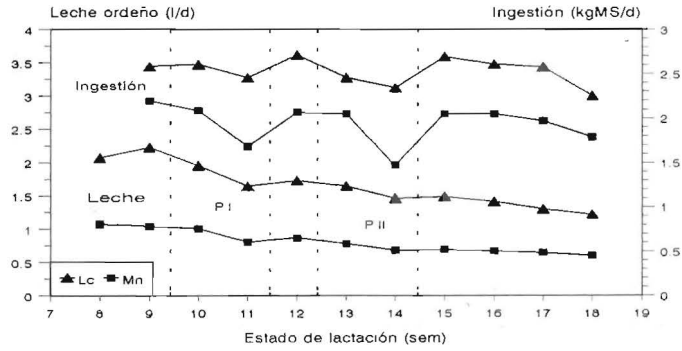
El peso vivo medio fue de 68.8 kg en la Lc y 70.9 kg en la Mn, mientras que la condición corporal se situó en 2.71 y 2.87, Lc y Mn respectivamente, no siendo significativas las diferencias. Las cantidades medias ingeridas durante PI y PII (Tabla1, Figura1), fueron superiores en la raza Lc (+ 0.62 kg MS/d, *P<0.001*), y un 32% respecto a la ingestión de la raza Mn. Los valores de ingestión en la Lc representaron un 3.6% de su peso vivo, mientras que en la Mn fueron de 2.6%. Los valores de ingestión en la Lc fueron similares a los descritos por Marie et al. (1994) en estudios de dos líneas de ésta raza, alimentadas con un TMR de similares características. En la raza Mn dichos valores fueron superiores a los obtenidos por Pérez-Oguez et al. (1995) con ovejas alimentadas a base de heno de rye-grass de baja calidad y concentrado. La evolución de la ingestión (Figura 1) muestra descensos durante PI y PII, siendo estos de -19 y -28% en la Mn, mientras que en la Lc se situaron en -6 y -5% respectivamente. En este sentido la raza Mn fue la más afectada por el estres experimental. En la figura 1 se observa que, a pesar de las importantes diferencias en el descenso de la ingestión en ambas razas, éstas no se aprecian en igual magnitud en la producción de leche. En lo referente a los valores de digestibilidad medidos (Tabla 1) fueron elevados y semejantes para las dos razas (dMS, 66.4 - 65.5% Lc y Mn respectivamente). Los valores resultan contrarios a lo generalmente aceptado, según lo cual a mayor ingestión debiera esperarse que la digestibilidad de los nutrientes disminuyera. Al parecer, la mayor producción y apetito en la raza Lc conseguidos por selección no parecen haber perjudicado su capacidad digestiva. Este estudio realizado con una pequeña muestra de ambas razas pone de manifiesto importantes diferencias productivas y alimenticias entre ellas. Estas diferencias estarían condicionando las estrategias de manejo a utilizar en la explotación de cada una de ellas.

Tabla 1: Efecto de la raza sobre la producción y composición de la leche , la ingestión y digestibilidad.

Parámetros medidos	Raza		*P<*
	Lacaune	Manchega	Raza
Producción *(ml/día)*:			
Leche ordeñada	1578 ± 76	746 ± 45	.001
Leche estándar[1]	1584 ± 74	830 ± 42	.001
Composición *(g/100ml)*:			
Grasa	7.33 ± 0.17	8.64 ± 0.19	.001
Proteína	6.23 ± 0.11	6.88 ± 0.12	.001
Caseína	4.87 ± 0.07	5.11 ± 0.06	.006
Ingestión *(gr/día)*:			
gr MS	2484 ± 61	1864 ± 51	.001
gr MS/kg PV	37 ± 1	27 ± 1	.017
gr MS/kgPV$^{0.75}$	105 ± 3	77 ± 3	.001
Digestibilidad *(%)*:			
MS	66.4 ± 0.4	65.5 ± 0.7	.NS
MO	69.1 ± 0.4	68.7 ± 0.6	.NS
PB	67.6 ± 0.5	69.4 ± 0.7	.048
Energía	66.9 ± 0.5	63.3 ± 0.7	.NS

[1]:Leche estándar según Bocquier et al. (1991).

Figura 1: Evolución de la ingestión y la producción de leche en ovejas Manchegas y Lacaune.



BIBLIOGRAFIA.

Barillet F; Boichard D. 1987. Gen. Sel. Evol., 19, 45-474.

Barillet F. 1991. Maîtrise des facteurs de production en Ovins Laitiers, pour réduire les coûts, offrir une alternative d'élevage pour les communautés européennes et améliorer la qualité des produits. Programme CEE 8001-CT 91-0113.

Bocquier F; Guillouet PH; Barillet F. 1991. EAAP Publication No. 58. p. 345-348

Bocquier F; Caja G. 1993. Vth International Symposium on Machine Milking of Small Ruminants. Budapest. p. 580-607.

Caja G; Such X; Ferret A; Casals R. 1993. ITEA: Producción Animal, 12 (vol.extra), 24-26.

Caja G; Such X; Ferret A; Casals R. 1994. *In*: Programme CEE 8001-CT 91-0113.

Galzin M. 1992. Ier Symposium sur l'alimentation des brebis laitieres dans le rayon de Roquefort. 23 Septembre, Saint-Affrique, Aveyron. pp. 2-3.

Marie C; Guillouet P; Aurel M.R; Bocquier F; Jacquin M; Barillet F.1994. *In*: Programme CEE 8001-CT 91-0113. Rapport 1994. E4 (iv).

Pérez-Oguez L; Caja G; Such X; Ferret A; Gafo C. 1995. ITEA: Prod. Animal. 16 (vol. -extra),12-14.

SAS Institute Inc. 1989. SAS/STAT User 's guide, v.6, cary, NC.

COMPARACION DE LA EFICACIA DIGESTIVA Y METABOLICA DE OVEJAS LECHERAS DE RAZA MANCHEGA Y LACAUNE : 2. BALANCE ENERGETICO - PROTEICO Y EFICACIA METABOLICA.

PEREZ-OGUEZ L., CAJA G., MOLINA E., SUCH X., FERRET A., GASA J.
Unidad de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Autónoma de Barcelona. 08193 Bellaterra, Barcelona.

INTRODUCCIÓN.

La eficacia con que la oveja utiliza los alimentos para la producción de leche es, sin duda, un criterio económico relevante en las explotaciones de ovino lechero, dado que el coste de la alimentación es uno de los factores de mayor incidencia en la rentabilidad de este tipo de explotaciones (Joy et al. 1989). Por otra parte, la lactación corresponde al período en el que las necesidades nutritivas del animal son máximas y, con frecuencia, en esta fase del ciclo productivo se utiliza mayor cantidad de alimentos concentrados que normalmente se adquieren fuera de la explotación. De acuerdo con ésto, dentro de un estudio de evaluación de los efectos del Genotipo x Nutrición x Manejo, para ovejas lecheras mediterráneas (Barillet, 1991), se realizó una comparación entre las razas Lacaune **(Lc)** y Manchega **(Mn)**, caracterizadas por niveles de producción y sistemas de explotación diferentes. En este trabajo, una muestra de ambas razas fue sometida, durante el período de ordeño, a condiciones semejantes de alimentación y manejo, a fin de poder comparar su eficacia en la utilización digestiva y metabólica de la energía y la proteína.

MATERIAL Y METODOS.

Se utilizaron 24 ovejas en su segunda lactación, divididas en 2 grupos de 12 animales de las razas Mn y Lc, respectivamente. Después del período de cría (4 semanas), los animales pasaron a ordeño y se adaptaron a la dieta experimental. Esta consistió en una ración total mezclada (TMR) a base de: ensilado de maíz (59.5.%), heno de alfalfa picado (21.4%), pulpa de remolacha granulada (4.4%) y concentrado (14.7%), que fue suministrada *ad libitum*. La composición y valor nutritivo de la ración completa fue: 44.6% MS, 90.1% MO, 14.8% PB, 23.1% FB, 27.1% FAD, 45.4% FND y un valor nutritivo estimado de: 1.18 UEm, 0.77 UFL, 95/80 gPDIE/N, todos los valores sobre materia seca.

Dentro del calendario experimental (8ª a 18ª semanas de lactación) se incluyeron dos períodos de balance energético y proteico (5 días), correspondientes a las 11ª (PI) y 14ª (PII) semanas de lactación. Durante PI y PII los animales se alojaron en plaza fija, atados al comedero (con separadores para la individualización del consumo). Las ovejas fueron equipadas con arneses y bolsas para la recogida de heces, y sondas uretrales (Rüsch AG, Ch. 18, 5-15 ml) conectadas a bolsas de recogida de 1000 ml a las que se les adicionó previamente 75 ml de consevante (dilución de H_2SO_4 al 2% y HCOH al 0.3%). Se controló diariamente (lunes-viernes) la ingestión de alimento, la producción de leche y la cantidad total de heces y orina. Se tomaron muestras diarias, para su posterior análisis, de oferta, rechazo, heces y orina (que fueron congeladas) y leche ordeñada (conservada con $K_2Cr_2O_3$ al 7%). Las muestras de leche se analizaron con un autoanalizador de infrarrojos (InfraAlyzer 450, Bran+Luebbe), calibrado y validado con los métodos de referencia. El resto de las muestras fueron analizadas siguiendo la metodología AOAC (1990), realizando la determinación de la energía bruta en

bomba adiabática (Ika Calorimeter C-4000). La energía de las muestras de orina y leche se estimaron a partir de su composición, de acuerdo con las fórmulas señaladas por Blaxter (1989) y Bocquier et al. (1993). La energía contenida en los gases se estimó como un 8% de la energía bruta del alimento según INRA (1988), a fin de estimar la energía metabolizable de la racón consumida. Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SAS (SAS, 1989), mediante un GLM con medidas repetidas, según el modelo: $Y_{ijklm} = \mu + R_i + P_j + RxP_{ijk} + e_{ijkj}$; donde Y_{ijklm}= variable medida, μ= media, R_i= raza, P_j= período, RxP_{ijk}= interacción raza y período, y e_{ijkj}= error aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSION.

Los valores obtenidos en el estudio de la partición energética de ambas razas, durante los períodos experimentales (Tabla 1), muestran una diferencia importante y significativa (*P<0.001*) en la cantidad de energía bruta (EB) ingerida a favor de la raza Lc (+ 15.5 MJ/d), como consecuencia en las diferencia en ingestión (Lc + 0.62 kg MS/d). Las diferencias entre razas para la energía digestible (ED) y energía metabolizable ingerida (EMi) también fueron significativas (*P<0.001*), siendo éstas a favor de la raza Lc, situándose en +10.47 MJ/d y +8.46 MJ/d, respectivamente. El coeficiente de metabolicidad de la ración (q) resultó semejante para ambas razas (q=0.533). En cuanto a la energía metabolizable disponible (EMd) para la producción de leche y aumento de peso, la diferencia (*P<0.001*), fue de 8.68 MJ/d a favor de la Lc.

La relación entre la EMd y la EMi para ambas razas mostró valores más elevados en la Lc (60%) que en Mn (37%). Si se considera esta relación como una medida de la eficacia alimenticia para la producción y ganancia de peso, los resultados parecerían indicar una mayor eficacia en la raza Lc. Sin embargo estos valores son la consecuencia directa de unas necesidades de mantenimiento estimadas como semejantes entre razas y de una mayor ingestión en la Lc. Los valores teóricos de la eficacia metabólica calculados a partir de los valores medios de q para cada raza, correspondieron a: Lc (k_l = 0.592, k_m = 0.708 y k_f = 0.427) y Mn (k_l = 0.590, k_m = 0.706 y k_f = 0.419). A partir de estos valores, la estimación de la energía neta retenida (ENr), indicó una situación de balance moderadamente positivo en la Lc y cero o ligeramente negativo en la Mn (Tabla 1). Estos valores son equivalentes a 0.11 UFL/d para la Lc y -0.09 UFL/d para la Mn.

El balance nitrogenado obtenido (Tabla 1), al igual que en el caso de la energía, muestra la mayor diferencia (*P<0.001*) entre razas en la cantidad de nitrógeno ingerido y en la exportación de éste en la leche (15.41 y 7.91gN/d para Lc y Mn, respectivamente). La digestibilidad aparente del nitrógeno (dN) mostró diferencias (*P<0.05*) entre razas. Sin embargo la digestibilidad real del nitrógeno, estimada considerando el nitrógeno fecal metabólico en función de la cantidad de materia seca ingerida (30gNmf / kgMS ingerida, NRC 1985), no mostró diferencias significativas (88.0% y 90.0%, Lc y Mn, respectivamente). La estimación de la retención de nitrógeno neta (RN) fue inferior en la raza Mn, aunque las diferencias no fueron significativas. La raza Lc, de mayor nivel productivo, muestra adaptaciones digestivas y metabólicas que resultan de interés para explicar su eficacia en condiciones de alimentación intensivas.

Tabla 1: Efecto de la raza sobre la partición de energía y el balance energético en ovejas lecheras.

Parámetros medidos	Raza		*P*<
	Lacaune	Manchega	Raza
Partición de la energía:			
Ingestión *(gr/MS/d)*	2400 ± 61	1568 ± 73	.001
EB *(MJ/d)*	44.72 ± 1.16	29.22 ± 1.39	.001
ED *(MJ/d)*	29.86 ± 0.81	19.39 ± 0.85	.001
EMi *(MJ/d)*	24.05 ± 0.66	15.59 ± 0.85	.001
q^1 *(%)*	0.54 ± 0.01	0.53 ± 0.01	NS
M^2 *(MJ/d)*	9.48 ± 0.12	9.70 ± 0.23	NS
EMd *(MJ/d)*	14.57 ± 0.64	5.89 ± 0.88	.001
EN_l *(MJ/d)*	7.92 ± 0.37	4.17± 0.21	.001
K_l^3 *(%)*	0.60 ± 0.13	0.59 ± 0.20	NS
ENr^4 *(MJ/d)*	0.78 ± 0.49	-0.63 ± 0.56	.072
Balance Nitrogenado:			
N ingerido *(gN/d)*	55.8 ± 1.43	36.4 ± 1.66	.001
Nfecal *(gN/d)*	18.0 ± 0.56	11.1 ± 0.56	.001
dN *(%)*	0.67 ± 0.01	0.69 ± 0.01	.048
Gastos N^5 *(gN/d)*	55.8 ± 1.48	37.9 ± 1.45	.001
RN *(gN/d)*	-0.07 ± 0.73	-1.52 ± 1.13	NS

[1]: Coeficiente de metabolicidad (EM/EB); [2]: Mantenimiento = 95 kcal EM/kgPV $^{0.75}$; [3]: K_l estimada según Vermorel et al. (1987); [4]: EN retenida estimada (EMd · K_l - EN_l); [5]: Gastos de Nitrógeno = heces, orina, leche y lana estimada para 1.5 Kg/año = 0.5 gN/d (Bocquier y Caja, 1993).

BIBLIOGRAFIA.

AOAC., 1990. 15th Edition. Woshington.

Barillet F. 1991. Maîtrise des facteurs de production en Ovins Laitiers, pour réduire les coûts, offrir une alternative d'élevage pour les communautés européennes et améliorer la qualité des produits. Programme CEE 8001-CT 91-0113.

Blaxter , K. L. 1989. Energy metabolism in animals and man. Cambridge University Press, 336 pp.

Bocquier F; Caja G. 1993. Vth International Symposium on Machine Milking of Small Ruminants. Budapest. p. 580-607.

Bocquier F; Barillet F; Guillouet P; Jacquin M. 1993. Ann Zootech, 42: 57-66.

INRA (1988) alimentation des bovins, ovins & caprins. INRA. Paris. 471 pp.

Joy S; Gallego L; Larrauri A. 1989. ITEA: Producción Animal, 10 (vol extra), 549-551.

NRC. 1985. Ruminant nitrogen usage. National Academy Press. Washinton, D.C. 138pp.

SAS Institute Inc. 1989. SAS/STAT User 's guide, v.6, cary, NC

Vermorel M; Coulon J. B; Journet M. 1987. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. (70) 9-18.

COMPARACIÓN DE LA INGESTIÓN Y DIGESTIBILIDAD EN OVEJAS LACAUNE Y MANCHEGA: 1. GESTACIÓN[1]

MOLINA E., FERRET A., CAJA G., CALSAMIGLIA S., GASA J.

Facultat de Veterinària. Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 Bellaterra. Barcelona.

INTRODUCCIÓN

La evolución de la ingestión voluntaria al final de la gestación en el ganado ovino es un punto controvertido. Los factores más comunmente implicados son el nivel de suplementación con concentrado (Orr y Treacher, 1984; 1989; Castro et al., 1994), la calidad y tipo de forraje (Tissier et al., 1975; Chestnutt, 1989; Orr y Treacher, 1990) y el número de corderos gestados (Gasa et al.,1994; Ferret et al., 1994). Sin embargo, no se han analizado otros factores como el potencial de producción de leche ligado a la raza como posible fuente de variación.

El objeto del presente estudio es comparar la ingestión voluntaria de forraje en ovejas de alto (Lacaune) y medio (Manchega) potencial de producción lechera, durante el último tercio de la gestación, así como la digestibilidad de la dieta y otros parámetros productivos, como son el peso al nacimiento de los corderos y las variaciones de peso vivo (PV) y condición corporal (CC).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 10 ovejas de raza Lacaune (LC) y 10 de raza Manchega (MN), adultas y gestantes simples. El diagnóstico de gestación se hizo mediante ecografía (Ultra-Scan 900, AMI) a los 60 días después de la inseminación artificial. La alimentación consistió en heno picado de alfalfa *ad libitum* (84.5% MS, 89.9% MO, 49.7% FND y 17.4% PB sobre MS) y 0.3 kg/d de concentrado compuesto por: 73.6% cebada troceda, 22.3% harina de soja, 2.1% carbonato cálcico, 0.7% fosfato cálcico, 0.65% cloruro sódico y 0.65% corrector vitamínico mineral (90.5% MS, 93.6% MO, 16.3% FND, 18.9% PB y 2.2% GB sobre MS). El concentrado se distribuyó en una sola toma, mientras que el forraje se distribuyó en dos tomas al día. Desde la octava semana antes del parto y en semanas alternas hasta el momento del mismo, la ingestión se controló individualmente y se hicieron balances de digestibilidad. Para ello, los animales se ataban al comedero y se les colocaba un arnés con bolsa para la recogida de heces. Se siguió la evolución del PV y CC quincenalmente y tras el parto. Se controló el peso de los corderos al nacimiento. Los datos, con excepción del peso vivo de los corderos al nacimiento, se procesaron mediante un análisis de varianza por medidas repetidas (SAS, 1989), con la raza como factor principal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La ingestión media (Tabla 1) fue de 2153 y de 2065 g MS/d para las ovejas LC y MN respectivamente, siendo esta diferencia no significativa. Al expresar la ingestión por kg de peso

1. Trabajo enmarcado en el proyecto CICYT AGF93-0526.

metabólico al parto ($PV^{0.75}$), ésta fue un 10.3% superior en las ovejas de raza LC, tanto en ingestión de MS (P<0.06), como de MS Digestible (MSD; P<0.05). El estado de gestación afectó de forma significativa (P<0.001) a las medias anteriores. Teniendo en cuenta que la ingestión se mantuvo constante (P>0.10) entre las semanas -8 y -2 antes del parto, el efecto del estado de gestación fue debido únicamente al descenso que se produjo en los 15 días anteriores al parto. En la figura 1 puede observarse la evolución de la ingestión de MS/kg$PV^{0.75}$ al final de la gestación. La digestibilidad media de la MO fue de 0.65 sin que hubiera diferencias entre razas.

El PV de las ovejas 11 semanas antes del parto fue de 69.3 kg en las ovejas LC y de 73.7 kg en las ovejas MN, el desequilibrio se debió al hecho de haber eliminado 4 ovejas (3 MN y 1 LC) del diseño, por error en el diagnóstico de gestación. A pesar de ello, la diferencia inicial entre razas no fue significativa. El aumento de peso con el estado de gestación fue significativo (P<0.001), sin embargo, la interacción de este factor con la raza no lo fue. Tras el parto, el PV de las ovejas LC fue de 74.4 kg y el de las MN de 78.5 kg (NS), lo que significa un incremento de peso con respecto a la semana 11 antes del parto del 7.4% y del 6.5% para LC y MN respectivamente (NS). La CC 11 semanas antes del parto fue de 2.83 y 2.93 para las ovejas LC y MN, respectivamente (NS). El aumento de CC, a lo largo del periodo de gestación estudiado, fue de 0.11 en las ovejas LC y 0.14 en las MN. Este incremento de CC con el estado de gestación fue significativo (P<0.06), pero no la interacción con el factor principal raza. La variación de CC no fue distinta entre razas.

En conclusión, en el racionamiento de ovejas lecheras gestantes simples al final de la gestación, la ingestión sólo se ve afectada de forma importante en las dos semanas que preceden al parto, por lo que sólo sería necesario aumentar la densidad energética de la ración en este periodo. La ingestión voluntaria de MSD por parte de las ovejas LC fue superior a la de las MN, sin que se tradujera en diferencias significativas en el peso de los corderos al nacimiento o en mayores aumentos de CC. La ingestión medida fue superior a la predicha por los sistemas de racionamiento más comunes, lo que sugiere una revisión de la predicción de la ingestión de MS.

BIBLIOGRAFÍA

Castro T., Bermúdez F.F., Valdés C., Mantecón A.R., Manso T., Salzar I., 1994. J. Anim. Feed Sci.,3:3, 181.

Chestnutt D.M.B., 1989. Anim. Prod. 49, 435.

Ferret A., Prió P., Gasa J., Caja G., 1994. J.Anim.Sci 72, Suppl.1,194.

Gasa J., Prió P., Ferret A., Caja G., 1994. Anim. Prod. 58, 484.

Orr R.J.,Treacher T.T., 1984. Anim. Prod. 39, 89-98.

Orr R.J.,Treacher T.T., 1989. Anim. Prod. 48, 109.

Orr R.J.,Treacher T.T., 1990. Anim. Prod. 5, 143.

SAS Institute Inc, 1989. SAS/STAT User's guide, v. 6, Cary, NC.

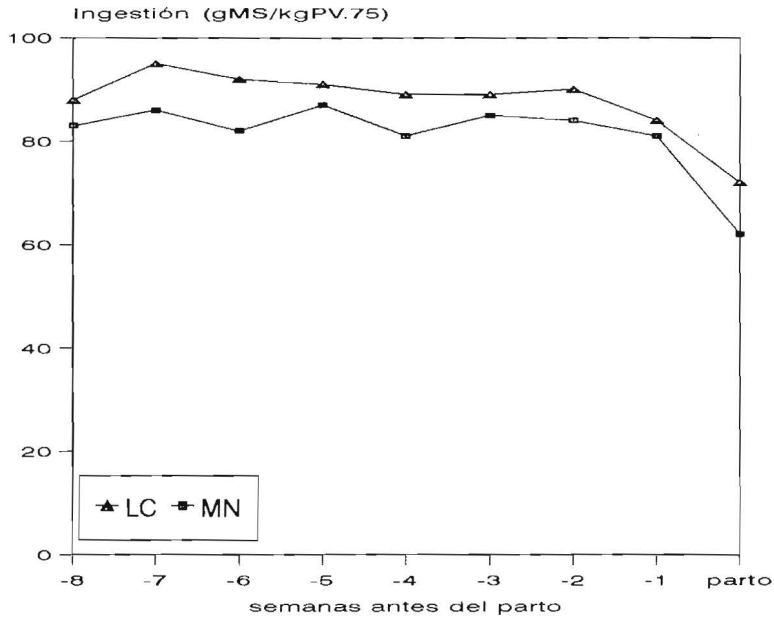
Tissier M., Thériez M., Molénat G., 1975. Ann. Zootech., 24, 4, 711.

Tabla 1. Comparación de la ingestión, digestibilidad y resultados productivos de ovejas de raza Lacaune y Manchega al final de la gestación.

	LC	MN	SEM[1]	P<
n	9	7		
Ingestión				
gMS/d	2153	2065	171	NS
gMS/kgPV$^{0.75}$/d	86	78	6	0.06
gMSD/kgPV$^{0.75}$/d	53	48	4	0.05
Digestibilidad MO(%)	65.3	64.5	1.0	NS
PV parto (kg)	74.4	78.5	1.9	NS
Variación PV (kg)[2]	5.11	4.84	1.02	NS
CC parto	2.94	3.07	0.07	NS
Variación CC (kg)[2]	0.11	0.14	0.07	NS
PV corderos (kg)	4.52	5.16	0.25	0.09

[1]: SEM: error estándar de la media
[2]: Diferencia entre el parto y la semana 11 antes del mismo.

Figura 1. Evolución de la ingestión (g MS/kg PV$^{0.75}$) en ovejas gestantes simples de raza Lacaune y Manchega al final de la gestación (las semanas impares son datos en grupo).



COMPARACIÓN DE LA INGESTIÓN Y DIGESTIBILIDAD EN OVEJAS LACAUNE Y MANCHEGA: 2. LACTACIÓN[1]

MOLINA E., CAJA G., FERRET A., SUCH X., CALSAMIGLIA S., PERIS S.

Facultat de Veterinària. Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 Bellaterra. Barcelona.

INTRODUCCIÓN

La capacidad de ingestión en ovejas de ordeño es poco conocida, ya que la mayor parte de los resultados se han obtenido con ovejas de carne durante el período de cría (Bocquier y Caja, 1993). Este trabajo se planteó como continuación del proyecto europeo CAMAR 8001-CT 91-0113, con el objeto de comparar la ingestión voluntaria de forraje en dos razas de ovejas de diferente potencial productivo y formato semejante, Lacaune y Manchega, durante las 12 primeras semanas de lactación, así como la digestibilidad de la dieta y otros parámetros productivos, como son la producción y composición de leche, las variaciones de peso vivo (PV) y condición corporal (CC).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 14 ovejas de raza Lacaune (LC) con un peso vivo (PV) al parto de 74.1 kg y una condición corporal (CC) de 2.8, y 14 ovejas de raza Manchega (MN), con un PV al parto de 76.2 kg y una CC de 3.0, todas ellas adultas y criando un cordero. En la 6ª semana de lactación se destetaron los corderos y las ovejas pasaron a ordeñarse dos veces al día. La alimentación consistió en ensilado de maíz *ad libitum* (durante la cría: 31.5% MS, 92.8% MO, 51.3% FND y 8.7% PB sobre MS; durante el ordeño: 28.5% MS, 93.2% MO, 49.1% FND y 8.6% PB sobre MS), alfafa deshidratada (91.9% MS, 86.0% MO, 44.7% FND y 17.6% PB sobre MS) en una proporción con el ensilado de 10:1 y 0.8 kg/d de concentrado, compuesto por: 32.2 % cebada troceda, 33.7% maíz, 28.4% harina de soja, 2.0% carbonato cálcico, 2.5% fosfato cálcico, 1.0% cloruro sódico y 0.2% corrector vitamínico mineral (89.5% MS, 90.6% MO, 15.2% FND, 20.6% PB y 1.5% GB sobre MS). Tanto el forraje como el concentrado se distribuyeron en 2 tomas diarias. La ingestión se controló individualmente durante la 5ª, 7ª y 12ª semana de lactación y se hicieron balances de digestibilidad, tal como se describió en un artículo anterior (Molina et al., 1997). El resto de semanas, la ingestión se controló en grupo (2 lotes de 6 ovejas por raza). Se siguió la evolución del PV y CC quincenalmente. La producción de leche se controló semanalmente, mientras que la composición de la misma (grasa bruta, GB y proteína bruta, PB) se analizó cada quince días, utilizándose un autoanalizador basado en la metodología NIRS. Durante la cría, la producción de leche se estimó por el método de la oxitocina (Doney et al., 1979). Al finalizar las fases de cría y ordeño se sacrificaron 4 ovejas de cada raza con el fin de estudiar las diferencias de desarrollo del tracto digestivo y profundizar en la comparación de ambas razas (datos no presentados). Los datos se procesaron mediante un análisis de varianza, con la raza como factor de variación, utilizando, en su caso, medidas repetidas (SAS, 1989) .

1. Proyecto CICYT AGF93-0526.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La ingestión media de MS (Tabla 1) de las ovejas LC durante la cría fue un 13% superior que la de las MN (2925 *vs* 2587 g/d, P<0.026). En el ordeño estas diferencias fueron de un 17.7%, (2814 *vs* 2391 g/d, P<0.009). La ingestión de MS digestible (MSD) por kg de peso vivo metabólico ($PV^{0.75}$) en la cría fue un 9.2% superior en las ovejas LC (71 *vs* 65 g; P<0.049) y durante el ordeño la diferencia media fue del 23.3% (74 *vs* 60 g; P<0.002). En la fase de ordeño, el estado de lactación no afectó significativamente la ingestión de MSD/kg $PV^{0.75}$. Sin embargo, sí que fue significativa la interacción de este factor con la raza (P<0.03) debido a la diferente evolución de ambas. Las LC aumentaron la ingestión, siendo de 72 g MSD/kg $PV^{0.75}$ en la semana 7ª y 76 g MSD/kg $PV^{0.75}$ en la 12ª, mientras que las MN la mantuvieron, 61 *vs* 60 g MSD/kg $PV^{0.75}$, sem 7ª y 12ª respectivamente.

Para comprobar que la individualización de las ovejas no afectó su comportamiento alimentario, se compararó la ingestión de cada semana en control individual con la ingestión de la semana anterior alojadas en grupo y en ningún momento las diferencias fueron significativas.

La digestibidad de la materia orgánica (dMO) no fue significativamente diferente entre razas durante la cría (0.65 *vs* 0.67, LC y MN respectivamente) pese a las diferencias de ingestión. Sin embargo, la diferencia fue significativa en el ordeño (0.67 *vs* 0.69, LC y MN respectivamente; P<0.036), el incremento de la dMO con el estado de lactación fue significativo (P<0.001), pero no la interacción con el factor raza.

Durante la cría, las LC incrementaron su peso 0.8 kg mientras que las MN aumentaron 2.3 kg, sin embargo, la diferencia entre razas no fue significativa. El aumento de peso con el estado de lactación no fue significativo ni tampoco la interacción de éste con el factor raza. Durante la fase de ordeño, las ovejas LC unicamente aumentaron 0.2 kg y las MN volvieron a aumentar 2.3 kg (NS). La variación de peso con el estado de lactación fue significativa (P<0.002), y se observó una tendencia en la interacción de éste con el factor raza (P<0.07). Tanto las ovejas LC como las MN aumentaron 0.1 punto de CC durante la cría y 0.08 puntos durante el ordeño, en ningún momento las diferencias fueron significativas.

La producción media de leche en la fase de cría fue de 2197 ml/d en las ovejas LC y de 1620 ml/d en las MN (P<0.001). La GB fue similar en ambas razas (7.31 *vs* 7.48 %, NS). La PB tampoco fue significativamente diferente (4.98 *vs* 5.16 %, LC y MN respectivamente). La producción de leche estándar (LST; Bocquier et al. , 1993) fue un 34.6% superior en las ovejas LC (2140 *vs* 1590 ml/d, P<0.008). En la cría, la variación con el estado de lactación únicamente fue significativa en el caso de la GB. En la fase de ordeño, las diferencias entre razas se incrementaron, siendo altamente significativas tanto para la producción como para la composición de la leche (Tabla 1). La LST fue un 100% superior en la raza LC que en la MN. La variación de estos parámetros con el estado de lactación fue altamente significativa (P<0.0001) en el ordeño.

BIBLIOGRAFÍA

Bocquier F., Barillet F., Guillouet P., Jacquin M., 1993. Ann. Zootech. 42, 57-66.

Bocquier F., Caja G., 1993. In: Proc. Int. Symp. Mach. Milking Small Rum. Kukovics Ed.,Budapest,

580-607.
Doney J.M., Peart J.N., Smith W.F., Louda F., 1979. J. Agric. Sci., Camb., 92, 123-132.
Molina E., Ferret A., Caja G., Calsamiglia S., Gasa J., 1997. VII Jornadas Prod. Animal, ITEA, en prensa.
SAS Institute Inc, 1989. SAS/STAT User's guide, v. 6, Cary, NC.

Tabla 1. Comparación de la ingestión, digestibilidad y resultados productivos de ovejas de raza Lacaune y Manchega durante las doce primeras semanas de lactación.

	LC	MN	SEM[1]	P<
CRIA:	(n=12)	(n=12)		
Ingestión				
gMS/d	2925	2587	100	0.026
gMS/kgPV$^{0.75}$/d	114	100	4	0.014
gMSD/kgPV$^{0.75}$/d	71	65	2	0.049
Digestibilidad MO (%)	64.6	66.5	0.9	NS
PV inicial (kg)	74.7	75.2	2.8	NS
Variación PV (kg)[2]	0.83	2.28	1.08	NS
CC inicial	2.79	2.98	0.08	NS
Variación CC (kg)[2]	0.10	0.10	0.04	NS
Leche				
Producción (ml/d)	2197	1620	200	0.0001
GB (%)	7.31	7.48	0.72	NS
PB (%)	4.98	5.16	0.15	NS
Leche estándar(ml/d)	2140	1590	232	0.008
ORDEÑO:	(n=10)	(n=10)		
Ingestión				
gMS/d	2814	2391	144	0.009
gMS/kgPV$^{0.75}$/d	115	91	6	0.001
gMSD/kgPV$^{0.75}$/d	74	60	4	0.002
Digestibilidad MO (%)	66.6	68.5	0.8	0.036
PV inicial (kg)	72.2	78.7	3.1	NS
Variación PV (kg)[3]	0.24	2.28	0.77	0.077
CC inicial	2.77	3.11	0.11	0.034
Variación CC (kg)[3]	0.08	0.08	0.07	NS
Leche				
Producción (ml/d)	1938	905	210	0.0001
GB (%)	6.87	7.90	0.55	0.009
PB (%)	5.42	6.24	0.23	0.0001
Leche estándar(ml/d)	1780	890	140	0.0001

[1]. SEM: error estándar de la media. [2]. Diferencia entre la semana 5 y la semana 1 de lactación.
[3]. Diferencia entre la semana 12 y la semana 6 de lactación.

DESTETE AL PARTO Y METODOLOGÍA DE APORTE DE CALOSTRO, INFLUENCIA SOBRE EL CRECIMIENTO DE LAS CORDERAS Y LA PRODUCCIÓN LECHERA DE LAS OVEJAS

L.M. Oregui, M.V. Bravo, J. Arranz, E. Urarte, I. Salvador
CIMA-Granja Modelo de Arkaute. Apdo. 46 01080 Vitoria-Gasteiz

Introducción

La presente comunicación forma parte de un trabajo orientado al análisis de los efectos del destete al nacimiento, como táctica de manejo de las corderas de reposición dentro de un plan de reducción-eliminación de la incidencia de Visna-Maedi en los rebaños lecheros de la Comunidad Autónoma del País Vasco realizado por el SIMA-Derio.

Materiales y Métodos

Exp. 1. Se utilizaron 49 corderas de raza Latxa distribuidas en 4 lotes (Cal1, Cal2, Cal3, Cal4), en función del tipo de calostro empleado, liofilizado en polvo (IMMUNO-BAC Lab. Calier S.A); liofilizado en pasta (COLOZYME OC, Vetinsa, S.A.); calostro natural de vaca y encalostrado natural con la madre. Las corderas de los tres primeros lotes se apartaron en el momento del nacimiento. A los lotes Cal1 y Cal2 se les proporcionó el calostro en una sola toma, siguiendo las pautas de cada producto y las corderas del lote Cal3 recibieron el calostro en cuatro tomas a razón de 180 ml/kg de PV (Mellor, 1990). Los animales del lote Cal4, se retiraron de las madres a las 24 horas, asegurándose en todos los casos la ingestión de calostro en al menos tres momentos. Una vez encalostrados, todos los animales fueron criados en lactancia artificial utilizando un substitutivo lácteo comercial en cubos y en un solo grupo de manejo. Inicialmente se proporcionó la leche *ad libitum* en tres tomas diarias, que se redujeron a 2 los 15 días, poniéndose a libre disposición heno de alfalfa, pienso (85% de cebada grano, 13% de soja y 2% de corrector vitamínico-mineral) y agua. A los 37 días el aporte de leche se redujo a una toma diaria y el destete se realizó a los 44 días de vida. El estado sanitario de las corderas se controló diariamente y el peso vivo semanalmente hasta la semana 11 de vida. Todos los animales recibieron sendas dosis de Se y Vit A, D_3 E, a la semana de vida y al destete.

Exp. 2. Se utilizaron 51 ovejas de raza Latxa distribuidas en dos lotes (A (n=27) y O (n=24)) homogéneos en cuanto a edad y producción lechera anterior, con fecha media de parto el 28 de enero (d.s.=1 día). En el lote A las ovejas criaron un solo cordero, pasando al ordeño de media a los 30 días post-parto (d.s.=2 días). En el lote O las ovejas fueron ordeñadas desde el parto sin haber tenido contacto con los corderos. La alimentación, consistente en silo de pradera natural en rotopaca (*ad libitum*), silo de maíz (1 kg/oveja/día) y 700 g de pienso, supuso unos aportes de 1.8 UFL y 206 g PDI día y fue igual en ambos lotes. A partir de la semana 5 las ovejas salieron al pasto durante 4 horas/día, retirándose el silo de maíz de la ración. En ambos lotes se realizó ordeño mecánico dos veces al día, determinándose la producción y composición de la leche (Inst. Lactológico de Lekunberri, Navarra) semanalmente hasta la semana 11 post-parto.

En ambas experiencias las distintas medidas semanales se consideraron como medidas repetidas, utilizándose el modelo (1) para su análisis. En la contrastación del efecto del tratamiento se ha utilizado la suma de cuadrados del efecto animal anidado a tratamiento. Los valores medios corresponden a las medias de mínimos cuadrados (lsmeans).

$$Y_{ijk} = \mu + Tratamiento_i + Animal_j(Tratameinto_i) + Semana_k + Semana_k*Tratamiento_i + \varepsilon_{ijk} \quad (1)$$

Resultados y discusión

Exp 1: El crecimiento medio (Cre) de las corderas durante las primeras 11 semanas de vida fue 151 g/día (e.s.=5.0), alcanzándose uno peso vivo (PV) final de 16.2 kg (e.s.=0.25) (Fig.1). Ninguno de los parámetros estuvo afectado significativamente ($p>0.1$) por el tipo del calostro utilizado, obteniéndose un crecimiento medio de 144 (e.s.=9.1), 164 (e.s.=9.4), 152 (e.s.=9.5) y 140 g/día (e.s.=11.5) para los lotes Cal1, Cal2, Cal3 y Cal4, respectivamente.

Por el contrario los crecimientos medios son diferentes entre semanas ($p<0.001$), con una ralentización del crecimiento en las semanas 4 a 6, similar ($p>0.1$) en los distintos los lotes, achacable a un proceso de ectima contagioso que afectó al conjunto de los animales. Aparte de esto no se produjo ninguna baja ni se observó ningún proceso clínico: diarreas, procesos respiratorios, etc., comunes en animales lactantes. Posteriormente y con el destete se produjo también una ralentización acusada del crecimiento, siendo en este caso más marcada en las corderas del lote Cal4 ($p<0.01$). Estos primeros datos, si bien limitados en cuanto al número de animales utilizados, muestran una similitud de resultados entre los distintos métodos de encalostramiento.

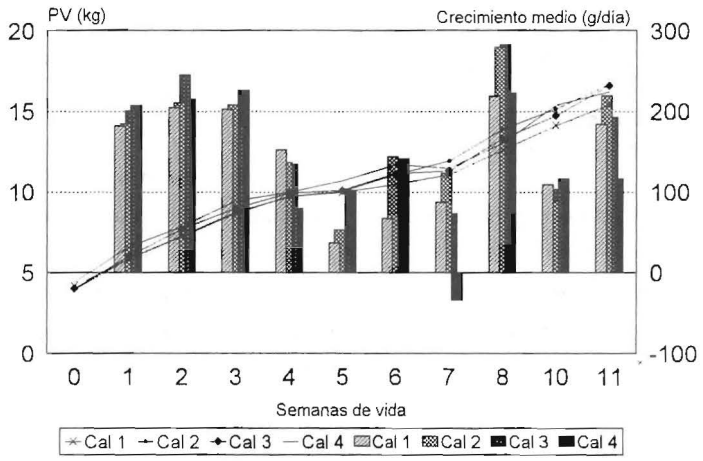


Figura 1.- Evolución del peso vivo (PV) y crecimiento diario (Cre) de las corderas con distinto tipo de calostro.

Exp 2. La producción lechera (PL) en el período de estudio para los animales en ordeño desde el parto (O) y tras el amamantamiento de los corderos (A) se indica en la Fig 2. Como puede apreciarse, ambos grupos experimentan una reducción de la producción desde el inicio del ordeño, independientemente del momento del mismo. En ambos tratamientos tanto las producciones iniciales (1005 *vs.* 1050 ml/día) y finales (786 vs. 775ml/día), para los tratamientos O y A respectivamente, fueron similares ($p>0.1$). Ello supone una reducción de la producción de 15 (e.s.=8.3) ($p=0.08$) y 65 (e.s.=10.0) ($p<0.05$) ml/semana en los lotes O y A respectivamente. Al considerar la producción ordeñada y comercializada, sin tener en cuenta la leche de la primera semana de las ovejas del lote O, esta es superior

($p<0.05$) en este lote O (61 l. (e.s.=5.0) vs 46 l. (e.s.=4.7)). Estos resultados son similares a los descritos por Caja et al. (1987) en la oveja manchega, si bien en otras razas (Hadjipanyiotou y Economides, 1986) no se ha visto una ventaja productiva en el destete al parto.

Al analizar de acuerdo con el modelo anteriormente descrito (1), la producción lechera semanal en las semanas 5 a 11 no se vio afectada de forma significativa ($p>0.1$) por el momento de inicio del ordeño, obteniéndose producciones medias de 846 ml/día (e.s.=32.3) y 937 ml/día (s.s.=32.5) en los lotes O y A, respectivamente. Ello supone unas producciones similares ($p>0.1$) en este período, con 44 l. (e.s.=4.0) y 46 (e.s.=4.7) (lotes O y A), mientras que los autores antes indicados observaron, en ovejas manchegas, una mayor producción en las ovejas que amamantaron los corderos. Será preciso confirmar estos resultados preliminares, profundizando en la persistencia de la lactación, aunque de los datos expuestos no parece derivarse que esta sea inferior en las ovejas ordeñadas desde el parto.

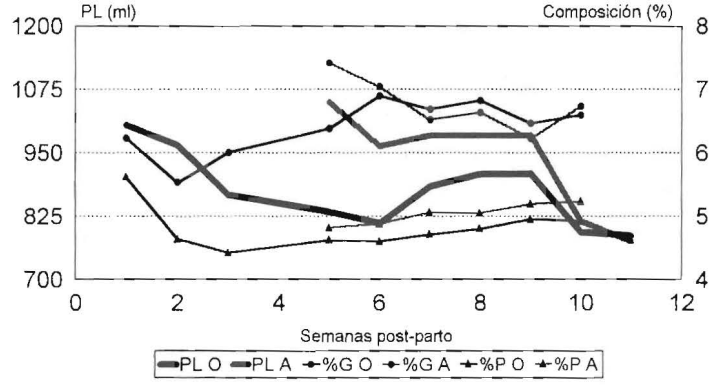


Figura 2.- Producción semanal y composición de la leche de las ovejas destetadas al parto (O) y tras la cría de los corderos (A).

En cuanto a la composición de la leche, no se observan diferencias ($p>0.1$) en el % de grasa (%G) en ambos lotes con valores medios de 6.64% (e.s.=0.07) y 6.76% (e.s.=0.07) y en los lotes O y A respectivamente. Por el contrario el % de proteína (%P) en el lote A (5.04% e.s.=0.03) fue superior ($p<0.001$) al encontrado en el lote O (4.77% e.s.=0.03), con diferencias similares a lo largo del periodo analizado (Fig. 2). La presencia o no del cordero podría afectar al control hormonal de la sintesis y secrección de proteínas; en particular se ha visto que la oxitocina incrementa, *in vitro*, la secreción de caseinas neosintetizadas (Olivier-Bousquet, 1993).

Referencias Bibliográficas

Caja G., Torres A., Fernandez N., Gallego L., Molina M.P., Arranz J., 1987. Influencia del tipo de lactación y de la modalidad de destete sobre la productividad de rebaños lecheros de raza manchega. Becas Investigación, Caja de Ahorros de Albacete, 133 pp.

Hadjipanyiotou M., Economides S., 1986. Tech. Bull. 78. Agr.Res.Inst. Chipre. 7pp.

Mellor D., 1990. *In Practice*, 239-244..

Olivier-Bousquet M., 1993. En "Biologie de la Lactación". Editado por J.Martinet y L.M.Houdebine. Editorial INRA. p 367-387.

INFLUENCIA DEL APORTE DE *BETAÍNA* EN OVEJAS DE RAZA MANCHEGA : PRODUCCION Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE

C. Fernández, A. Molina, J.M. de la Fuente[1], A. López, L. Gallego

Departamento de Ciencia y Tecnología Agroforestal. ETSIA.
Universidad de Castilla-La Mancha. Campus Universitario. 02071-Albacete.
[1] Trouw Nutrition España

Introducción

La betaína es un compuesto natural obtenido a partir de la remolacha azucarera. Químicamente es trimetilglicina y alguna de sus funciones en el metabolismo son la de donar grupos metilo previniendo el engrasamiento del hígado y por lo tanto favoreciendo la movilización de nutrientes por el organismo.

El objetivo del presente trabajo es estudiar el efecto que sobre las fracciones y composición química de la leche del ordeño tiene la incorporación de betaína en el agua de bebida.

Material y métodos

La experiencia se llevó a cabo en la Granja Experimental perteneciente a la ETSIA de Albacete. Del total del rebaño formado por 100 ovejas se seleccionaron 20 que fueron repartidas en dos lotes homogéneos de 10 animales cada uno en función de la edad. Las ovejas estuvieron amamantando a sus corderos hasta que se produjo el destete brusco a los 42 ± 3 días, pasando a continuación al ordeño mecánico dos veces al día (9.00 a.m. y 17.00 p.m.) durante todo el periodo de ordeño. El secado se produjo al alcanzar una producción inferior a 200 ml/día.

El régimen alimentario al que estuvieron sometidas las ovejas durante los períodos de gestación y lactación fue en base a: pulpa de naranja (2,5 kg/oveja y día), alfalfa deshidratada (0,8-1 kg por oveja y día), paja de cebada (a voluntad), bloque vitamínico-mineral (a voluntad) y un pienso comercial (0,3-0,8 kg/oveja y día).

La betaína (que fue suministrada por Trouw Nutrition España) se diluyó a razón de 2 kg / 1000 litros en el agua del abrevadero. Empezó a distribuirse 15 días antes del parto continuándose su administración hasta que finalizó el experimento.

Durante todo el período de ordeño se controló semanalmente la producción de leche, hasta un máximo de 14 controles (6-19 semanas) y se obtuvieron las siguientes fracciones: Leche de Ordeño a Máquina (LM), Leche de Apurado a Máquina (LAM), Leche Total a Máquina (LTO = LM + LAM), y sumando las fracciones de la mañana (m) y de la tarde (t) la leche total diaria (LTD). En el ordeño de la tarde y cada 15 días se obtuvo la fracción de leche residual (LR) tras una inyección de oxitocina sintética (2 U.I./oveja). La composición química de cada una de las fracciones de ordeño fue determinada mediante un Milkoscan 104 A/B y realizada en el CERSYRA de Valdepeñas.

Los datos fueron tratados como una estructura factorial cuyo factor principal fue la incorporación de betaína en el agua. Para el análisis de varianza y comparación de medias se empleó el procedimiento GLM del SAS (1988).

Resultados

Los consumos de agua fueron de 5,56 litros por oveja y día para el lote de ovejas con betaína y de 7,19 litros por oveja y día para el control.

Comparando las fracciones LMm por lotes (Cuadro 1) observamos un efecto significativo ($P < 0,05$) de la betaína con respecto al grupo control, siendo la diferencia de

259,19 mL. Dicho efecto significativo no se mantiene en la fracción de la tarde, en donde la diferencia entre los lotes fue de 73,13 mL. Expresando estas fracciones en cantidades relativas tampoco se han encontrado diferencias significativas, así para el lote con betaína la fracción LMm representa un 57,07% y para el control 46,03%. Los valores son menores para la fracción LMt, con un 26,46% y un 32,37% para los lotes betaína y control respectivamente. Estos valores expresados en porcentaje se ajustan a los encontrados por otros autores en ovejas Manchegas (Molina et al. 1989, Such 1990 y Gallego et al. 1991).

Debido a que la fracción LM representó una mayor cantidad de leche que la fracción LAM y que el ordeño de la mañana también representó una mayor cantidad de leche, la cantidad de LTOm será superior a la LTOt y las diferencias, aunque no significativas, entre los lotes se mantendrán obteniendo la betaína valores superiores al control. Si comparamos las producciones por lotes vemos como las diferencias en el lote de betaína alcanzan un valor de 244,27 mL frente a los 95,42 mL del control, siendo este valor (el de la betaína) bastante superior a los 109 y 142 mL obtenidos por Fernández (1985) y Molina et al. (1989) respectivamente. Lógicamente mayores porcentajes fueron obtenidos en el ordeño de la mañana que en el de la tarde (61,38 vs 23,09% como media). Si separamos dichos porcentajes por tratamiento, no se detectaron diferencias significativas y la LTOm fue superior para la betaína en 11,04 puntos e inferior en 7,87 puntos para LTOt.

Expresada en cantidades relativas (sobre LTG) la LR representó el 12,86% para la betaína y el 21,11% para el control. Aunque la diferencia de 8,25 puntos no fue estadísticamente significativa es necesario recordar que la fracción LR expresa la cantidad de leche retenida por el animal, que iría en detrimento de la fracción máquina y sobre la que la betaína parece tener un efecto disminuyendo su valor (103,49 vs 112,93 mL/d para betaína y control respectivamente).

En el Cuadro 2 se muestra la composición química para las diferentes fracciones de ordeño. La leche más rica en materias grasas la LR, retenida en la ubre, que es la última fracción de la leche alveolar (Molina et al., 1989). Se han obtenido los mayores valores de grasa bruta para la fracción residual (GBr) que fue 9,75 g/100mL frente a la media de grasa día (GBd) resultó 7,80 g/100mL. Se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) en la GBr entre tratamientos (10,16 vs 9,34 g/mL, para betaína y control respectivamente), diferencias que se mantuvieron ($P < 0,05$) para la materia seca residual (MSr) con valores de 21,25 vs 19,41 g/100g en betaína y control respectivamente. Por lo tanto, los porcentajes en GB y MS de ambos lotes aumentaron con las últimas fracciones de ordeño mientras disminuyó ligeramente el porcentaje de proteína. Aunque en este trabajo no se ha estudiado cuanta betaína se absorbe a nivel de intestino delgado, parece que parte de la betaína escapa al metabolismo ruminal y puede ser absorbida y participar en las reacciones de transmetilación en el hígado (Mitchel et al., 1979), favoreciéndose el transporte de metabolitos en el torrente sanguíneo y posteriormente la calidad de la leche. Más estudios son necesarios para poder aclarar éstas hipótesis antes de recomendar una dosis a nivel práctico.

Agradecimientos

El presente trabajo forma parte de un contrato para actividades de apoyo tecnológico realizados con la empresa Trouw Nutrition España.

Bibliografía

Fernández, N., 1985. *Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. 363 pp.*

Gallego, L., Caja, G., Molina, M.P. y Such, X., 1991. *Ovis, 16: 29-54.*

Molina, M.P., Such, X., Fernández, N., Caja, G., y Torres, A., 1989. *IV Symposium internacional de ordeño mecánico de pequeños rumiantes. Kibbutz Shefayim (Israel), 655-679.*

Mitchel, A. D., Chappell, A. y Knox, K. L., 1979. *J. Anim. Sci. 49 : 764-774.*
SAS, 1988. *SAS Institute Inc., 1028 pp.*
Such, X., 1990. *Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria de Barcelona, 273 pp.*

Cuadro 1. Efecto de la betaína sobre el reparto de las fracciones de leche

FRACCIÓN	*BETAÍNA*	*CONTROL*	*SEM*	*PR > F*
mañana (mL/d)				
LMm	455,37[a]	196,18[b]	62,76	0,0471
LAMm	65,73	48,61	13,92	NS
LTOm	521,10	244,79	71,90	0,0611
tarde (mL/d)				
LMt	211,11	137,98	24,82	NS
LAMt	72,40	39,18	10,67	NS
LTOt	283,51	177,16	33,75	NS
LTD	804,61	421,95	100,28	0,0691
LR	103,49	112,93	15,63	NS
LTG	908,10	534,88	70,42	0,0677
mañana (%)				
LMm	56,60	46,49	2,79	NS
LAMm	8,17	11,52	1,48	NS
LTOm	64,76	58,01	2,19	NS
tarde (%)				
LMt	26,24	32,70	1,98	NS
LAMt	9,00	9,29	0,93	NS
LTOt	35,24	42,99	2,19	NS
LR	12,86	21,11	2,87	NS

LMm= leche máquina mañana; LAMm= leche apurado máquina mañana; LTOm= leche total ordeñada mañana;
LMt= leche máquina tarde; LAMt= leche apurado máquina tarde; LTOt= leche total ordeñada tarde;
LTD= leche total diaria; LR= leche residual ; LTG=(LTD+LR)= leche total glándula
Pr > F= Probabilidad ; NS= No significativo; SEM=Error estándar de la media
[a,b]= Letras distintas en una misma fila indica que existen diferencias significativas a $P < 0,05$.

Cuadro 2. Efecto de la betaína sobre la composición química de la leche ordeñada

FRACCIÓN DE ORDEÑO	*BETAÍNA*	*CONTROL*	*SEM*	*PR > F*
grasa bruta (g/100mL)				
GBm	6,94	6,91	0,219	NS
GBt	8,88	8,47	0,144[1]	0,0640
GBd	7,91	7,69	0,157	NS
GBr	10,16[a]	9,34[b]	0,256	0,0405
GBg	9,04	8,52	0,2138	NS
proteína bruta (g/100mL)				
PBm	5,64	5,62	0,1543	NS
PBt	5,61	5,49	0,1378	NS
PBd	5,63	5,56	0,1410	NS
PBr	5,18	4,78	0,2090	NS
PBg	5,40	5,17	0,191	NS
materia seca (g/100g)				
MSm	19,22	18,96	0,3613	NS
MSt	20,86	20,11	0,3082	NS
MSd	20,04	19,53	0,3006	NS
MSr	21,25[a]	19,41[b]	0,5227	0,0274
MSg	20,64	19,47	0,4050	NS

GB= grasa bruta; PB= proteína bruta; MS= materia seca;
m= mañana; t= tarde; d= diaria; r= residual ; g= glandula ;
Pr > F= Probabilidad; NS= No significativo; SEM=Error estándar de la media;
[a,b]= Letras distintas en una misma fila indica que existen diferencias significativas a $P < 0,05$.

RESPUESTA A DOS NIVELES NUTRITIVOS, CON DIETAS INTEGRALES EN OVEJAS.
I.- CONSUMO VOLUNTARIO, PESO Y CONDICIÓN CORPORAL.

C. Hernández, E. Sanz, G. Oviedo, M. Luna*, J. Surra

Departamento de Producción Animal

*Universidad de Lleida. * UdL-IRTA*

Introducción

Los alimentos integrales completos, dados como dieta única, plantean el problema de a qué nivel nutritivo presentarlos: Para cubrir las necesidades de las etapas fisiológicas de mayor demanda, a riesgo de una sobrealimentación en las restantes; o a un nivel medio, movilizando y recuperando las reservas corporales en las etapas de mayores y menores necesidades, respectivamente. Por otro lado, el consumo voluntario, que de estas dietas hace el ganado, no se ajusta a los modelos estándares de los distintos Sistemas de Alimentación (ARC, 1984; NRC 1985; INRA, 1990).

Se procedió a un ensayo experimental con dos alimentos integrales procesados en forma de cubos (*briquetas*): alta concentración nutritiva, que le permita no movilizar reservas corporales, y de más baja concentración nutritiva que, en periodos de máximas necesidades, se vea obligado a movilizar reservas corporales. Ofrecidos como alimentos únicos, con objeto de conocer el consumo voluntario de este tipo de piensos, en base a unas perspectivas prácticas de explotación, al poderlos ofrecer a voluntad, para simplificar el manejo; y, también, su repercusión en la movilización de reservas corporales.

Material y métodos

Se utilizaron 20 ovejas primíparas de raza Landschaf. Peso vivo (PV) y condición corporal (CC): 45,3 Kg y 3,4, respectivamente, al inicio de la experiencia. Distribuidas al azar en dos lotes experimentales, en el que permanecieron durante once meses (cubrición, gestación, lactación, 2ªcubrición, 2ª gestación).

La alimentación consistió en dos piensos integrales completos, elaborados en *briquetas*, en las que los forrajes fueron molidos groseramente (tamiz 5 cm). Se diferenciaron en la proporción de los ingredientes empleados, que dieron lugar a: 0,67 UFL y 77 g PDIN-E/Kg MS, pienso **A**; y 0,55 UFL y 63 g PDIN-E/Kg MS, pienso **B**. Los correctores vitamínicos minerales permanecieron invariables en las dos dietas. Su distribución se hizo sobre oferta del 7 % del peso vivo (PV), en materia fresca/día, para garantizar un rehusado >15 % sobre el ofrecido. El alimento ingerido, en cada lote, se calculó diariamente, por el ofrecido menos el rehusado, expresado en MS (Van Es & Van Der Meer, 1980).

Los animales fueron pesados, individualmente, y valorada su CC mensualmente, procurando hacerlo a la misma hora y en las mismas condiciones. La puntuación de la CC (MLC, 1975) se realizó sobre escala de 21 puntos, al considerar variaciones de 0,25 puntos.

Los resultados se sometieron al análisis de la varianza (GLM/ANOVA, S.A.S., 1990), así como a un análisis comparativo, no solo entre las dietas sino para cada estado fisiológico, para cada variable estudiada (Test comparaciones múltiples Student-Newman-Keuls).

Resultados y discusión

El consumo voluntario (CV), evolucionó paralelamente, en cada pienso, de acuerdo con la etapa fisiológica por la que atravesaba el animal (tabla 1). Incrementandose de acuerdo con las necesidades, aunque no guardando la misma proporcionalidad (63 *vs* 49 g/kg PV y 30 *vs* 33 g/kg PV, pienso A y B, máximo y mínimo CV). El paralelismo entre piensos fue roto en la última etapa de gestación en donde el consumo disminuyó en el pienso A y no en el B.

El CV de A fue mayor que el consumo de B ($P<0,0001$), excepto en la etapa 6 (final de gestación) (tabla 1), si bien pueden considerarse de alto consumo los dos piensos. Lo cual nos hace pensar que este tipo de dietas se ajustaría más al comportamiento de un forraje de muy buena calidad que al de un concentrado (Grovum, 1987; y Armstrong *et al.*, 1987), aproximándose, en los estímulos del CV, al modelo descrito por McClymont (1967).

El efecto estado fisiológico en el control de la ingestión, especialmente en hembras en lactación (Forbes, 1971), da lugar a cambios en la actividad del consumo y en las características del aparato digestivo, aumentando el volumen del mismo, (Stehr y Kirchgessner, 1976). En el caso de la última etapa de la gestación, unas mayores necesidades se ven limitadas por unas menores disponibilidades de espacio en la cavidad abdominal (Foot y Russel, 1979), sobre todo en el pienso A, que puede verse potenciado con otro factor, que determina variaciones en el CV, como es el *estatu* nutritivo.

El peso y la condición corporal. Su evolución dentro de cada lote (tabla 2) manifiesta que no hubo diferencias significativas ($P<0,05$) en el PV entre las etapas 2, 3, 4 y 5 en A; y 2, 3, 4, 5 y 6 en B. La CC en el lote A, se presenta que no son distintas las etapas 2, 3, 6 y 7; la 3 no es diferente de la 4, 6 y 7; y la 4 no es diferente de la 5; en el lote B las diferencias son más acusadas, así son diferentes ($P<0,05$)entre sí 2, 3, 5, (1 y 7) y (4 y 6), no lo son las de dentro del paréntesis, entre ellas.

Las diferencias entre piensos se manifestaron, en PV ($P<0,05$) solamente en la etapa 1, y en la CC, en la 1, 2, 4, 5 y 6.

Observamos que el pienso A da lugar a muy poca movilización de reservas; no siendo así el pienso B, cuyas cotas extremas están entre 4,69 y 2,36 de CC correspondientes al penúltimo mes de gestación y al destete.

Bibliografía

Armstrong R.H., Common T.G., Smith H.K. 1986. Grass & Forage Sci. 41:53-60.

Bocqier F., Theriez M., Prache S. y Brelurut A. 1990. En: Alimentación de Bovinos, Ovinos y Caprinos. INRA. Ed. Mundi-Prensa. pp.225-252.

Foot J.Z.& Russel A.J.F. 1979. Anim. Prod. 28:25-39.

Forbes J.M. 1971. Procedings of the Nutr. Soc. 30:135-142.

Grovum W.L. 1987. En: Owens F.N. (ed). Feed Intake by beef Cattle. Oklahoma State Unv.pp: 1-40.

McClymont G.L. 1967. En: Code C.F. (ed). Hambook of Phisiol. Sec 6: Alimentary Tract. American Physiol. Soc. Washington. pp 129-137.

MLC. 1975. Milton Keynes.

SAS. 1990. SAS User's Guide: Statistic. SAS Inst., Inc. Cary. NC.

Stehr W. & Kirchgessner M. 1976. Anim. Food Sci. & Techn. 1:53-60.

Van Es & Van Der Meer. 1980. 31st Ann. Meeting of E.A.P.

Tabla 1;- Evolución del consumo voluntario (Kg MS/día) a lo largo de las diferentes etapas fisiológicas, en ovejas Landschaf, en dos dietas de diferentes niveles nutritivos[1].

ETAPA FISIOLÓGICA	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
	gestación	*lactación*	*lactación*	*destete-30 d gest.*	*gestación*	*gestación*
	120-150 d	*0-30 d*	*30-60 d*		*60-90 d*	*90-120 d*
Pienso A[2]	$2,62^{d}\pm0,27$	$3,32^{b}\pm0,63$	$3,84^{a}\pm0,41$	$3,20^{b}\pm0,39$	$2,86^{c}\pm0,27$	$2,51^{d}\pm0,32$
Pienso B[2]	$2,00^{c}\pm0,34$	$2,62^{b}\pm0,32$	$3,02^{a}\pm0,42$	$2,98^{a}\pm0,19$	$2,52^{b}\pm0,20$	$2,62^{b}\pm0,23$

[1] Pienso A: 0,67 UFL y 77 g PDIN-E/Kg MS. Pienso B: 0,55 UFL y 63 g PDIN-E/Kg MS.

[2] Los piensos A y B fueron diferentes, a nivel de consumo voluntario, ($P<0,0001$) en todas las etapas fisiológicas, a excepción de la 6 (última etapa de gestación) en que no fueron diferentes.

Superíndices con letras diferentes valores diferentes para las etapas fisiológicas, dentro de cada pienso, $P<0,05$.

Tabla 2.- Peso vivo (kg) y condición corporal[1] (CC), de ovejas Landschaf, a lo largo de diferentes etapas fisiológicas, con dos dietas de distinto nivel nutritivo[2]

ETAPA FISIOLÓGICA		1 monta	2 gestación (120d)	3 parto (0)	4 lactación (0-30d)	5 lactación (30-60d)	6 2ª monta	7 2ª gest. (120d)
Pienso A	PV[3]	$41,74^{b}\pm2,7d$	$61,28^{a}\pm6,1c$	$58,97^{a}\pm6,6c$	$62,22^{a}\pm6,2c$	$60,94^{a}\pm6,4c$	$69,97^{a}\pm8,5b$	$84,09^{a}\pm8,4a$
	CC[4]	$3,12^{b}\pm0,27D$	$4,10^{b}\pm0,21A$	$4,00^{a}\pm0,33AB$	$3,65^{a}\pm0,29BC$	$3,32^{a}\pm0,76CD$	$3,75^{a}\pm0,52AB$	$3,97^{a}\pm0,14AB$
Pienso B	PV[3]	$49,23^{a}\pm3,5c$	$67,58^{a}\pm7,5b$	$62,71^{a}\pm8,1b$	$61,66^{a}\pm5,0b$	$61,32^{a}\pm4,9b$	$64,75^{a}\pm4,7b$	$79,07^{a}\pm6,8a$
	CC[4]	$3,80^{a}\pm0,32B$	$4,69^{a}\pm0,16A$	$3,36^{a}\pm0,62C$	$2,88^{b}\pm0,25D$	$2,36^{b}\pm0,33E$	$2,80^{b}\pm0,24D$	$4,03^{a}\pm0,16B$

[1] MLC (1975), apreciando 0,25 ptos.

[2] Pienso A: 0,67 UFL y 77 g PDIN-E/Kg MS. Pienso B: 0,55 UFL y 0,63 g PDIN-E/Kg MS.

[3] Superíndices con letras diferentes indican que los PV, de cada lote de pienso, son diferentes ($P<0,05$) entre etapas fisiológicas. Letras minúsculas diferentes indican que los PV, de cada etapa fisiológica, son diferentes entre piensos ($P<0,05$).

[4] Superíndices con letras diferentes indican que las CC, de cada lote de pienso, son diferentes ($P<0,05$) entre etapas fisiológicas. Los valores de la CC que tengan alguna letra mayúscula en común, dentro de cada etapa fisiológica, no son diferentes entre piensos ($P<0,05$).

RESPUESTA A DOS NIVELES NUTRITIVOS, EN DIETAS INTEGRALES CON OVEJAS.
II.- EN EL CRECIMIENTO DE LOS CORDEROS (0-60 d)

G. Oviedo, E. Sanz, C. Hernández, J. Ciria* y D. Cubiló

Dpto. Prod. Animal. Univ. Lleida.

**EUITA de Soria. Univ. Valladolid*

Introducción

La lactación implica el periodo fisiológico de máximas necesidades en ovejas, y a pesar de aumentar también la capacidad de consumo no guardan la misma proporcionalidad, con lo cual los animales tienen que movilizar reservas (Bocquier *et al.*, 1990). Con objeto de conocer mejor como puede afectar las dietas integrales únicas a los parámetros cualitativos y cuantitativos de producción de leche, a través del crecimiento de los corderos, se procedió a experimentar con dos alimentos de estas características: uno, alta concentración nutritiva, tal que su consumo en el inicio de la lactación le permita cubrir las necesidades del animal, y otro, de más baja concentración nutritiva, que en dicho periodo, no pudiendo cubrir las necesidades del animal, se vea obligado a movilizar reservas corporales.

Material y métodos

Se utilizaron 20 ovejas de raza Landschaf, durante su primera lactación, amamantando un solo cordero, distribuidas al azar en dos lotes.

La alimentación consistió en dos piensos integrales completos, elaborados en *briquetas*; los forrajes molidos groseramente (tamiz 5 cm). Diferenciandose ambos piensos en las proporciones en que entraron sus ingredientes, dando lugar: 0,67 UFL y 77 g PDIN-E/Kg MS, pienso A; y 0,55 UFL y 63 g PDIN-E/Kg MS, pienso B. Los correctores vitamínicos minerales permanecieron invariables en los dos piensos La distribución del alimento se hizo sobre una oferta del 7 % del peso vivo (PV), en materia fresca/día. Lo que garantizó un rehusado >15 % sobre el ofrecido.

A los corderos no se les ofreció pienso de apoyo durante los 60 días que duró la lactancia. Pesándose al nacimiento y, después, semanalmente hasta el destete. Tomándose el crecimiento de los corderos, del día 10 al 30, para estimar la producción de leche (PL) (INRA, 1990), y del día 0 al 60. para evaluar la ganancia diaria promedio (GDP).

En las ovejas se efectuó el potencial lechero de cada oveja, mediante el método de la doble inyección de oxitocina, un día por semana. La primera, una inyección intravenosa de 4 UI de oxitocina y a continuación el ordeño mecánico, *leche residual del cordero;* a las cuatro horas se repitió la operación, la leche obtenida x 6 = *producción potencial de leche/día.* De la leche de cada oveja se tomó una muestra, de 45 ml, que se distribuyeron en tres envases con dicromato potásico (0,01 g), para su posterior análisis de proteína y grasa por *Milkcotest.*

Se procedió al análisis estadístico de los efectos de cada dieta en los parámetros observados mediante análisis de varianza (GLM/ANOVA, S.A.S., 1990). Así como un análisis comparativo entre las dietas para cada variable estudiada (Test comparaciones múltiples Student-Newman-Keues).

Resultados y discusión

El peso de los corderos (tabla 1) manifestó diferencias ($P<0,05$) entre piensos a los 30 días, así como en la ganancia media diaria de los 10 a los 30 días. Para el resto de los parámetros no dieron diferencias significativas entre las dos dietas que recibían las madres.

La producción potencial de leche (tabla 2) no fue diferente entre periodos, para el pienso A. En el pienso B, solamente presentaron diferencias ($P<0,05$) la semana 3 y 8 que, a su vez, no fueron diferentes al resto de semanas y éstas entre sí. No hubo diferencias significativas en la PL, dentro de cada periodo, entre dietas.

La concentración de proteína (tabla 2) no fue diferente entre periodos, para el pienso A. Igualmente, no hubo diferencias significativas entre las semanas: (2 y 5) y (3, 4, 6, 7 y 8), en el pienso B; pero presentaron diferencias ($P<0,05$), en este pienso, entre los grupos de los dos paréntesis. Dentro de un mismo periodo, presentaron diferencias ($P<0,05$) entre dietas las semanas: 3, 4, 6, 7 y 8.

La concentración de grasa en la leche (tabla 2) no presentó diferencias significativas ni entre periodos, para cada pienso, ni entre piensos, para cada periodo.

Los resultados de estas dos dietas, en el peso de los corderos y la GMD (10-30), manifiestan que en el primer mes de lactación se ven perjudicados los del pienso B, quizás como consecuencia de la menor concentración en proteína de la leche, en las ovejas de este grupo. Este efecto podría estar justificado con la movilización de reservas corporales (grasa) que necesitan de una importante síntesis de lipoproteínas transportadoras de lípidos,que tendrían prioridad sobre las proteínas de la leche. Por lo que cuando hay movilización de reservas se requiere una concentración mayor de proteína en la dieta. Hecho que parece manifestarse en la leche del lote B, en las semanas de máxima producción, aunque ni la producción ni el contenido de grasa de la leche se vieron afectados, debido a la pérdida de condición corporal (de 4,96 a 2.36; datos de la 1ª parte de este trabajo) de este grupo.

En el segundo mes de lactación, no existen diferencias significativas en el PV de los corderos de ambos lotes, como consecuencia de que suplementan la alimentación láctea con el consumo de piensos de las madres.

Bibliografía

Bocquier F., Theriez M.., Prache S. y Brelurut A. 1990. En: Alimentación de Bovinos, Ovinos y Caprinos. INRA. Ed. Mundi-Prensa. pp.225-252.

Byers F.M. y Schelling G.T. 1993. En: El Rumiante. Fisiología digestiva y Nutrición. Church C.D. (ed). Edt. Acribia. Zaragoza.

INRA. 1990. Alimentación de Bovinos, Ovinos y Caprinos. INRA. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

SAS. 1990. SAS User's Guide: Statistic. SAS Inst., Inc. Cary. NC.

Schingoethe D.J., Byers F.M., y Schelling G.T. 1993. En: El Rumiante. Fisiología digestiva y Nutrición. Church C.D. (ed). Edt. Acribia. Zaragoza.

Van Es & Van Der Meer. 1980. 31st Ann. Meeting of E.A.P.

Tabla 1.- Evolución del crecimiento de los corderos lactando de ovejas Landschaf, sometidas a dos dietas de diferentes niveles nutritivos[1].

	Peso al nacimiento (Kg)	Peso a los 30 días (Kg)	Peso a los 60 días (Kg)	GMD[2] (10-30) (Kg/d)	GMD[3] (0-60) (Kg/d)
Pienso A	$4,57^{a} \pm 0,23$	$13,22^{a} \pm 0,45$	$19,76^{a} \pm 0,88$	$0,278^{a} \pm 0,01$	$0,250^{a} \pm 0,01$
Pienso B	$4,50^{a} \pm 0,25$	$11,83^{b} \pm 0,51$	$17,76^{a} \pm 0,99$	$0,235^{b} \pm 0,01$	$0,220^{a} \pm 0,01$
	P< 0,05	P< 0,06	P< 0,05	P< 0,02	P< 0,05

[1] Pienso A: 0,67 UFL y 77 g PDIN-E/Kg MS. Pienso B: 0,55 UFL y 63 g PDIN-E/Kg MS.

[2]GMD (10-30): Ganancia media diaria en el periodo 10-30 días de vida, estimador de la producción lechera de la madre.

[3]GMD (0-60): Ganancia media diaria en el periodo de 0-60 días de vida, valora el promedio de este periodo.

Superíndices con letras iguales indica que no hay diferencias significativas, para un mismo periodo o parámetro, entre piensos.

Tabla 2.- Producción potencial de leche[1] (l/d) y concentración en proteína (P) y grasa (G) (%, p/p), en ovejas Landschaf alimentadas a dos niveles nutritivos[2] con dietas integrales únicas.

pienso		2ª sem.	3ª sem.	4ª sem.	5ª sem.	6ª sem	7ª sem.	8ª sem.
	PL[1]	$1,57^{a} \pm 0,33$	$1,67^{a} \pm 0,42$	$1,59^{a} \pm 0,41$	$1,64^{a} \pm 0,43$	$1,49^{a} \pm 0,26$	$1,53^{a} \pm 0,32$	$1,39^{a} \pm 0,40$
A	P	$4,47^{a} \pm 0,74b$	$5,03^{a} \pm 0,60a$	$4,77^{a} \pm 0,45b$	$4,57^{a} \pm 0,55b$	$4,70^{a} \pm 0,43b$	$4,56^{a} \pm 0,34b$	$4,63^{a} \pm 0,30b$
	G	$7,06^{a} \pm 2,20$	$5,66^{a} \pm 1,02$	$5,57^{a} \pm 1,78$	$6,84^{a} \pm 1,63$	$5,53^{a} \pm 0,71$	$6,45^{a} \pm 0,94$	$5,71^{a} \pm 1,43$
	PL	$1,65^{a} \pm 0,58ab$	$1,92^{a} \pm 0,69a$	$1,73^{a} \pm 0,35ab$	$1,32^{a} \pm 0,29ab$	$1,35^{a} \pm 0,26ab$	$1,26^{a} \pm 0,10ab$	$1,05^{a} \pm 0,24b$
B	P	$3,78^{a} \pm 0,23$	$3,81^{b} \pm 0,01$	$3,82^{b} \pm 0,23$	$3,88^{a} \pm 0,32$	$3,91^{b} \pm 0,36$	$4,05^{b} \pm 0,36$	$4,06^{b} \pm 0,28$
	G	$6,59^{a} \pm 1,49$	$6,42^{a} \pm 0,25$	$6,18^{a} \pm 1,40$	$5,73^{a} \pm 1,28$	$5,95^{a} \pm 0,96$	$5,53^{a} \pm 1,14$	$5,75^{a} \pm 1,47$

[1] PL: producción potencial de leche, por el método de la doble inyección de oxitocina

[2] Pienso A: 0,67 UFL y 77 g PDIN-E/Kg MS. Pienso B: 0,55 UFL y 63 g PDIN-E/Kg MS

Superíndices con letras diferentes indica que los valores, para un mismo periodo, son diferentes (P<0,05) entre piensos.

Los valoresde los distintos periodos, para cada pienso, que tengan alguna letra en común no son diferentes (P<0,05).

EFECTO DEL GRANULADO DE LA PAJA SOBRE LA INGESTIÓN VOLUNTARIA Y LOS RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS DE OVEJAS GESTANTES

J.M. Medel, J.A. Guada, A. de Vega y J.A. Migueltorena
Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos
Facultad de Veterinaria, Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza.

Introducción

En zonas cerealícolas, la paja de cereales constituye un recurso habitual en la alimentación del ganado ovino, a pesar de que su baja ingestibilidad no permite cubrir las necesidades energéticas de mantenimiento (Castrillo y col. 1991). El molido y granulado de la paja permite aumentar su digestibilidad y consumo voluntario (Xandé y Demarquilly, 1983), con la ventaja adicional de un más eficiente almacenamiento, manejo y distribución del alimento (Sierra, 1996). Sin embargo, se desconocen las tasas de sustitución de la paja granulada en raciones mixtas, y si el diferente lugar de digestión asociado al tamaño de partícula condiciona los resultados productivos.

Material y métodos

Se utilizaron 48 ovejas Rasa Aragonesa gestantes de 55,5 ± 0,68 kg de peso vivo (PV) distribuídas en cuatro tratamientos. Estos consistieron en la administración de una misma paja con dos presentaciones, picada (P) (4 cm) o molida (3,5 mm de criba) y granulada (G) (0,7 x 2,5 cm^2), ambas ofrecidas "ad libitum" (15% de rehusos) y suplementadas con 300 y 600 g de un pienso concentrado, en un diseño factorial 2 x 2. El concentrado se formuló a base de cebada, harina de pescado y urea.

El experimento se inició a los 80 días de gestación registrándose las ingestiones durante las 5 últimas semanas, en las que se controló diariamente la oferta de concentrado y paja, y la materia seca (MS) rehusada. El consumo total de materia orgánica digestible (MOD) se calculó a partir de los coeficientes de digestibilidad estimados por interpolación en la recta de regresión establecida entre la relación paja:concentrado y los coeficientes obtenidos en una prueba paralela de digestibilidad realizada con 4 ovejas de similares características por tratamiento.

Los animales se pesaron semanalmente, tomándose como peso post-parto la media de los pesos registrados tras la expulsión de la placenta y a las 24 h. El cambio neto de peso (CNP) se estimó como la diferencia entre la ganancia de PV en los últimos 60 días de gestación y la pérdida de peso al parto calculada con los pesos pre y post-parto.

Resultados

El granulado de la paja incrementó en un 72% su ingestibilidad, lo que permitió aumentar el consumo total de MS en un 46% (tabla 1). El incremento en el consumo de MOD fue ligeramente inferior (30%), debido a la menor digestibilidad de las dietas con paja granulada, en las que la relación paja:concentrado fue mayor.

Tabla 1: Valores medios de ingestión de MS, proteína bruta (PBI) y MOD (MODI).

Paja	Picada		Granulada		Significación de los efectos			
Suplemento	300	600	300	600	RSD	Paja	Supl	PxS
PV	54,07	57,7	54,3	55,2				
Ingestión MS.								
Paja	784	737	1336	1273	384,4	***	NS	NS
Total	1058	1286	1610	1822	384,4	***	***	NS
PBI (g/d)	127	219	163	254	18,2	***	***	NS
MODI (g/d)	470	689	651	853	128	***	***	NS

*** $p<0,001$; NS no significativo

El consumo medio de paja no varió entre niveles de suplementación, pero cuando se estudió su evolución semanal se observó una depresión durante las tres últimas semanas de la gestación (figura 1). Esta depresión fue más acusada con la paja granulada (P=0,0014), y aumentó en ésta con el nivel de suplementación (P=0,0125), dando lugar a tasas de sustitución marginal de 0,37 0,47 y 0,46 para las semanas 3, 2 y 1 antes del parto. En el caso de la paja picada, las respectivas tasas de sustitución fueron de 0,19, 0,19 y 0,23, aunque el efecto del nivel de suplementación no fue significativo.

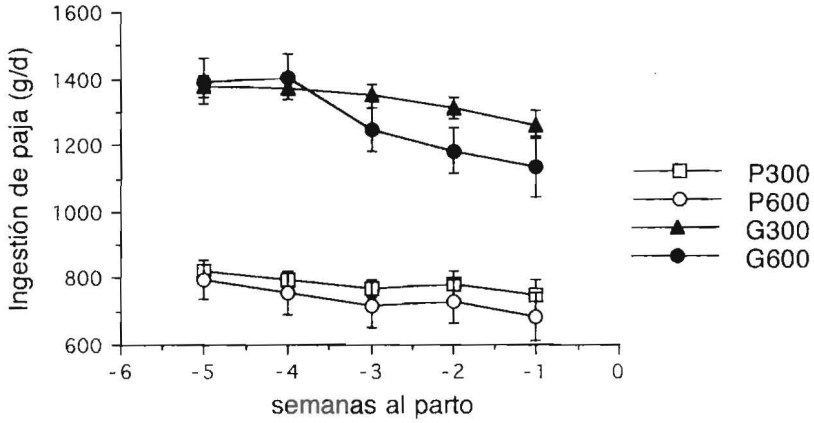


Figura 1: Evolución semanal de la ingestión de MS de paja.

El mayor consumo de MOD alcanzado con la paja granulada se reflejó en mayores ganacias de peso vivo durante los últimos 60 dias de la gestación, y en

menores pérdidas maternas de peso (tabla 2). El peso de los corderos al nacimiento varió con el tipo de parto (20% inferior en partos dobles) y con el nivel de suplementación (8% superior con 600 g). Sin embargo, el efecto tipo de paja no fue significativo, a pesar de que la variación en el consumo de MOD entre las dietas con paja picada y granulada fue de la misma magnitud que la observada entre niveles de suplementación (172 y 210 g/d de MOD).

Tabla 2: Influencia de la dieta sobre el peso de los corderos al nacimiento (PCN), Δ peso y cambio neto de peso (CNP) de la madre.

Paja	Picada		Granulada		Significación de los efectos				
Suplemento	300	600	300	600	RSD	Paja	Supl	PxS	Parto
nº ovejas									
S[1]	7	7	7	7					
D[2]	4	3	3	4					
PCN (kg)									
S	4,06	3,86	4,09	4,49	0,54	NS	*	NS	***
D	2,98	3,59	3,10	3,51					
Δ peso (kg)									
S	3,75	7,58	6,57	11,34	2,3	***	***	NS	NS
D	2,04	8,58	5,9	11,08					
CNP (kg)									
S	-1,94	1	0,26	3,07	2,69	***	***	NS	***
D	-7,4	-4,08	-3,56	1					

S[1] - parto simple; D[2] - parto doble; * p<0,05; *** p<0,001; NS no significativo

Para evitar pérdidas de peso materno, en las ovejas con parto sencillo, fue necesario suplementar la paja picada con 600 g/d de concentrado, mientras que con la granulada se consiguieron similares resultados productivos con solo 300 g/d. En el caso de las ovejas con parto doble, también se consiguieron similares resultados con ambos tratamientos, aunque los cambios netos de peso fueron negativos. Suplementando la paja granulada con 600 g/d de concentado se logró un nivel de ingestión equivalente a 1,75 veces las necesidades de mantenimiento, suficiente para evitar pérdidas maternas de peso.

Las ventajas de la granulación han de ser contrastadas con su alto coste (5 ptas/kg). Los resultados del presente experimento indican que, para estas condiciones y un precio del concentrado de 40 ptas/kg, el procesado de la paja sólo se justificaría económicamente si el precio de ésta no superase las 9 ptas/kg.

Referencias

Castrillo, C. Fondevila, M. Alibes, X. y Joy, M. 1991. Production and utilization of lignocellulosics.Ed. G.C.Galletti.Elsevier Applied Science, pp 339-373.

Xandé, A. y Demarquilly, D. 1983. Ann. Zootech., 27, 583-599.

Sierra, I. 1996. Arch. Zootec., 45, 51-65.

ESTIMACION DE LAS RESERVAS GRASAS DE OVEJAS DE RAZA RASA ARAGONESA MEDIANTE LA MEDIDA DEL TAMAÑO DE LOS ADIPOCITOS

J.A.Mendizabal, R.Delfa*, P.Eguinoa, C.Gonzalez* , B.Soret, A.Purroy, A.Arana

ETSIA. Universidad Pública de Navarra.. Campus de Arrosadía. 31006 Pamplona
* Unidad de Producción Animal. SIA-DGA. 50080 Zaragoza

Introducción

Las necesidades nutritivas de las ovejas no suelen coincidir generalmente con los aportes que reciben, por lo que se ven obligadas a almacenar reservas corporales durante los periodos excedentarios y a movilizarlas en los periodos de subalimentación. De ahí que sea necesaria una correcta gestión de las reservas corporales durante el ciclo productivo de las ovejas. Son numerosos los métodos desarrollados para estimar dicha composición corporal, variando notablemente en cuanto al grado de complejidad de su determinación y de precisión de la estimación (Lister, 1984;Purroy *et al.*, 1987). En la presente Comunicación, se estudia el método de determinación del tamaño de los adipocitos para predecir las reservas grasas de ovejas de raza Rasa Aragonesa y su comparación con los métodos basados en la determinación del peso vivo y de la nota de condición corporal.

Material y Métodos

Se han sacrificado 37 ovejas adultas secas y vacías de raza Rasa Aragonesa pertenecientes al rebaño experimental del SIA-DGA de Zaragoza, distribuidas uniformemente en un rango de peso vivo(PV) comprendido entre 29,8 y 79,2kg, y de nota de condición corporal(nCC) comprendida entre 0,75 y 4,5(Rusell *et al.*,1969). Inmediatamente después del sacrificio se pesaron las grasas omental (OM) y mesentérica (MES) y se tomaron muestras de grasa de los depósitos OM(zona media del epiplón mayor), MES(zona media del recto) pelvicorrenal (PR: zona cefálica del riñon izquierdo), subcutáneo (SC: base de la cola) e intermuscular (IM: plexo braquial derecho) para realizar la fijación de los adipocitos con tetróxido de osmio (Hirsch y Gallian, 1968). Tras la realización de las preparaciones microscópicas pertinentes, el diámetro de los adipocitos se determinó mediante la técnica de Análisis de Imagen (Biocom, 1992). Así mismo, al día siguiente del sacrificio se pesó la cantidad de grasa pelvicorrenal y se realizó la disección del cuadrado lumbar(lugar de palpación para la determinación de la nCC), ya que la composición tisular de esta pieza anatómica es representativa de la composición tisular de la oveja (Delfa *et al.*, 1989).

Resultados y Discusión

En la Tabla 1 figuran los resultados (medias y rangos) obtenidos para el PV, nCC, cantidad de grasa y diámetro de los adipocitos de los depósitos grasos estudiados.

En las tablas 2, 3 y 4 se muestran las ecuaciones de regresión entre la cantidad de grasa de los diferentes depósitos grasos y el diámetro de los adipocitos de dichos depósitos, el PV y la nCC que presentaron las ovejas, respectivamente. En ellas se observa que la utilización del tamaño de los adipocitos para predecir las reservas grasas es algo más preciso que el PV y la nCC en los depósitos grasos OM y SC, especialmente en este último en el que el coeficiente de determinación obtenido para la ecuación de predicción es 0,85. Coinciden con estos resultados los obtenidos por Piasentier *et al.* (1995) en ovejas de raza Bergamasca en lactación, los cuales encontraron un coeficiente de correlación(r) entre los lípidos corporales totales y el diámetro de los adipocitos(subcutáneos) de 0,95, mientras que con la nCC fue 0,77.

En los depósitos MES e IM, la precisión de la predicción de la cantidad de grasa de dichos depósitos por el método de medida de los adipocitos (r^2 =0,53 y r^2 =0,33, respectivamente; Tabla 2) fueron por lo general inferiores a los obtenidos con el PV y la nCC. La razón de ello pudo radicar en la dificultad de muestreo que se presenta en estos dos depósitos grasos debido por una parte a los diferentes tipos de grasa existentes a lo largo del tubo intestinal en el caso del depósito MES y por otra, la imposibilidad de acceder con rapidez a la grasa IM del cuadrado lumbar, que es una condición necesaria para poder realizar la fijación de los adipocitos, razón por la que en esta experiencia se tomó como muestra de grasa IM la presente en el plexo braquial, que posiblemente no sea una región representativa de la grasa de este depósito.

Al comparar entre sí la predicción por medio del PV o de la nCC, se puede considerar que, en general, el PV se ha mostrado más eficaz que la nCC para predecir las reservas grasas, salvo en el depósito SC donde el método basado en la medida de la nCC fue algo superior, debido a que es este depósito el que palpa el operador al determinar la nCC, coincidiendo este último resultado con el obtenido por Teixeira *et al.* (1989) en ovejas de la misma raza.

En definitiva, se puede concluir que la medida del tamaño de los adipocitos sirve para predecir las reservas grasas de las ovejas de raza Rasa Aragonesa, especialmente en el depósito subcutáneo donde la variación del tamaño de los adipocitos explica el 85% de la variación en la cantidad de grasa presente en dicho depósito.

Bibliografía

- Biocom 1992. Photometric Image Analysis System. Les Ulis Cedex France. pp. 203.
- Delfa R., Teixeira A., Colomer-Rocher F., 1989. Anim. Prod:, 49: 327-329.
- Hirsch J., Gallian E., 1968. J. Lip. Res., 9: 110-119.
- Piasentier E., Bovolenta S., Filacorda S., Susmel P., 1995. Options Méditerrannéennes, Serie A: 27: 67-73.
- Purroy A., Bocquier F., Gibon A., 1987. Méthodes d'estimation de l'état corporal chez le brebis. Symposium Philoetios sur l'Evaluation des Ovins et des Caprins Méditerrannéens. Fonte Boa (Portugal).
- Russel A.J.F., Doney J.M., Gunn R.G., 1969. J. Agr. Sci., Cambridge, 72: 451-454.
- Teixeira A., Delfa R., Colomer-Rocher F., 1989. Anim. Prod., 49: 275-280.

Tabla 1.- *Peso vivo (PV), nota de condición corporal (nCC), cantidad de grasa y diámetro de los adipocitos de los depósitos grasos omental (OM), mesentérico (MES), pelvicorrenal (PR), subcutáneo (SC) e intermuscular (IM).*

	Media	Mínimo	Máximo
PV(kg)	56,3	29,8	79,2
nCC(1-5)	3,0	0,75	4,5
Cantidad de grasa (g)			
OM	2400	361	4601
MES	1449	378	2820
PR	2019	232	4102
SC*	119	7	259
IM*	59	16	103
Diámetro Adipocitos (micras)			
OM	100,14	48,97	137,00
MES	95,12	56,48	153,21
PR	98,83	39,30	144,06
SC	85,83	38,29	133,72
IM	76,07	44,37	96,47

*Corresponde a la cantidad de grasa del cuadrado lumbar

Tabla 2.- *Ecuaciones de regresión entre la cantidad de grasa de los diferentes depósitos grasos (y) y el diámetro de los adipocitos de dichos depósitos (x).*
lg y = a + b lg x

	a	b	se (b)	r^2	Resid. s.e.
OM	-0,657	1,994	0,221	0,70	0,169
MES	0,103	1,533	0,246	0,53	0,142
PR	-1,275	2,261	0,261	0,68	0,206
SC*	-3,103	2,639	0,189	0,85	0,160
IM*	-1,131	1,525	0,366	0,33	0,176

*Corresponde a la cantidad de grasa del cuadrado lumbar

Tabla 3.- *Ecuaciones de regresión entre la cantidad de grasa de los diferentes depósitos grasos (y) y el peso vivo al sacrificio (PV).*
lg y = a + b lg PV

	a	b	se (b)	r^2	Resid. s.e.
OM	2,085	0,022	0,003	0,64	0,185
MES	2,301	0,015	0,002	0,66	0,121
PR	1,719	0,026	0,003	0,68	0,207
SC*	0,319	0,029	0,004	0,65	0,244
IM*	0,918	0,014	0,002	0,58	0,139

*Corresponde a la cantidad de grasa del Cuadrado Lumbar

Tabla 4.- *Ecuaciones de regresión entre la cantidad de grasa de los diferentes depósitos grasos (y) y la nota de Condición Corporal (nCC).*
lg y = a + b lg nCC

	a	b	se (b)	r^2	Resid. s.e.
OM	2,236	0,786	0,127	0,52	0,213
MES	2,433	0,508	0,087	0,49	0,147
PR	1,831	1,009	0,135	0,62	0,226
SC*	0,347	1,180	0,142	0,66	0,238
IM*	1,058	0,496	0,097	0,43	0,163

*Corresponde a la cantidad de grasa del cuadrado lumbar

ESTIMACION A PARTIR DEL OXIDO DE DEUTERIO DE LOS CAMBIOS EN EL CONTENIDO EN ENERGIA DEL CUERPO DE OVEJAS SOMETIDAS A DOS PLANOS DE ALIMENTACION DESPUES DEL DESTETE

C. Dapoza, C. Castrillo, J.A. Guada

Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. Miguel Servet, 177. 50015 Zaragoza

Introducción

El peso vivo y la condición corporal son los parámetros más comúnmente utilizados como índices de la evolución del estado de reservas corporales de las ovejas, debido a su bajo coste y simplicidad de determinación. Sin embargo, ninguno de los dos ofrece la precisión suficiente para ser utilizado en pruebas de respuesta a corto plazo (Castrillo et al., 1988), habiendose propuesto otros métodos alternativos de estimación "*in vivo*" de la composición corporal de las ovejas. De entre ellos, la determinación del espacio de difusión de óxido de deuterio (ED2O), se ha mostrado como uno de los más precisos (Castrillo y Baucells, 1991).

En el presente trabajo, se estudia la relación existentes entre las variaciones en la ingestión de materia orgánica digestible (MODI), promovida por la administración de dos niveles de concentrado a ovejas recién destetadas, y las variaciones en su peso vivo (PV), en la nota de condición corporal (nCC), y en el contenido en energía (E) del cuerpo medido por el método del ED_2O.

Material y métodos

Se utilizaron 37 ovejas de raza Rasa Aragonesa de 4-6 años de edad, que fueron destetadas a los 50 días postparto y distribuidas en dos grupos de acuerdo a su nCC (alta, nCC> 2,25 - tratamiento ACC- y baja, nCC ≤2,25 -tratamiento BCC-). Las ovejas recibieron "*ad libitum*", durante dos meses, paja de cebada tratada con un 3% de amoniaco, y 250 (BS) o 500 (AS) g/día de un suplemento formulado con un 79 % de cebada, 15 % de torta de soja y un 6 % de un corrector vitamínico/mineral. Tanto la paja como el concentrado fueron administrados en dos tomas diarias. Se registraron diariamente la oferta y los rehusos de alimento para la determinación de su contenido en materia seca (105°C, 24 h) y en materia orgánica (550°C, 8h).

Semanalmente se registró el peso de las ovejas, y al inicio y al final del experimento se determinó la nCC según una escala del 0 al 5 (Russell et al., 1969), considerando subdivisiones de 0,25 puntos, así como el ED2O de las ovejas, para lo cual se inyectó a cada animal una dosis puntual (0,5 g/kg de PV) de óxido de deuterio (D_2O), dos horas antes de la primera distribución de la comida, y se tomaron muestras de sangre a las 5, 7, 29 y 31 horas postinfusión. Se extrajo el agua de las muestras por liofilización y se midió la concentración de D2O por espectrofotometría de infrarrojo. El ED2O se calculó como el cociente entre la cantidad de marcador infundida y su concentración en el agua de la sangre en el momento de la infusión, estimada por

extrapolación a cero de la curva de eliminación del marcador (Robelín, 1977). El contenido en energía (E) del cuerpo de las ovejas se estimó a partir de la ecuacion E = -19,993 + 8,318 PVe - 8,573 ED_2O (Baucells, 1988), siendo PVe el peso vivo de los animales una vez descontado el peso de la lana.

Se calculó el consumo de MODI como el producto de la MO ingerida y de la digestibilidad de la MO de la ración, estimada a partir de la ecuación DMO (%) = 54,9 + 0,241 (% MS suplemento), obtenida por Castrillo et al. (1995) con ovejas de raza Rasa Aragonesa vacías y secas que recibieron "*ad libitum*" paja de cebada tratada con un 3 % de amoniaco, y diferentes niveles de cebada.

Los efectos de los tratamientos se estudiaron mediante análisis de varianza de dos vías, y las relaciones entre los parámetros mediante análisis de regresión según los métodos propuestos por Steel y Torrie (1980).

Resultados y discusión

El nivel de suplementación afectó positivamente a la MODI ($P<0,001$, tabla 1), a pesar de que el consumo de paja se redujo con el nivel alto de suplementación (tasa de sustitucion media= -0,28). La nCC inicial también afectó al consumo de paja, siendo superior en las ovejas de nCC baja ($P<0,05$), lo cual se tradujo en una mayor MODI ($P<0,01$, cuando se expresó en función del peso metabólico de los animales).

En todos los tratamientos el nivel medio de ingestión fue superior a los requerimientos teóricos para el mantenimiento (26 g/kg $PV^{0,75}$, INRA, 1978), por lo que en todos ellos se registraron ganancias medias en el PV, nCC y E (tabla 1). Las ganancias fueron superiores con el nivel alto de suplementación ($P<0,001$ en el caso de la nCC y la E). También las ovejas de nCC baja al inicio del experimento mostraron mayores ganancias medias en todos los parámetros considerados, aunque solo fueron significativas en el caso de la nCC ($P<0,01$).

Las figuras 1, 2 y 3 muestran las relaciones existentes entre la MODI (g/kg $PV^{0,75}$ y día) y el incremento en PV (g/kg $PV^{0,75}$ y día), en la nCC (unidades totales/kg $PV^{0,75}$) y en E (MJ/kg $PV^{0,75}$ y día), respectivamente. La variación en la ingestión de MODI explicó un 6 % ($P>0,05$), 28 % ($P<0,01$) y 56 % ($P<0,001$) de la variación en el PV, la nCC y E. Esto es, el contenido en energía del cuerpo estimado a partir del ED2O se mostró como un mejor índice del balance energético de las ovejas que la nCC y el PV. No obstante, una parte importante (48 %) de la variación de la E no fue explicada por la variación en la MODI (g/kg $PV^{0,75}$). Por otra parte, a partir de la ecuación E (MJ/kg $PV^{0,75}$ y día) = 0,00441 MODI (g/kg$PV^{0,75}$) - 0,1332, r=0,72, RSD=0,021, obtenida una vez eliminados los datos de dos ovejas con balance energético cero, se deducen unas necesidades de mantenimiento de 30,2 g MODI/kg $PV^{0,75}$, proximas a las necesidades teóricas propuestas en distintos sistemas (INRA, 1978, AFRC, 1993), pero la eficiencia estimada de utilización de la EM para el engrasamiento (0,30, asumiendo que 1kg MOD=15 MJ EM), es considerablemente más baja que las propuestas por estos sistemas.

Figura 1. Relación entre los incrementos de peso vivo (g/kg $PV^{0,75}$ y día) y la MODI (g/kg $PV^{0,75}$ y día)

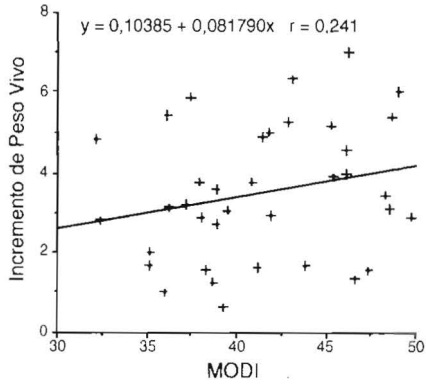


Figura 2. Relación entre los incrementos de nCC (puntos/kg $PV^{0,75}$) y la MODI (g/kg $PV^{0,75}$ y día)

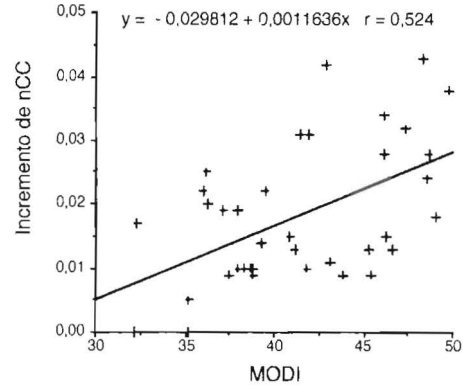


Figura 3. Relación entre los incrementos de energía (MJ/kg $PV^{0,75}$ y día) y la MODI (g/kg $PV^{0,75}$ y día)

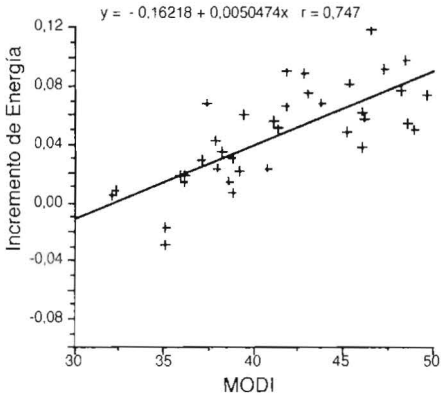


Tabla 1. Peso vivo inicial (PVi),consumo medio de MS de paja (MSIP), materia orgánica digestible (MODI) y ganancias medias en peso vivo (PV), condición corporal (nCC), y energía (E) del cuerpo de las ovejas durante el periodo experimental

	ACC		BCC			Significación de los efectos	
	AS n=9	BS n=10	AS n=9	BS n=9	DER	nCC	Supl.
PVi (kg)	47,4	46,1	43,0	42,2	4,18	**	NS
MSIP (g/d)	899	909	860	984	126,0	NS	NS
MSIP (g/dkgPM)	49,7	51,2	51,3	59,6	5,80	•	•
MODI(g/d)	789	633	769	672	67,3	NS	***
MODI (g/dkgPM)	43,7	35,7	46,0	40,7	3,09	**	***
Δ PV (g/d)	62,2	55,2	68,1	55,5	30,04	NS	NS
Δ nCC	0,29	0,21	0,54	0,23	0,130	**	***
ΔEnergía (MJ/d)	1,13	0,30	1,21	0,62	0,459	NS	***

NS, p>0,05; **, p<0,01; ***, p<0,001
DER: Desviación estándar residual
PM: $PV^{0,75}$

Referencias Bibliográficas

AFRC, 1993. *Energy and protein requirements of ruminants.* CAB International, Wallingford, UK.

Baucells, M. 1988. *Estimación de la composición corporal en ganado ovino a partir del espacio de difusión del óxido de deuterio.* Tesis Doctoral, Facultad de Veterinaria Universidad de Zaragoza.

Castrillo, C. y Baucells, M. 1991. En: *Nutrición de rumiantes en zonas áridas y de montaña.* F. Bermudez, ed. C.S.I.C., 137-157.

Castrillo, C., Baucells, M., Guada, J.A., Purroy, A. y Sebastian, I. 1988. *Anim. Prod..*, **46**, 514.

Castrillo, C., Fondevila, M., Guada, J.A. y de Vega, A. 1995. *Anim. Feed Sci. and Tech.*,**51**, 73-90.

INRA (1978). *Alimentation des ruminants.* INRA Publications, Versailles.

Robelin, J. (1977). *Ann. Biol. Anim. Biochem. Biophys.*, **17**, 95-105.

Russel, A. F. J., Doney, J.M. y Gunn, R. G. 1969. *J. Agr. Sci., Cambridge*, **72**, 451-454.

Steel, R.G.D. y Torrie, J.H. 1980. *Principles and procedures of statistics.* McGraw-Hill Inc. International Book Company, (3rd edition).

INCORPORACIÓN DE BETAINA PROTEGIDA EN EL CEBO DE CORDEROS MANCHEGOS: NIVEL DE ENGRASAMIENTO Y RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS (*)

A. López, C. Fernández, J.M. de la Fuente[1], L. Gallego
Universidad de Castilla-La Mancha. E.T.S.I.Agrónomos.
Campus Universitario. 02071-ALBACETE
[1] Trouw Nutrition España

Introducción

La betaina (trimetilglicina) es un compuesto presente en todos los organismos vivos, aunque en cantidades altamente variables, e interviene directamente en las reacciones de transmetilación como donador de grupos metilo, teniendo una influencia importante en el metabolismo de los lípidos: estimula la movilización de lípidos del hígado e influye sobre los niveles de lipoproteínas en sangre (Barak *et al.*, 1993). De hecho, la betaina reduce y/o redistribuye la grasa de la canal en numerosas especies animales: pollos (McNaughton, 1992), peces (Virtanen *et al.*, 1989) y cerdos (Virtanen y Campbell, 1994).

Sin embargo, la información sobre la influencia de la betaina en rumiantes es escasa. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue diseñar un experimento en corderos de raza Manchega para estudiar el efecto de la betaina protegida sobre los índices productivos y la deposición de grasa subcutánea.

Material y métodos

I. Animales : Se dispuso de un total de 60 corderos de raza Manchega, provenientes de partos dobles y recién destetados, para su cebo en la Granja Experimental de la E.T.S.I.A de Albacete. Se constituyeron seis lotes independientes de 10 corderos cada uno según el tipo de dieta y sexo. El cebo comenzó y finalizó con unos pesos medios aproximados de 13 y 28 kg para el conjunto de los corderos.

II. Alimentación: Se suministraron tres piensos de iniciación (desde los 13 a los 20 kg de peso vivo): control (C1), betaina (B1) y betaina protegida (BP1); y otros tres de acabado (desde los 20 kg hasta el sacrificio): C2, B2 y BP2. Dichos piensos presentaron un mismo tamaño de granulado y fueron administrados *ad libitum*. Las materias primas utilizadas figuran en la Tabla 1, presentando 18,23% y 17,97% de proteína bruta, y un 4,33% y 3,33% de fibra bruta, para inicio y acabado, respectivamente. Los corderos también dispusieron de paja de cebada y agua a voluntad.

III. Rendimientos productivos: Se llevaron a cabo 8 controles semanales del peso, contabilizando además, el consumo de alimento concentrado desde el inicio de la experiencia hasta el final del cebo. El sacrificio de los corderos se produjo sin periodo previo de ayuno. Tras identificar las canales se procedió a pesarlas en caliente, obteniéndose, junto con el peso vivo en granja, el rendimiento a la canal ganadero.

IV. Medidas realizadas con ultrasonidos: En la sección transversal del dorso de los corderos se obtuvieron los espesores de grasa subcutánea o medida C (Palsson, 1939) expresada en mm, tomada en el lado izquierdo, entre la 12ª y 13ª costilla, a 4 cm de distancia de la espina dorsal. Para ello se utilizó un aparato de ultrasonidos en tiempo-real Toshiba Sonolayer-L, modelo SAL-32B con una sonda de uso externo de 5 MHz de frecuencia. Se llevaron a cabo 4 controles en cada uno de los lotes.

V. Análisis estadístico. Se utilizó el procedimiento GLM del SAS (1988) con una estructura factorial con dieta y sexo como factores principales. Para la comparación de medias se empleó el test de Tukey.

(*) Este trabajo forma parte de un contrato para actividades de apoyo tecnológico realizado con la empresa Trouw Nutrition España.

Resultados

En la Tabla 2 aparece el análisis de varianza para los rendimientos productivos y espesor graso tomado con ultrasonidos, según los tipos de pienso y el sexo de los corderos. Se observa que para pesos iniciales y de sacrificio en los que no aparecen diferencias significativas, los consumos fueron similares según la variable independiente pienso. Es importante destacar que los corderos cebados con piensos que incluían betaina protegida tardaron 2,5 días más en alcanzar el peso de sacrificio que los del grupo de betaina sin proteger (42 *vs* 39,5 días), necesitando además 1,78 kg de pienso por cordero más para ello (41,81 vs 40,03 kg).

Las ganancias medias diarias de peso mostraron diferencias significativas ($P<0,05$) para los lotes alimentados con piensos C y B (369,40 y 364,30 g/d) con respecto al grupo de BP (338,20 g/d), superándolo en 28,65 g/d como media. Aunque no se pueda hablar de diferencias significativas a nivel de los índices de conversión ($P<0,10$), en el lote BP se encontraron valores superiores (3,02) a los lotes C y B (2,81 y 2,82, respectivamente). No se observaron diferencias entre los lotes en cuanto al rendimiento a la canal según los piensos.

Con respecto al espesor graso o medida C tomada con ultrasonidos antes del sacrificio, se encontraron diferencias ($P<0,01$) de 0,57 mm entre los corderos alimentados con pienso control (3,22 mm) con respecto a los alimentados con betaina (2,65 mm), hallándose los valores de BP en situación intermedia (2,90 mm). Estos resultados concuerdan con los de Fernández *et al.* (1996) obtenidos en corderos manchegos sacrificados con 25 kg y alimentados con pienso que también incluía betaina sin proteger frente al pienso control, encontrando diferencias ($P<0,001$) de 0,65 mm en dicho espesor graso, también medido por ultrasonidos.

La evolución del espesor de la grasa subcutánea estimada mediante ultrasonidos desde el destete de los corderos hasta el sacrificio aparece en el Gráfico 1. A partir de los 25 kg de peso vivo se hacen notables las diferencias entre los tres tipos de pienso, siendo el lote control el que mayor engrasamiento alcanza en la etapa final, seguido del de BP y por último del grupo alimentado con B.

Por tanto, la incorporación de betaina protegida en la alimentación de los corderos no consiguió mejorar el efecto de la betaina sin proteger ni en rendimientos productivos ni en la disminución del espesor graso subcutáneo.

En cuanto al sexo, las hembras mostraron mayor engrasamiento, rendimiento a la canal e índice de conversión, y una menor ganancia diaria en peso que los machos, observándose las mismas tendencias que los datos encontrados en la bibliografía.

Bibliografía

BARAK, A.J., BECKENHAUER, H.C., JUNNILA, M. y TUMA, D.J., 1993. Dietary betaine promotes generation of hepatic S-adenosylmethionine and protects the liver from ethanol-induced fatty infiltration. Alcoholism: Clinical and Experimental Research, 17;3: 552-555.

FERNANDEZ, C. y GALLEGO, L. 1996. Efecto de la betaina sobre los rendimientos productivos y el nivel de engrasamiento en corderos de raza Manchega. XXI Jornadas Científicas de la SEOC. Logroño.

MCNAUGHTON, J.L., 1992. Biological availability of betaine for the replacement of methionine for growing broiler chickens. Report of PARC Inst., Maryland, USA, 84pp.

PALSSON, H. 1939. Meat qualities in the sheep with special reference to Scottish breed and crosses. J. Agric. Sci. 29:544-626.

SAS 1988. Release 6.03. 1028pp.

VIRTANEN, E. y CAMPBELL, R., 1994. Reduction of backfat thickness through betaine supplementation of diets for fattening pigs. Iiandbuch der tierischen Veredlung. Verlag II Kamlage, Osnabruek, Deutschland, 19:145-150.

VIRTANEN, E., JUNNILA, M. y SOIVIO, A., 1989. Effects of food containing betaine/amino acid additive on the osmotic adaptation of young Atlantic salmon. Aquaculture 83:109-122.

Tabla 1. Composición de los piensos.

INGREDIENTES (%)	C1	B1	BP1	C2	B2	BP2
maíz híbrido	20	20	20	30	30	30
centeno	5	5	5		0,6	
cebada 2C	28	28	28			
cebada 6C				30	30	30
trigo	10	10	10	10	10	10
melaza de caña	1	1	1	1	1	1
grasa protegida	3	3	3	2,5	2,5	2,5
soja-44	29	29	29	21	21	21
betaina		0,2			0,2	
betaina protegida			0,2			0,2
bentonita	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
bicarbonato	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
sal	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
carbonato cálcico	1,8	1,8	1,8	2	2	2
correctores vitamínico-minerales	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

C1= iniciación control; B2= iniciación betaina; BP1= iniciación betaina protegida; C2= acabado control; B2=acabado betaina; BP2= acabado betaina protegida.

Tabla 2. Efecto de la dieta y del sexo sobre los rendimientos productivos.

	C	B	BP	e.s.	machos	hembras	e.s.
peso inicial (kg)	13,23	13,17	13,15	0,16	13,46	12,91	0,16
peso final (kg)	29,24	28,18	27,79	0,26	28,45	28,30	0,26
CT (kg)	42,70	40,03	41,81	-	36,60	46,35	-
días cebo	42	39,5	42	-	36^{b}	$46,3^{a}$	-
GMD (g/d)	$369,40^{a}$	$364,30^{a}$	$338,20^{b}$	4,98*	$394,47^{a}$	$319,34^{b}$	4,98***
IC	2,81	2,82	3,02	$0,04^{t}$	$2,61^{b}$	$3,17^{a}$	0,04***
RCG (%)	51,68	51,24	51,05	0,17	$50,01^{b}$	$52,62^{a}$	0,17***
medida C	$3,22^{a}$	$2,65^{b}$	$2,90^{ab}$	0,06**	$2,72^{b}$	$3,10^{a}$	0,06**

a,b Valores de una misma fila con distinta letra difieren significativamente; t= P<0,10; *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001; e.s. = error estándar de la media; C= pienso control; B= pienso con betaina; BP= pienso con betaina protegida; CT= consumo total; GMD= ganancia media diaria; IC= índice de conversión; RCG= rendimiento a la canal ganadero; medida C= espesor graso tomado con ultrasonidos entre la 12ª-13ª costilla antes del sacrificio

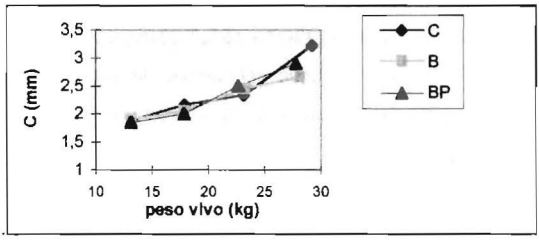


Gráfico 1. Evolución del espesor graso medido con ultrasonidos según la dieta.

EFECTOS DE JABONES CALCICOS DE ACIDOS GRASOS DE CADENA LARGA SOBRE LA DIGESTIBILIDAD Y CRECIMIENTO DE CORDEROS DE RAZA MANCHEGA DURANTE LA CRIA

GARGOURI A., CAJA G., SUCH X., FERRET A.
Unidad de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Autónoma de Barcelona. 08193 Bellaterra, Barcelona.

INTRODUCCION

Uno de los objetivos de la utilización de los lípidos protegidos en la alimentación de ovejas durante el período de cría es aumentar el valor energético de la leche para así mejorar el crecimiento de los corderos. En diversos estudios (Casals, 1992; Gargouri et al., 1995), este objetivo no ha sido siempre alcanzado a pesar del incremento del contenido en grasa y energía de la leche de las ovejas. Entre las razones que explican la falta de respuesta al mayor contenido energético de la leche pueden citarse una posible reducción de la digestibilidad de algunos ácidos grasos de cadena larga (p.e. palmítico y oleico) por parte de los corderos (Casals, 1992) o que el factor limitante del crecimiento de los jóvenes rumiantes es la proteína y no la energía (Torre, 1991; Purroy y Jaime, 1995; Sanz Sampelayo et al., 1995).

El objetivo principal de este trabajo es estudiar el efecto de la utilización de jabones cálcicos de ácidos grasos de cadena larga (JCAG) en la alimentación de ovejas sobre: el consumo de leche, velocidad de crecimiento y digestibilidad de los componentes de la leche de los corderos durante el período de cría.

MATERIAL Y METODOS

Un total de 20 ovejas de raza Manchega recién paridas y criando un solo cordero fueron repartidas en dos lotes según el tipo de concentrado distribuido: **C** (8 ovejas recibiendo un concentrado control) y **G** (12 ovejas recibiendo un concentrado experimental enriquecido con 120 g/kg de JCAG).

La composición del concentrado y las características de la ración base han sido indicadas en otro articulo (Gargouri et al., 1997). Los corderos tuvieron acceso libre a sus madres durante el tiempo que éstas permanecieron en el aprisco (18 h/d) excepto durante las semanas 3 y 5, correspondientes a los períodos I y II de medida, durante las cuales el acceso fue limitado a solo 3 veces/día. Durante dichos períodos, la alimentación de los corderos se basó únicamente en la leche materna. El peso vivo de los corderos al principio del período de control (sem 2) fue de 7.58 y 7.68 kg para los lotes C y G respectivamente. El potencial de producción de las ovejas se controló durante las semanas de cría 2, 3, 4, y 5 mediante el método de la oxitocina (Doney et al., 1979). Una muestra de leche de cada oveja se recogió para su posterior análisis en solidos totales, Grasa Bruta (Gerber), Proteína Bruta (N-total x 6.38) mediante un equipo NIRS (InfraAlyzer 450, Bran + Luebbe). La Energía Bruta de la leche se estimó utilizando la ecuación propuesta por Molina et al. (1991).

Los 3 primeros días de cada semana en los períodos I y II experimentales correspondieron a la adaptación de las ovejas y corderos al método experimental. El consumo real de leche de los corderos se estimó mediante el método de la doble pesada, durante 5 días (3 veces/d a las 8, 14 y 20h). Durante este período, los corderos se equiparon con un sistema colector de heces para el balance de digestibilidad. Al final de cada período se mezclaron las heces de cada cordero y se conservaron a -20°C hasta su análisis en MS (estufa a 103 °C durante 24h), PB (N-total x 6.25), EE (por extracción con éter de petróleo después de hidrólisis con HCl 3N) y EB (calorímetro, Ika Calorimeter C-4000). Los datos obtenidos fueron analizados mediante el paquete estadístico SAS (1989).

RESULTADOS Y DISCUSION

La producción de leche obtenida por la oxitocina fue similar (1.7 L/j) en ambos lotes (Tabla 1). El aporte de JCAG aumentó (+ 8.5 g/L, $P< 0.001$) el porcentaje de GB y disminuyó la PB (-2 g/L, $P< 0.07$) durante los dos períodos. El contenido de EB de la leche fue también superior en el lote suplementado con lípidos protegidos (+ 150 kcal/L, $P< 0.001$).

El consumo de leche y de PB por parte de los corderos fue similar en ambos lotes y durante los dos períodos (Tabla 1). Sin embargo, la ingestión de MS (+ 36 g/d), GB (+ 15 g/d) y EB (+ 177 kcal/d) fue superior (no significativo) en el lote G. Refiriéndose a contenido en solidos totales de la leche, los corderos del lote G consumieron un 3% menos de proteína que los corderos del lote C. Sin embargo, la velocidad de crecimiento y el índice de conversión (IC) no fueron distintos entre lotes y períodos.

Los coeficientes de digestibilidad aparente de los diferentes componentes de la leche en los corderos no fueron afectados por el aporte de JCAG a las ovejas (Tabla 1) y sus valores medios fueron de: dMS= 0.94, dPB= 0.93, dEE= 0.95 y dEB= 0.93.

Utilizando los datos individuales de ingestión procedentes de los balances nutritivos, se establecieron ecuaciones de regresión entre la ingestión de GB y PB de la leche y la ganancia media de peso al día (GMD) de los corderos:

[1] GMD (g/d) = 111 (±35) + 1.45 (±0.36) GB (g/d) (n= 40, R^2= 0.30)

[2] GMD (g/d) = -19 (±35) + 3.83 (±0.49) PB (g/d) (n= 40, R^2= 0.62)

El coeficiente de determinación fue superior en el caso de la PB indicando su mayor relación con el crecimiento de los corderos. Al incluir la GB, la ecuación 2 no mejoró la estimación de GMD. Según Sanz Sampelayo et al. (1991), el incremento de peso durante el crecimiento esta constituido fundamentalmente por proteína y agua depositada, por lo que debe existir una estrecha relación entre dicho crecimiento y la proteína ingerida. El análisis del conjunto de estos resultados sugiere que la mejora del valor energético de la leche no se traduce en un aumento de la velocidad de crecimiento de los corderos y que, la falta de respuesta en este trabajo, no puede atribuirse a la disminución de la digestibilidad de la grasa de la leche en los corderos de ovejas suplementadas con JCAG. El uso de JCAG se acompaña casi siempre por una disminución de la PB en la leche de las ovejas (Casals,

1992; Gargouri et al., 1995), lo que supone un consumo menor de este componente por parte de los corderos, como se ha visto anteriormente. La estrecha relación entre el consumo de proteína y el crecimiento de los corderos (ecuación 2) puede explicar entonces la ausencia de respuesta de los corderos.

TABLA 1: Efecto de los JCAG sobre la producción y composición de la leche de ovejas y sobre el crecimiento, ingestión y digestibilidad de la leche en los corderos durante la cría

Período (sem.)	I (2-3)		II (4-5)		± ES	*P*=	
Lote	C	G	C	G		Lote	Período
Producción (L/d)	1.99^{a}	1.67^{ab}	1.64^{ab}	1.56^{b}	0.07	.128	**.086**
Composición (g/L):							
MS	186.6^{ab}	201.4^{a}	172.3^{b}	191.2^{a}	3.1	**.005**	**.038**
PB	55.4	52.6	55.4	54.3	0.5	**.068**	.412
GB	73.9^{b}	86.9^{a}	61.5^{c}	75.4^{b}	2.3	**.001**	**.004**
EB	1232^{b}	1377^{a}	1094^{c}	1249^{b}	26	**.001**	**.004**
Ingestión:							
Leche (ml/d)	1260	1186	1189	1263	40	.998	.969
MS (g/d)	234	238	206	242	9.3	.293	.543
PB (g/d)	72	64	68	71	2.5	.620	.759
g/100 gMS	*31*^{b}	*27*^{c}	*33*^{a}	*30*^{b}	*0.6*	**.001**	**.005**
GB (g/d)	92	100	74	96	4.6	.110	.222
g/100 gMS	*40*^{ab}	*42*^{a}	*36*^{b}	*39*^{ab}	0.8	**.065**	**.057**
EB (kcal/g)	1552	1634	1311	1582	66	.181	.304
Crecimiento(g/d)	241	231	257	255	12.0	.814	.425
IC (L/kg)	5.22	5.13	4.63	4.95	.18	.626	.233
Digestibilidad (%):							
MS	94.3	94.2	92.9	94.6	.36	.281	.523
PB	90.9^{b}	90.8^{b}	93.8^{a}	95.3^{a}	.54	.463	**.000**
EE	96.3	94.5	95.6	95.3	.47	.305	.916
EB	94.3^{a}	92.7^{ab}	89.1^{b}	95.0^{a}	.81	.177	.376

BIBLIOGRAFIA

Casals R. 1992. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. 186 pp.

Doney J.M., Pert J.N., Smith W.F. y Louda F. 1979. J. Agric. Sci. Camb., 92, 123-132.

Gargouri A., Caja G., Such X., Casals R. y Ferret A. 1995. ITEA, 16 (vol. extra), 720-722

Gargouri A., Caja G., Gafo C., Such X. y Ferret A. 1997. ITEA, 17 (vol. extra).

Molina M.P., Caja G., Torres A. y Gallego L. 1991. ITEA, 11 (vol. extra), 277-279.

Purroy A. y Jaime C. 1995. Small Rum. Res., 17, 17-24.

Sanz Sampelayo M^{a}.R., Allegretti L., Ruiz Mariscal I., Gil Extremera F. y Boza J. 1995. Brit. J. Nutr., 74, 335-345.

Sanz Sampelayo M^{a}.R., Lara L., Ruiz Mariscal I., Prieto I., Gil Extremera F. y Boza J. 1991. En: Nutrición de rumiantes en zonas áridas y de montaña y sus relaciones con la conservación del medio natural.Ed. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. p. 195-211.

SAS 1989. SAS Institute Inc. SAS/STAT Useer's guide, v. 6, Cary, NC.

Torre C. 1991. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. 262 pp.

EFECTO DE LA INCLUSION DEL CULTIVO DE LEVADURA (*Saccharomyces cerevisae*) ***DIAMOND V XP*** EN EL PIENSO DE CEBO DE CORDEROS

M. Joy, C.González, R. Delfa, F. Lahoz
U. Tecnología en Producción Animal
SIA-DGA. 50.008-Zaragoza

Introducción

En Aragón el cebo de corderos se inicia, tras un destete precoz, cuando los animales tienen 40-45 días de vida y un peso vivo (PV) de 13-15 kg. Durante la fase de cebo, los corderos disponen de pienso concentrado y paja *ad libitum* hasta el momento del sacrificio. Habitualmente, el pienso utilizado está compuesto por cereales (alrededor del 85%), turtó de soja (12%) y vitaminas y minerales (hasta un 3%), el cual proporciona resultados productivos buenos pero según el mercado puede resultar caro. Con el objetivo de buscar ingredientes baratos y que, además, permitan unos rendimientos productivos iguales o mejores a los obtenidos por los piensos habituales se han llevado a cabo diversos estudios (Purroy et al., 1989; Joy et al., datos no publicados). El cultivo de levaduras ***Diamond V "XP"*** es un producto obtenido por el cultivo de *Saccharomyces cerevisae* en un medio a base de maíz y sus subproductos. Este cultivo, rico en enzimas y metabolitos procedentes del crecimiento de dicha levaduras, puede mejorar los índices productivos de los corderos. Según, Nutral, S.A. desde hace años se conocen los efectos beneficiosos de las levaduras en diversas especies ganaderas como el vacuno de leche, terneros de cebo, cerdos y broilers. Sin embargo el efecto de dicho cultivo sobre el crecimiento y cebo de corderos no ha sido estudiado. El objetivo del presente trabajo es el de estudiar el efecto de la inclusión del cultivo de levadura en el pienso de cebo sobre los parámetros productivos así como sobre los coeficientes de digestibilidad.

Material y Métodos

Se utilizaron 108 corderos recién destetados de 45 días de edad que fueron distribuidos al azar en 6 lotes de 18 animales cada uno de ellos. Tres lotes recibían *ad libitum* pienso **Control**, constituido a base de cereales y turtó de soja, mientras que los tres restantes recibían pienso **Levadura** de similar composición al control, excepto que incluía 0.5% de cultivo de levadura ***Diamond V XP*** (Cuadro 1). Los corderos recibían una dieta constituida por uno de los dos piensos y paja a voluntad. La oferta se realizaba de forma controlada en el momento que se consideraba necesario, mientras que el rehusado y el peso de los corderos se controlaba semanalmente a las 8h a.m. Los corderos permanecieron en el lote hasta que alcanzaron un peso vivo de alrededor de 23 kg. Seguidamente, los machos eran sacrificados y se procedía a su clasificación subjetiva siguiendo

la clasificación propuesta por la UE para corderos ligeros (Regulación UE 2137/92 y 461/93).

Las hembras cuando alcanzaban el peso eran retiradas del lote y posteriormente destinadas a la reposición del rebaño. Doce de ellas fueron utilizadas para llevar a cabo el ensayo *in vivo* de digestibilidad de los dos piensos de cebo utilizados. Para ello, las corderas fueron divididas en dos lotes (6 corderas/lote) e introducidas en jaulas metabólicas individuales. Las corderas recibieron diariamente 670 g MS de pienso a evaluar y tuvieron siempre libre acceso al agua y a bloques minerales. Previo al inicio del ensayo de digestibilidad los animales estuvieron 7 días adaptándose a la dieta. El ensayo duró 10 días, tres de ellos fueron utilizados para la adaptación a las jaulas y 7 días restantes se dedicaron a la toma de medidas, recogiéndose diariamente a las 8h a.m. las heces, orina y rehusado.

Resultados

La adición de 0.5% de cultivo de levadura no tuvo efecto sobre la ingestión de concentrado, ni sobre la ganancia media diaria (GMD) ni sobre el índice de conversión (IC) (Cuadro 2). El periodo de cebo fue de 42 y 40 días de media para los animales que recibían pienso control y pienso levadura respectivamente. La adición de levadura provocó un mayor rendimiento comercial de la canal (Peso canal frío/PV sacrificio) con un valor de 45.25%, el cual fue significativamente superior ($P>0.05$) al 44.10% observado en los animales que ingirieron pienso control. La clasificación subjetiva de la canal no mostró diferencias entre lotes, entrando todos ellos dentro de la clasificación estándar de ternasco Aragonés (Delfa et al., 1995), que podría quedar definida como canal ligera, con engrasamiento medio-bajo, con color y consistencia de la grasa blanca-dura y color de la carne rosácea (Cuadro 3). El ensayo de digestibilidad tampoco mostró diferencias ($P>0.05$) entre los dos tipos de pienso, aunque se observó que el pienso levadura tenía un coeficiente de digestibilidad de la materia seca (DMS) y una ingestión ($MSI/PV^{0.75}$) ligeramente superior al presentado por el pienso control (Cuadro 2).

Referencias Bibliográficas

Delfa R., Lahoz F., González C. 1995. Eurocarne, 37:37-44
Purroy A., Surra J., Sebastián I., Muñoz F. 1989. ITEA, 84: 51-59.

Cuadro 1: Ingredientes y composición química de los piensos control y levadura.

Composición (%)	Pienso Control	Pienso Levadura
cebada caballar	36.58	36.14
maíz	20.00	20.00
trigo	10.00	10.00
turtó soja	24.12	24.09
grasa animal	1.36	1.32
melaza	3.00	3.00
germen maíz (50% grasa)	2.50	2.50
sal	0.40	0.40
carbonato cálcico	1.63	1.63
neutro corderos cebo	0.40	0.40
levadura	-	0.50
Composición química (%)		
MO	94.5	94.7
PB	17.6	17.5
GB	4.7	4.4
FB	3.5	3.6
Almidón	39.1	38.0

Cuadro 2: Resultados productivos de los corderos cebados con pienso control o levadura y digestibilidad de la materia seca (DMS)

Item	P. Control	P. Levadura	Efecto	ES
PV inicial (Kg)	19.79	12.99	.5706	1.864
PV final (Kg)	23.34	22.59	.6123	1.4575
GMD (g/día)	253.3	247.1	.5971	13.08
Días	42	40	.1668	7.672
MSI (g/día)	667.2	655.9	.7641	43.14
IC	2.65	2.66	.9669	0.2719
Rto. Comercial (%)	44.1	45.25	.0020	1.597
Digestibilidad				
PV (Kg)	25.56	24.49	.2321	1.452
$PV^{0.75}$ (Kg)	11.36	11.01	.2308	0.4796
MSI (g/día)	571.9	615.9	.4731	102.0
$MSI/PV^{0.75}$ g/día/pv^{75})	50.16	55.95	.2647	8.487
DMS (%)	81.78	82.35	.3566	1.036

Cuadro 3: Clasificación subjetiva de la canal de los corderos cebados con pienso control o levadura

Clasificación Canal	Pienso Control	Pienso Levadura
Engrasamiento	normal	normal
Color grasa	blanco	blanco
Color carne	rosa	rosa
Consistencia grasa	dura	dura
Grasa pélvica-renal	normal	normal

EXCRECION URINARIA DE DERIVADOS DE PURINAS EN VACAS LECHERAS: EFECTO DEL TIPO DE FORRAJE Y DE LA SUPLEMENTACIÓN

B. Santos; B. de la Roza; A. Argamentería.

Departamento de Producción Animal, Pastos y Forrajes. Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria. 33300 Villaviciosa (Asturias)

Introducción

Las praderas naturales y sembradas juegan un papel importante en la alimentación de los rumiantes en la Cornisa Cantábrica. Una de sus limitaciones nutritivas consiste en que a pesar de un alto contenido en proteína de la hierba durante primavera y otoño, ésta es intensa y rápidamente degradada en el rumen y surge la duda de su eficaz aprovechamiento para la síntesis de proteína microbiana. Una fuente adicional de energía fermentable puede estimular dicha síntesis si se logra sincronizar ambos procesos: liberación de energía y nitrógeno para los microorganismos del rumen.

El objetivo del presente trabajo fue determinar si se da una mayor síntesis ruminal de proteína microbiana con hierba de pradera (primavera y otoño) y un ensilado de la misma, sin suplementación o con 5 kg/día de dos concentrados diferentes: uno amiláceo y otro a base de subproductos. Se ha utilizado como indicador la excreción diaria de derivados de purinas en orina (Verbic *et al* 1990; Balcells *et al*, 1991).

Material y métodos

Un rebaño de vacas frisonas con partos agrupados en invierno-primavera y en régimen de pastoreo rotacional sobre pradera sembrada de *Lolium perenne* y *Trifolium repens* se dividió en dos lotes a suplementar con 5 kg/día de dos diferentes concentrados A y B y un tercer lote testigo (T) sin suplementación (sólo corrector vitamínico mineral). La composición en materias primas de ambos concentrados fue la siguiente: Concentrado A con 85 % de cebada + 12.5% de harina de pescado + 2.5% corrector y concentrado B con 24.25% Harina trigo + 24.25% Pulpa remolacha + 39% Gluten feed + 5.5% Melaza + 2.5% Pulpa Cítricos+ 2% Tercerilla + 2.5% corrector. Sobre materia seca, el concentrado A difería notablemente del B en el contenido en proteína bruta (19,14% vs. 15.06%), almidón (40.85% vs. 21.62%) y fibra neutro detergente (22.15% vs. 27.53%), resultando la digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica de ambos muy similar (81.8% vs. 78.1%),

A lo largo del año se separaron grupos de 6 vacas, 2 de cada lote, las cuales se estabularon en una nave metabólica: tres grupos con hierba de primavera (abril, mayo y junio), uno con hierba de otoño (noviembre), y dos con ensilado de hierba (agosto y octubre). Tras 15 días de adaptación, se controló durante 7 días la ingestión de alimentos y la excreción de heces, orina y leche para determinar los balances en energía y nitrógeno. Con alícuotas acumuladas proporcionales a la excreción diaria, se tomaron además muestras de orina para análisis de derivados de purinas, según la técnica utilizada por Balcells *et al* (1992).

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente según un modelo Y = época del año

+ concentrado + época del año * concentrado + E. En el factor "época del año" se incluye por una parte las características del forraje que se consume y por otra parte el estado fisiológico de las vacas en ese momento. Es imposible diferenciarlos debido a la agrupación de partos en invierno y sólo se puede evaluar el efecto conjunto de ambos.

Resultados Y Discusión

La composición química del forraje de cada época, así como la ingestión voluntaria y la digestibilidad in vivo de su materia seca y materia orgánica, figura en la tabla 1.

En la ingestión de materia seca, influyen significativamente ambos factores "época del año" y "concentrado" y su interacción. Resulta máxima en mayo, decreciendo el efecto sustitución hierba/concentrado de abril a junio y tendiendo a ser superior con el concentrado A. En otoño la ingestión es mínima y no hay efecto sustitución. Consumiendo ensilado de hierba se da un valor intermedio y el efecto sustitución sólo es significativo en octubre para el concentrado A. Con la ingestión de materia seca digestible ocurre lo mismo.

En la excreción de derivados de purinas en orina también influyen de forma significativa ambos efectos "época del año" y "concentrado", pero no su interacción (tabla 2). En términos absolutos resulta máxima durante la primavera, coincidiendo con el momento de máxima ingestión. No hay diferencias entre otoño y durante el consumo de ensilado de hierba. La excreción de derivados de purinas en relación a la ingestión diaria de materia seca digestible, fue máxima en primavera tardía (mayo-junio) frente a primavera temprana (abril) y otoño y mínima para la época con ensilado de hierba (31.1-32.2 vs. 27.1-26.7 vs. 21.2-19.5 mmol/kg materia seca digestible ingerida).

Así pues, la síntesis ruminal de proteína microbiana es máxima en primavera con respecto a la época de ingestión de ensilado y al otoño, debido por una parte a la mayor ingestión de materia seca digestible y por otra a una mayor eficiencia de utilización de la misma en mayo-junio (mayor excreción de derivados de purinas por kilogramo de materia seca digestible ingerida), cuyo motivo habría que buscar en los procesos de digestión y metabolismo ruminales. La menor síntesis en otoño y consumiendo ensilado de hierba (sin diferencias entre ambos) es imputable a la menor ingestión de materia seca digestible (causa principal en otoño) y a una menor eficiencia (causa principal consumiendo ensilado).

Respecto a la suplementación, ésta incrementa la excreción urinaria de derivados de purinas debido exclusivamente al aumento de materia seca digestible ingerida. Durante la primavera, en la que se da el mayor efecto sustitución forraje/concentrado, las diferencias entre lotes no son significativas. El concentrado B no resultó más eficaz que el A para estimular la síntesis de proteína microbiana en el rumen. En cuanto a los valores de excreción de derivados de purinas observados en primavera, son equiparables a los más elevados según bibliografía (Chen *et al*, 1992; Giesecke *et al*, 1994).

En primavera, es probable que se esté muy cerca del límite máximo de síntesis de proteína microbiana, incluso sin suplementación, lo cual concuerda con el bajo efecto de ésta

en la recuperación en leche del nitrógeno ingerido ya observado en otros trabajos (Laird, 1979; CIATA, 1995). Por tanto, la mejora en la utilización del nitrógeno de la hierba de primavera debe ser enfocada en el sentido de mantener la síntesis ruminal de proteína microbiana observada y reducir las pérdidas urinarias de nitrógeno, lo que limitará el uso de hierba de pradera en las raciones.

TABLA 1. Composición química, ingestión y coeficientes de digestibilidad in vivo de los forrajes

	Hierba de Primavera			Hierba de	Ensilado de hierba	
	Abril	Mayo	Junio	Otoño	Agosto	Octubre
Materia seca(1)	15.56	19.03	18.66	14.22	21.47	19.58
Cenizas (2)	9.87	9.95	10.70	14.50	12.5	12.10
Proteína bruta(2)	18.56	14.61	20.51	26.67	16.27	15.99
Fibra neutro detergente (2)	41.44	43.82	48.5	44.17	56.51	59.37
Ingestión (3)	15.1	16.2	15.1	7.2	12.1	11.3
Coeficientes de digestibilidad (1) :						
Materia seca	73.3	74.7	69	67.2	59.9	63.7
Materia orgánica	71.4	75.1	71.8	70.9	63.6	67.2

(1) En %; (2) En % sobre materia seca (3) En kg de materia seca/vaca/día

Tabla 2. Excreción urinaria de derivados totales de purinas (mmol/día) según época (forraje/semanas de lactación) y suplementación

		T	A	B	T vs A,B	A vs B
Hierba de primavera	Abril / 3-12	316	300	329	N.S.	N.S
	Mayo / 3-18	354	481	373		
	Junio / 6-21	385	351	380		
Ensilado de hierba	Agosto / 20-25	153	223	218	$P < 0.05$	N.S.
	Octubre / 28-30	122	196	186		
Hierba de otoño	Noviembre /27-43	134	224	237	$P < 0.05$	N.S.
Primavera vs Ensilado, otoño : $P \leq 0.05$ Ensilado vs Otoño : N.S.						

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento al Dr. Jose Antonio Guada y al personal del Laboratorio de Nutrición y Alimentación del Dpto. de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza por el análisis de los derivados de purinas.

Bibliografía

Balcells, J.; Guada, J.A.; Castrillo, C.; Gasa, J. 1991. *J.Agric. Sci.* **116**: 309-317

Balcells, J.; Parker, D.S.; Guada, J.A.; Peiró, J.M. 1992. *J. Chrom.* **575 (1)**: 153-157

Chen, X.B.; Grubic, G.; Ørskov, E.R.; Osuji, P. 1992. *Anim. Prod.* **55**: 185-191

CIATA, 1995. Memoria de Investigación. Consejería de Agricultura. Principado de Asturias.

Giesecke, D.; Ehrentreich, L.; Stangassinger, M.; Ahrens, F. 1994. *J.Dairy Sci.* **77**: 2376-2381

Laird, R.; Leggate, A.T.; Castle, M.E. 1979. *Anim. Prod.* **29**: 151-156

Verbic, J.; Chen, X.B.; Mcleod, N.A.; Ørskov, E.R.1990. *J. Agric. Sci.* **114**:243-248

EXCRECION URINARIA DE ALANTOINA EN TERNEROS ALIMENTADOS CON CONCENTRADOS E INFUNDIDOS EN RUMEN CON DISTINTOS NIVELES DE UREA-CASEINA.

S. M. Martín-Orúe, J. Balcells, C. Castrillo, F. Vicente y J. A. Guada.
Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos.
Facultad de Veterinaria. Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza.

Introducción

El N amoniacal constituye la fuente de nitrógeno más abundante para el crecimiento de los microorganismos del rumen, de forma que entre el 50 y el 80 % del N bacteriano deriva del amoníaco (Pilgrim et al., 1970) existiendo una relación directa entre síntesis microbiana y concentración ruminal de amoníaco hasta que esta alcanza valores entre 25 y 50 mg/l. Concentraciones superiores no parecen modificar los niveles de eficiencia de síntesis microbiana en el rumen (Satter y Slyter, 1974, Willms et al., 1991 y Balcells et al., 1993). Sin embargo, es necesario señalar que dichas concentraciones han sido establecidas con dietas mixtas compuestas mayoritariamente por forrajes, condiciones en las cuales la flora ruminal utiliza preferentemente N amoniacal (Rusell et al., 1992).

Establecer las concentraciones mínimas de NH_3 necesarias para un óptimo crecimiento microbiano en raciones compuestas por carbohidratos no estructurales es el objetivo fundamental del presente trabajo.

Material y Métodos

Animales y Dietas. Se utilizaron 4 terneras Holstein con cánulas simples implantadas en rumen y en duodeno proximal, con un peso vivo inicial de 306 ± 6,5 y final de 402 ± 7,0 kg. Los animales recibieron una ración 25:75 forraje-concentrado. Como forraje se utilizó paja de cebada que se suplementó con los siguientes concentrados: i) M: 67,5/22,5 % maíz-cebada y, ii) C: 67,5/22,5 % cebada-maíz. En ambos casos se complementaron con un 5% de salvado de trigo y un 5% de suplemento vitamínico mineral.

Cada ración se suministró sin suplementar o suplementada con 25, 50 y 70 gr de proteína degradable por kg de MF de concentrado en forma de urea y caseína (50:50 en términos de N) infundidos de forma continua en rumen. Las dietas experimentales se ofrecieron en 2 tomas diarias (8:00 y 17:00) a un 2 % del PV durante 8 periodos consecutivos. Los animales recibieron las dos dietas experimentales en un diseño cruzado (2 animales x periodo y dieta) y dentro de

cada dieta los 4 niveles de suplementación fueron administrados de forma consecutiva a cada uno de los dos animales en orden creciente y decreciente, respectivamente.

Toma de muestras. Tras 7 días de adaptación al nivel de infusión de urea-caseína, o bien 30 días tras el cambio de dieta base, se realizó un balance de digestibilidad, la colección urinaria se llevo a cabo mediante colectores urinarios, adheridos a la vulva de los animales, utilizando H_2SO_4 (10 %) como conservante (pH < 3). Una vez finalizado el balance, se procedió al muestreo del líquido ruminal a las 0, 1, 2, 4, 6, 8 y 12 horas tras la primera toma de alimento para determinar su pH y concentración de amoníaco.

Análisis químicos. La concentración de amoníaco en rumen se determinó mediante la técnica colorimétrica de Chaney y Marbach (1962). Los derivados púricos en orina mediante HPLC siguiendo la técnica descrita por Balcells et al. (1992).

Resultados y Discusión.

Las ingestiones de MODI fueron superiores con la dieta C que con la dieta M ($P < 0,001$) resultado de los mayores niveles de MSI y de digestibilidad de la MO registrados en esta dieta. Aunque la MODI incrementó con la infusión de urea-caseína las diferencias no alcanzaron la significación estadística ($P > 0,1$).

En la dieta base la concentración media diaria de amoníaco se situó por debajo de 50 mg/l (29,08) incrementándose con los niveles de infusión desde 81,08 hasta 184,46 ($P < 0,001$), no apreciándose diferencias entre dietas. Los valores de pH fueron superiores en el nivel basal no apreciándose diferencias en el resto ($P < 0,01$) lo que podría indicar una mejora en la tasa de fermentación ruminal paralela a un incremento en la concentración ruminal de amoníaco desde 29,08 hasta 81,08 mg/l.

La excreción urinaria de derivados púricos estuvo constituida mayoritariamente por alantoína. El ácido úrico representó únicamente un 6,8 ± 0,54 % del total y no se detectaron niveles apreciables de xantina e hipoxantina.

La excreción de alantoína, corregida para una excreción de creatinina constante (885 μmol/Kg $PV^{0.75}$), fue superior en los animales alimentados con la dieta C que con la M (77,72 ± 18,638 vs. 69,40 ±10,271, $P < 0,001$) debido fundamentalmente a un mayor consumo de MOD, de la misma manera la excreción de alantoína respondió positivamente al aporte de proteína degradable en ambas dietas ($P < 0,001$) aunque la respuesta fue más evidente en los animales que recibieron M en relación a C. En este último caso únicamente incrementaron los niveles de excreción de alantoína en el último nivel de suplementación.

Tabla 1. Ingestiones de MS y MOD (Kg/d), digestibilidad de la MO (%), pH, amoníaco ruminal (mg/l), excreción diaria de derivados púricos y alantoína (mmoles/d) y excreción de alantoína por kg de MODI (mmoles/kg MODI) en terneros alimentados con dietas concentradas suplementadas distintos niveles de urea-caseína.

Nivel de proteína:	1	2	3	4	D	N	DxN	DER
MSI								
Maíz (M)	7,457	7,402	7,251	7,681	**	NS	NS	0,3640
Cebada (C)	7,729	7,701	7,921	7,883				
Digest. MO								
Maíz (M)	59,66	62,19	63,01	62,16	***	NS	NS	4,379
Cebada (C)	64,62	69,11	68,23	69,51				
MODI								
Maíz (M)	4,136	4,237	4,228	4,400	***	NS	NS	0,3422
Cebada (C)	4,600	4,892	4,973	5,006				
pH								
Maíz (M)	6,51	6,30	6,33	6,31	NS	**	NS	0,143
Cebada (C)	6,42	6,12	6,36	6,26				
NH3								
Maíz (M)	28,31	68,68	125,53	188,07	NS	***	NS	22,571
Cebada (C)	29,86	93,49	141,05	180,84				
Der. Púricos/día [1]								
Maíz (M)	69,43	74,04	74,95	84,06	*	*	NS	7,747
Cebada (C)	82,46	81,77	77,01	88,62				
Alantoína /día [1]								
Maíz (M)	62,66	65,43	70,09	79,43	***	***	NS	6,543
Cebada (C)	76,12	76,68	73,87	84,22				
Alantoína/MODI [1]								
Maíz (M)	15,16	15,40	17,13	18,09	NS	NS	NS	2,323
Cebada (C)	16,70	15,65	14,73	16,78				

D, efecto concentrado, N efecto nivel proteína degradable, D x N interacción.
DER desviación estándar residual. NS No significativo, * P< 0,05; ** P< 0,01; *** P< 0,001.
[1] Estimada para una excreción urinaria de creatinina de 885 μmol/kg $PV^{0,75}$

Al expresar la excreción de alantoína (mmoles) por kg de MODI, como índice de la eficiencia de síntesis microbiana, no se observaron diferencias entre los factores a estudio. Sin embargo los animales que ingirieron la dieta M mostraron niveles crecientes de excreción al aumentar el nivel de infusión de urea-caseína (de 15,159 a 18,086) que no se observaron con C (de 16,696 a 16,779). La mayor respuesta observada en la dieta M (mmol/d) podría estar relacionada con una mejora en la eficiencia de la síntesis microbiana, explicada por el ritmo de fermentación más lento del almidón del maíz que estaría mejor sincronizado con el aporte continuo de proteína infundida.

Bibliografía

Chaney, A. L. y Marbach, E. P. 1962. *Clin. Chem.* **8**: 130-132.
Balcells, J., Guada, J. A., Peiró, J. M. y Parker, D. S. 1992. *J. Chrom.* **575**: 153-157.
Balcells, J., Guada, J. A., Castrillo, C. and Gasa, J. 1993. *Br. J. Nutr.* **69**, 721-732.
Pilgrim, A. F., Gray, F. V., Weller, R. A. y Belling, C. B. 1970. *Br. J. Nutr.* **24**:589.
Russell, J. B., O'Connor, J. D., Fox, D. G. Van Soest, P. J. y Sniffen, C. J. 1992. *J. Anim. Sci.* **70**: 3551-3561.
Satter, L. D. y Slyter, L. L. 1974. *Br. J. Nutr.* **32**: 199-208.
Willms, C. L., Berger, L. L., Merchen, N. R. and Fahey, G. C. 1991. *J. Anim. Sci.* **69**: 4925-4938.

EXCRECION URINARIA DE DERIVADOS PURICOS EN OVEJAS GESTANTES Y VACIAS SOMETIDAS A DOS PLANOS DE ALIMENTACIÓN

J.C. Surra, M.T. Reclusa y J.A. Guada
Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos
Facultad de Veterinaria, Miguel Servet 177 - 50.013 Zaragoza

Introducción

Durante el último tercio de la gestación disminuye el tiempo medio de retención de la ingesta en el rumen (González *et al.* 1985), como consecuencia del aumento de volumen del útero grávido (Forbes, 1968).

Dado que la renovación del contenido ruminal es uno de los factores que más incidencia tiene en el crecimiento microbiano (Owens y Goetsch, 1986), el rendimiento de la dieta en proteína microbiana podría aumentar durante la gestación, si no se reduce significativamente la proporción de materia orgánica fermentada en el rumen, como consecuencia del menor tiempo de retención.

En el presente experimento se pretende comprobar el resultado global de ambos procesos, utilizando la excreción urinaria de alantoína como índice de las variaciones en el flujo duodenal de proteína microbiana (Pérez *et al.* 1996).

Material y Métodos

Se utilizaron 16 ovejas adultas de raza Rasa Aragonesa repartidas en dos grupos, la mitad de ellas gestantes y las otras vacías. Las primeras, previamente a la cubrición, fueron sometidas a un tratamiento de sincronización de celos con esponjas vaginales más una dosis de PMSG.

Las ovejas recibieron una misma dieta (60:40 forraje-concentrado), administrada a cada grupo a dos planos de alimentación, fijados para cubrir el 80 y el 100 % de las necesidades energéticas de una oveja de 48 kg de peso vivo gestando un cordero de 4 kg de peso al nacimiento. Las raciones diarias estuvieron constituidas por 520 y 340 o por 650 y 410 g de materia fresca de heno de alfalfa y pienso concentrado (cebada más corrector vitamínico-mineral), respectivamente. La digestibilidad de la dieta se determinó en una prueba independiente de digestibilidad, con 4 ovejas no gestantes por cada plano de alimentación.

Después de 14 días de adaptación, coincidiendo con los cien días de gestación, se dio comienzo al período experimental en el que se llevó a cabo el control de ingestión, peso de los animales y la recogida de la orina que se realizó mediante sondas uretrales conectadas a bolsas colectoras sujetas al dorso del

animal. La colección de orina se llevó a cabo en 3 períodos de 72 horas y con intervalos de 15 días. La concentración de derivados púricos y creatinina en la orina se determinó por cromatografía líquida (HPLC) según la técnica descrita por Balcells *et al.* (1992).

Resultados y Discusión

Los planos de alimentación bajo y alto provocaron cambios medios de peso de -0,9 y 1,1 kg, en las ovejas vacías, y de 2,0 y 7,1 kg en las gestantes, respectivamente. Descontadas las pérdidas de peso al parto, esto supuso en las ovejas gestantes del plano bajo pérdidas de masa corporal de 4,6 kg, mientras que las del plano alto mantuvieron su peso prácticamente constante (0,6 kg), aunque estas diferencias no se reflejaron en el peso de los corderos al nacimiento (3,3 ±0,42 kg).

La alantoína fue el único de los metabolitos urinarios que se vio afectado de forma estadísticamente significativa tanto por la gestación como por el plano de alimentación (Tabla 1), incrementando su excreción urinaria de 7,4 a 8,9 ±0,57 mmol/d ($P<0,05$) y de 6,8 a 9,4 ±0,57 mmol/d ($P<0,001$), respectivamente. Por el contrario, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas en la excreción de sus precursores metabólicos, aunque se observó un aumento en la excreción de ácido úrico en las ovejas gestantes con respecto a las vacías (1,18 vs 0,86 mmol/d).

Tabla 1: Excreción de derivados púricos (DP) y creatinina en ovejas gestantes y vacías sometidas a dos planos de alimentación.

	No Gestantes		Gestantes			Significación	
	Alto	Bajo	Alto	Bajo	DER	Gest	Plano
Ingestión MOD (g/kg $PV^{0,75}$)	36,08	27,74	32,97	26,31			
Excreción urinaria (mmol/d)							
Alantoína	8,85	6,04	10,00	7,71	1,55	*	***
Acido úrico	0,97	0,74	1,29	10,6	0,60	ns	ns
Total DP	10,78	7,55	12,25	9,46	1,43	*	***
Creatinina	10,86	10,12	10,22	10,23	1,48	ns	ns
Alant./Creatin.	0,840	0,595	1,009	0,786	0,21	ns	*
(mmol/kg MOD)							
Alantoína	14,24	12,18	16,10	15,40	2,30	*	ns

DER = desviación estándar residual, ns $P>0,05$, * $P<0,05$, *** $P<0,001$.

La excreción media de creatinina fue de 10,4 ±0,54 mmol/d y no varió entre estados fisiológicos ni con el plano de alimentación. Cuando la alantoína se expresó en relación a la creatinina, incrementó la variabilidad residual del 25 al 31 % y el CV del 13 al 20 %, por lo que solo se detectó una tendencia ($P<0,1$) debida al efecto de la gestación, pero se mantuvo la significación estadística entre planos de alimentación ($P<0,05$). En ningún caso la interacción gestación x el nivel de alimentación fue estadísticamente significativa.

La excreción urinaria de alantoína se mostró sensible a las variaciones en la ingestión de materia orgánica digestible (MOD), al ser éste un factor limitante de la fermentación ruminal y por tanto de la producción microbiana y del flujo de purinas al duodeno. La ingestión de MOD explicó el 40 % de la variabilidad en la excreción urinaria de alantoína, valor similar al 41 % y 37 % observados por Rubio (1992) y Laurent y Vignon (1983), en ovejas gestantes y cabras lactantes, respectivamente.

Cuando la excreción urinaria de alantoína o del total de derivados púricos se expresó en función de la MOD ingerida, la diferencia entre planos de alimentación se anuló, pero se mantuvo la diferencia debida al estado fisiológico. Si se acepta que la excreción endógena es poco probable que varíe entre estados fisiológicos (Martín *et al.*, 1995), el incremento en la excreción de alantoína por unidad de MOD observado en las ovejas gestantes refleja un aumento en la eficiencia de síntesis microbiana como resultado neto del efecto de la velocidad de renovación sobre el crecimiento bacteriano y la proporción de materia orgánica fermentada en el rumen. Este incremento (19%) es de similar magnitud al reconocido por el AFRC (1993) al asignar a la oveja gestante un valor medio de eficiencia de síntesis microbiana similar al de la lactante a pesar de las diferencias en el plano de alimentación.

Bibliografía

AFRC 1993. *Energy an protein requirements of ruminants*. CAB International.

Balcells J., Guada J.A., Peiró J.M.y Parker D.S. 1992. *J. Chrom.*, **575**: 153-157.

Forbes J.M. 1968. *J. Agric. Sci.*, **70**: 171-177.

Perez J.F., Balcells J., Guada J.A. y Castrillo C. 1996. *Br. J. Nutr.*, **75**: 699-709.

Gonzáles J.S., Robinson J.J., Fraser C. 1985. *Livestck Prod. Sci.*, **12**: 59-68.

Laurent F. y Vignon B. 1983. *Archiv. Für Tierenährung*, **33**: 671-681.

Martin S.M., Balcells J., Guada J.A. y Castrillo C. 1995. *Br. J. Nutr.*, **73**: 375-385.

Owens F.N. y Goetsch A.L. 1986. En: *Control of digestion and metabolism in ruminants*. Ed. Milligan L.P., Grovum W.L. y Dobson A.

Rubio C. 1992. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria de Zaragoza.

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CICYT, GAN 91-1050-CO2

UTILIZACION DE LA EXCRECION URINARIA DE DERIVADOS DE LAS BASES PURICAS PARA EL ESTUDIO DE LA VARIACION DE LA SINTESIS DE PROTEINA MICROBIANA EN OVINO GESTANTE

C. Dapoza, C. Castrillo, S.M. Martín-Orúe, J. Balcells

Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Universidad de Zaragoza. Facultad de Veterinaria. Miguel Servet, 177. 50013 Zaragoza.

Introducción

La excreción urinaria de derivados púricos y en especial la de alantoína, guarda una relación directa con el flujo de bases púricas (BP) a duodeno (Chen et al., 1990; Balcells et al., 1991). Conocido el flujo de BP puede estimarse la cuantía de la síntesis de proteína microbiana en el rumen, si se asume una relación N/BP constante en los microorganismos del rumen y una nula o escasa contribución de las purinas dietéticas al total de purinas en duodeno.

El trabajo que se presenta ha tenido por objetivo estudiar el efecto del plano de alimentación, del nivel de suplementación con harina de pescado (HP) y del número de fetos, sobre la eficiencia de la síntesis microbiana en el rumen de ovejas gestantes, estimada a partir de la excreción urinaria de alantoína.

Material y métodos

Se utilizaron 40 ovejas gestantes, la mitad portando un feto y la otra mitad portando dos fetos. Las ovejas recibieron durante los dos últimos meses de gestación una dieta constituida por paja de cebada, tratada con un 3 % de amoniaco anhidro, y concentrado en proporciones 60/40, que fue administrada a dos planos de alimentación, equivalentes a las necesidades energéticas teóricas de los animales y a una restricción de 0,7 Mcal de EM/día. El concentrado se formuló con un 60 % de cebada, y distintas proporciones de HP y una premezcla (73 % de maíz, 10 % de caseína, 8 % de aceite de pescado y un 1 % de urea), con el fin de aportar diferentes cantidades de proteína en duodeno.

Entre las semanas cuarta y tercera antes del parto se llevó a cabo un balance de digestibilidad y recogida total de orina en cada oveja, durante 7 días consecutivos. La orina se obtuvo mediante sonda uretral y se recogió sobre ácido clorhídrico (2N) para mantener un pH inferior a 3. Al inicio del balance se administró a 20 de las ovejas una dosis puntual de Co-EDTA via oral (50 ml de solución acuosa conteniendo 0,5 g de Co-EDTA), como marcador de la fase líquida de la digesta. Posteriormente se tomaron muestras de heces a las 24, 30, 48, 60, 96 y 120 horas, para determinar la concentración del marcador en las mismas.

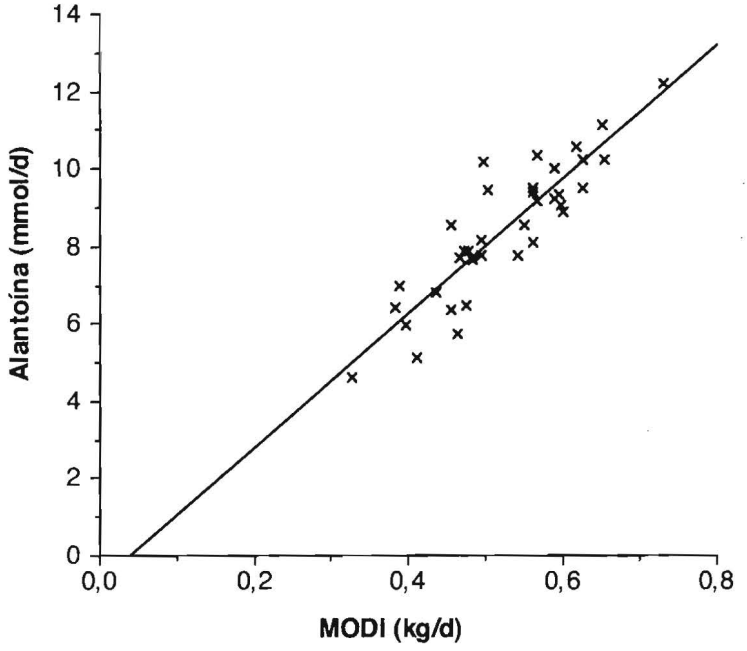
La concentración del marcador en heces (C) se determinó mediante espectrofotometría de absorción atómica , previa digestión húmeda. El ritmo de paso de la fase líquida se determinó a partir de la pendiente de la regresión entre el log (C) y el tiempo. El contenido en alantoína de la orina se analizó mediante cromatografía líquida de alta resolución, según la técnica descrita por Balcells et al. (1992).

Se estudió el efecto de la ingestión de materia orgánica digestible (MODI) y fermentable en rumen (MOFI, INRA, 1988), de la proporción de proteina bruta (PB) en la ración, del ritmo de paso de la fase líquida a través del rumen y del número de fetos, sobre la excreción urinaria de alantoína y/o la eficiencia estimada de la síntesis microbiana, considerando las primeras variables como continuas y el número de corderos como variable discontinua.

Resultados y discusión

La excreción de alantoína en orina (mmol/día) estuvo estrecha ($P<0,001$) y positivamente relacionada con la MODI (kg/d) (Figura 1), ajustandose los datos a la ecuación: Alantoína = -0,669 + 17,31±1,540 MODI , r^2 =0,79, DER = 0,817, CV = 9,72 %, establecida con los datos de 36 animales, ya que cuatro de ellos fueron eliminados por diferentes causas.

Figura 1. Relación entre la excreción urinaria de alantoína (mmol/dia) y la ingestion de materia orgánica digestible (MODI/día).



Parte de la variación en la excreción de alantoína vino explicada por el contenido en PB de la dieta. Cuando se incluyó este parámetro como segunda variable independiente aumentó ($P<0,01$) el porcentaje de variación explicado al 83 %. El coeficiente de regresión asociado al porcentaje de PB fue negativo, reflejando probablemente un descenso de la cantidad de materia fermentable en el rumen al aumentar la proporción de HP en la dieta. De hecho, cuando se relacionó la excreción urinaria de alantoína con la MOFI, el porcentaje de variación explicado fue similar al obtenido al incluir la MODI y el porcentaje de PB como predictores ($r^2=0,83$), obteniendose la ecuación : Alantoína (mmol/día) = -0,312 + 18,46±1,434 MOFI (kg/día).

A partir del modelo de respuesta propuesto por Balcells et al. (1991), considerando una relación bases púricas /N microbiano (mmol/g) de 0,895 y que todas las purinas que llegan a duodeno son de origen microbiano, se estimó una eficiencia media de síntesis microbiana de entre 18,66±0,838 y 20,86± 0,504 g N microbiano/kg MODI para dietas extremas en contenido en HP (101,4 y 0 g/día, respectivamente), valores próximos al establecido por el ARC (1984) (20,8 g/kg MODI). Las diferencias reales entre tratamientos con y sin HP serían aproximadamente un 4% mayores a las estimadas, si se tiene en cuenta la contribución de la HP al flujo total de BP al duodeno (Pérez et al., 1996). La eficiencia media de síntesis, expresada como g de N microbiano/kg MOFI fue de 22,08±0,305, valor también próximo al propuesto por el INRA (1988) (23,2 g/kg MOFI).

No se observaron diferencias significativas en la eficiencia de síntesis microbiana por efecto del tipo de parto, si bien el valor medio resultó un 3,8 % superior en las ovejas de parto doble (22,5± vs 21,7± g N microbiano/kg MOFI). Por otra parte, el ritmo fraccional de paso de la fase líquida a través del rumen solo explicó un 5 % ($P>0,05$) de la variación observada en la eficiencia de síntesis microbiana cuando ésta se expresó en relación a la MOFI.

Bibliografia

ARC, 1984. Supplement Nº 1. C.A.B.

Balcells, J., Guada, J. A., Castrillo, C. y Gasa, J. 1991. *J. Agric. Sci.* ,**116**, 309-317.

Balcells, J., Guada, J. A., Peiró, J. M. y Parker, D. S. 1992. *J. Chrom.*, **575**, 153-157.

Chen, X. B., Hovell, F. D. DeB., Ørskov, E. R. y Brown, D.S. 1990. *Br. J. Nutr.* **63**, 131-142.

INRA, 1988. *Alimentation des Bovins, Ovins et Caprins* . Jarrige, G., (ed.). INRA, París.

Pérez, J. F. , Rodríguez, C. A., González, J., Balcells, J. y Guada, J. A. 1996. *Animal Feed Science Technology* . **62**, 251-262.

EFECTO DE LA CONCENTRACION ENERGETICA DE LA RACION SOBRE LA COLONIZACION MICROBIANA DE LOS RESIDUOS DE INCUBACION DE TRES SUPLEMENTOS PROTEICOS, Y REPERCUSION SOBRE SU DEGRADABILIDAD "IN SACCO"

C. Castrillo, F. Zakraoui, J. Balcells, S.M. Martín-Orúe y J.A. Guada.

Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Universidad de Zaragoza. Facultad de Veterinaria. Miguel Servet, 177. 50013. Zaragoza.

Introducción

El método "*in sacco*" es el más comúnmente utilizado para estimar la degradabilidad de la proteína bruta de los alimentos en el rumen, habiendo sido adoptado por la mayor parte de los nuevos sistemas de valoración proteica de rumiantes. Dicho método presenta algunas limitaciones (Michalet-Doreau y Ould Bah, 1992), entre ellas la subestimación sistemática de la degradabilidad debido a la contaminación bacteriana de los residuos de incubación.

En el presente trabajo se estudia el efecto de la relación forraje/concentrado de la dieta sobre el grado de colonización de los residuos de incubación de tres suplementos proteicos de origen vegetal, y su repercusión sobre los valores de degradabilidad "*in sacco* " de la proteína.

Marterial y métodos

Se utilizaron 4 ovejas canuladas en rumen y pesos comprendidos entre 40 y 50 kg . Los animales recibieron de forma consecutiva dos raciones constituidas por un 80/20 (F) y un 20/80 (C) de forraje/concentrado, administradas a un plano de alimentación próximo a 1,3 veces mantenimiento. La dieta se compuso de paja de cebada tratada con amoniaco al 3%, cebada aplastada suplementada con 45 g de caseína/kg y 25 g diarios de un suplemento vitamínico-mineral. La comida fue distribuida dos veces al día a las 9 y 17 horas.

Después de un periodo de adaptación a las dietas de 21 días, se incubaron en cada una de las ovejas, durante 24 horas y por duplicado, tres suplementos proteicos (torta de soja -TS-, gluten feed -GF- y bagazo de cervecería -BC-), caracterizados por su diferente contenido en proteína bruta (49,15, 21,96 y 29,69 %) y pared celular (17,83, 43,61 y 61,75 %). Los suplementos fueron incubados en bolsas de nylon de 10 x 15 cm y 45 μm de diámetro de poro, incluyendo 4 g de materia fresca por bolsa. Una vez extraidas del rumen, las bolsas fueron lavadas y secadas (48h a 65 °C), y los residuos almacenados hasta su análisis.

Dos días después, y con el fin de aislar una fracción microbiana representativa de la adherida a los residuos, se incubaron 10 bolsas en cada oveja durante 24 horas, conteniendo 6 g de una mezcla a partes iguales de los tres

suplementos proteicos. Se mezclaron los residuos de las 40 bolsas y se siguió el siguiente proceso para el aislamiento de la fracción microbiana : a) incubación en suero fisiológico con un 0,1% de metilcelulosa (15 min. a 40°C); b) homogeneización durante 3 min.; c) refrigeración durante 1 hora; d) alternancia de frio (4°C) y calor (50°C) , dos veces durante 10 min. a cada una de las temperaturas; e) filtración (45 μm de poro) y lavado con suero fisiológico; f) centrifugación del residuo (20 min. a 500 x g); g) dos centrifugaciones del sobrenadante (20 min a 20.000 x g); h) liofilización del residuo (pellet bacteriano).

Sobre los residuos de incubación y los pellets bacterianos aislados se determinó el contenido en N mediante el método Kjeldhal y en bases púricas (BP) mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) (Martín-Orúe et al.,1995).

La colonización microbiana de los residuos de incubación se calculó a partir de la relación BP/N en los residuos y en el pellet microbiano aislado, corrigiendo para la presencia en los residuos de BP del propio suplemento, para lo que se asumió una degradabilidad de la purinas de la TS, GF y BC del 96,5, 97,3 y 81,7 %, respectivamente (Pérez et al., 1996).

Resultados y Discusión

Las bacterias adheridas a los residuos obtenidos con la dieta C presentaron un mayor contenido N y BP que las obtenidas con la dieta F (8,8 y 7,4 g N/100 g MO y 0,974 y 0,612 mmol BP/g N, respectivamente), lo cual podría estar asociado a un mayor ritmo de crecimiento bacteriano, debido a la mayor disponibilidad de energía, o a la mayor fragilidad y susceptibilidad a los cambios de temperatura de las bacterias GRAM (-) (Strange, 1976), dominantes en las raciones forrajeras.

Tabla 1. Colonización bacteriana de los residuos, expresada como materia seca microbiana/materia seca residual (MSmic/MSres), proporción de nitrógeno microbiano en el nitrógeno residual (Nmic/Nres), y degradabilidad "*in sacco* " del nitrógeno de los tres suplementos, sin corregir (dga N) y corregida teniendo en cuenta el componente microbiano (dgr N).

Suplemento	**Torta soja**			**Gluten feed**			**Bagazo Cervecería**		
Ración	**F**	**C**	**DER**	**F**	**C**	**DER**	**F**	**C**	**DER**
MSmic/MSres	26,36	7,88	2,45 **	14,85	5,56	2,58 *	5,86	3,27	1,54 ns
Nmic/Nres	19,43	7,01	2,04 **	62,82	40,14	8,73 *	8,03	6,27	3,00 ns
dga N	89,25	78,72	6,18 *	88,89	88,47	1,52 ns	61,46	55,56	4,66 *
dgr N	91,28	80,30	5,52 *	95,76	92,94	0,99 ***	64,54	58,32	4,88 *

DER= Desviación estandard residual; ns, P>0,05; *, P<0,05; **,P<0,01; ***,P<0,001

La colonización microbiana (tabla 1), expresada como MSmic/MSres (valores medios de 17,1, 10,2 y 4,6 % para la TS, GF y BC, respectivamente) no estuvo directamente relacionada con el contenido en pared celular del alimento, como generalmente se ha encontrado en forrajes (Wanderley et al., 1993). Los valores de colonización obtenidos con la TS y el GF son claramente superiores a los obtenidos por Rodríguez (1994) con suplementos similares (en torno al 5%), si bién los valores presentados por estos autores se refieren a residuos de bolsas previamente sometidas a congelación, proceso que por si solo puede provocar una desadherencia bacteriana de hasta el 50% (resultados propios no publicados). La dieta F provocó una mayor colonización microbiana de los residuos de incubación de los tres suplementos proteicos que la dieta C, siendo las diferencias significativas en el caso de la TS ($P<0,01$) y el GF ($P<0.05$). La contaminación del nitrógeno residual con nitrógeno microbiano (Nmic/Nres) fue del 13,2, 51,5 y 7,2 % para la TS, GF y BC, valores inversamente relacionados con el contenido en nitrógeno de los residuos, y por consiguiente dependientes del contenido inicial en nitrógeno de los suplementos y de su degradabilidad.

La subestimación media de la degradabilidad real debida a la colonización microbiana (tabla 1), estuvo inversamente relacionada con el contenido en nitrógeno de los suplementos (Bernard et al., 1988; Beckers et al., 1995) y fue superior con la ración F (2,03, 6,87 y 3,06 u.p.) que con la C (1,58, 4,47 y 2,76 u.p.), debido a la mayor colonización microbiana con la primera. En consecuencia, el efecto negativo de la concentración energética de la dieta sobre la degradabilidad "*in sacco*" del nitrógeno ($P<0,05$ en la TS y el BC) se puso más claramente de manifiesto en la dgr que en la dga. En el caso del GF, las diferencias en la dga entre dietas fueron prácticamente nulas mientras que las diferencias en la dgr fueron altamente significativas ($P<0,001$).

Bibliografía

Beckers, Y., Thewis, A., Maudoux, B. y François, E. 1995. *J. Anim..Sci.*, **73**,220-227.

Bernard, L., Marvalín, O., Yang, W.Z. y Poncet, C. 1988. *Reprod. Nutr. Dévelop.* **28**,105-106.

Martín-Orúe, S.M., Balcells, J., Guada, J.A. y Castrillo, C. 1995. *J. Anim. Nutr.*, **70**, 296-307.

Michalet-Doreau, B. y Ould Bah, M.Y. 1992. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **40**,57-86.

Pérez, J.F., Rodríguez, C.A., González, J., Balcells, J. y Guada, J.A. 1996. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **62,**251-262.

Rodríguez, C.A. 1994. *Efecto de la contaminación microbiana de los alimentos en el rumen sobre la predicción de la degradabilidad ruminal por técnicas in situ.*. Master of Science. Instituto. C.I.H.E.A.M.

Strange, R.E. 1976. Cold shock. En: *Microbial response to mild stress.* Ed. R.E. Strange. Meadowfield Press, Durham.

Wanderley, R.C., Huber, J.T., Wu, Z., Pessarakli, M. y Fontes, C. Jr. 1993. *J. Anim. Sci.*, **7 1**, 3073-3077.

VARIACION DE LA RELACION ISOTOPICA DEL NITROGENO A NIVEL DE LOS ALIMENTOS Y SU FRACCION INSOLUBLE EN EL RUMEN: IMPLICACIONES SOBRE LA ESTIMACION DE LA CONTAMINACION MICROBIANA MEDIANTE EL EMPLEO DE ^{15}N.[1]

C. Rodríguez, J. González, M.R. Alvir, J.L. Repetto y C. Cajarville
Departamento de Producción Animal. Universidad Politécnica de Madrid
ETS Ingenieros Agrónomos. 28040 Madrid

Introducción

La precisión de los estudios sobre colonización y contaminación microbiana de los alimentos en el rumen, realizados utilizando ^{15}N, resulta dependiente del valor considerado para la abundancia natural en ^{15}N de los alimentos estudiados. Para este valor se ha utilizado bien la media atmosférica (0,3663 átomos%) o valores arbitrarios próximos a ésta (Beckers *et al.*, 1995; 0,365 átomos%), bien un valor medio de alimentos (Broderick y Merchen, 1992; 0,368 átomos%) o bien los valores específicos de los alimentos analizados, no habiéndose considerado, en cambio, el empleo del valor de abundancia natural correspondiente a la fracción insoluble de los alimentos, que es la única que puede ser objeto de colonización microbiana. El objetivo de este trabajo ha sido estudiar la posible existencia de diferencias entre la abundancia natural en ^{15}N de los alimentos y de su fracción insoluble y establecer la incidencia de las mismas sobre la precisión de las estimas de contaminación nitrogenada de los alimentos en el rumen.

Material y métodos

Se analizó (por duplicado) la abundancia natural en ^{15}N de un total de 16 alimentos (tabla 1), así como de su fracción insoluble, obtenida a partir del lavado mecánico en agua fría (3 lavados de 5 minutos) de muestras de los mismos (3 por alimento) contenidas en bolsas de nylon (46μm de poro). Como una aplicación, se determinó la contaminación bacteriana en 4 de estos alimentos (tabla 2) incubados *in situ* a diferentes tiempos en el rumen de 4 corderos adultos, que recibían a un nivel de 40gMS/kg^{0,75}, una dieta mixta constituida por heno y concentrado en relación 2:1. Para ello se utilizó ^{15}N infundido en el rumen a dosis de 40mg/animal y día en forma de $(NH_4)_2SO_4$. La proporción de N bacteriano se determinó como el cociente entre los enriquecimientos en ^{15}N de los residuos de incubación y de una muestra de bacterias adherentes aislada del rumen de cada cordero, calculados ambos en relación a la abundancia natural en ^{15}N determinada bien sobre la muestra integra o sobre la fracción insoluble del alimento problema.

Resultados y discusión

En la tabla 1 se presentan los valores de abundancia natural en ^{15}N de los alimentos y de su fracción insoluble, así como del intervalo de confianza ($P<0,05$) correspondiente a estas últimas observaciones. Puede apreciarse que en la mayoría de los alimentos (excepto harina de pescado,

[1] Trabajo financiado por los proyectos CICYT:GAN 89-0126 y AGF 93-0549-CO2-01.

heno de alfalfa, paja de cebada y salvado de trigo) la abundancia natural en ^{15}N del alimento integro no se puede considerar idéntica a la de su fracción insoluble en bolsas de nylon. Sin embargo, esta variación no presenta ninguna tendencia definida, siendo siempre pequeña, no superando en ningún caso el 0,9%. Estos resultados son demostrativos de que la distribución del ^{15}N en las distintas fracciones de los alimentos no es estrictamente uniforme, evidenciando además, la existencia de diferencias de relativa importancia entre alimentos.

Tabla 1. Valores de abundancia natural en ^{15}N (átomos%) en los alimentos íntegros y sus fracciones insolubles.

alimento	muestra original	fracción insoluble	intervalo de confianza**	variación (%)
harina de carne	0,36878*	0,36855	0,00010	-0,07
harina de pescado	0,37044	0,37045	0,00027	<0,01
gluten feed	0,36784*	0,36561	0,00129	-0,61
grano de cebada	0,36953*	0,37176	0,00040	0,60
grano de maíz	0,36859*	0,37161	0,00078	0,82
harina de girasol	0,36836*	0,37111	0,00025	0,75
harina de soja	0,36711*	0,36956	0,00027	0,67
soja integral	0,36781*	0,37064	0,00024	0,77
bagazo de cervecería	0,36774*	0,36606	0,00019	-0,46
cascarilla de soja	0,36687*	0,36463	0,00067	-0,61
pulpa de remolacha	0,36866*	0,37187	0,00041	0,87
salvado de trigo	0,36714	0,36700	0,00132	-0,04
heno de alfalfa	0,36747	0,36727	0,00055	-0,06
heno de veza avena	0,36811*	0,36647	0,00096	-0,45
paja de cebada	0,36892	0,36950	0,00224	0,16
paja de lenteja	0,36678*	0,36941	0,00032	0,72

* Valor externo al intervalo de confianza de la fracción insoluble. ** $P<0,05$.

En la tabla 2 se presenta la contaminación microbiana considerando como base de calculo la abundancia natural en ^{15}N del alimento original o la de su fracción insoluble, así como el error relativo debido a considerar el primer valor respecto del segundo. Como puede observarse, a pesar de que las diferencias entre los valores de abundancia natural en ^{15}N en el alimento original y su fracción insoluble sean pequeñas, éstas se traducen en errores en las estimas de los niveles de contaminación microbiana de los alimentos, cuya magnitud puede ser considerable. El sentido de este error es lógicamente idéntico al de la diferencia en la abundancia natural entre la fracción insoluble y el alimento integro, aumentando su magnitud con la cuantía de esta diferencia. Por otra parte, su magnitud se reduce, tanto en términos absolutos como relativos, con el incremento del

tiempo de incubación. Este hecho esta en relación con la variación con el tiempo de incubación de la contribución de las fracciones alimentaria y microbiana al residuo de incubación, incrementándose la incidencia del error al aumentar la importancia de la primera, al estar la causa del error en relación con ésta. Por esta misma razón, el error es más importante en los alimentos que son objeto de una baja contaminación, como es el caso del gluten feed, en el cual para el tiempo de 2 horas de incubación, utilizando como referencia el alimento original, se obtienen valores de contaminación negativos y, por tanto, inaceptables desde el punto de vista biológico.

Tabla 2. Contaminación microbiana (mg N bacteriano/100 mg N residual), calculada en base a la abundancia natural en ^{15}N del alimento original o de su fracción insoluble.

alimento	fracción	horas de incubación			
		2	16	48	72
Pulpa de remolacha	original	5,76	23,7	26,1	41,6
	insoluble	3,67	22,1	24,5	40,3
	error (%)	56,9	7,52	6,67	3,23
Harina de girasol	original	5,01	17,2	28,7	- - - -
	insoluble	3,22	15,7	27,4	- - - -
	error (%)	55,7	9,88	4,86	- - - -
Gluten feed	original	-1,35	8,06	11,0	- - - -
	insoluble	0,20	9,41	12,3	- - - -
	error (%)	-786	-14,4	-10,6	- - - -
Heno de veza avena	original	7,78	42,1	68,8	66,8
	insoluble	8,79	42,7	69,2	67,2
	error (%)	-11,4	-1,47	-0,46	-0,51

De forma análoga, el uso de valores de referencia prefijados para la abundancia natural en ^{15}N de los alimentos conduce a la introducción de errores similares, que pueden ser la causa de las importantes diferencias que se aprecian en la bibliografía relativa a la contaminación microbiana de los alimentos en el rumen.

Referencias bibliográficas

Beckers Y., Thewis A., Maudoux B. y Francois E. 1995 "Studies on the *in situ* nitrogen degradability corrected for bacterial contamination of concentrate feeds in steers". J. Anim. Sci., 73:220-227.

Broderik G. A. y Merchen N. R. 1992 "Markers for quantifying microbial protein synthesis in the rumen". J. Dairy Sci., 71:1623-1633.

EFECTO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO Y DE LA ADICIÓN DE DEXTROSA SOBRE LA UTILIZACIÓN DIGESTIVA DE LA HARINA DE SOJA.

[1]E. Serrano, [1]F.J. Giráldez, [1]P. Frutos, [1]A.R. Mantecón y [2]C. Cadórniga

[1]Estación Agrícola Experimental. CSIC. Apdo. 788. 24080. León
[2]Moyresa. El Burgo. Culleredo. La Coruña

Introducción

Desde el punto de vista del valor nutritivo de los alimentos, la reacción de Maillard entre azúcares reductores (grupos aldehido o cetonas) y proteínas (grupos amino) es perjudicial cuando se completan las tres etapas que la componen, ya que incide negativamente en la digestión intestinal de las proteínas (Dergal, 1981). Sin embargo, los productos formados en la primera fase de esta reacción son reversibles en condiciones ácidas, por lo que la digestión intestinal de las proteínas en esta fase no resultaría afectada (Finot *et al.*, 1977; Windschitl and Stern, 1989).

Esta reacción, por otra parte, permite disminuir la degradación ruminal, por lo que teóricamente, y teniendo en cuenta los planteamientos anteriores, podría utilizarse para la producción de suplementos proteicos de baja degradabilidad (Windschitl and Stern, 1989). De hecho, se han desarrollado diferentes patentes, basadas en una combinación de tratamiento térmico y adición de azúcares, para la fabricación de harina de soja de baja degradabilidad, aunque su comercialización es todavía escasa en nuestro país.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes tratamientos (calor o calor combinado con la adición de glucosa) sobre la solubilidad, degradabilidad, producción de gas y digestión intestinal de la proteína de la harina de soja.

Material y métodos

Las diferentes harinas de soja utilizadas en el presente experimento fueron suministradas por la empresa Moyresa. Se utilizaron tres harinas de soja:

S0.-harina de soja sin tratar (883 g MS/ kg, 929 g MO/ kg MS y 490 g PB / kg MS).
S1.-harina de soja tratada con calor húmedo a 80-100 °C durante 30 minutos (914 g MS/ kg, 933 g MO/ kg MS y 469 g PB/ kg MS).
S2.-harina de soja tratada con una solución de dextrosa al 50% (en una proporción de 1 litro de solución por cada 20 kg de harina) y posteriormente con calor húmedo a 80-100°C durante 30 minutos (871 g MS/ kg, 926 g MO/kg MS y 475 g PB/ kg MS) de acuerdo con la patente registrada por la empresa Moyresa (soja mealpass).

De cada harina de soja se tomó una muestra que se molió en un molino de martillos utilizando una malla de 2 mm de tamaño de paso. Una vez molida, ésta se dividió en dos submuestras: una se utilizó para los estudios de degradación ruminal *in sacco* y digestión *in vitro* y la otra se molió a 1 mm y se empleó para la determinación de la composición química y para los estudios de solubilidad y producción de gas.

La solubilidad de la proteína se determinó incubando bolsitas (Ankon's Daisy F56), selladas con calor y que contenían 0,5 g de muestra, en una solución de cloruro sódico 0,2 molar, durante 60 minutos. Las bolsas correspondientes a las diferentes harinas se incubaron conjuntamente en una jarra que contenía 2 litros de la solución de ClNa y que se introdujo en

un incubador a 39° C que mantiene la jarra en un constante movimiento rotatorio (sistema Ankons Daisy).

La cinética de producción de gas se determinó siguiendo el método de Menke y Steingass (1988). Los valores de producción de gas se ajustaron al modelo exponencial propuesto por Ørskov y McDonald (1979) con la finalidad de estimar el ritmo de producción (parámetro c) y la producción total de gas (suma de parámetros a y b).

La degradabilidad de la proteína se determinó *in sacco* según la metodología descrita por López (1990), pero utilizando un único tiempo de incubación (12 horas). Para ello se emplearon tres ovejas fistuladas en el rumen que recibieron como dieta basal 400 g de heno y 600 g de un concentrado compuesto por un 85 % de cebada y un 15 % de harina de soja. Los residuos de incubación de las tres ovejas y del mismo alimento se mezclaron y molieron a 1 mm, determinándose su contenido en N y utilizándose el resto para el análisis de la digestibilidad *in vitro*, la cual fue estimada siguiendo el método desarrollado por Calsamiglia y Stern (1995).

Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza, utilizando el procedimiento ANOVA del CSS (1991). Las comparaciones entre tratamientos se efectuaron utilizando el test de las diferencias mínimas significativas (LSD).

Resultados y discusión

Como puede observarse en la tabla 1, la solubilidad de la materia seca se mantuvo prácticamente constante en las tres harinas. Sin embargo, la solubilidad de la proteína mostró diferencias altamente significativas (P<0,001), con valores del 15,61% en la harina de soja sin tratar frente a 11,40% en la S1 y 9,41 en la S2.

Tabla 1.- Solubilidad, parámetros de la cinética de producción de gas, degradabilidad y digestibilidad intestinal de la proteína de tres harinas de soja (S0 = sin tratar, S1 = tratada con calor y S2 = tratada con dextrosa y posteriormente con calor).

	S0	**S1**	**S2**	esm.	Nivel Significación
Solubilidad (%)					
Materia seca	29,40	28,77	28,58	0,661	ns
Proteína	$15,61^{c}$	$11,40^{b}$	$9,41^{a}$	0,149	***
Cinética de Producción de Gas					
Parámetros A + B (ml)	55,40	56,67	56,47	0,221	ns
Parámetro C (h^{-1})	$0,110^{b}$	$0,112^{b}$	$0,077^{a}$	0,0009	***
Degradabilidad (%)					
Materia seca	$88,61^{b}$	$83,84^{b}$	$72,29^{a}$	0,740	**
Proteína	$88,17^{c}$	$76,48^{b}$	$59,93^{a}$	1,026	**
Digestibilidad Intestinal de la Proteína (%)					
Proteína	71.66	73.25	73.43	1.448	ns
Proteína no degradable	76,04	78,66	76,93	3,152	ns

ns: P>0,05 / **: P<0,01 / ***: P<0,001

$^{a, b, c}$: distintos superíndices en la misma fila indican medias significativamente diferentes (P<0,05)

esm: error estándar de la media.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas (P>0,05) en la producción total de gas (a+b), pero sí en el ritmo de producción (P<0,001). La harina de soja tratada con dextrosa y posteriormente con calor mostró un valor claramente inferior al de las otras dos harinas, lo cual podría ser indicativo de una ralentización en su ritmo de degradación ruminal, si bien no habría diferencias en la degradación potencial.

La degradabilidad, estimada *in sacco* tras 12 horas de incubación, también presentó variaciones estadísticamente significativas (P<0,01) entre las tres harinas estudiadas, tanto para la materia seca, donde la S2 mostró un valor significativamente inferior al de las otras dos harinas (ver tabla 1), como para la proteína, donde se observó una disminución progresiva desde la S0 (88,17%), a la S1 (76,48%) y a la S2 (59,93).

La digestibilidad *in vitro* de la proteína no degradada en el rumen, por el contrario, no presentó diferencias estadísticamente significativas (P>0.05). Así pues y tal y como ha sido previamente señalado, parece existir una reversibilidad de la reacción de Maillard que hace que la digestibilidad de las proteínas no resulte afectada (Finot *et al.*, 1977; Windschitl and Stern, 1989).

Los resultados observados indican que tanto el tratamiento con calor como la adición de azúcares reductores pueden disminuir significativamente la degradación ruminal de la proteína sin afectar a su digestión intestinal, si bien este efecto es más marcado en el segundo tratamiento, es decir, en el que se añade la solución de dextrosa y se trata posteriormente con calor.

Referencias

Casalmiglia, S. and Stern, M.D. (1995). A three-step *in vitro* procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. *J. Anim. Sci.*, 73, 1459-1465.

CSS. (1991). Complete Statistical System. Statsoft, Inc. Tulsa, USA.

Dergal, S.B. (1981). *Química de los alimentos*. Edit. Alhambra Mexicana.

Finot, P.A.; Bujard, E; Mottu, F. and Mauron, J. (1977). Availability of the true Schiff's bases of lysine. Chemical evaluation of the Schiff's base between lysine and lactosa in milk. *In*: Protein cross-linking. M. Friedman. Edit. Plenum Publ. Corp., New York, pp: 343-365.

López, S. (1990). Características de degradación ruminal de los forrajes en relación con el método de conservación y la composición química y botánica. Tesis doctoral. Universidad de León.

Menke, K.H. and Steingass, H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas producción using rumen fluid. *Animal Research and Development*, 28, 7-55.

Ørskov, E. R. and McDonald, I. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. *J. Agric. Sci., Camb.*, 92, 499-503.

Windschitl, P.M. and Stern, M.D. (1989). Evaluation of calcium lignosulfonate-treated soybean meal as a source of rumen protected protein for dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 71, 3310-3322.

EFECTO DEL TRATAMIENTO CON ÁCIDO TÁNICO DE LA HARINA DE SOJA SOBRE LA UTILIZACIÓN DIGESTIVA DE LA PROTEÍNA.

E. Serrano, F.J. Giráldez, P. Frutos y A.R. Mantecón
Estación Agrícola Experimental. CSIC. Apdo. 788. 24080. León

Introducción

Los taninos son compuestos polifenólicos vegetales capaces de unirse a las proteínas, limitando así su degradación ruminal. La unión entre tanino y proteína se realiza, fundamentalmente, a través de puentes de hidrógeno. Este es un tipo de enlace reversible en función del pH del medio, presentando la mayor estabilidad a pH próximos a la neutralidad, como podría ser el pH ruminal, y rompiéndose a pH ácidos o básicos, como el abomasal y el duodenal (Mangan, 1988; McLeod, 1978). Este comportamiento de los taninos frente a las proteínas podría por tanto constituir un mecanismo protector que actuara en el rumen, pero que no limitara la digestión de la proteína del alimento en los tramos posteriores del tubo digestivo.

No obstante, los taninos constituyen un grupo de compuestos muy amplio y diverso con un comportamiento individual frente a las proteínas variable, tanto en función del tipo de tanino como del tipo de proteína (Hagerman 1992). El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de distintas dosis de un tanino hidrosoluble, el ácido tánico, sobre la degradabilidad ruminal y digestibilidad intestinal de la proteína de la harina de soja.

Material y métodos

Se utilizaró harina de soja con diferentes cantidades de ácido tánico (ver tabla 1). Para ello, se partió de una harina de soja estándar que fue molida en un molino de martillos con un tamaño de malla de 2 mm y pulverizada con distintas dosis de ácido tánico disueltas en 100 ml de agua destilada (0, 1, 5, 10, 15, 20 y 25 g de ácido tánico/100 g de soja para las harinas S_0, S_1, S_5, S_{10}, S_{15} y S_{25}, respectivamente). La harinas, una vez pulverizadas, se secaron en una estufa de aire forzado durante 24 horas a 60°C. El contenido en taninos de las harinas se determinó siguiendo la técnica espectrofotométrica descrita por Quarmby y Allen (1989).

La composición química de las diferentes harinas de soja se recoge en la tabla 1.

Tabla 1.- Contenido en materia seca (MS), proteína bruta (PB) y ácido tánico (AT) en las diferentes harinas de soja.

	Tipos de harina de soja					
	S_0	S_1	S_5	S_{10}	S_{15}	S_{25}
MS (g/kg)	946	952	951	959	963	960
PB (g/Kg MS)	506	498	483	462	450	438
AT (g/kg MS)	0,8	16	38	63	131	170

La degradabilidad ruminal de las distintas sojas se estudió mediante la técnica *in sacco*. Para ello se utilizaron tres ovejas merinas equipadas con fístulas ruminales, las cuales recibieron como dieta basal 400 g de heno y 600 g de concentrado (85% de cebada y 15% de harina de soja) que se distribuyó en dos tomas diarias. Los alimentos fueron incubados, durante 12 y 24 horas, empleando bolsas de nylon (125 x 100 mm de superficie) en las que se pesaron 5 g de muestra. En cada tiempo de incubación, las diferentes harinas de soja fueron incubadas simultáneamente (6 bolsas/oveja/tiempo de incubación). Una vez retiradas las bolsas del

rumen, éstas fueron lavadas, secadas y pesadas. El residuo obtenido fue molido a 1 mm previamente a la determinación de su contenido en nitrógeno.

Posteriormente, se mezclaron los residuos de cada harina (correspondientes al periodo de incubación de 12 horas), de las tres ovejas utilizadas, analizándose el contenido en nitrógeno del conjunto y estimándose su digestibilidad intestinal según la técnica *in vitro* descrita por Calsamiglia y Stern (1995).

El estudio de la degradabilidad se completó con la determinación de la cinética de producción de gas de las distintas sojas, utilizando el método desarrollado por Menke y Steingass (1988). La producción de gas se determinó a las 2, 4, 6, 8, 12, 24, 36, 48, 72, 96, 120 horas. Los valores obtenidos se ajustaron a la ecuación $y=a+b(1-e^{-cxt})$ descrita por Ørskov y MacDonald (1979) para estimar el parámetro "c" (ritmo de producción de gas) y la suma de parámetros "a+b" (producción total de gas). El líquido ruminal para realizar la incubación se obtuvo de cuatro ovejas que recibieron una dieta basal de aproximadamente 1000 g de heno de alfalfa /animal / día.

Resultados y discusión

Tal y como puede apreciarse en la tabla 2, tanto la degradabilidad de la materia seca como la de la proteína bruta resultó significativamente afectada por la dosis de ácido tánico incorporada en la soja.

Como cabía esperar, los menores valores de degradabilidad correspondieron a la soja S_{25}, es decir la que presenta un mayor contenido en ácido tánico. Así mismo, cabe destacar que no existieron diferencias estadísticamente significativas ($P>0,05$) entre las harinas S_0, S_1 y S_5, indicando que se necesitan cantidades mayores de 38 g de ácido tánico por kg de soja para que se manifieste alguna protección de la proteína.

Tabla 2.- Degradabilidad ruminal de la materia seca y proteína a las 12 y 24 horas de incubación, digestibilidad intestinal de la proteína no degradable en rumen (DIPNDR) y cinética de producción de gas de las harinas de soja con diferente contenido en ácido tánico.

		Tipos de harina de soja						esm	Nivel de significación
		S_0	S_1	S_5	S_{10}	S_{15}	S_{25}		
Degradabilidad (%)									
MS	12 horas	$63,71^{a}$	$63,87^{a}$	$64,27^{a}$	$54,39^{b}$	$53,07^{b}$	$43,79^{c}$	3,119	*
	24 horas	$89,50^{a}$	$85,34^{a}$	$85,48^{ab}$	$80,38^{bc}$	$75,43^{c}$	$65,50^{d}$	2,212	*
Proteína	12 horas	$52,46^{a}$	$55,00^{a}$	$52,97^{a}$	$38,77^{b}$	$39,53^{b}$	$15,56^{c}$	3,109	*
	24 horas	$89,66^{a}$	$75,86^{ab}$	$82,13^{ab}$	$75,03^{ab}$	$68,30^{b}$	$51,00^{c}$	4,655	*
DIPNDR (%)		82,13	83,89	83,9	89,13	87,4	83,90	5,239	n.s.
Cinética de producción de gas									
a+b (ml)		$57,89^{ab}$	$56,66^{a}$	56.78^{a}	$58,89^{b}$	$59,72^{cb}$	$58,53^{b}$	0,447	*
c (h^{-1})		$0,092^{a}$	$0,093^{a}$	$0,085^{b}$	$0,073^{c}$	$0,064^{d}$	$0,055^{e}$	0,001	*

ns: $P>0,05$ / *: $P<0.05$, esm= error estándar de la media.
$^{a, b, c, d, e}$: valores con distintos superíndices en la misma fila indican diferencias significativas ($P<0.05$)

La reducción en la degradabilidad a medida que aumenta el contenido en ácido tánico en la soja podría atribuirse, parcialmente, a un descenso en el ritmo de degradación, tal y como

sugiere la correlación positiva observada entre la degradabilidad a las 12 horas y el ritmo de producción de gas ($r = 0,95$ para la MS y 0,87 para la PB; $P<0,05$).

Por otra parte, los valores de producción total de gas permiten extraer otras conclusiones sobre aspectos de gran relevancia. En primer lugar, que parece no existir un efecto tóxico sobre la actividad microbiana, ya que en este caso cabría esperar una reducción significativa en la producción total de gas conforme se incrementa el contenido en ácido tánico de la soja. Y en segundo lugar, que el efecto protector del ácido tánico podría desaparecer en tiempos de permanencia largos. Respecto a esta segunda cuestión, sin embargo, es preciso señalar que la producción de gas está fundamentalmente relacionada con la fermentación de los carbohidratos, por lo que la protección de la proteína sí que podría ser más duradera.

En lo que se refiere a la digestibilidad intestinal, no se observó ninguna diferencia estadísticamente significativa ($P>0,05$) entre las diferentes sojas. Esta ausencia de efecto sobre la digestibilidad apoya la teoría de la reversibilidad de la unión tanino-proteína como resultado de las variaciones de pH que el alimento sufre en el abomaso y el duodeno e implica que la utilización digestiva de la proteína del alimento no se vería alterada una vez superado el rumen.

Los resultados obtenidos indican que el ácido tánico podría ser utilizado como un agente protector de la degradación ruminal de la proteína. No obstante, es necesario profundizar en el estudio de las dosis óptimas para la protección y de sus posibles efectos en los animales alimentados con este tipo de suplementos proteicos.

Referencias

Calsamiglia, S. and Stern, M. D. 1995. A tree-step in vitro procedure for estimating intestinal digestión of protein in ruminants. *Journal of Animal Science.*, 73, 1459-1465.

Hagerman, A. E.; Robbins, C. T.; Weerasuriya, Y.; Wilson, T. C. and McArthur, C. 1992. Tannin chemistry in relation to digestion. *Journal of Range Management*, 45, 57-62.

Mangan, J. L. 1988. Nutritional effects of tannins in animal feeds. *Nutrition Research Reviews*, 1, 209-231.

McLeod, M. N. 1974. Plant tannins- Their role in forage quality. *Nutrition Abstracts and Reviews*, 44, 803- 812.

Menke, K. H. and Steingass, H. 1988 Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas produccion using rumen fluid. *Animal Research and Development*, 28, 7-55.

Ørskov, E. R. and McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science. Cambridge.*, 92, 499-503.

ESTUDIO *IN VITRO* (RUSITEC) DEL EFECTO DE LA FUENTE DE NITRÓGENO SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA ACTIVIDAD MICROBIANA EN EL RUMEN

M.D. Carro[1] y E.L. Miller[2]

[1] Departamento de Producción Animal I, Universidad de León, 24007 LEON
[2] Nutrition Laboratory, University of Cambridge, Cambridge, Reino Unido

Introducción

La literatura científica de los últimos años refleja una gran controversia respecto a la forma en la que los aminoácidos, péptidos, proteína y nitrógeno no proteico (NNP) afectan a la actividad de los microorganismos ruminales que fermentan los hidratos de carbono estructurales y, como consecuencia, a la degradación de estos últimos. Mientras algunos estudios señalan aumentos en la digestibilidad de los hidratos de carbono estructurales al sustituir NNP por nitrógeno proteico (Griswold et al., 1996), otros no ponen de manifiesto ningún efecto. En este trabajo se estudió el efecto de la fuente nitrogenada (NNP, aminoácidos, péptidos y poteína) sobre la fermentación ruminal *in vitro* de los hidratos de carbono estructurales.

Material y métodos

Para evitar la interferencia de otros componentes del alimento, se empleó como sustrato pared celular (Goering y Van Soest, 1970) extraída de un heno de gramíneas y de una pulpa de remolacha. Los tratamientos nitrogenados (calculados para aportar 30 mg N/g materia orgánica fermentable) consistieron en el aporte del 50 % del total de N en forma de amoníaco (NH_4Cl) y el 50 % restante tal y como se describe a continuación:

Tratamiento	Aporte nitrogenado (50%)
AMON (amoníaco)	NH_4Cl
PROT (proteína)	proteína de soja purificada
PEP (péptidos)	hidrolizado peptídico de la proteína de soja
AA (aminoácidos)	mezcla de aminoácidos (perfil de la proteína de soja)

El estudio se llevó a cabo utilizando un rumen artificial de tipo semicontinuo (RUSITEC; Czerkawski y Breckenridge, 1977) provisto de ocho vasijas con un volumen efectivo de 700 ml. Se realizaron dos series de incubación de 14 días de duración: 8 días de adaptación a la dieta y 6 días de medida. En cada una de las series de incubación se asignó cada tratamiento a dos vasijas, de forma que se obtuvieron un total de cuatro réplicas por tratamiento. El alimento (10 g de fibra de heno + 2 g de fibra de pulpa) se incubó diariamente en bolsas de nylon, manteniendose cada bolsa dentro de la vasija durante 48 horas. El aporte de N se realizó mediante infusión continua con una bomba peristáltica.

Durante la realización de este trabajo M.D. Carro disfrutó de una beca de la Unión Europea. Trabajo financiado por la C.I.C.Y.T. (Proyecto AGF94-0026)

El día 1 se inoculó el sistema con contenido ruminal (líquido y sólido) procedente de 3 ovejas fistuladas en el rumen alimentadas con un heno de buena calidad. Durante los días 9, 10 y 11 se determinaron los siguientes parametros: pH, producción de gas (dióxido de carbono y metano), degradabilidad de la pared celular y sus fracciones tras 48 horas de incubación, producción de ácidos grasos volátiles (AGV) y producción de amoníaco. Durante los días 12 y 13 el efluente procedente de las vasijas se mezcló con el contenido de las bolsas de nylon. El material obtenido se homogeneizó en una batidora y se liofilizó una muestra del mismo (200 g) para determinar su contenido en nitrógeno no amoniacal (NNA).

Los resultados obtenidos se sometieron a análisis de varianza (modelo split-plot) utilizando el procedimiento GLM del Statistical Analysis Systems Institute (SAS, 1985). Los efectos incluidos en el modelo fueron la serie de incubación, la fuente de nitrógeno y el día de muestreo.

Resultados y discusión

Como puede observarse en la Tabla 1 no existieron diferencias entre tratamientos en la cantidad diaria de efluente ni en el pH del líquido de las vajias. En las vasijas que recibieron aminoácidos y proteína como fuente nitrogenada se observó una mayor ($P<0,05$) digestibilidad de la pared celular (FND), de la fibra ácido-detergente (FAD) y de la celulosa (CEL) que en las que recibieron amoníaco, no existiendo diferencias ($P>0,05$) entre los tratamientos amoníaco y péptidos (excepto en el caso de la FAD). En línea con estos resultados, tampoco existieron diferencias significativas en la producción diaria de metano entre los tratamientos **AMON** y **PEP**. Por el contrario, los tratamientos **AA** y **PROT** presentaron una mayor ($P<0,05$) producción de metano y de dióxido de carbono que el tratamiento **AMON**, hechos que concuerdan con la mayor digestibilidad de la pared celular.

En cuanto a la producción de AGV, la sustitución de NNP por N proteico ocasionó en todos los tratamientos (**AA**, **PEP** y **PROT**) un aumento ($P<0,05$) de la producción diaria de todos los ácidos analizados. El aumento en la producción de los ácidos isobutírico, valérico e isovalérico obtenido al sustituir NNP por fuentes nitrogenadas proteicas es debido a la fermentación de los aminoácidos, que produce amoníaco y ácidos grasos de cadena ramificada. Sin embargo, en las vasijas que recibieron amoníaco como única fuente nitrogenada la concentración de estos ácidos se mantuvo siempre en niveles adecuados para el normal funcionamiento de la flora celulolítica.

De forma similar a los resultados obtenidos por otros autores (Griswold et al., 1996), en los tratamientos **AMON** y **AA** la producción diaria de amoníaco fue superior ($P<0,05$) a la presentada por los péptidos y la proteína, indicando una mayor desaminación y/o una menor captación de amoníaco por los

microorganismos ruminales. Por el contrario, los tratamientos **PEP** y **PROT** produjeron una mayor cantidad de NNA (mg/d) que los tratamientos **AMON** y **AA**.

Tabla 1. Principales parámetros de fermentación para los distintos tratamientos (a,b: P<0,05)

	AMON	**AA**	**PEP**	**PROT**	s.e.d.[2]
Efluente (ml/d)	548	554	574	551	15,1
pH	6,84	6,83	6,86	6,84	0,025
Degradabilidad (48 h)					
FND	42,7 ^{a}	46,2 ^{c}	44,1 ^{ab}	45,7 ^{bc}	0,79
FAD	36,4 ^{a}	40,8 ^{c}	38,3 ^{b}	40,3 ^{c}	0,74
CEL	39,6 ^{a}	43,0 ^{bc}	40,9 ^{ab}	43,7 ^{c}	1,05
Gas (mmol/d)					
Dióxido de carbono	45,1 ^{a}	53,0 ^{b}	50,2 ^{b}	50,2 ^{b}	1,68
Metano	11,2 ^{a}	13,1 ^{c}	12,0 ^{ab}	12,3 ^{bc}	0,40
AGV (mmol/d)					
Acético	14,6 ^{a}	20,1 ^{b}	19,3 ^{b}	19,3 ^{b}	0,40
Propiónico	15,8 ^{a}	19,4 ^{bc}	18,2 ^{b}	19,8 ^{c}	0,47
Butírico	1,13 ^{a}	2,38 ^{c}	1,94 ^{b}	1,81 ^{b}	0,085
Otros AGV[1]	1,47 ^{a}	3,61 ^{d}	3,26 ^{c}	2,88 ^{b}	0,082
Total AGV	33,0 ^{a}	45,4 ^{c}	42,7 ^{b}	43,7 ^{bc}	0,86
Partición del N					
N-NH_3 (mg/d)	213^{b}	216^{b}	195^{a}	190^{a}	6,6
NNA (mg/d)	175^{a}	183^{b}	205^{c}	200^{c}	3,0

1 Isobutírico + valérico + isovalérico
2 error estándar de la diferencia

Los resultados obtenidos, especialmente las diferencias en la digestibilidad de la pared celular y en las proporciones de los diferentes AGV podrían indicar cambios en la población microbiana inducidos por la forma en la que se aportó el N.

Referencias bibliográficas

Czerkawski, J.W. y Breckenridge, G., 1977. *Br. J. Nutr.*, 38: 371-384.
Goering, M.K. y Van Soest, P.J. 1970. *Agr. Handb., nº 379*. Agric. Res. Serv., USDA. Washington, USA.
Griswold, K.E., Hoover, W.H., Miller, T.K. y Thayne, W.V. 1996. *J. Anim. Sci.*, 74: 483-491.
Statistical Analysis System Institute. 1985. User's Guide: Statistics. SAS Inst, Cary, NC.

LOS MICROORGANISMOS METANOTROFOS COMO AGENTES MODIFICADORES DE LA FERMENTACIÓN RUMINAL

[1]C. VALDÉS[1], C. J. NEWBOLD[2], K. HILLMAN[2], R. J. WALLACE[2]

[1]Departamento de Producción Animal I. Universidad de León. 24007. León.
[2]Rowett Research Institute. Bucksburn, Aberdeen . AB2 9SB. Reino Unido

Introducción

Uno de los principales fines de la manipulación de la fermentación ruminal mediante el uso de aditivos es disminuir la producción de metano, ya que, además de suponer una ineficiencia del proceso digestivo, el metano es un gas con un potente efecto invernadero. Sin embargo, los intentos para lograr reducir de forma directa la metanogénesis han fracasado (Van Nevel y Demeyer, 1996), por lo que se plantea la necesidad de explorar vías indirectas. Recientemente, se ha demostrado que, en rumiantes, al igual que sucede en otros medios, la cantidad de metano emitida es el resultado del balance entre las actividades sintéticas de los microorganismos metanogénicos y las oxidativas de los metanotrofos (Valdés *et al.*, 1996). Esta última actividad podría incrementarse añadiendo al medio ruminal microorganismos metanotrofos aislados de otros ecosistemas. Para probar esta hipótesis, en este trabajo se compara *in vitro* la producción de metano en ausencia de microorganismos metanotrofos adicionales y en presencia de distintas cepas de levaduras y de bacterias añadidas al medio ruminal.

Material y métodos

Se estudió *in vitro* el efecto en la producción de metano de cepas comerciales de dos levaduras metilotrofas: *Pichia augusta* (NCYC 1457) y *Torulopsis sonerensis* (ATCC 56511); de una levadura metanotrofa: *Sporobolomyces roseus* (NCYC 1609) y de una bacteria metanotrofa: *Methylococcus capsulatus* (NCIMB 11132). Se estudió también el efecto de dos microorganismos aislados por nosotros del contenido cecal de lechones y que denominaremos en lo sucesivo PB1 y PB2.

El líquido ruminal empleado en las incubaciones se obtuvo de tres ovejas fistuladas en el rumen que ingerieron diariamente 1,5 kg de una ración compuesta por heno, cebada, harina de pescado, melazas y suplemento vitamínico mineral

[1] Este trabajo se realizó durante una estancia de C.Valdés en el Rowett Research Institute financiada por una beca postdoctoral del Subprograma de Perfeccionamiento para Doctores y Tecnólogos del Plan para la Formación de Personal Investigador en el Extranjero del Ministerio de Educación y Ciencia.

(500, 299,5, 100, 91 y 9,5 g/kg de materia seca, respectivamente). Inmediatamente después de recoger el líquido ruminal, se filtró a través de una doble capa de gasa.

200 mg de la ración descrita más 10 mg de microorganismo liofilizado (tratamiento) o 10 mg del medio empleado para cultivar los microorganismos (control) fueron incubados a 39 ºC en 10 ml de líquido ruminal de cada una de las ovejas, que se dispensaron por duplicado junto con 40 ml de solución amortiguadora en botes Wheaton (120 ml). Transcurridas 24 h, se determinó la cantidad total de gas producido, midiendo el desplazamiento del émbolo de una jeringuilla de 50 ml. Se tomaron muestras del espacio gaseoso de los botes y se determinó su contenido en metano mediante cromatografía de gases. Las incubaciones se realizaron en dos condiciones: "anaerobiosis" (gaseando con CO_2) y "aerobiosis" (sin gasear con CO_2). La diferencia entre los valores medios correspondientes a cada tratamiento y a su control se contrastó mediante la t de Student.

Resultados y discusión

Como puede observarse en la tabla adjunta , sólo las bacterias PB1 y PB2 redujeron ($P<0,05$) la producción de metano, en un 12 y un 15%, respectivamente, del valor control.

Producción de metano (mmoles/día)

	Anaerobiosis		Aerobiosis	
Microorganismo	Control	Tratamiento	Control	Tratamiento
P. augusta	362±38,84	344±34,37	281±35,27	304±58,48
T. sonerensis	451±31,23	473±27,68	313±40,18	313±23,21
S. roseus	250±31,23	255±17,86	201±22,32	196±26,79
M. capsulatus	306±26,20	306±49,13	134±13,99	128±11,60
PB1	411±34,87	362*±17,54	304±47,95	277±36,74
PB2	411±34,87	348*±10,98	304±47,95	299±44,4

Para cada microorganismo, la diferencia entre la media señalada con asterisco (*) y la media correspondiente al control es significativa ($P<0,05$).

En una prueba paralela se observó que los seis microorganismos empleados en este trabajo mantuvieron, después del proceso de cultivo y posterior liofilización, la

capacidad de oxidar metano produciendo dióxido de carbono, así como la de crecer empleando metano como única fuente de carbono. Así, con la excepción de PB1 y PB2, los microorganismos metanotrofos parecen perder la capacidad de oxidar el metano en presencia de líquido ruminal, lo cual podría atribuirse a la competencia con los microorganismos del rumen, o, incluso, a la presencia de amoníaco en el líquido ruminal, ya que se ha demostrado que el amoníaco afecta negativamente a la oxidación del metano en cultivos puros de metanotrofos (Carlsen *et al.*, 1992) e incrementa el flujo de metano en distintos ecosistemas (Mossier *et al.*, 1991). Sin embargo, PB1 y PB2, aislados de un medio más similar al ruminal, conservan la capacidad de utilizar el metano en el líquido ruminal, aunque, curiosamente, sólo en condiciones de anaerobiosis.

La utilización de PB1 y PB2 en la alimentación práctica es una posibilidad que precisaría de un estudio más extenso, que debería comprender, en principio, el efecto a largo plazo en la producción neta de metano, así como en otros parámetros ruminales, digestivos y productivos.

Bibliografía

Carlsen, H.N., Jøgensen, L. and Degn, H. 1992. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **35:** 124-127.

Mosier, A., Schimel, D., Valentine, D., Bronson, K., Parton, W. 1991. *Nature*, **350:** 330-332.

Valdés, C., Newbold, C.J., Hillmann, K. and Wallace, R.J. 1996. *Ann. Zootech.*, **45, Suppl.:** 351

Van Nevel, C.J. and Demeyer, D.I. 1996. *Environmental Monitoring and Assesment,* **42:** 73-97.

EFECTO DEL ADITIVO CRINA HC SOBRE LA ACTIVIDAD FERMENTATIVA RUMINAL EN LA ESPECIE OVINA

[1]M. Fernández, [1]E. Serrano, [1]P. Frutos, [1]F.J. Giráldez, [1]A.R. Mantecón y [2]J.R, Llach

[1]*Estación Agrícola Experimental. CSIC. Apdo 788. 24080-León.*

[2]*Azko Nobel Chemicals, S.A. El Prat de Llobregat. 08820-Barcelona*

Introducción

Actualmente se están realizando grandes esfuerzos en el campo de la nutrición de rumiantes para obtener sustancias que, interviniendo en los procesos digestivos de los animales, mejoren la eficiencia de utilización de los recursos nutritivos.

Con este objetivo, la empresa Crina S.A ha creado un nuevo aditivo (CRINA HC), constituido por una mezcla de aceites esenciales y especias, que actúa a nivel ruminal, reduciendo la degradabilidad de la proteína y del almidón y estabilizando el pH (Piva, 1990).

Los efectos producidos por este aditivo se han estudiado en la especie bovina, no existiendo información referente a la especie ovina. Aunque ambas especies son rumiantes, los resultados obtenidos con la especie bovina no son directamente extrapolables a la especie ovina, ya que entre ambas especies existen diferencias importantes en la morfología y fisiología digestiva. Por esta razón, nos planteamos estudiar el efecto de este aditivo sobre la actividad fermentativa ruminal en el ganado ovino.

Material y métodos

Para la realización de esta prueba experimental se utilizaron 3 ovejas adultas de raza merina, no gestantes y no lactantes, provistas de una cánula ruminal de 35 mm de diámetro interior. Durante toda la prueba los animales estuvieron alojados en jaulas individuales, disponiendo de agua a voluntad y de un corrector vitamínico-mineral.

La prueba consistió de tres ensayos, realizados de forma secuencial, en cada uno de los cuales se administró a los animales una dosis diferente de aditivo (0, 50 y 1000 mg/animal/día, que constituyen los tratamientos experimentales D_0, D_{50} y D_{1000}, respectivamente).

En cada uno de los ensayos los animales recibieron la misma ración, que estuvo constituida por 400 g de un heno de hierba y 600 g de un concentrado (85% cebada y 15% soja). La ración diaria se distribuyó en dos tomas iguales, que se distribuyeron a las 9:00 y 21:00 horas. El aditivo se administró con la comida, de forma que la dosis diaria también se distribuyó en dos tomas.

Cada ensayo tuvo una duración de 10 días, 7 de período de adaptación y 3 de período experimental, durante el cual se determinó la actividad fermentativa ruminal y las características químicas del líquido ruminal (pH y concentración de amoniaco).

Para determinar la actividad fermentativa, se incubaron empleando la técnica de las bolsas de nylon descrita por Orskov et al. (1980) 4 tipos de alimento: dos forrajes de diferente calidad (heno de hierba y paja de cebada), un suplemento proteico (torta de soja) y un suplemento de naturaleza amilácea (cebada). Los alimentos, previamente molidos a un tamaño de 2 mm, fueron introducidos en bolsas de nylon de 125 x 100 mm de tamaño. En cada bolsa se pesaron aproximadamente 5 g de muestra, incubándose 4 bolsas (una por alimento) durante 24 horas en el rumen de cada una de las ovejas. Las muestras originales y los residuos de incubación se analizaron para determinar su contenido en materia seca (MS), proteína (N x 6,25) y fibra neutro detergente (FND).

Con la finalidad de estudiar la evolución del pH y de la concentración de amoniaco del líquido ruminal, el último día del período experimental se tomaron muestras de líquido ruminal a los siguientes tiempos: 9:00 (antes de la administración de la comida), 10:00, 12:00,

15:00, 18:00 y 21:00 horas. El pH fue medido inmediatamente después de la obtención de cada muestra utilizando un peachímetro modelo WTW pH 91. El líquido ruminal después de ser filtrado se acidificó con ácido clorhídrico 0,2 N, conservándose a -20°C hasta el momento de proceder a la determinación de su contenido en amoniaco. Para la determinación del amoniaco se siguió la técnica colorimétrica descrita por Weatherburn (1967), empleándose un espectrofotómetro modelo UV-1603 serie 610188.

Los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de varianza utilizando el procedimiento ANOVA/MANOVA del CSS (CSS, 1991). El análisis de varianza de los valores de degradabilidad se realizaron considerando la dieta como efecto principal y el animal como efecto bloque. El análisis de pH y NH_3 se efectuó considerando el tiempo de muestreo como medidas repetidas y el animal como efecto bloque Las comparaciones múltiples entre las medias se hicieron mediante el test de las diferencias mínimas significativas (LSD).

Resultados y discusión

Los valores de degradabilidad de la MS, PB y FND correspondiente a los diferentes alimentos incubados y para cada uno de los tratamientos experimentales figura en la tabla 1.

La degradabilidad de los tres componentes químicos presentó diferencias estadísticamente significativas ($P<0,05$) atribuibles tanto a la dosis de aditivo como al tipo de alimento. La interacción entre ambas fuentes de variación, sin embargo, no fue significativa ($P>0,05$). Como cabía esperar, los menores valores de degradabilidad de la MS y PB correspondieron al tratamiento D_{1000}, aunque con el tratamiento D_{50} también se produjo una reducción significativa de la degradabilidad de la proteína. Sin embargo, mientras en el tratamiento D_{1000} la reducción de la degradabilidad de la proteína coincide con una reducción en la concentración de amoniaco en el líquido ruminal (ver tabla 3), no sucede de igual forma con el tratamiento D_{50}.

Tabla 1. Valores de degradabilidad de la MS, PB y FND de los diferentes alimentos en cada uno de los tratamientos experimentales (D_0 = control, D_{50} = 50 mg aditivo/día; D_{1000} = 1000 mg aditivo/día).

	Dosis de aditivo			
	D_0	**D_{50}**	**D_{1000}**	esm
	Degradabilidad MS (%)			
Heno	64,30^{b}	66,20^{b}	50,50^{a}	0,011
Paja	22,30^{b}	22,10^{b}	14,90^{a}	0,016
Cebada	87,20^{b}	88,60^{b}	76,10^{a}	0,012
Soja	92,50^{b}	86,70^{b}	67,60^{a}	0,042
Media	**66,60^{b}**	**65,90^{b}**	**52,30^{a}**	**0,022**
	Degradabilidad FND (%)			
Heno	43,60^{b}	44,60^{b}	32,50^{a}	0.018
Paja	19,20	18,10	12,30	0,021
Media	**31,40^{b}**	**31,35^{b}**	**22,40^{a}**	**0,019**
	Degradabilidad PB (%)			
Heno	70,80	62,70	59,60	0.030
Soja	92,10	80,90	68,20	0,074
Media	**81,50^{b}**	**71,80^{ab}**	**63,90^{a}**	**0,056**

^{a,b}: valores con distintos superíndices en la misma fila indican diferencias significativas ($P<0,05$)
esm= error estándar de la media

La degradabilidad de la fibra también resultó adversamente afectada por la incorporación del aditivo en la ración, siendo este efecto independientemente de la calidad nutritiva del forraje. La reducción de la digestión ruminal de la fibra podría estar relacionada con la evolución del pH del líquido ruminal en los diferentes tratamientos. De hecho, los menores valores de pH se registraron cuando los animales recibieron la dosis más alta de aditivo. Asimismo, debe comentarse que con el tratamiento D_{1000} los valores de pH fueron inferiores a 6,2 en la mayoría de los tiempos de muestreo, y algunos autores han constatado descensos en la actividad celulolítica a partir de ese valor de pH (Mould et al., 1983).

Tabla 2. Evolución del pH del líquido ruminal a lo largo del día en los diferentes tratamientos experimentales.

	Tiempos de muestreo (hora)						
	09:00	**10:00**	**12:00**	**15:00**	**18:00**	**21:00**	**media**
D_0	6,25	6,11	6,03	5,97	6,12	6,39	**6,14[a]**
D_{50}	6,26	6,13	5,90	5,91	5,93	6,35	**6,08[a]**
D_{1000}	6,02	5,97	5,66	5,69	5,95	6,09	**5,89[b]**
esm	0,117	0,062	0,068	0,089	0,085	0,129	0,026

No obstante, el hecho de que la degradación de la proteína también disminuya, sugiere la existencia de otros efectos no relacionados únicamente con la flora celulolítica. En este sentido, el aporte de proteína degradable puede incidir en el crecimiento microbiano, alterando la densidad microbiana y la actividad degradativa. A este respecto, la menor degradabilidad de la proteína del heno y de la soja observada con el tratamiento D_{1000} sugiere la posibilidad de un menor aporte de nitrógeno para la población microbiana. Circunstancia, tal y como puede apreciarse en la tabla 3, confirmada por las menores concentraciones de amoniaco en el líquido ruminal observadas en el tratamiento D2 en comparación con las observadas en los otros dos tratamientos (D_0 y D_{50}).

Tabla 3. Evolución de la concentración de amoniaco (mg/litro) en el líquido ruminal a lo largo del día en los diferentes tratamientos experimentales.

	Tiempo de muestreo (hora)						
	09:00	**10:00**	**12:00**	**15:00**	**18:00**	**21:00**	**media**
D_0	376	371	360	254	131	183	**279[a]**
D_{50}	288	311	336	236	207	225	**267[a]**
D_{1000}	82	97	118	78	65	56	**83[b]**
esm	44,4	62,3	53,2	43,7	33,8	34,6	45,2

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto la capacidad del aditivo estudiado (CRINA HC) para modificar la fermentación ruminal en el ganado ovino, aunque a la dosis recomendada para la especie bovina el aditivo no parece ser completamente efectivo. Sin embargo, a una dosis mucho más elevada (20 veces la dosis recomendada para la especie bovina) además de reducir la degradabilidad de la proteína también reduce el pH y modifica la fermentación de la fibra, por lo que es preciso determinar la dosis óptima que reduzca la degradación de la proteína sin alterar la fermentación de la fibra.

Referencias

CSS. 1991. *Complete Statistical System. Statsoft*, Inc. Tulsa. USA.

Piva, P. 1990. *Effect of feeds containing the products 846 and 898 HC on the performances of beef cattle. Informe técnico.* Universidad de Piacenza. Italia.

Orskov, E.R., Hovell, F.D. Deb. And Mould, F. 1980. *Trop. Anim. Prod., 5,* 195-213.

Mould, F.L., Orskov, E.R. and Mann, S.O. 1983. *Anim. Feed Sci. Technol., 10,* 15-20.

Weatherburn, M.W. 1967. *Anal. Chem., 39,* 971-974.

INFLUENCIA DE LA ADICIÓN EN PIENSOS PARA BROILERS DE DISTINTAS FUENTES DE GRASA SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS

S. Salado[1], M. Gracia[1], J. Méndez[2], J. Piquer[3] y G. G. Mateos[1]

Dpto. Producción Animal. E.T.S.I.A. UPM[1]. Coren,SCL. [2] y Pfizer Salud Animal, S.A[3].

Objetivo

Estudiar la influencia de la inclusión en pienso de cinco tipos de grasa, seleccionadas por su distinto perfil en ácidos grasos, sobre los parámetros productivos de broilers de 1 a 42 días. Las grasas objeto de estudio fueron: grasa animal, aceite de oliva, aceite de soja, aceite de linaza y aceite de pescado.

Material y métodos.

Dietas y animales experimentales. Se utilizaron cinco dietas resultantes de la adición de un 5% de cada una de las grasas objeto de estudio a una dieta a base de trigo. Además se estableció una sexta dieta control que contenía un 5% de almidón de trigo en sustitución de la fuente de grasa. Dado que la prueba abarcaba los períodos productivos de crecimiento (1-21 días) y acabado (21-42 días), se formuló un pienso base por período, con un contenido en trigo del 55% y 63%, respectivamente. Este cereal fue elegido por su alto valor nutritivo, y por aportar cantidades mínimas de los ácidos grasos objeto de estudio. De esta forma la fuente casi exclusiva de dichos ácidos grasos fue el 5% de grasa suplementaria.

Todas las dietas se administraron *ad libitum,* en forma de harina y fueron formuladas cumpliendo las normas del NRC (1994). Su composición se muestra en la tabla 1. La prueba se llevó a cabo en los Campos de Prácticas de la E.T.S.I. Agrónomos en nave experimental de ambiente controlado. Se emplearon un total de 576 broilers de un día de edad de la estirpe Cobb 500. Los pollitos se mantuvieron durante toda la prueba en jaulas en batería.

Diseño Experimental. Seis tratamientos al azar, correspondientes a los cinco tipos de grasa añadida sustituyendo al almidón del pienso control. Durante el período de 1 a 21 días, cada tratamiento se replicó 8 veces. La unidad experimental estaba constituida por 12 pollos alojados conjuntamente en una jaula. En el período de 21-42 días se utilizaron cuatro réplicas de 8 pollos por tratamiento. Esto fue debido a que se agruparon en cada jaula los pollitos remanentes de dos de las réplicas anteriores al azar. La razón del mismo es que el resto de los animales se sacrificaron a fin de realizar pruebas de respuesta inmunológica a los distintos ácidos grasos.

Controles. Semanalmente se midieron por réplica los pesos, el consumo y los índices de transformación. Además, se controló la mortalidad diariamente.

El análisis de los datos obtenidos se realizó mediante el procedimiento GLM para tratamientos al azar del programa estadístico SAS(1991). Para detectar las diferencias entre medias se realizaron contrastes ortogonales.

Resultados

Los valores medios de consumos, ganancias, índices de transformación y mortalidad en los períodos de crecimiento (0-21 días) y acabado (21-42 días) se muestran en la tabla 2.

Los animales que recibieron dietas con un 5% de almidón añadido presentaron menores crecimientos y peores índices de transformación que el resto de los tratamientos. Estos resultados pueden explicarse en base al menor contenido en energía de la dieta a base de almidón.

La adición de un 5% de grasa animal dio lugar a índices de transformación peores que la adición de cualquier otra fuente lipídica, siendo esta diferencia significativa (P=0,0001) sólo en el período de crecimiento. Este hecho podría ser debido a una menor digestibilidad de la grasa animal para broilers jóvenes en base al menor grado de insaturación de sus ácidos grasos (Wiseman y Lessire, 1987).

Cuando comparamos la inclusión del aceite de oliva cuyos componentes principales son ácidos grasos monoinsaturados con otros aceites ricos en ácidos grasos poliinsaturados, tales como linaza, soja y pescado, se observa un peor índice de transformación (P=0,01) en el período de crecimiento. No obstante, las diferencias observadas desaparecen en el período de 21-42 días.

El aceite de pescado provocó ganancias de peso inferiores a las de otros aceites poliinsaturados. La causa podría ser la menor digestibilidad de sus ácidos grasos de cadena muy larga, hecho que resulta más acusado cuanta menor es la edad del animal (Lessire y col., 1982). La diferencia sólo fue significativa (P=0,003) en el primer período. Otra razón podría ser el menor consumo de pienso en este primer período, aunque las diferencias con respecto a otras grasas no fueron significativas (P=0.09).

Las dietas a base de aceites de linaza y soja presentaron los mejores índices de transformación y crecimientos durante toda la prueba, no existiendo diferencias significativas entre ellas para ninguno de los parámetros estudiados. Su elevada composición en ácidos grasos poliinsaturados de una longitud de cadena adecuada, ($C_{18:3}$ y $C_{18:2}$ respectivamente), parece que proporciona una elevada digestibilidad a estas grasas, lo que podría explicar los mejores parámetros productivos obtenidos con estos piensos (Blanch y col. 1995).

Conclusiones

La inclusión de diferentes fuentes de grasa en dietas para broilers produce índices productivos variables, en función de la composición y características (grado de insaturación y longitud de la cadena) de los ácidos grasos de la grasa añadida. Los mejores resultados se obtienen con grasas con altas tasas de ácidos grasos insaturados de cadena no excesivamente larga (<20) siendo este efecto tanto más importante cuanto más jóven es el animal.

Bibliografía

Blanch, A., Barroeta, A. C., Baucells, M. D. Y Puchal, F., 1995. Poultry Science, 74: 1335-1340.
Lessire, M., Leclerq, B. Y Conan, L., 1982. Anim. Feed Sci. Technol., 7:365-374.
National Research Council, 1994. Nutrient Requirements for Poultry 9th. Rev. Ed. NationalAcademy Press. Washinton, DC.
Statistical Analytical System Institute (SAS), 1991. User s guide: Statistics. SASnstitute, Cary, NC, USA.
Wiseman, J. Y Lessire, M., 1987. British Poultry Science, 28:677-691.

Tabla 1. Composición cualitativa y cuantitativa de las dietas.

MATERIA PRIMAS	0-21 días[1]		21-42 días[2]	
	Almidón	Grasa	Almidón	Grasa
	%	%	%	%
Trigo	55	55	63	63
Harina Soja, 44%	37	37	28	28
Almidón	5	0	5	0
Grasa*	0	5	0	5
Otros[3]	3	3	4	4

1. EMAn(Kcal/Kg pienso): 2960; PB: 22,0%; Met:0,60%

2. EMAn(Kcal/Kg pienso): 3040; PB: 19,0%; Met:0,56%

3. Otros: Carbonato cálcico, Fosfato bicálcico, Sal común, DL-Met 99-C, L-Lys-HCl y premezcla vit./ min.

*. Distintas fuentes lipídicas acorde con protocolo experimental.

Tabla 2. Parámetros productivos en los períodos de crecimiento y acabado.

	0-21 días				21-42 días			
	CMD[1]	GMD[2]	IT[3]	Mort.%	CMD[1]	GMD[2]	IT[3]	Mort.%
GRASA ANIMAL Àt__F_&ÿu	45,4	28,9	1,58	0,73	134	69,0	1,95	0
AC. OLIVA	43,5	28,8	1,51	0,38	133	70,0	1,90	0
AC. SOJA	42,9	29,9	1,44	0,35	133	70,3	1,90	0,7
AC. LINAZA	42,2	30,3	1,39	0,96	134	71,9	1,85	0
AC. PESCADO	41,1	28,0	1,47	0,38	125	66,3	1,89	0,6
ALMIDÓN	40,5	23,4	1,74	0,38	128	63,9	2,01	0
MSE	0,7	0,5	0,03	0,41	2,4	1,8	0,05	0,53
PCONTRASTES								
Almidón *vs.* Grasa	0,0017	0,0001	0,0001	0,6898	0,2059	0,0048	0,0111	0,5317
Saturada *vs.* Insatur.	0,0003	0,5396	0,0001	0,6474	0,2517	0,7219	0,1304	0,4443
Monoinsat. *vs.* Poliins.	0,0794	0,3174	0,0114	0,6989	0,3429	0,8129	0,5123	0,3245
C_{20} *vs.* C_{18}	0,0954	0,0025	0,0784	0,5847	0,0162	0,0239	0,7350	0,5913
$C_{18:2}$ *vs.* $C_{18:3}$	0,4427	0,6342	0,2548	0,2941	0,8498	0,4799	0,3341	0,1954

1 CMD: Consumo medio diario(g); 2 GMD: Ganancia media diaria(g); 3 IT: Índice de transformación.

VALOR NUTRITIVO DEL ACEITE DE GIRASOL EN AVICULTURA

L.D. San Juan y M.J. Villamide

Departamento de Producción Animal. E.T.S. Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria, 28040 Madrid.

Objetivos

Las grasas son uno de los grupos de alimentos más utilizados en los piensos compuestos de avicultura, constituyendo su empleo una forma directa de aumentar la concentración energética de la ración y de incorporar nutrientes esenciales (ácidos grasos) en la misma. Una de las grasas vegetales más producidas en España es el aceite de girasol. Su reducido empleo en la alimentación animal, además de por las condiciones de mercado, que lo destina prioritariamente al consumo humano, puede deberse a la manifiesta escasez de información sobre su valor nutritivo. Así, en el trabajo más reciente de recopilación del valor nutritivo de grasas en España (F.E.D.N.A., 1.996), no existen datos relativos a este producto, dada la falta de información fiable en la literatura.

El objetivo de este trabajo es determinar el valor nutritivo del aceite de girasol, con la intención de disponer de datos aplicables en la formulación de piensos para avicultura.

Material y métodos

Se valoraron dos tipos de aceite crudo de girasol, obtenidos en un único proceso extractivo, correspondientes a los productos resultantes en cada uno de las dos fases aplicadas en el mismo: extracción por presión y extracción por solventes. Cada uno de ellos se incorporó en una dieta basal (maíz: 77%; harina de soja: 19%; minerales-vitaminas: 4%) con unos niveles coincidentes con la adición de aceite que supondría la incorporación de 10, 20 y 30% de semilla entera. Así, y en función de los rendimientos del proceso, la inclusión del aceite de presión fue de 3,9; 7,7 y 11,4% y la del aceite de solventes de 1,3; 2,6 y 3,9% (porcentajes sobre M.S.).

Cada una de estas dietas, junto con la ración basal, fue valorada en gallos adultos de estirpe ligera por dos sistemas distintos: método aparente y método verdadero. En el primero de ellos, las dietas fueron ofrecidas *ad libitum*. Los animales, tras un período de adaptación de 4 días, fueron sometidos a una fase experimental de 4 días, controlándose el consumo y realizándose una recogida total de la excreta. En el método verdadero, cada una de las dietas fue intubada en una cantidad de 30 g., siguiendo el método descrito por Sibbald (1.986). Debido a los reducidos niveles de inclusión, en este ensayo se utilizaron otras dos raciones, en las que cada uno de los aceites se incorporó en un 21%, aproximadamente. El número de aves, en sendos ensayos, varió entre 6 y 10.

Los análisis químicos practicados a las dietas y las heces fueron: energía bruta (bomba calorimétrica adiabática); nitrógeno (Kjeldahl) y extracto etéreo (extracción previa-10'-; hidrólisis ácida y extracción final-60'-, con éter dietílico). Los análisis estadísticos se llevaron a cabo con el programa informático SAS, versión 6.08 (procedimientos glm y reg).

Resultados y discusión

El valor energético (E.M.A.n y E.M.V.n) y la grasa digestible (aparente: G.D.A. y verdadera: G.D.V.) de las dietas aumentaron de forma lineal ($P<0,001$) con el porcentaje de incorporación del aceite. Por ello, se establecieron ecuaciones de regresión lineal para predecir el valor nutritivo de ambos tipos de aceite (de presión -P- y de solventes -S-), no resultando éstas ser diferentes entre sí ($P>0,15$) para ninguno de los parámetros considerados, aplicando el método de comparación de Snedecor y Cochran (1.971): comparación de varianzas residuales, pendientes y términos independientes, optándose por determinar el valor nutritivo del aceite de girasol, en su conjunto, mediante las ecuaciones globales que consideran todos los niveles de inclusión utilizados. El valor nutritivo de las dietas empleadas y el determinado para el aceite de girasol por extrapolación lineal de tales ecuaciones, son los siguientes:

	Tipo de aceite	Nivel de inclusión de aceite (% sobre M.S.) 1,3	2,6	3,9	7,8	11,6	20,7	E.S.M.	Valores de extrap. lineal
E.M.A.n	P			3.303	3.421	3.593		16	**7.078 ± 167**
	S	3.231	3.247	3.311				15	
E.M.V.n	P			3.419	3.542	3.718	4.068	23	**7.210 ± 105**
	S	3.326	3.401	3.384			4.079	26	
G.D.A.	P			5,18	8,27	11,73		0,04	**86,52 ± 0,76**
	S	3,40	4,12	5,51				0,04	
G.D.V.	P			5,45	8,40	12,03	20,14	0,06	**90,06 ± 0,42**
	S	3,63	4,33	5,57			19,89	0,07	

Ración basal: E.M.A.n = 3.149; E.M.V.n = 3.301 Kcal/Kg M.S.; G.D.A. = 2,39; G.D.V. = 2,67 %M.S.

Por otra parte, Wiseman y Lessire (1.987) recomiendan calcular el valor energético de las grasas a partir de su digestibilidad, ya que, de esta forma, se evita el posible efecto de la grasa añadida sobre los componentes no grasos de la dieta que puede acontecer al determinar el valor energético de forma directa, lográndose, además, errores estándar más reducidos. La E.M. del aceite de girasol que se obtiene con este método es:

E.M.A.n = 0,8652 x 9.310 (E.B. del aceite) = **8.055 Kcal/Kg M.S.** (E.S. = 71)

E.M.V.n = 0,9006 x 9.310 (E.B. del aceite) = **8.385 Kcal/Kg M.S.** (E.S.=39)

Estos valores son diferentes ($P<0,001$) de los determinados de forma directa, reflejando la existencia de un efecto positivo sobre el valor energético de los componentes no grasos de la ración, a pesar de no apreciarse tendencias cuadráticas de la E.M. con el nivel de inclusión del aceite. Este efecto es de mayor importancia relativa con bajas tasas de inclusión, lo que provoca una penalización del valor energético del aceite obtenido por extrapolación lineal. Todos los trabajos que valoran grasas vegetales de forma similar (Wiseman *et al.*, 1.992; Wiseman y Blanch, 1.994) observan diferencias entre sendos valores, favorables al determinado a partir de su digestibilidad, aunque la magnitud de éstas (hasta 765 Kcal) no es tan considerable como la existente en nuestro caso.

La diferencia entre ambos métodos de valoración, un 4%, es atribuíble a la metodología seguida en cada uno de ellos, siendo el valor de E.M.V.n superior, al considerar en su cálculo la corrección por pérdidas endógenas. El valor energético del aceite de girasol obtenido en este trabajo es acorde con los resultados de Wiseman *et al.* (1.992), con pollos: E.M.A.n de 8.963 para el aceite refinado y 7.313 Kcal/Kg para un aceite tratado, con un alto contenido en ácidos grasos libres. Nuestro producto (aceite crudo) puede considerarse intermedio, en cuanto a obtención y procesamiento, entre estos dos, situándose su valor nutritivo en la mitad del rango definido por ambos. El valor que ofrece el N.R.C. (1.994): 9.659 Kcal/Kg, basado en un antiguo trabajo de Guirguis (1.976), en el que tan sólo se determinan valores por diferencia para 3 niveles de inclusión, apreciándose un efecto extracalórico en 2 de ellos, supone una manifiesta sobrevaloración del contenido energético del aceite de girasol para las aves. Éste, con los resultados de nuestro trabajo, puede cifrarse en torno a las 8.050 Kcal/Kg de E.M.A.n y a las 8.400 Kcal/Kg de E.M.V.n.

Bibliografía

Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (F.E.D.N.A.), 1.996. Normas F.E.D.N.A. para la formulación de piensos compuestos. 3.- Valor nutritivo de concentrados de proteína animal, grasas y aceites.

Guirguis, N., 1.976. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 16: 691-695.

National Research Council (N.R.C.), 1.994. Nutrient requirements for poultry. 9th revised edition. National Academy Press. Washington, D.C.

Sibbald, I.R., 1.986. *Research Branch Contribution* 85-19. Animal Research Centre, Agriculture Canada Ottawa, Ontario. 114 pgs.

Snedecor y Cochran, 1.971. Métodos estadísticos. Compañía Editorial Continental, S.A. 703 pgs.

Wiseman, J. y Blanch, A., 1.994. *Animal Feed Science and Technology*, 47: 225-236.

Wiseman, J., Edmunds, B.K. y Shepperson, N., 1.992. *Animal Feed Science and Technology*, 36: 41-51.

Wiseman, J. y Lessire, M., 1.987. *British Poultry Science*, 30: 663-676.

UTILIZACIÓN DE ENZIMAS EN DIETAS DE BROILERS BASADAS EN CENTENO

García M.[1], Lázaro R.[1], Sanz A.[1], Brenes A.[2], Mateos G.G.[1]
[1]Departamento de Producción Animal, UPM. [2]CSIC.

OBJETIVOS

1. Estudiar la influencia de la adición de un complejo enzimático comercial a dosis crecientes sobre la viscosidad intestinal y los parámetros productivos de broilers alimentados con raciones a base de centeno.

2. Estudiar la influencia de raciones basadas en maíz o centeno, con o sin adición de enzimas sobre la morfología e histología del tracto digestivo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Experimento 1: se utilizaron seis tratamientos distribuidos en bloques al azar, con un control positivo (dieta maíz-soja), y cinco dietas que contenían un 30% de centeno y cinco niveles de complejo enzimático (0, 125, 250, 500 y 1000 ppm). La riqueza del complejo era de 550 UI de ß-glucanasas y 620 UI de xilanasas por gramo de producto comercial. Se emplearon seis réplicas de ocho pollitos Cobb por tratamiento. El ensayo duró 28 días. Se realizaron controles de crecimiento y consumo de pienso a los 7, 14 y 21 días. Se determinó la viscosidad los días 14, 21 y 28. Para ello se sacrificó un pollo por réplica mediante dislocación cervical, y se recogió el contenido del yeyuno, con el que se rellenaron dos tubos Eppendorf con 1,5 g cada uno. Los dos tubos se centrifugaron a 12.000 x g durante 3 minutos, y posteriormente se tomaron 0,5 ml del sobrenadante, del cual se midió la viscosidad utilizando un viscosímetro digital Brookfield modelo DVIII.

Experimento 2: se utilizaron nueve tratamientos distribuidos en bloques al azar, con un control positivo maíz-soja, y ocho dietas formando un factorial 2 x 2 x 2, correspondientes a dos orígenes del centeno (español *vs.* alemán), dos niveles de inclusión del cereal en la dieta (30 % *vs.* 55 %) y dos dosis de complejo enzimático comercial (0 *vs.* 1000 ppm). La riqueza del complejo fué de 410 UI de xilanasas por gramo de producto comercial. Cada tratamiento se replicó tres veces con ocho pollitos Cobb por répica. El ensayo duró 28 días. Se realizaron los mismos controles que en el experimento 1. Además, el día 26 se recolectaron y pesaron el proventrículo y la molleja de tres pollitos por réplica de los tratamientos con un 55 % de centeno con y sin enzimas y del control positivo de maíz, con el objeto de determinar su peso relativo y realizar un estudio histológico comparativo entre tratamientos de estos órganos

Las dietas base utilizadas en ambos experimentos se formularon de forma que cubrieran o excediesen las necesidades mínimas recomendadas por el NRC (1994) y se encuentran recogidas en el cuadro 1.

Cuadro 1. Dietas experimentales.

	Maíz	Centeno 30%	Centeno 55%
Maíz, %	40	23	-
Centeno, %	-	30	55
Trigo, %	8	-	-
Manteca, %	6	6	6
Soja + Girasol, %	41	36	35
Otros, %	5	5	4
EMA_n, Kcal/Kg	3025	2990	2860

Proteína bruta: 21,5 %; Lisina : 1,28; Calcio : 0,9 ; Fósforo disponible : 0,44.

RESULTADOS

Experimento 1

La adición de enzimas en raciones basadas en centeno disminuyó de forma significativa la viscosidad intestinal, y el porcentaje de cloacas sucias en pollitos de 7 días (cuadro 2). Sin embargo no mejoró de forma significativa los parámetros productivos de las aves (cuadro 3).

Cuadro 2.- Efecto de distintas dosis de enzimas sobre la viscosidad intestinal en animales de 28 días y sobre la incidencia de cloacas sucias a los 7 días de edad (Experimento 1).

Enzimas (g/Tm)	Viscosidad intestinal (cP)	Cloacas sucias (%)
0	$24,0^{a}$	$41,7^{a}$
125	$23,9^{a}$	$26,7^{b}$
250	$15,9^{ab}$	$25,0^{b}$
500	$13,8^{b}$	$18,3^{c}$
1000	$12,8^{b}$	$18,3^{c}$
P <	0,01	0,05

Cuadro 3.- Efecto de distintas dosis de enzimas sobre los parámetros productivos en pollos de 0 a 21 días alimentados con dietas con 30% de centeno (Experimento 1).

Enzimas (g/T)	0-21 días (1)		
	GMD	CMD	IC
0	26,1	38,2	1,47
125	26,9	38,4	1,43
250	27,6	39,1	1,42
500	25,7	38,3	1,49
1000	27,0	39,0	1,45
P <	NS	NS	NS

(1) GMD: Ganancia media diaria (g/d); CMD: Consumo medio diario (g/d); IC: Indice de conversión (g/g).

Experimento 2

La productividad mejoró significativamente al utilizar centeno alemán en lugar de centeno español y al añadir enzimas a ambas dietas (cuadro 4). La viscosidad de la digesta disminuyó significativamente tanto al suplementar con enzimas como al reducir la inclusión de centeno en la dieta, pero no se observaron diferencias significativas entre orígenes de centeno (cuadro 5). La relación proventrículo / molleja fué superior en broilers alimentados con centeno que en broilers alimentados con maíz. Asimismo se observó a nivel histológico una hipertrofia de las capas muscular y glandular. La proventriculitis se redujo al añadir enzimas a la dieta (cuadro 6).

Cuadro 4.- Efecto de la adición de enzimas y el origen del centeno sobre los parámetros productivos en pollos de 0 a 21 días (Experimento 2).

	GMD, g/d	CMD, g/d	IC, g/g
Enzimas			
* Sin	23,2	44,6	1,94 [a]
* Con	24,8	43,3	1,77 [b]
P< (1)	NS	NS	< 0,05
Maíz	23,5 [ab]	43,5 [ab]	1,77
Centeno			
* alemán	25,7 [a]	45,3 [a]	1,77
* español	22,2 [b]	42,6 [b]	1,94
P< (2)	< 0,01	< 0,05	0,09
P< (3)	< 0,01	< 0,01	< 0,05

(1) Probabilidad del análisis de varianza: centeno sin enzimas *vs.* con enzimas. En ambos grupos se incluyen los dos tipos de centeno (alemán y español) y los dos niveles de inclusión (30 % y 55 %).(2) Probabilidad del análisis de varianza: control positivo de maíz *vs.* centeno alemán *vs.* español (ambos con los dos niveles de inclusión, 30% y 55 %). (3) Probabilidad al contrastar centeno alemán frente a español.

Cuadro 5.- Efecto de la adición de enzimas en dietas basadas en centeno de dos orígenes diferentes (alemán y español) sobre la viscosidad intestinal de pollos de 20 y 26 días de edad (Experimento 2).

Tratamiento	Viscosidad intestinal (cP)
Sin enzimas	86,4 [a]
Con enzimas	26,6 [b]
P < (1)	0,001
30% Centeno	32,4 [b]
55% Centeno	76,9 [a]
P < (4)	0,01
Control maíz	4,4 [b]
Centeno alemán	52,4 [a]
Centeno español	61,8 [a]
P < (5)	0,05

(4) Probabilidad del análisis de varianza: 30% *vs.* 55% de centeno (ambos centenos, alemán y español, con y sin enzimas). (5) Probabilidad del análisis de varianza: control *vs.* centeno alemán *vs.* centeno español (al 30 y 55%, con y sin enzimas).

Cuadro 6.- Efecto de la adición de enzimas a dietas con 55% de centeno alemán o español sobre el tamaño de los órganos de pollos de 26 días de edad (Experimento 2).

Tratamiento	Tamaño de órganos (%) (1)			
	Hígado	Proventrículo	Molleja	Proventrículo/ molleja
Control maíz	2,77	0,64 [b]	2,20	29,73 [b]
Centeno	2,82	0,81 [a]	2,11	37,06 [a]
Centeno con enzimas	2,85	0,56 [b]	2,00	28,78 [b]
P < (2)	NS	0,05	NS	0,01

(1) Hígado: % del peso del hígado respecto al peso vivo; Proventrículo: % del peso del proventrículo respecto al peso vivo; Molleja: % del peso del proventrículo respecto al peso vivo; Proventrículo/Molleja: % del peso del proventrículo respecto al peso de la molleja. (2) Probabilidad del análisis de varianza: control (maíz-trigo) *vs* centeno sin enzimas *vs* centeno con enzimas. En ambos grupos de centeno se incluyen dos orígenes diferentes (alemán y español), en el primero sin enzimas y en el segundo con enzimas.

CONCLUSIONES

La adición de enzimas disminuye la relación proventrículo / molleja , las alteraciones histológicas de los órganos digestivos, y la viscosidad del contenido intestinal de los broilers alimentados con dietas a base de centeno. La productividad del broiler a los 21 días mejoró de forma significativa con la adición de enzimas en el ensayo 2 pero no en el ensayo 1.

INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE ENZIMAS A DIETAS PARA PONEDORAS BASADAS EN CEREALES BLANCOS.

Lázaro, R.[1], García, M.[1], Mateos, J.[1], Brenes, A.[2], Mateos, G.G.[1]

[1]Dpto. Producción Animal. E.T.S.I.Agrónomos. UPM. [2].CSIC.

OBJETIVOS

Los objetivos fundamentales planteados en este experimento fueron los siguientes:

1.- Estudiar la influencia del tipo de cereal base sobre la productividad de gallinas ponedoras durante la primera fase de puesta (6 meses).

2.- Estudiar los efectos de la adición de un complejo enzimático (β-glucanasas y xilanasas) a dietas basadas en cereales blancos (trigo, cebada y centeno) sobre la viscosidad de la digesta, la productividad de los animales y la calidad del huevo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 234 gallinas ponedoras de 20 semanas de edad de la estirpe Hy-Line W-77. Las aves se alojaron en una nave de ambiente controlado en jaulas de 40 x 40 cm y 2 animales por unidad. Durante el período experimental (20-44 semanas de edad) se mantuvieron 16 horas de luz por día y una temperatura de 23 ± 3 °C. Se utilizaron 13 tratamientos distribuidos al azar y 9 réplicas (1 unidad experimental = 1 jaula con dos aves) para cada uno de ellos. Dentro de estos se incluyó una dieta a base de maíz como control positivo. Las 12 dietas restantes formaban un diseño factorial 3 x 4, cuyos efectos principales fueron el tipo de cereal blanco (50% trigo, 50% cebada y 35% centeno) y la dosis enzimática utilizada (0, 250, 1250 y 2500 ppm de un preparado enzimático con una riqueza por gramo de producto de 550 UI de β-glucanasas y 620 UI de xilanasas). Las dietas experimentales (cuadro 1) se formularon de manera que fuesen isoenergéticas e isoproteicas, cubriendo en todo caso las necesidades mínimas establecidos por el NRC (1994) (EMAn = 2800 Kcal/Kg; PB = 17.6%; Met = 0,47%; Ca = 3,85% y P disponible = 0,44).

Cuadro 1. Composición de las dietas experimentales.

	Maíz	Trigo	Cebada	Centeno
Maíz, %	47	-	5,5	17,5
Trigo, %	-	50	-	-
Cebada, %	-	-	50	-
Centeno, %	-	-	-	35
Sojas + Girasol, %	33	30	26	29
Manteca, %	6	7	7	7
Otros, %	14	13	11,5	11,5

Se realizaron controles diarios de número de huevos totales, rotos, en fárfara y sucios y, cada 28 días, de peso vivo, consumo de pienso, peso del huevo, porcentaje de cáscara, unidades Haugh y color de la yema (Roche, 1991). Durante los dos primeros meses de puesta todas las dietas fueron formuladas sin añadir pigmentantes sintéticos. A partir de entonces y hasta el final

del ensayo todos los tratamientos incluían dichos pigmentantes a niveles de uso práctico, con el fin de estudiar la recuperación del color de la yema con las dietas blancas con enzimas *vs.* sin enzimas. Para ello, se midió el color de yema de todos los huevos producidos durante los diez primeros días tras la incorporación de pigmentantes a las dietas. Asimismo, se determinó la viscosidad del contenido intestinal en 9 gallinas por tratamiento. Para ello, se sacrificó un animal por réplica mediante dislocación cervical al final de la experiencia (44 semanas de edad), se recogió el contenido del yeyuno, se centrifugó éste a 12.000 x g durante 3 minutos y se tomó 0,5 ml del sobrenadante, del que se midió la viscosidad utilizando un viscosímetro digital Brookfield modelo DVIII.

El análisis estadístico de los resultados se llevó a cabo mediante el empleo de contrastes ortogonales por el procedimiento GLM de SAS (1991).

RESULTADOS

Productividad. No se observaron diferencias significativas entre tratamientos en cuanto a consumo de pienso o incremento de peso de los animales. Sin embargo, la inclusión de enzimas en dietas basadas en cereales blancos mejoró significativamente el índice de puesta y los índices de conversión, tanto por docena como por masa de huevo ($P<0,05$). Particularizando para cada cereal, se detectaron mejoras significativas en el índice de conversión por docena en las dietas basadas en trigo ($P<0,05$), el índice de puesta en las dietas a base de cebada ($P<0,05$) y una tendencia a mejorar la conversión por masa de huevo en el caso de las dietas basadas en centeno ($P<0,06$) (cuadros 2 y 3).

Calidad externa e interna del huevo. No se registraron diferencias en los porcentajes de huevos en fárfara y rotos, pero sí una menor incidencia de huevos sucios ($P<0,01$) al añadir el preparado enzimático. El efecto fue superior con las dietas basadas en centeno ($P<0,001$) y en cebada ($P<0,05$). En el caso del trigo, únicamente se detectó dicha mejora durante los 2 primeros meses de puesta ($P<0,01$) (cuadros 2 y 3). No se detectaron diferencias significativas en el peso del huevo, color de la yema, unidades Haugh y porcentaje de cáscara (cuadros 2 y 3). Se observó que, tras la adición de pigmentantes sintéticos a las dietas blancas se incrementó el color de la yema más rápidamente para el caso de las dietas con enzimas ($P<0,05$). Estos datos parecen indicar una mejor absorción de los pigmentos liposolubles al añadir enzimas, lo cual podría deberse a una mejora en la absorción de la grasa.

Viscosidad intestinal. Se observó una disminución significativa de la viscosidad de la digesta ($P<0,01$) al añadir el complejo enzimático a las dietas basadas en cereales blancos (cuadro 2). En el caso del trigo únicamente se detectó una tendencia ($P<0,08$), pero en los casos de dietas basadas en cebada y centeno la adición de enzimas disminuyó la viscosidad de forma significativa ($P<0,05$ y $P<0,01$, respectivamente).

Cuadro 2. Influencia de la adición de enzimas sobre la productividad y la viscosidad intestinal.

Parámetros	Complejo enzimático (g/Tm)				
	0	250	1250	2500	P<
Consumo pienso (g/d)	107,7	108,3	106,1	106,4	NS
Ganancia peso (g/d)	3,6	3,6	3,4	3,4	NS
Peso huevo (g)	60,3	59,7	60,1	60,2	NS
Huevos sucios (%)	$8,6^{a}$	$6,8^{ab}$	$6,2^{b}$	$5,7^{b}$	0,001
Huevos rotos (%)	0,6	0,7	1,0	0,8	NS
Huevos en fárfara (%)	0,2	0,3	0,5	0,3	NS
IC (Kg/docena huevos)	$1,58^{a}$	$1,55^{ab}$	$1,49^{b}$	$1,54^{ab}$	0,05
IC (g/g)	$2,24^{a}$	$2,23^{a}$	$2,13^{b}$	$2,19^{ab}$	0,05
Índice de puesta (%)	$81,8^{b}$	$83,5^{ab}$	$85,3^{a}$	$82,7^{ab}$	0,05
Unidades Haugh	89,5	89,0	88,9	89,9	NS
Porcentaje de cáscara (%)	9,7	9,6	10,0	9,6	NS
Viscosidad intestinal (cP)	$52,1^{a}$	$37,3^{ab}$	$25,9^{ab}$	$13,8^{b}$	0,01

Cuadro 3. Influencia del tipo de cereal base y la adición de enzimas sobre la productividad y la viscosidad intestinal.

Cereal Base	Nivel (%)	Enzimas (g/Tm)	IC (Kg/docena)	IC (g/g)	Índice puesta (%)	Huevos sucios (%)	Viscosidad intest. (cP)
Maíz	47	0	1,53	2,22	82,9	4,6	3,9
Trigo	50	0	$1,60^{a}$	2,26	81,3	8,8	11,1
		250	$1,55^{ab}$	2,22	81,6	6,9	6,7
		1250	$1,45^{b}$	2,09	86,2	7,6	6,3
		2500	$1,55^{ab}$	2,23	83,2	7,1	5,0
P<			0,05	NS	NS	NS	0,08
Cebada	50	0	1,57	2,20	$81,2^{b}$	$7,2^{a}$	$33,2^{a}$
		250	1,55	2,25	$84,6^{ab}$	$4,9^{b}$	$9,8^{b}$
		1250	1,47	2,10	$85,2^{a}$	$4,8^{b}$	$5,8^{b}$
		2500	1,52	2,20	$82,3^{ab}$	$5,3^{b}$	$4,4^{b}$
P<			NS	NS	0,05	0,05	0,05
Centeno	35	0	1,58	2,27	82,8	$9,8^{a}$	$111,9^{a}$
		250	1,56	2,23	84,3	$8,7^{ba}$	$91,6^{ba}$
		1250	1,55	2,19	84,4	$6,3^{ba}$	$65,7^{ba}$
		2500	1,55	2,14	82,6	$4,7^{b}$	$30,8^{b}$
P<			NS	0,06	NS	0,001	0,01

CONCLUSIONES

1.- El tipo de cereal no modificó la productividad de las ponedoras de 20 a 44 semanas de edad (IC, masa de huevo o mortalidad).

2.- La incidencia de huevos sucios fue inferior con las dietas de maíz que con el resto de cereales.

3.- La adición de enzimas a dietas basadas en cereales blancos redujo la viscosidad del contenido intestinal y el porcentaje de huevos sucios. Asimismo, la inclusión del preparado enzimático mejoró el índice de conversión por docena de huevos en las dietas basadas en trigo, el índice de conversión por masa de huevo en las dietas de centeno y el índice de puesta en el caso de la cebada.

EFECTO DEL PROCESADO DE CEREALES (CEBADA Y MAÍZ) MEDIANTE DOS PROCESOS TÉRMICOS (MICRONIZACIÓN Y EXTRUSIÓN HÚMEDA) EN DIETAS PARA LECHONES DESTETADOS PRECOZMENTE.

P. Medel, A. Sanz, G. Fructuoso, G. G. Mateos y C. de Blas.
Departamento de Producción Animal. ETSI Agrónomos . Universidad Politécnica de Madrid.

1 Introducción

El subsector porcino en España tiene una gran importancia, ya que supone el 13% del Producto Final Agrario, y el 30 % del Producto Final Ganadero. La intensificación ha hecho que uno de los principales limitantes de la producción sea la incidencia de enfermedades. Este hecho ha exigido la investigación sobre nuevas tecnologías que disminuyan la presión infectiva sobre los animales. En este sentido, en los últimos años se ha desarrollado una nueva metodología: separación de la producción en tres fases independientes (madres, transición y cebo), incluyendo la realización de destetes muy precoces (<21 días)(Alexander y col, 1980). Sin embargo, la aplicación de estos destetes no es fácil. El lechón a esta edad no está preparado ni fisiológica ni inmunológicamente para ser destetado. Tras la inmunidad que la madre da al lechón mediante el calostro, éste depende de las inmunoglobulinas (IgA e IgG) que ingiere mediante la leche. Su sistema digestivo tampoco está bien preparado para el cambio de dieta de líquida a sólida. La capacidad enzimática está muy limitada, y tan sólo la lactasa está a niveles altos en la fase del destete (21 días). El resto de enzimas digestivas (amilasas, lipasas, proteasas) no alcanzan niveles adecuados hasta 3 semanas post-destete (Lindemann y col, 1986).

Los cereales suponen el 50% de inclusión y del orden del 70% de la energía de las dietas de destete. Su aporte energético, deriva básicamente de su contenido en almidón. Sin embargo, el lechón no tiene capacidad suficiente para aprovechar este nutriente si no ha sufrido ninguna modificación en su estructura. Tanto la micronización como la extrusión húmeda tienen como principal objetivo provocar una gelatinización en el almidón, para hacer éste más accesible al sistema enzimático del joven lechón.

2. Objetivos, bases y resultados de la prueba.

Objetivo: Comparación de dos cereales (maíz y cebada) y de tres formas de presentación de los mismos (molidos, micronizados o extrusionados) en dietas de lechones destetados precozmente.

Dietas: Se fabricaron 6 dietas isonutritivas (con un 50 % de cereal), según las recomendaciones de G.G. Mateos y col. (1997), en un diseño factorial 2x3 (maíz vs cebada) y (molido vs micronizado vs extrusionado húmedo). El resto de las fórmulas lo formaban concentrados proteicos (soja integral y pescado LT), derivados lácteos, aminoácidos sintéticos y corrector vitamínico-mineral. La cebada y el maíz de las dietas experimentales procedían de la misma partida.

Animales: 120 lechones machos pertenecientes al cruce Landrace x Large White, distribuidos en 24 jaulas de 5 lechones cada una (4 réplicas de 5 animales/tratamiento). La edad de destete fue 21 días, y su peso inicial fue 5,8 kg. Los lechones fueron crotalados en origen, y se escogieron camadas de un mínimo de cuatro machos, cada uno de los cuales fue asignado a un tratamiento distinto, según la metodología propuesta por Milliken y Johnson (1984), para evitar el efecto camada.

Controles: semanalmente el peso individual y consumo por jaulas, y diariamente las diarreas.

Instalaciones: La prueba fue realizada en la granja experimental de la ETSI Agrónomos de Madrid.Las condiciones ambientales (ventilación y temperatura) fueron controladas automáticamente.

Duración de la prueba: 25 días

Análisis de datos: Se realizó utilizando el procedimiento GLM del SAS (1985) para bloques incompletos al azar. Los tratamientos se compararon mediante contrastes ortogonales (cuadro 1).

Resultados y discusión: Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 1.

Los lechones que comieron piensos a base de cebada tendieron a presentar mayores crecimientos de 0-25 días (419 vs 407 g/d; P=0,09) y menor índice de diarreas (3,3 vs 10%; P=0,05) que los elaborados a base de maíz. El tratamiento térmico de los cereales provocó un incremento muy significativo de los crecimientos de 0-25 días (429 vs 380 g/d; P=0,02), y un descenso del índice de transformación (8,5%, P=0,003) en el mismo período.

No se observaron diferencias entre los dos tratamientos térmicos estudiados en parámetros de crecimiento y consumo. Sin embargo, los animales que recibieron cereales micronizados presentaron menor incidencia de diarreas (P=0,02) que los que recibían cereales extrusionados. De las interacciones, se observa que la mejora por el tratamiento térmico es superior en el caso de la cebada que la producida en el maíz. La mayor significancia (P=0,02) se obtuvo para el índice de transformación en el período de 0-14 días.

De los resultados obtenidos se desprenden las siguientes conclusiones:

- La utilización de cereales tratados térmicamente mejora los índices productivos de los lechones, por lo que deben ser un componente de elección en este tipo de dietas.
- El incremento de la ganancia media diaria que provoca el procesado térmico de los cereales, puede ser debido, bien a un aumento de la palatabilidad, bien a un aumento de la capacidad de utilización del almidón (gelatinización), o bien a los dos efectos.
- No se detectan diferencias significativas en cuanto a los parámetros productivos entre la micronización y la extrusión. Por tanto, se recomienda utilizar el método que resulte más barato, o en su caso, el más disponible.
- La micronización puede reducir la incidencia de problemas entéricos. No obstante,este dato precisa de una evaluación con un mayor número de animales.
- El tratamiento térmico resulta más beneficioso para la cebada que para el maíz. Este hecho, quizás debido a una mayor palatabilidad (expresada por un mayor consumo), dota a este cereal de grandes posibilidades de inclusión en las dietas para lechones.

3. Bibliografía

- Alexander T.L., Thornton K., Boon G., Lysosns R.J. y Gush A.F., 1980.Vet Rec 106:114.
- Lindemann M.D., Cornelius S.G., El Kandelgy S.M., Moser S.M. y Pettigrew J.E., 1986. J.Anim Sci., 62:1298.
- Mateos G.G., Medel P., Lázaro R., 1997. Porcinocultura: aspectos claves. Ed: Mundiprensa: 257:276
- Miliken G.A. y Johnson D.E., 1984. Analysis of messy data. Ed. Van Nostrand Reinhold. Nueva York. 473 pp.
- Statistical Analysis Systems Institute (1985). SAS user's guide: Statistics. SAS Institute. Cary, NC.

Cuadro 1.- Efecto del tipo de cereal y de su procesado sobre los rendimientos productivos en lechones

	CEBADA			MAIZ				Significación contrastes[2]				
PARÁMETROS	MOLIDA	EXTRUSIONADA	MICRONIZADA	MOLIDO	EXTRUSIONADO	MICRONIZADO	ESM[1]	1	2	3	4	5
Ganancia media diaria (g)												
0-14 días	251	322	304	279	278	285	17	0.13	NS[3]	NS	NS	NS
14-25 días	537	588	613	517	564	618	17	NS	0.003	NS	NS	NS
0-25 días	377	439	440	384	404	432	14	0.09	0.02	NS	NS	NS
Consumo medio diario (g)												
0-14 días	329	351	351	324	339	331	16	0.08	NS	NS	NS	NS
14-25 días	697	722	685	664	666	744	26	NS	NS	NS	NS	0.06
0-25 días	491	514	498	473	483	513	14	0.09	NS	NS	NS	NS
Indice de transformación (g/g)[4]												
0-14 días	1.32	1.12	1.16	1.16	1.23	1.16	0.05	NS	NS	NS	0.05	NS
14-25 días	1.30	1.23	1.12	1.29	1.18	1.21	0.06	NS	0.05	NS	NS	NS
0-25 días	1.31	1.17	1.14	1.24	1.20	1.20	0.03	NS	0.008	NS	NS	NS
Incidencia de diarreas (%)	0	10	0	10	15	5	12	0.05	NS	0.02	NS	NS

[1] Error estandard de la media (N=20 para crecimiento y diarrea y N=4 para consumo e índice de transformación)

[2] Contrastes: 1 = cebada vs maiz; 2 = molidos vs tratados; 3 = extrusionado vs micronizado; 4 = interacción tipo de cereal * (molidos-tratados); 5 = interacción tipo de cereal * (extrusionado-micronizado)

[3] NS = probabilidad mayor que 0.15

[4] consumo/ganancia

ESTIMA DEL CONSUMO DE PIENSO DE CERDOS EN ENGORDE A PARTIR DE VARIABLES INDIRECTAS

J.Soler, X.Puigvert, S.Tarrés, J.Tibau

IRTA- Centre de Control Porcí, Veïnat de Sies s/n ,17121 Monells, Girona

Introducción

Uno de los criterios usados en la selección de ganado porcino es el índice de conversión individual. Su control precisa del conocimiento del consumo de pienso que puede registrarse de dos maneras: a) colocando los cerdos en boxes individuales, o b) disponiendo de estaciones de control electrónico del consumo. Ambos sistemas son costosos cuanto a inversión y a seguimiento. En este estudio se pretende desarrollar un sistema para predecir el consumo individual del pienso en diferentes razas porcinas sin su control directo.

Material y métodos

Se controlaron 230 cerdos machos enteros, de cuatro razas puras (Large White -LW-, Landrace Standard -LS- , Duroc -DU- y Pietrain -PI-) procedentes de 18 empresas de selección asociadas a la ANPS (Asociación Nacional de Porcino Selecto). Los animales alojaron en grupos de 12, en cuadras dotadas de una estación de control automático de la ingesta. Este equipo consiste en una tolva con pienso dotada de una cédula de pesaje y de una antena que registra la identificación electrónica del cerdo que esté comiendo (Hugas et al., 1993).

Desde el inicio del engorde, los cerdos se pesaron en periodos de 10/14 días y se registró diariamente el consumo individual, número de comidas y la duración de estas (Tabla 1). Se construyeron modelos predictores intraraza del consumo individual medio diario en el período comprendido entre dos pesadas sucesivas partiendo de grupos de variables obtenibles con distinto grado de dificultad y coste : a) peso medio de animal (PESM), Ganancia Media Diaria de Peso de cada animal (GMPD) consideradas en el modelo básico M1 (Tabla 2) , b) un segundo grupo de variables que precisa el control del alimento consumido por el conjunto de animales de cada corralina : Consumo Medio Diario de pienso (CMD) e índice de Conversión Medio (ICM) de los animales del mismo corral : Modelo M2 (que incluye asimismo las variables del modelo M1), c) en un tercer modelo (M3) en el cual se añade al modelo básico M1 la duración de la ingesta por animal y día (Durdía), la cual requiere un sistema complejo de registro d) por fin el modelo más complejo (M4) que incluye la totalidad de las variables registradas: PESM, GMPD, CMD, ICM y Durdía.

A partir de los consumos medios periodo a periodo estimados con los cuatro modelos se la calculado el consumo medio diario en todo el engorde (entre los pesos inicial y final) Tabla 1. Finalmente se han obtenido las correlaciones entre las estimas

obtenidas y el consumo medio diario real individual durante todo el período de engorde (obtenido mediante el sistema automático de control de la ingesta). Asimismo se ha obtenido las correlaciones entre el consumo real individual, las estimas del consumo obtenidas, el crecimiento y distintas variables de comportamiento alimentario (Tabla 3).

Resultados y discusión

Se observa (Tabla 1) una alta dispersión en los pesos (PF) y edades (EF) a que los animales finalizaron las pruebas . Esto implica un incremento general en la dispersión del resto de características del engorde e induce valores elevados de correlación entre estas variables (Tabla 3).

El peso (PESM) y el crecimiento medio (GMPD) de un animal permite predecir (Modelo M1) el consumo individual (CRM) con bastante precisión (R^2 entre 0.81 y 0.84). Al incluir nuevas variables al Modelo M1 el coeficiente de determinación mejora en el caso de las razas LW, LS. Las predicciones para la raza PI mejoran significativamente con los modelos M2 pero no para M3. En el caso de la raza DU, incluso para el modelo M4 en el que tenemos en cuenta todas las variables, no se obtiene una mejora significativa de la precisión . Para LW, LS y PI , en cambio, se aprecia una mejora significativa al aplicar el modelo más complejo M4.

Los valores de los coeficientes de correlación entre el consumo diario real (CMR) y el crecimiento (GMPD) varían entre 0.76 y 0.86 (Tabla 3), valores más elevados que los obtenidos (0.47) por De Haer et al. (1992) y (0.65) por Labroue et al. (1995) aunque similares a los considerados normales en controles individuales (Knapp *et al.*, 1994). Las predicciones de CMR obtenidas con el modelo M1 (CM1) están bien correlacionadas con el consumo individual (r entre 0.82 y 0.85). La adición de variables de grupo (GMD y ICM) mejora relativamente poco la precisión del modelo M2 . En estudios parecidos (De Haer et al., 1993) los animales finalizaron con pesos prefijados lo que en parte puede explicar los valores de correlación inferiores obtenidos (r=0.46) .

La adición de la variable Durdia (modelos M3 y M4) aumenta poco la correlación entre consumo medio en engorde (estimado con los modelos CM3 y CM4) respecto del consumo medio real (Tabla 3).

La conclusión de este trabajo es que es posible determinar el consumo medio de pienso, entre los 30 y 100 kg. de peso. Partiendo del Peso Medio -PESM- y del Crecimiento Medio -GMPD- en tramos del engorde. La correlación por razas oscila entre 0.82 y 0.86. La aplicación de modelos de predicción más complejos sólo puede justificarse si el coste de obtención de las variables adicionales es reducido.

Bibliografia

De Haer, L.C.M y Merks J.W.M . 1992. Animal Production, 54:95-104.
De Haer, L.C.M..,Luiting P., Aarts H.L.M. 1993. Livestock Production Science, 36:233-253

Hugas, LL.,Soler, J.,Tibau,J.,1993.V Jornadas Prod.Animal ITEA.269-270
Knap, P.W y Van der Steen H.A.M. 1994. 46 EAAP, Edimburgh.P2.1.
Labroue,F.,Guéblez,R.,Sellier,P., Meunier-Salaün, M.C. 1995. Livest. Prod. Sci.40:303-312.
SAS.1988 .SAS/STAT User's Guide:Release 6.03. SAS Institute,Inc,Cary NC,USA.

Agradecimientos

Este estudio se ha desarrollado en el marco de un proyecto de investigación financiado parcialmente por el INIA (INIA - SC95-048). Se agradece la participación en este estudio de 18 empresas de la Asociación Nacional de Criadores de Ganado Porcino Selecto y del personal técnico del IRTA-Centre de Control Porcí.

Tabla 1. Media y (desviación típica) de variables de engorde en función de la raza.

Variable	LW	LS	DU	PI
N. indiv.	70	76	38	36
PI(Kg)	30,0 (±3,9)	32,9(±7,5)	30,8(±4,5)	27,6(±6,1)
EI(días)	70,3(±3,9)	74,0(±11,8)	69,4(±4,2)	73,4(±11,5)
PF(Kg.)	98,8(±10,9)	100,3(±9,9)	99,7(±11,5)	95,1(±10,5)
EF (días)	153(±16,9)	158,5(±15,0)	153,6(±17,5)	170,2(±11,7)
GMPD(g/día)	847,5(±127,8)	812,2(±106,1)	829,6(±94,4)	703,6(±96,0)
Durdia(sg./día)	3328(±691)	3345(±674)	3748(±862)	3622(±713)
Visdia(n/día)	14,3(±4,8)	11,3(±3,1)	11,3(±3,8)	15,4(±4,6)
CMD (Kg)	2021(±251)	2083(±268)	2063(±218)	1665(±180)

PI :Peso Inicial **EI** :Edad Inicial **PF:** Peso Final **EF:** Edad Final **GMPD:** Ganancia Peso Diaria **Durdia:** Duración de comidas **Visdia:** Visitas al comedero **CMD:** Consumo Medio Diario.

Tabla 2. Modelo básico (M1) utilizado para predicción del consumo diario individual medio en el período de engorde.

	Ecuación Predictora (M1)			
raza	**R2**	**Interc.**	**PESM**	**GMPD**
LW	0,809	163,7	15,6	1,03
LS	0,816	162,6	15,4	1,10
DU	0,806	245,9	13,2	1,17
PI	0,840	306,9	10,8	1,01

PESM : Peso Medio del cerdo en el periodo (Kg.)
GMPD: Ganancia de Peso diaria (gr./dia)

Tabla 3 . Coeficientes de correlación del consumo diario medio real con los consumos hallados por modelización, crecimiento y variables de comportamiento.

Variable/Raza	LW	LS	DU	PI
CM1	0,844***	0,853***	0,823***	0,862***
CM2	0,888***	0,887***	0,831***	0,900***
CM3	0,836***	0,845***	0,794***	0,868***
CM4	0,891***	0,877***	0,794***	0,897***
GMPD	0,791***	0,762***	0,773***	0,862***
Durdia	0,301*	0,353**	0,143 NS	0,110 NS
Visdia	-0,015 NS	-0,253*	-0,368**	-0,149 NS

*** p<0.001 ** p<0.01 * p<0.05
CM1 CM2 CM3 CM4 Consumos medios por día hallados a partir de modelos.
GMPD Crecimiento medio diario **Durdia , Visdia** : Duración de la comida y Numero de visitas comedero por día.

EFECTO DEL TAMAÑO DE PARTICULA SOBRE LA PRODUCTIVIDAD EN CONEJOS

N. Nicodemus, J. Garcia, R. Carabaño, J. Méndez y C. de Blas

Departamento de Producción Animal. Univ. Politécnica y COREN S. L.

ETS Ingenieros Agrónomos. 28040 Madrid

Introducción

Diferentes trabajos (De Blas et al., 1986; Carabaño et al., 1988; García et al., 1993) han demostrado que tanto un déficit de fibra larga como un exceso de fibra digestible en la dieta de conejos implican una acumulación de digesta en el ciego, expresada como peso del contenido cecal por 100 g de peso vivo. En todos los casos, un mayor peso del contenido cecal estuvo relacionado con una menor tasa de renovación del contenido del ciego y un menor consumo de energía digestible. Como consecuencia, tanto la velocidad de crecimiento en el periodo de cebo como el rendimiento a la canal disminuyeron significativamente con respecto a la dieta control.

Un trabajo previo (Nicodemus et al., 1997) ha demostrado que una reducción del tamaño de las partículas fibrosas en dietas equilibradas en nivel y tipo de fibra, daba lugar a un incremento del peso del contenido cecal. El objetivo de este trabajo ha sido determinar el efecto del tamaño de partícula sobre diferentes parámetros productivos de conejos en cebo y lactación.

Material y métodos

Dietas. Se utilizaron cuatro dietas con similar composición química pero diferente proporción de partículas finas: 75,8; 78,0; 79,4 y 81,1% en los piensos A, B, C y D, respectivamente. Su composición química y en materias primas han sido descritas por Nicodemus et al., (1997).

Animales. Para la prueba de cebo se asignaron al azar 160 gazapos machos y hembras recién destetados de neozalandés blanco por californiano, a razón de 40 animales por dieta. El control del rendimiento a la canal se realizó en 640 gazapos cebados desde el destete hasta los 2 kg de peso vivo. Se utilizaron 20 jaulas de cebo por dieta, en las que se alojaron al azar 8 animales por jaula. Los resultados se refieren a la media de animales sacrificados en dos series de 10 jaulas por tratamiento. La prueba de lactación se realizó en 52 conejas reproductoras a las que se les asignó al azar las cuatro dietas, determinándose la producción de leche en 13 lactaciones por pienso.

Manejo Experimental. Los animales en crecimiento fueron cebados individualmente hasta alcanzar los 2 kg de peso vivo. Fueron alimentados ad libitum durante todo el experimento y estuvieron sometidos a un periodo de luz de 12 h luz - 12 h oscuridad. Se controlaron las siguientes variables: mortalidad, ganancia media diaria de peso, consumo medio diario e índice de conversión a los 14 días y al finalizar el cebo. El control del rendimiento a la canal se determinó mediante el sacrificio de los animales en un matadero comercial al que fueron transportados tras dos horas previas de ayuno.

Para determinar la producción de leche los animales se sometieron a un periodo de adaptación de 45 días y a un periodo de luz de 16 h luz - 8 h oscuridad. Fueron alimentados ad libitum durante los últimos días de gestación (desde el día 28) y a lo largo de toda la lactación. El resto de los animales recibió una cantidad restringida de alimento (140 a 150 g/d). El intervalo parto-

cubrición se fijó en cinco días y la edad del destete en 30 días. El consumo de las conejas se midió cada 10 días así como el de los gazapos desde los 21 días al destete, controlándose también la ganancia media diaria de los mismos durante este periodo mediante el peso de la camada a los 21 y 30 días. La producción de leche se determinó mediante la separación de las conejas de sus gazapos tras el parto y se estimó diariamente mediante la pérdida de peso de la coneja después de amamantar.

Análisis estadístico. Para determinar el efecto de la dieta sobre las variables estudiadas se realizó un análisis de varianza utilizando el procedimiento GLM del programa estadístico SAS (Statistical Analysis System, 1985). Los datos relacionados con los parámetros productivos en cebo se corrigieron utilizando el peso al destete como covariable y se analizaron como un diseño en bloques completamente al azar con la camada como efecto bloque y el tipo de dieta como la principal fuente de variación. Los datos referentes a los parámetros productivos en lactación fueron corregidos utilizando el número de gazapos nacidos vivos y la fecha de cubrición de la coneja como covariables. Se utilizaron contrastes ortogonales para determinar el efecto del tamaño de partícula sobre los parámetros productivos estudiados.

Resultados y discusión

El efecto del tamaño de partícula sobre la productividad en conejos se muestra en los cuadros 1 y 2. En general, se observa un empeoramiento de los parámetros estudiados en los animales alimentados con la dieta de menor tamaño de partícula. La ganancia de peso a los 14 días y en el conjunto del periodo de cebo, la producción de leche y el peso de los gazapos al destete disminuyeron un 31, 31, 30 y 27%, respectivamente en la dieta D con respecto a la media de las dietas A, B y C. El rendimiento a la canal tendió también a empeorar en la dieta D aunque los resultados no alcanzaron significación estadística. Estos descensos de rendimientos fueron paralelos a una disminución del consumo de pienso. Por otra parte, no se observaron diferencias significativas entre las dietas A y B para ninguno de los parámetros estudiados.

Los resultados de este trabajo demuestran que independientemente de la composición química de la fibra es necesario un mínimo de partículas largas (>0,315mm) de un 20,6% para conseguir máximos consumos de pienso y una máxima productividad tanto en animales en cebo como en lactación. Esta proporción mínima coincide con la obtenida en un trabajo anterior (Nicodemus et al., 1997) para prevenir una acumulación de la digesta en el ciego.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto PETRI (95-0003-OP).

Referencias

Carabaño, R., Fraga, M.J., Santomá, G. y De Blas, C. 1988. J. Anim. Sci. 66, 901.

De Blas, C., Santomá, G., Carabaño, R. y Fraga, M.J. 1986. J. Anim. Sci. 63, 1897.

García, G., Gálvez, J. y De Blas, C. 1993. J. Anim. Sci. 71, 1823.

Nicodemus, N., García, J., Carabaño, R., Méndez, J. y De Blas, C. 1997. ITEA. (Enviado para publicación).

Statistical Analysis Systems Institute 1985. SAS user's guide: Statistics. SAS Institute. Cary, NC.

CUADRO 1. EFECTO DE LA DIETA SOBRE EL CRECIMIENTO DE GAZAPOS

	DIETAS				SEM[1]	CONTRASTES[2]		
	A	B	C	D		1	2	3
$G.D._{.14}$ (g)	48,5	48,4	47,8	46,1	0,85	0,03	NS	NS
$Cons._{.14}$ (g/d)	95,2	95,0	90,8	88,3	1,74	0,008	0,047	NS
$Mortalidad_{.14}$ (%)	4,74	5,05	0,33	2,52	2,35	NS	NS	NS
$G.D._{.}$ (g)	44,8	45,3	45,8	42,7	0,59	0,0004	NS	NS
$Cons._{.}$ (g/d)	119	121	117	112	1,25	0,0001	0,06	NS
$Mortalidad_{.}$ (%)	12,0	14,4	5,39	12,0	4,24	NS	NS	NS
Rend. Canal (%)	58,9	58,7	59,7	57,7	0,69	NS	NS	NS

(1) n = 10 excepto rendimiento a la canal n = 2.
(2) 1 = Dieta D vs A, B, C; 2 = Dieta C vs A, B; 3 = Dieta B vs A.
$G.D._{.14}$:Ganancia media diaria a los 14 días; $Cons._{.14}$:Consumo diario a los 14 días; $G.D._{.}$:Ganancia media diaria en el conjunto del periodo de cebo: $Cons._{.}$:Consumo diario en el conjunto del periodo de cebo; Rend. Canal: Rendimiento a la canal; SEM:Error estandard de la media.

CUADRO 2. EFECTO DE LA DIETA SOBRE LA PRODUCCION DE LECHE Y EL CONSUMO EN CONEJAS (n = 13/dieta)

	DIETAS				SEM	CONTRASTES[1]		
	A	B	C	D		1	2	3
P.T. l/c (kg)	6,02	5,93	5,79	5,29	0,227	0,03	NS	NS
Cons. T/c (g/d)	376	368	350	329	9,6	0,004	0,07	NS
Cons. gaz. (g/d)	135	132	129	101	12,4	0,05	NS	NS
G.D. 21-30d (g/d)	25,4	24,5	24,7	19,2	1,49	0,003	NS	NS
N° gaz. dest./cam.	8,14	8,13	8,09	8,58	0,03	NS	NS	NS
Peso gaz. 21d (g)	390	381	376	323	9,46	0,0001	NS	NS
Peso gaz. 30d (g)	648	628	623	515	16,58	0,0001	NS	NS

(1) = Dieta D vs A, B, C; (2) = Dieta C vs A, B; (3) = Dieta B vs A.
P. T. l/c: Producción total de leche por coneja; Cons. T/c.: Consumo total por coneja; Cons. gaz.: Consumo de gazapos; G.D. 21-30d: Ganancia diaria de gazapos de los 21 a los 30 días; N° gaz. dest./cam.: N° de gazapos destetados por camada; Peso gaz. 21d: Peso de los gazapos a los 21 días; Peso gaz. 30d: Peso de los gazapos a los 30 días; SEM: Error estandard de la media.

EFECTO DEL TAMAÑO DE PARTICULA SOBRE LA DIGESTION EN CONEJOS

N. Nicodemus, J. García, R. Carabaño, J. Méndez y C. de Blas

Departamento de Producción Animal. Univ. Politécnica y COREN S. L.

ETS Ingenieros Agrónomos. 28040 Madrid

Introducción

Numerosos autores han demostrado la necesidad de incorporar un mínimo de fibra en piensos de conejos. Las recomendaciones más recientes (De Blas et al., 1995) situan este mínimo en alrededor de un 32% de fibra neutro detergente (FND) sobre el peso total de la dieta.

Una parte de estas necesidades se explican por el efecto estimulador de las partículas fibrosas largas sobre la motilidad intestinal. En este sentido, trabajos previos (Lebas y Laplace, 1975; Laplace y Lebas,1977; Pairet et al., 1986) han demostrado que una molienda excesiva de la fibra conduce a un incremento del tiempo de retención de la digesta en el ciego y a un menor consumo de alimento. Como consecuencia, se recomienda la utilización de cribas de molino con un tamaño superior a 2,5 mm (Mateos y Rial, 1989).

Esta recomendación no excluye sin embargo la utilización de alimentos fibrosos con un bajo contenido en partículas largas (e. g. cascarillas de soja y arroz, extracto de pimentón, pulpas de remolacha y cítricos). Trabajos recientes (Fraga et al., 1991; García et al., 1993; García et al., 1996) han demostrado que el uso de este tipo de alimentos conduce a resultados similares a los de fibras muy molidas.

En este trabajo se ha estudiado la sustitución gradual de una fuente de fibra de referencia (heno de alfalfa) por una mezcla de subproductos fibrosos de similar composición química, pero de menor tamaño de partícula, al objeto de establecer recomendaciones sobre la proporción mínima de partículas largas que debería incluir el pienso de conejos.

Material y métodos

Dietas. Se utilizó como pienso control una ración comercial que contenía un 30% de heno de alfalfa. Se diseñó una mezcla de torta de pimentón (70%), pulpa de remolacha (20%) y cascarilla de soja (10%) que tenía un contenido similar en proteína bruta (PB), lignina (LAD) y FND que un pienso control basado en heno de alfalfa y cuya única diferencia con respecto a éste era que su tamaño de partícula era mucho más reducido. De este modo, la sustitución del heno de alfalfa de la dieta control por un 25, 50 y 75% de la mezcla de subproductos nos permitió determinar cuál es el mínimo de fibra larga que puede introducirse en la ración sin que se alteren los rendimientos productivos. La composición química y tamaño de partícula de las dietas se muestran en el cuadro 1.

Animales. Un total de 40 gazapos machos y hembras de neozelandés blanco por californiano, con un peso medio de 2082 kg, fueron asignados al azar a las cuatro dietas, a razón de 10 animales por dieta.

Manejo experimental. Los animales se alojaron en jaulas metabólicas. Fueron alimentados ad

libitum durante todo el experimento y estuvieron sometidos a un periodo de 12 h luz - 12 h oscuridad. Se controló el consumo y se recogieron las heces durante cuatro días consecutivos y se almacenaron a -20° C. Posteriormente las heces fueron secadas en una estufa a 80° C durante 48 h y se analizó, energía bruta (EB), materia seca (MS), PB y FND. Dos días más tarde se colocó a los animales un collar de madera durante 24 h para evitar el consumo de coprófagas, las cuales fueron recogidas y almacenadas a -20° C. Se liofilizaron y se analizó, MS y PB. Una semana después se sacrificaron los animales con un peso medio de 2220, 2290, 2360 y 2200 g para las dietas A, B, C y D respectivamente. Los parámetros cecales medidos fueron: peso del aparato digestivo, peso del contenido cecal y peso del ciego con respecto al peso vivo, pH y concentración de amoniaco. Estos se determinaron según la metodología descrita por Carabaño et al. (1988).

Análisis químicos. Fibra ácido detergente (FAD), lignina ácido detergente (LAD) y cutina ácido detergente (CAD) según el protocolo de Goering y Van Soest (1970), Robertson y Van Soest (1981) para la FND y la AOAC (1984) para la MS y PB. EB se determinó mediante bomba calorímetrica adiabática. El tamaño de partícula se determinó según la metodología descrita por García et al. (1996).

Análisis estadístico. Para determinar el efecto de la dieta sobre las variables estudiadas se realizó un análisis de varianza utilizando el procedimiento GLM del programa estadístico SAS (Statistical Analysis System, 1985). Se utilizaron contrastes ortogonales para determinar el efecto del tamaño de partícula sobre los parámetros digestivos estudiados.

Resultados y discusión

Hubo un efecto significativo del tipo de dieta sobre la digestibilidad de la MS y de la FND ($P = 0,002$ y $P = 0,02$, respectivamente) aunque no se observaron tendencias claras, puesto que los resultados obtenidos fueron: 0,62; 0,60; 0,63 y 0,63% y 0,31; 0,28; 0,32 y 0,32% en los piensos A, B, C y D, respectivamente.

El efecto del tamaño de partícula sobre los parámetros digestivos estudiados se muestra en el cuadro 2. El tamaño de partícula tuvo un efecto significativo sobre el peso del contenido cecal que fue mayor para la dieta D que para la media de las otras tres (4,80 vs 3,99%, $P = 0,002$). También se observó una tendencia lineal ($P = 0,03$) de la proporción de partículas finas sobre el pH del contenido cecal, que disminuyó desde 5,82 en la dieta A hasta 5,69 en la dieta D. Ambos efectos podrían estar relacionados con un mayor tiempo de permanencia y fermentación del residuo digestivo en el ciego para dieta con menor tamaño de partícula. La dieta D dio también lugar a una menor producción de coprófagas y a un menor aporte de éstas a la proteína total ingerida que las otras tres (19,7 vs 21,56 g/d y 19,9 vs 21,46%, respectivamente), aunque las diferencias fueron poco significativas ($P > 0,15$) por la mayor variabilidad de estos parámetros. De los resultados de este trabajo se deduce que una proporción de partículas largas (> 0,315mm) inferior a un 20,6% implica una acumulación de la digesta en el ciego y una tendencia a reducir los aportes de nutrientes vía coprofagia.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido financiado por el proyecto PETRI (95-0003-OP).

Referencias

AOAC. 1984. Official Methods of Analysis (14th Ed). Association of Official Analytical Chemist, Arlington, VA.

Carabaño, R., Fraga, M. J., Santomá, G. y De Blas, C. 1988. J. Anim. Sci. 66, 901.

De Blas, J. C., Taboada, E., Mateos, G. G., Nicodemus, N. y Méndez, J. 1995. J. Anim. Sci. 73, 1131.

Fraga, M. J., Pérez, P., Carabaño, R. y De Blas, C. 1991 J. Anim. Sci. 69, 1556.

García, J., Carabaño, R., Pérez-Alba, L. y De Blas, C. 1996. In: Lebas, F.(ed) Proceedings of the 6th World Rabbit Congress. INRA, Tolouse, pp 175-180.

García, G., Gálvez, J. y De Blas J. C. 1993. J. Anim. Sci. 71, 1823.

Goering, H. K. y Van Soest, P. J. 1970. Forage Fiber Analysis. USDA Agricultural Handbook 379, USDA, Washington, DC.

Laplace, J. P. y Lebas, F. 1977. Ann. Zootech. 26, 413.

Lebas, F. y Laplace J. P. 1975. Ann. Zootech. 24, 613.

Mateos, G. G. y Rial, E. 1989. La alimentación del conejo. pp 99-132. Ed. Mundiprensa.

Pairet, M., Bouysoou, T., Auvergne, A., Landau, M. y Ruckebush, Y. 1986. Reprod. Nutr. Develop. 26, 85.

Robertson, J. B. y Van Soest, P. J. 1981. In: W.P.T., James and O. Theander (Ed). The Analysis of Dietary Fiber in Foods. Marcel Decker, New York. pp:123.

Statistical Analysis Systems Institute 1985. SAS user's guide: Statistics. SAS Institute. Cary, NC.

CUADRO 1. COMPOSICION QUIMICA DE LAS DIETAS (% sobre MS)

	EB	FND	LAD	CAD	PB	TAMAÑO DE PARTICULA	
						% > 0,315 mm	% > 1,25 mm
A	4363	36,0	4,57	1,46	18,8	24,1	1,80
B	4436	36,2	5,20	2,03	18,8	21,9	1,08
C	4450	35,8	5,50	2,61	18,2	20,6	0,80
D	4480	35,5	6,14	3,29	18,4	18,8	0,49

CUADRO 2. PARAMETROS DIGESTIVOS DETERMINADOS (n = 10/dieta)

	DIETAS				SEM	CONTRASTES (1)		
	A	B	C	D		1	2	3
PAD_{pv}, %	15,5	15,7	15,8	16,6	0,50	0,11	NS	NS
PC_{pv}, %	1,46	1,51	1,41	1,56	0,07	NS	NS	NS
PCC_{pv}, %	4,04	3,84	4,11	4,80	0,20	0,002	NS	NS
NH_3	8,24	10,3	9,14	10,1	1,44	NS	NS	NS
pH(2)	5,82	5,75	5,73	5,69	0,04	0,12	NS	NS
PCp (g/d)	22,4	20,7	21,6	19,7	1,13	NS	NS	NS
Cp PTI, %	21,9	20,1	22,4	19,9	1,35	NS	NS	NS

(1) 1 = A, B, C vs D; 2 = A, B vs C; 3 = A vs B.

(2) Efecto lineal (P = 0,03) % partículas > 0,315 mm

PAD_{pv}: Peso del aparato digestivo con respecto al peso vivo del animal; PC_{pv}: Peso del ciego con respecto al peso vivo del animal; PCC_{pv}: Peso del contenido cecal con respecto al peso vivo del animal; PCp: Producción diaria de coprófagas; Cp PTI: Aporte de coprófeges a la proteína total ingerida; SEM: Error estandard de la media.

EFECTO DE LA FUENTE DE FIBRA SOBRE EL TIEMPO MEDIO DE RETENCION TOTAL Y EL TIEMPO DE FERMENTACION EN CONEJOS

J.García Alonso, J.Mateos, J.Piquer, R.Carabaño y C.de Blas

Departamento de Producción Animal. ETSI Agrónomos. UPM. 28040 Madrid.

Introducción

Las dietas de conejos se caracterizan por tener un contenido elevado en fibra (35-40% FND) que influye de manera importante sobre el tiempo medio de retención total (TMRt) de la digesta. Así, el TMRt depende del nivel de fibra (Fraga, 1984; Gidenne, 1994), de la fuente de fibra (Fraga et al., 1991) y del tamaño de partícula de ésta (Laplace y Lebas, 1977; Gidenne, 1993). El objetivo de este trabajo ha sido determinar en conejos el TMRt y el tiempo de fermentación (o TMR cecal) de 4 subproductos fibrosos (torta de pimentón (Pim), hoja de olivo (HO), cascarilla de soja (CS) y cascarilla de girasol (CG)).

Material y métodos

Dietas. Se formularon 4 dietas para que su contenido en fibra proviniese únicamente de la fuente de fibra estudiada. La torta de pimentón y la hoja de olivo se incluyeron en un 75% en la dieta, mientras que las cascarillas de soja y girasol se incluyeron en un 62%. Estas fuentes de fibra se complementaron con un 20 y un 33% de concentrado (harina de trigo y concentrado purificado de proteína de soja), respectivamente. En la Tabla 1 se muestra el nivel de fibra y el tamaño de partícula de las dietas.

Tabla 1. Nivel de fibra y tamaño de partícula de las dietas (% MS)

Item	Pim	HO	CS	CG
FND	25,5	28,5	34,8	47,2
>0,315 mm	5,1	28,3	32,9	45,7
>1,25 mm	0,0	7,0	2,3	2,8

Determinación del tránsito digestivo. Se utilizaron 25 conejas neozelandés blanco x californiano con un peso mínimo de 2,8 kg canuladas en el íleon terminal según describe Merino (1994). Tras un período de recuperación (mínimo 6 semanas) y de adaptación a las dietas experimentales suministradas *ad libitum* (2 semanas), se suministró la dosis de partículas marcadas con europio (2 g) en forma de gránulo entre las 16h00 y 16h30. Cinco horas después se les introdujo 150 mg de fibra marcada con yterbio en el íleon a través de la cánula. Las heces se empezaron a recoger 4h después de suministrar la dosis de europio y durante las primeras 10h se recogieron horariamente. Durante las siguientes 16h se recogieron cada 2h, posteriormente se hizo una recogida a las 4h, para seguir con 3 recogidas cada 6h, 4 recogidas cada 12h, finalizando con 3 recogidas cada 24h. Las heces se secaron a 80°C y se molieron con una criba de 1 mm. Los TMR de la fibra marcada tanto con europio como con yterbio se calcularon algebraicamente por la fórmula de Faichney (1975) (método de referencia): $TMR_r = \Sigma M_i T_i / \Sigma M_i$, donde: T_i: Tiempo medio transcurrido entre la hora de administración del marcador (T_0) y la recogida nº i y M_i: Cantidad de marcador excretada entre T_{i-1} y T_i. El tiempo de

tránsito (TT) es el tiempo transcurrido entre T_0 (hora de administración del marcador) y la primera recogida fecal que contiene marcador.

Además, se han calculado los TMR total y cecal mediante la modelización de la cinética de excreción del europio por el modelo multicompartamental de Dhanoa *et al.* (1985). La expresión matemática del modelo es: $y(t) = A * e^{-K1 * (t - TT)} * \exp[-B * e^{-K2 * (t - TT)}]$. Este modelo distingue dos compartimentos de mezcla, caracterizados por dos tasas de renovación (%/h): K_1 (ciego en el conejo y retículo-rumen en el rumiante) y K_2 (estómago en el conejo y ciego en el rumiante), y un compartimento tubular que introduce un retraso en la aparición del marcador (TTt_D, h) en el punto donde se recoge la muestra (en este caso las heces duras); y(t) es la concentración del marcador en las heces en función del tiempo, A es un parámetro de escala que depende de K_1 y K_2 y B es el número de compartimentos de mezcla considerados (en este caso 2, estómago y ciego). El $TMRt_D$ se calcula como: $1/K_1 + 1/K_2 + TT$, donde $1/K_1$ representa el tiempo medio de retención en el ciego ($TMRci_D$, h) y $1/K_2$ representa el tiempo medio de retención en el estómago. Por último, se ha modelizado la fase decreciente de la cinética de excreción del europio mediante un modelo exponencial simple: $y(t) = A * e^{-K * t}$, donde y(t) es la concentración de europio en las heces en función del tiempo, A es una constante que depende del nivel de marcador suministrado y K es la tasa de renovación del ciego. El tiempo medio de retención en el ciego ($TMRci_{exp}$) se calcula como 1/K.

Técnicas analíticas. La FND se determinó según Van Soest *et al.* (1991). El tamaño de partícula se determinó por duplicado mediante tamizado en húmedo (García et al., 1996). El residuo del tamizado de cada uno de los piensos fue bien homogeneizado y se utilizó como sustrato para la fijación del yterbio y del europio. El marcaje se realizó según describe Rodríguez (1994). El yterbio se determinó por absorción atómica y el europio por emisión.

Análisis estadístico. Para determinar el efecto de la dieta sobre las variables estudiadas se realizó un análisis de varianza utilizando el procedimiento GLM del programa estadístico SAS (1985).

Resultados y discusión

La fuente de fibra afecta significativamente a todas las variables medidas excepto al tiempo de tránsito total (TT_t, 6,2 h de media) e íleo-rectal (TT_{ir}, 3,8 h de media) (Tabla 2), lo que parece indicar que tanto las variaciones observadas en el TMR total como íleo-rectal se corresponden con las variaciones en el tiempo de retención en el ciego. La diferencia entre el $TMRir_r$ y el $TTir_r$ representa la estimación más aproximada del tiempo medio de retención en el ciego o tiempo de fermentación. La torta de pimentón presenta el mayor tiempo de retención cecal (43,2 h), siendo la cascarilla de girasol la que menos tiempo se retiene en el ciego (8,1 h). La variable mejor correlacionada con el tiempo de fermentación es la proporción de partículas mayores de 0,315 mm ($r = -0,89$; $P < 0,001$).

Las diferencias entre los distintas formas de calcular los TMR se presentan en la Tabla 3. Hay que señalar la imposibilidad de encontrar un ajuste correcto del modelo de Dhanoa y del modelo exponencial simple para el 44 y el 13% de los animales, respectivamente. Los valores del TTt y del TMRt no son diferentes a los obtenidos por el método de referencia y los TMR cecales calculados tanto por Dhanoa como por modelización exponencial simple no difieren entre si significativamente. Sin embargo, sí se observan algunas diferencias entre el TMR cecal de referencia y tanto el calculado por Dhanoa

(cascarilla de girasol) como el calculado mediante modelo exponencial simple (cascarilla de soja).

Referencias

AOAC 1984. Official methods of analysis (14 th Ed). Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.

Dhanoa M.S., Siddons R.C., France J. y Gale L. 1985. *Br.J.Nutr.*, 53:663-671.

Fraga M.J., Barreno, C., Carabaño, R., Méndez, J. y de Blas, C. 1984. *An. INIA Ser. Ganadera.* nº 21(6):91-110.

Fraga, M.J., Pérez de Ayala, P., Carabaño, R. y de Blas, C. 1991. *J. Anim. Sci.* 69:1566

Faichney G.J. 1975. En: Digestion and metabolism in the ruminant. Univ. New England, Armidale, Australia. 227-241.

García J., Carabaño R., Pérez-Alba L. y de Blas, C. 1996. Proc. 6th World Rabbit Congress. Toulouse. Vol. 1:175-179.

Gidenne T. 1993. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 42:151-163.

Gidenne T.1994. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, 34:295-307.

Laplace J.P. y Lebas F. 1977. *Ann. Zootech.*, 26(3):413-420.

Merino J. 1994. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

Rodríguez, C. 1994. Tesis Master of Science. Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza.

Statistical Analysis Systems Institute. 1985. SAS user's guide:Statistics. SAS Institute. Cary, NC.

Van Soest J.P., Robertson J.B. y Lewis B.A. 1991. J.Dairy Sci., 74:3583-3597.

Tabla 2. Efecto de la fuente de fibra sobre el consumo, la digestibilidad de la MS y el tránsito digestivo total e ileo-rectal calculados algebraicamente (método de referencia).

Item	Pim	HO	CS	CG	EEM[1]	P[2]
n[3]	4	4	5	3	---	---
Consumo, g MS d^{-1}	80	127	121	135	6,1	0,002
CDMS	0,755	0,475	0,670	0,482	0,02	0,001
TTt_r[4], h	6,00	7,06	5,87	5,72	0,8	NS
$TMRt_r$[5], h	53,6	21,9	23,5	15,7	3,5	0,001
$TTir_r$[6], h	3,48	4,50	3,61	3,48	0,6	NS
$TMRir_r$[7], h	46,7	17,3	17,7	11,6	3,2	0,001
$(TMRir-TTir)_r$, h	43,2	12,8	14,1	8,1	3,0	0,001

[1] EEM: Error estándar de las medias. [2] P: Probabilidad de que existan diferencias significativas entre medias de distintos tratamientos. [3] n: Número de animales por dieta. [4] TTt_r: Tiempo de tránsito total. [5] $TMRt_r$: Tiempo medio de retención total. [6] $TTir_r$: Tiempo de tránsito ileo-rectal. [7] $TMRir_r$: Tiempo medio de retención ileo-rectal.

Tabla 3. Diferencias (h) entre los tiempos medios de retención calculados mediante integración algebraica y mediante modelización (Dhanoa (D) o exponencial simple (exp)).

Item	Pim	HO	CS	CG
n[1]	0	4	2	3
TTt_r-TTt_D	---	-1,24 (0,12)[2]	-0,01 (NS)	0,03 (NS)
$TMRt_r$-$TMRt_D$	---	-2,28 (0,11)	0,36 (NS)	-0,32 (NS)
$(TMRir-TTir)_r$-$TMRci_D$	---	-0,19 (NS)	-2,70 (0,16)	-0,73 (0,01)
n	4	4	3	3
$(TMRir-TTir)_r$-$TMRci_{exp}$	-30,3 (0,08)	-1,71 (NS)	-2,44 (0,03)	-1,24 (0,15)
$TMRci_D$-$TMRci_{exp}$	---	-1,52 (NS)	0,67 (NS)	-0,51 (NS)

[1] n: Número de animales por dieta. [2] Probabilidad de que la diferencia sea significativamente diferente de cero.

EFECTO DE LA FUENTE DE FIBRA SOBRE LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA DE LA AMILASA PANCREÁTICA Y LAS SACARASAS EN YEYUNO E ILEON

A.I.García, J.García, C. de Blas, J.Piquer y R. Carabaño

Departamento de Producción Animal. ETSI Agrónomos. UPM. 28040.Madrid

Introducción

Las altas necesidades de fibra en conejos (35% de FND) (de Blas *et al.*, 1995) justifican la inclusión en las dietas de un elevado número de materias primas fibrosas con características químicas y físicas muy diferentes. En conejos, al igual que en otros monogástricos, se ha observado que el tipo de fibra afecta a la morfología de la pared intestinal (longitud de los villi, profundidad de las criptas) (Chiou *et al.*, 1994). Este hecho podría afectar a la maduración de las células de la mucosa intestinal y por tanto a la secreción enzimática. Según sugieren distintos autores, facilitar la digestión total del almidón antes del ciego puede ser importante para evitar la aparición de diarreas en conejos (Borriello y Carman, 1983). Por ello el objetivo de este trabajo ha sido estudiar el efecto de la fuente de fibra sobre la actividad de enzimas relacionadas con la hidrólisis del almidón.

Material y métodos

Dietas. Los piensos fueron diseñados para que todo su contenido en fibra procediese de la materia prima objeto de estudio. Para ello se elaboraron incluyendo un 75% de la fuente de fibra estudiada (torta de pimentón, heno de alfalfa y hoja de olivo) o un 62% (cascarilla de soja, cascarilla de girasol y paja tratada con sosa), que se completaba con un 20 y un 33% de concentrado (harina de trigo y concentrado proteico purificado de soja) respectivamente. La composición química de los piensos se muestra en la Tabla 1.

Animales. Un total de 36 conejos machos y hembras de Neozelandés blanco x Californiano, con un peso medio de 2254 g, fueron asignados al azar a las 6 dietas, a razón de 6 animales por dieta.

Período experimental. Los animales se alojaron en jaulas individuales en una nave de ambiente controlado. Estos animales fueron alimentados *ad libitum* durante todo el experimento y estuvieron sometidos a un período de 12h luz-12h oscuridad. Después de 14 días de adaptación a la dieta, los animales fueron sacrificados entre las 20 y 24h con el fin de evitar el período de excreción de heces blandas . El día del sacrificio los animales tenían unos pesos medios de 2693, 2852, 2615, 2826, 2646, 2595 g para las dietas de cascarilla de girasol (CG), cascarilla de soja (CS), torta de pimentón (Pi), heno de alfalfa (A), hoja de olivo (HO) y paja tratada con sosa (PS), respectivamente. El consumo de pienso se controló semanalmente y el día anterior al sacrificio. Una vez sacrificados los animales, se separó el intestino delgado del resto del aparato digestivo y se recogieron muestras de páncreas, duodeno, yeyuno e ileon, para ello, se dividió el intestino delgado, en tres partes iguales de cuyas zonas centrales se cortaron 6-7 cm de muestra que, después de limpiarlas con una solución salina, eran congeladas en nieve carbónica. Previamente a la división del intestino, se extrajo el páncreas completo.

Técnicas Analíticas. La FND, FAD y la LAD se analizaron secuencialmente de acuerdo a la metodología propuesta por Van Soest *et al.* (1991). Los procedimientos descritos por la AOAC (1984) para la MS y PB de las dietas. El tamaño de partícula se determinó por duplicado mediante tamizado en húmedo (García *et al.*, 1996)

Para el análisis de la actividad enzimática las muestras debieron ser previamente diluidas y homogeneizadas. La actividad amilásica pancreática se midió empleando un kit Sigma (Procedimiento

No. 577), en el que se mide la actividad de la amilasa (EC 3.2.1.1) mediante la liberación de Pnitrofenol por minuto a 30° C. La absorbancia se mide a 405 nm. La proteína del páncreas y del intestino se determinó con el kit Sigma (Procedimiento No.P 5656) basado en la técnica de Lowry modificada por Peterson (1977). La actividad de las sacarasas intestinales se midió utilizando sacarosa como sustrato. La glucosa liberada por las sacarasas en 30 minutos a 37°C fue medida por el método de la glucosa oxidasa-peroxidasa.

Análisis estadístico. El efecto del tipo de fibra de la dieta sobre la actividad enzimática amilásica y de las sacarasas intestinales, se estudió mediante regresión. Se realizaron análisis de correlación y regresión paso a paso utilizando los procedimientos CORR y REG del programa estadístico SAS (Statistical Analysis System, 1985). Las variables independientes incluidas en estos análisis son las que figuran en la tabla 1. Debido a que uno de los conejos alimentados con la dieta Pi murió durante el período de adaptación, el número de datos utilizados en el análisis estadístico fue de 5.

Resultados y discusión

En la Tabla 2 se muestran las medias y las desviaciones típicas del consumo del día anterior al sacrificio, de la actividad enzimática de la amilasa pancreática y de las sacarasas en yeyuno e íleon.

A pesar de observar variaciones entre piensos del 25%, ni la actividad específica de la amilasa pancreática ni el contenido en proteína del páncreas se correlacionó significativamente con ninguna de las variables estudiadas mostrando medias de 1484 unidades/g proteína y de 6,6 mg/100 g tejido, respectivamente. Tampoco se encontró correlación entre la actividad específica de la amilasa con el consumo diario de almidón. Estos resultados son contradictorios con los obtenidos por Blas (1986) quien observó un aumento en la actividad de la amilasa pancreática con el aumento del almidón en el pienso.

La actividad específica de las sacarasas del yeyuno se mostró 3,4 veces superior de media a la de las sacarasas del íleon. Sin embargo, la proteína intestinal fue similar en ambos casos (8,8 y 9,1 mg/100 g tejido de media, respectivamente). No se encontró correlación significativa entre las variables químicas o físicas del pienso con la actividad específica de las sacarasas en yeyuno o con su contenido en proteína. Por el contrario, la actividad específica de las sacarasas del íleon se correlacionó negativamente con el contenido en LAD de la dieta ($r = -0,466$, $P = 0,0062$). Los piensos que incluían cascarilla de girasol, hoja de olivo y torta de pimentón mostraron los valores más bajos de actividad sacarásica. Estos resultados concuerdan con la reducción de la altura de los villi observado en íleon cuando se sustituye alfalfa por lignina (Chiou *et al.*, 1994). La proteína del íleon no se correlacionó significativamente con ninguna de las variables estudiadas.

Referencias

AOAC 1984. Official Methods of Analysis (14th Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.

Blas, E. 1986. El almidón en la nutrición del conejo: utilización digestiva e implicaciones prácticas. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza.

Borriello , R.J. y Carman, S.P. 1983. J. Clin. Microbiol. 17, 414-418.

Chiou, P.W.S., Yu, B.and Lin, Ch. 1994. Comp. Biochem.Physiol. 108A, 629-638.

de Blas, J.C., Taboada, E., Mateos, G.G., Nicodemus, N. y Méndez, J. 1995. J. Anim. Sci. 73, 1131-1137.

García, J., Carabaño, R., Pérez-Alba, L., y de Blas, C. 1996. Proc. 6th World Rabbit Congress. Touolouse. Vol 1, 175-179.

Peterson, G.L. 1977. Anal. Biochem. 83, 346.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B. y Lewis, B.A. 1991. J. Dairy Sci. 74, 3583-3597.

SAS 1985. SAS user's guide:Statistics. SAS Institute. Cary. NC.

Tabla 1. Composición química de los piensos (% sobre MS)

PIENSOS(1)	Pi	CS	A	PS	CG	HO
FND	28,7	36,8	36,3	44,1	52,5	33,3
FAD	21,9	24,3	23,9	27,4	36,9	20,6
LAD	12,5	2,1	6,8	3,7	12,6	11,6
Tamaño de partícula						
> 1.25mm	0	2,3	1,6	6,8	2,8	7,1
< 0.315mm	94,9	67,1	78,5	66,8	54,2	71,6
PB	20,1	22,6	19,5	19,5	18,8	18,7
Almidón	10,8	14,.6	10,8	12,8	12,8	5,5
MS	84,8	88,3	88,0	87,8	89,9	91,3

1:Pi:torta de pimentón; CS:Cascarilla de soja; A: Heno de alfalfa; PS:Paja tratada con NaOH; CG Cascarilla de girasol; HO; Hoja de olivo

Tabla 2. Medias y desviación típica (entre paréntesis) del consumo de pienso, de la actividad específica de la amilasa del páncreas y de las sacarasas en yeyuno e íleon.

	Pi	CS	A	PS	CG	HO
Consumo de MS (g/d)	149	167	187	189	180	206
	(23,4)	(18,4)	(14.6)	(16.0)	(23.4)	(14.0)
Amilasa Pancreática						
Actividad específica [1]	1579	1662	1478	1379	1306	1532
Proteína [2]	(156)	(252)	(264)	(451)	(448)	(450)
	6,2 (0,5)	6,1 (1,0)	6,7 (0,5)	7,5 (1,2)	6,2 (1,2)	6,7 (1,1)
Sacarasas yeyuno						
Actividad específica [3]	4444	4332	4355	5556	4092	4091
Proteína [2]	(1415)	(1721)	(1047)	(1296)	(1160)	(851)
	8,0 (1,5)	9,4 (0,9)	8,5 (1,7)	8,3 (1,4)	9,0 (1,4)	9,7 (1,0)
Sacarasas Íleon						
Actividad específica [3]	1006	1514	1512	1665	1084	1113
Proteína [2]	(354)	(626)	(673)	(565)	(182)	(297)
	10 (2,1)	9,2 (2,1)	9,3 (1,0)	8,7 (1,2)	8,2 (2,1)	9,5 (2,1)

[1]unidades (mmol P-nitrofenol liberado)/g proteína en un minuto a 30ºC; [2] mg/100 g tejido; [3]mmoles de glucosa liberados/g de proteína en 30 minutos

COMPOSICION DE LAS HECES BLANDAS DE LOS CONEJOS. EFECTO DEL TIPO Y NIVEL DE INCLUSION DE CEREAL SOBRE SU CONTENIDO EN N Y SOBRE LA RELACION BASES PURICAS/N.

J.F.Pérez, K.H.Amber*, E.Blas*, S.M. Martin-Orue y J.Balcells
Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. Universidad de Zaragoza. Miguel Servet 177. 50013. Zaragoza. España.
* Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera 14. 46071 Valencia. España.

Introducción

La cecotrofia combina una especialización de la coprofagia con una retención y excreción selectiva de liquidos y particulas de pequeño tamaño en el ciego. Este mecanismo permite a los lagomorfos en general, y al conejo en particular aprovechar ciertos nutrientes de un elevado valor biológico (vitaminas y proteinas) sintetizadas por la flora cecal. Por todo ello, el ciego constituye una cámara de fermentación susceptible de ser manipulada para obtener la máxima producción microbiana, minimizando la proteina de la dieta. Sin embargo, determinar la cantidad producida e ingerida de este material en condiciones prácticas de producción presenta importantes limitaciones, asociadas fundamentalmente a la dificultad de prevenir la cecotrofia.

Recientemente se ha propuesto un método indirecto de estimación del aporte microbiano al duodeno basado en la excreción urinaria de derivados púricos. Este método, aplicado en rumiantes, se basa en la relación existente entre el flujo duodenal y la excreción urinaria de purinas (Balcells y col., 1991). El exceso de bases púricas (BP) duodenales sobre aquellas ingeridas con la dieta permitiria determinar la ingestión de proteina microbiana una vez establecida la relación BP/N en los cecotrofos. En la presente comunicación se estudia la relación BP/N en las heces blandas al ingerir dietas de diferentes caracteristicas (tipo y nivel de inclusión de cereal).

Material y Métodos

Animales y Dietas

En la tabla 1 se presentan el contenido en ingredientes y la composición analitica de las diferentes dietas experimentales. Las dietas estuvieron constituidas por heno de alfalfa suplementado con dos niveles (bajo, B; y alto, A) de torta de soja y de cebada (C) o maiz (M). En todas las dietas el nivel de PB fue similar, si bien las dietas más concentradas (CA, MA) proporcionaron un mayor aporte de polisacáridos de reserva (ej, almidón 253 vs. 103 g/kg) y menor de componentes celulósicos (FAD, 188 vs 276 g/kg).

Se utilizaron 24 conejos adultos (3.5-4.5 kg), cruzados de tres lineas, distribuidos en 6 animales por tratamiento experimental y alimentados *ad libitum*. Tras 7 dias de adaptación a las dietas experimentales y 7 dias de colecta de heces duras, se realizó la colecta de heces blandas. La cecotrofia se impidió mediante collares de plástico flexible mantenidos durante 24 h, llevandose a cabo una segunda colecta tras un intervalo de 48 horas. las heces blandas se almacenaron en congelador y se liofilizaron para su análisis.

Tabla 1: Ingredientes y análisis de las diferentes dietas experimentales

	Cebada		Maiz	
	Bajo	Alto	Bajo	Alto
Ingredientes (g/kg)				
Cebada	160	440	--	--
Maiz	--	--	130	360
Alfalfa	710	360	740	440
T. Soja	90	155	90	155
Otros	40	45	40	45
Análisis (g/kg MS)				
PB	173	179	174	183
Almidón	102	251	93	255
FAD	292	172	289	186

Análisis

La MS se determinó mediante desecación en estufa (105°C) hasta peso constante, el N mediante el método Kjeldahl, el almidón mediante hidrólisis enzimática en doble etapa (amilasa termoestable seguida de amiloglucoxidasa), y la FAD siguiendo la técnica propuesta por Van Soest y col. (1991). La determinación del contenido en BP de las heces blandas se realizó mediante cromatografía líquida de alta presión tras la hidrólisis de las muestras con ácido perclórico (2N). Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante análisis de varianza en un diseño factorial, cereal (Ce) x nivel (N) 2 x 2.

Resultados y Discusión

En la tabla 2 se presentan los valores medios de excreción diaria de MS y BP en las heces blandas, y su contenido en N y BP, así como la relación BP/N.

Tabla 2: Excreción diaria y composición de los cecotrofos.

	CB	CA	MB	MA	RSD	Ce	N	CxN
Excreción diaria								
MS (g)	19.3	20.3	23.9	21.7	5.74	NS	NS	NS
BP (umol)	762	940	939	927	251.4	NS	NS	NS
Composición								
N (mg/gMS)	45.7	51.3	44.7	50.4	2.57	NS	***	NS
BP(umol/gMS)	39.5	46.3	39.3	42.7	5.63	NS	*	NS
BP/N (umol/mg)	.864	.903	.879	.847	.1139	NS	NS	NS

La excreción de heces blandas presentó un valor medio de 21.3 gMS/d y 892 µmolBP/d, no observándose variaciones significativas debidas al tipo de cereal utilizado o nivel de incorporación. Sin embargo, el coeficiente de variación registrado en la excreción de MS fue 27%, similar al observado por otros autores (32%, Gidenne y col., 1994). Una variabilidad tan grande impediría en estas condiciones evidenciar significación estadística con diferencias incluso superiores al 20 %, lo que justifica la necesidad de buscar métodos alternativos de estimación de la producción de heces blandas.

La composición de las heces blandas excretadas presentó una menor variabilidad intratratamientos (5.4% y 13.4% para el contenido en N y BP, respectivamente), observándose un incremento significativo en el contenido en N y BP con las dietas más concentradas (50.8 vs 45.2 mgN/gMS, y 44.5 vs 39.4 µmol/gMS), independientemente del cereal. El incremento observado en el contenido en N y BP podría reflejar un mayor contenido microbiano de las heces blandas excretadas, posiblemente asociado a una mayor fermentación cecal de carbohidratos. Con estas mismas dietas, Blas y col. (datos no publicados) han observado: i/ que la digestibilidad fecal de la fracción FND es mayor en las dietas más concentradas, aunque la cantidad total de FND digerida es menor que con las dietas más ricas en forraje; ii/ que la cantidad de almidón fermentado en el ciego es muy pequeña y similar en todas las dietas, aunque no pueda descartarse una mayor fermentación de carbohidratos no amiláceos no retenidos en la FND determinada en cebada y maíz, como ciertos B-glucanos y arabinoxilanos. Las modificaciones observadas en los contenidos en N y BP no afectaron sin embargo a la relación BP/N que presentó un valor constante de 0.873 (CV, 13.0%), inferior a las relaciones observadas en aislamientos microbianos obtenidos del contenido ruminal (1.2-1.5 µmol/mg, Pérez y col., 1996).

Los resultados obtenidos muestran el efecto significativo de la dieta experimental sobre la composición de las heces blandas, si bien no se pudo constatar una variación en las cantidades excretadas, en parte debido a la elevada variabilidad residual asociada a estas determinaciones. La excreción de BP en las heces blandas reflejó con proximidad las variaciones observadas en la excreción de N en las mismas, lo que justificaría la utilización de las BP como marcador microbiano en las heces blandas y por lo tanto la excreción de derivados púricos urinarios como índice de la ingestión de proteína microbiana.

Bibliografía

Balcells, J, Guada, J. A., Castrillo, C. Gasa, J. 1991. *Journal of Agricultural Science. Cambridge* 116: 309-317

Gidenne, T., Blas, E. Carabaño, R. Merino, J. M. 1994 *World Rabbit Science* 2:101-106

Perez, J.F., Balcells, J., Guada, J. A.; Castrillo, C. 1996. *British Journal of Nutrition* 75: 699-709

Van Soest, P. J., Robertson, J. B., Lewis, B. A. 1991 *Journal of Dairy Science* 74:3583-3597

La Excreción de Derivados Púricos en Orina Como Indice de la Ingestión de Proteína Microbiana en Conejos

J. M. Ganuza, J. Balcells, S. M. Martín-Orúe y J. F. Pérez.
Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos.
Facultad de Veterinaria. Miguel Servet 177 - 50013 Zaragoza.

Introducción.

De una forma similar a la de los rumiantes, los herbívoros monogástricos han desarrollado otros compartimentos de fermentación, como el ciego o el colon con el objeto de optimizar la acción de los microorganismos sobre la fibra del alimento. Sin embargo, mientras que los rumiantes son capaces de aprovechar la proteína microbiana resultante de estos procesos de fermentación, en los animales monogástricos este material es desperdiciado con las heces. Algunas espécies, no obstante, han desarrollado mecanismos especiales para aprovechar este material que combinan la retención selectiva de liquido y partículas de pequeño tamaño en el ciego con cierta forma de coprofagia. Estos mecanismos se definen como cecotrofia y transforman el ciego de los lagomorfos en una cámara de fermentación, susceptible de ser manipulada con el fin de minimizar el aporte de proteína dietética. En la práctica, la manipulación de la fermentación cecal se ha visto limitada por la dificultad experimental de determinar con precisión la producción y utilización de heces blandas. La utilización de collares para prevenir la cecotrofia, puede constituir un elemento distorsionador, dado que la propia cecotrofia forma parte de la digestión del conejo.

El flujo duodenal de bases púricas puede ser estimado a partir de la excreción renal de sus derivados metabólicos una vez establecido un modelo de respuesta entre la excreción urinaria y la absorción duodenal de purinas. Esta técnica se aplica de forma rutinaria en ovejas (Balcells y col., 1993) cabras (Lindberg y col., 1989) y vacas (Verbic y col., 1990) para estimar el flujo duodenal de purinas como un índice del flujo de N microbiano sintetizado en el rumen. En el conejo, el exceso de bases púricas en el quimo respecto a aquellas absorbidas en la dieta debe proceder de la ingestión de proteína microbiana o de cecotrofos. Por lo tanto, en esta especie la excreción urinaria de derivados púricos puede constituir un valioso índice para estimar la ingestión de N microbiano durante el proceso de cecotrofia.

Material y Métodos.

Se utilizaron 7 conejos machos de raza Neozelandesa con un peso medio inicial de 2,0 ±0,18 Kg. Los animales fueron mantenidos con collares de madera (5 cm d.i. y 27 d.e.) para evitar la cecotrofia y alojados en jaulas metabólicas que permitían el control individual de ingesta y excretas. Se elaboraron cinco dietas experimentales formuladas en base a heno de prado (0,5) cebada grano (0,4) caseína (0,075-0,06) y suplementada con diferentes cantidades de ARN de levadura: 0 g dieta A; 3,75 B; 7,5 C 11,25 D y 15 E, respectivamente. Las dietas fueron suministradas en un diseño en bloque incompleto (Cuadrados de Youden) donde los cinco tratamientos (o dietas) fueron probados con 7 animales durante 7 periodos. La raciones fueron suministradas una vez al día y a nivel restringido (50 g/Kg PV) para evitar la existencia de rehusos. Cada periodo experimental tuvo una duración de 8 días que consistieron en cinco días de adaptación seguidos por tres días de recolección de heces y orina. La orina fue recogida diariamente utilizando ácido sulfúrico (20 ml 0,1 M) como conservante. En orina, la determinación de derivados púricos se realizó en la fase líquida y en el precipitado mineral tras su redilución con 100 ml de tampón glicerol-fosfato (10 %, pH 9), en ambos casos los derivados púricos fueron analizados por HPLC siguiendo la técnica propuesta por Balcells y col. (1992). Adenina y Guanina en los alimentos heces y cecotrofos, fueron analizados con la misma técnica tras su hidrólisis con PCA (Martín Orúe y col., 1995).

Resultados y Discusión.

Dado que en el presente experimento la ingestión de materia seca fue restringida, los animales presentaron ritmos de crecimiento moderados (16 g/d) que no fueron diferentes entre tratamientos ($P > 0,1$). La digestibilidad media de las dietas se situó entorno al 55 % y la excreción de cecotrofos representó el 21 % de la excreción fecal total de materia seca. La excreción de derivados púricos respondió rápidamente a las variaciones en el nivel de bases púricas ingeridas (Tabla 1), estando la mayor proporción de este incremento explicado por la alantoína, que incrementó de 3,1 a 6,2 mmol/d ($P < 0,001$). El ácido úrico incrementó también (0,3 a 0,6 mmol/d) con el tratamiento experimental, de forma que la relación entre ambos compuestos fue prácticamente constante representando la alantoína el 90% de la excreción total de derivados púricos. La concentración de xantina e hipoxantina en las muestras de orina fue prácticamente despreciable.

La excreción de creatinina (1,4 ± 0,09 mmol/d) en orina no fue modificada por el tratamiento experimental de forma que la relación alantoína/creatinina en las muestras de orina incrementó de 1,19 a 2,50 ($P < 0,001$).

Tabla 1: Ingestión diaria de materia seca (MSI, g) bases púricas (BP, mmol/d) y excreción urinaria de alantoína, ácido úrico, derivados púricos totales y creatinina (mmol/d) en conejos machos de raza Neozelandesa recibiendo dietas formuladas en base a heno y cebada grano suplementadas con diferentes cantidades de ARN de levadura.

							Sig. efecto	
Dieta	A	B	C	D	E	SE	Lin	Quad
MSI (g/d)	135,2	135,7	137,8	134,0	135,8	3,19	NS	NS
BP (mmol/d)	2,32	4,70	6,50	8,48	10,3	0,301	***	***
Excreción urinaria								
Alantoína	3,18	4,17	5,31	6,10	6,21	0,217	***	***
Acido úrico	0,309	0,375	0,357	0,616	0,596	0,082	**	NS
DP totales	3,34	4,55	5,67	6,71	6,80	0,300	***	*
Creatinina	2,76	2,63	2,92	2,80	2,72	0,240	NS	NS
Alantoína/Creatinina	1,19	1,73	2,01	2,57	2,50	0,237	***	***

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; NS $P > 0,1$

La relación entre la ingestión de bases púricas (x) y la excreción urinaria de sus derivados metabólicos (y), ($y = 0,883$ (±0,421) + 0,593 (±0,040) x ($R^2 = 0,880$, RSD = 0,313)) expresados en ambos casos en μmol/Kg $PV^{0,75}$, mostró una estrecha correlación. La inclusión de un componente no lineal en la modalidad del ajuste no mejoró la precisión del mismo. Ello indica que absorción y excreción urinaria de purinas presentaron un comportamiento lineal lo que implica que en esta especie, al igual que ha sido descrito previamente en otras (hombre, perro o bóvidos), el aporte endógeno es constante e independiente del aporte de bases púricas de origen exógeno. Por otra parte una recuperación equimolar del 60 % implica (asumiendo una digestibilidad de las BP en duodeno de 0,85) que sólo un 70 % de las purinas absorbidas fueron recuperadas en la orina confirmando también en esta especie la existencia de vías de excreción alternativas a la renal (Balcells y col., 1991).

Este trabajo ha sido financiado por Ralston Purina Europa (Saint Quentin En Yvelines Cedex)

Bibliografía.

Balcells, J., Guada, J. A., Castrillo, C.y Gasa, J. (1991).*J.Agric.Sci. Cam.***116,** 309-317.
Balcells, J., Fondevila, M., Guada, J. A., Castrillo, C.y Surra, J. C. E. (1993).*Anim. Product* **57**, 287-292.
Lindberg, J. E., Bristav, H. y Manyenga, A. R. (1989). *Sw. J. Agric Res.* **19**, 45-52.
Martín Orúe, S. M., Balcells, J., Guada, J. A. y Castrillo, C. (1995). *Br. J. Nutr.* **73**, 375-385.
Verbic, J., Chen, X. B., Macleod, N. A. y Ørskov, E. R. (1990).*J. Agric. Sci.*, Cam, **114**, 243-248.

Sistemas

EFECTOS AMBIENTALES SOBRE EL PESO AL NACIMIENTO Y DESTETE EN RAZA PARDA ALPINA Y PIRENAICA

VILLALBA D. , CASASÚS I., SANZ A., FERRER R., BERGUA A., REVILLA R.
Unidad de Tecnología en Producción Animal. SIA-DGA. Apdo. 727 50080 Zaragoza

INTRODUCCIÓN

Desde hace tiempo se han venido estudiando los factores ambientales que afectan al peso al nacimiento y al destete de los terneros de la mayoría de las razas utilizadas para la producción de vacuno de carne (Thrift et al., 1978; Notter et al., 1978), aún así los estudios realizados con las razas explotadas en el Pirineo son escasos (Piedrafita et al., 1993; Quintanilla et al., 1995; Altarriba et al., 1996). Teniendo en cuenta la posibilidad de la existencia de interacciones genotipo x medio se hace necesario un estudio más profundo de la repercusión de tales efectos ambientales en las razas autóctonas afectadas por todas las características y condiciones propias del medio donde se explotan.

Así pues se han determinado los efectos ambientales que influyen en el peso al nacimiento y al destete de terneros de dos de las razas utilizadas actualmente en el Pirineo, la Parda Alpina y la Pirenaica, explotadas en condiciones extensivas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 767 registros obtenidos durante 9 años consecutivos (1987-1995) en la finca experimental del SIA-DGA "La Garcipollera", situada en el Pirineo Oscense (945 m de altitud). El manejo general del rebaño se caracterizó por un aprovechamiento de los pastos de alta montaña en verano (pastoreo en puerto), mientras que las praderas de fondo de valle se utilizaban durante la primavera y el otoño. Los partos se agrupaban en dos parideras, una tradicional de primavera (entre marzo y junio) con vacas de raza Parda Alpina y Pirenaica , y otra alternativa de otoño (partos entre septiembre y diciembre) con vacas de raza Parda Alpina. Los terneros, que no recibían ningún tipo de suplementación, se destetaron aproximadamente a los 4.5 meses en el caso de haber nacido en otoño mientras que los nacidos en primavera se destetaban al final del periodo de pastoreo de puerto, con unos 6 meses de edad.

El peso normalizado (PNOR) se ajustó a 150 días para los registros que incluían datos de la paridera de otoño y primavera, y 180 para los que solo incluían datos de primavera, y se calculó mediante la siguiente ecuación: PNOR= PNAC + a * GMD siendo GMD la ganancia media diaria entre nacimiento y destete, PNAC el peso al nacimiento, y "*a*" 150 o 180. Los registros de los terneros de raza Parda Alpina y Pirenaica, procedentes de los partos de primavera se utilizaron para determinar el efecto de la raza, mientras que el análisis del efecto época de parto se efectuó dentro de la raza Parda Alpina (incluyendo partos de primavera y otoño). Para el análisis estadístico del PNOR, GMD y PNAC se utilizó el procedimiento MIXED del SAS, que permite tener en cuenta la correlación entre los residuos de las observaciones de terneros procedentes de la misma vaca (SAS, 1992).

El modelo inicial utilizado para describir los datos obtenidos fue el siguiente:

$$Y_{ijklm} = E^*A_{i(j)} + P_k + S_l + P^*E_{i(j)^*k} + P^*S_{kl} + S^*E_{l^*i(j)} + \text{covariables} + e_{ijklm}$$

donde Y =PNOR, GMD o PNAC observado; E*A = Efecto principal (raza o época de parto) por año; P = número de parto de la madre ; S= sexo del ternero; P*E, P*S y S*E las interacciones dobles entre factores; y en el caso de PNOR y GMD como covariables : $l_1(PN_{ijklm})$ = peso al nacimiento de la observación desviada de la media como covariable lineal ; $l_2(EDAD_{ijklm})$= edad al destete de la observación desviada de 150 días como covariable lineal; $q(EDAD^2_{ijklm})$= edad al destete de la observación desviada 150 días como covariable cuadrática. En el caso de PNAC se incluyo la covariable lineal y cuadrática de la fecha de nacimiento.

A partir del modelos presentados se eliminaron aquellos efectos e interacciones con una significación superior a 0.05 y los modelos resultantes fueron utilizados en la estima de las medias mínimo cuadráticas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los efectos principales testados resultaron significativos, mientras que las interacciones entre efectos principales, excepto Raza*año y Epoca de parto*año, no fueron significativas ($p>0.05$).

PNOR y GMD fueron mayores en la paridera de otoño que en la de primavera (+13.4 Kg. y +0.089 kg./día), aunque esta superioridad estuvo muy afectada por el año. No existieron diferencias en el peso al nacimiento para las dos parideras, aunque el PNAC se vio afectado por el año. La ventaja de los partos de otoño ha sido descrita por otros autores en condiciones similares a las de este estudio, Piedrafita et al. (1993) en la raza Bruna dels Pirineus; Goyache (1995) en la raza Asturiana de los Valles; y Osoro (1987) en raza Rubia Gallega. Cuando se analiza la estación es difícil separar el efecto del manejo nutricional, que en condiciones extensivas difiere entre estaciones, de los posibles efectos intrinsecos de la estación (Hansen, 1985) . Está claro que el estado de reservas en el momento del parto y la alimentación post-parto afecta a los crecimientos de los terneros (cf. Casasús, 1997) pero no se puede olvidar otros efectos como la temperatura o el fotoperíodo.

Los terneros de raza Parda Alpina presentaron un peso al destete normalizado un 6% superior a los de raza Pirenaica (194.6 vs 182.8). Esta superioridad de la raza Parda Alpina se observó tanto en el periodo de 0 a 90 días de vida (0.84 vs. 0.74 kg./día; $P<0.0001$) como en el periodo de estancia en puerto (90 a 180 días), aunque en este período la diferencia entre las dos razas fue menor (0.95 vs. 0.90 kg./día; $P<0.05$). En el caso de las variables PNOR y GMD existió una interacción raza y año (la diferencia entre las dos razas se vio afectada por el año) mientras que en el caso del PNAC la diferencia entre razas fue constante y no afectada por el año (41.7 kg. PA vs. 39.6 kg. PI).

El mayor crecimiento de los terneros de raza Parda Alpina se puede atribuir al mayor potencial lechero de sus madres (Blasco et al., 1992) teniendo en cuenta que la producción de leche es el principal factor que explica el crecimiento presdestete en vacuno de carne. (Butson et al., 1980). Los valores de peso al destete para la raza Parda Alpina son ligeramente inferiores a los presentados por Piedrafita et al. (1993) en la raza Bruna dels Pirineus, probablemente debido a que el manejo de los animales utilizados en nuestro estudio no incluía ningún tipo de suplementación al ternero. Por otro lado las ganancias medias diarias de los terneros analizados en el presente estudio se sitúan en el rango y en muchos casos por encima de los reseñados en la bibliografía para razas tanto nacionales como extranjeras (Goyache, 1995; Thrift et al., 1978; Notter et al., 1978). En el caso de los animales de raza Pirenaica, los valores obtenidos están muy por debajo de los propuestos por Altarriba et al. 1996 con datos de Navarra, con lo que se podría plantear una diferencia en la base genética de los dos grupos de animales o un manejo predestete y una toma de datos diferentes.

Cabe destacar que pese al mayor peso al nacimiento de los terneros de raza Parda un análisis de la dificultad de partos (1058 partos registrados) no muestra diferencias significativas entre el porcentaje de partos difíciles y cesareas entre las dos razas (6.3% PA vs. 6.4 % PI)

En los dos análisis realizados el efecto del número de parto fue muy similar, los terneros de vacas de primer o segundo parto presentaron unos crecimientos predestete inferiores, con lo que el peso al destete de estos terneros esta entre un 5% y un 7.5% por debajo de los obtenidos por los terneros procedentes de vacas de más de dos partos . Como ya hemos indicado, la producción de leche de la vaca afecta de forma muy importante al crecimiento del ternero, y la menor producción de las vacas de primer parto (Notter et al., 1978) se reflejaría así en un menor peso al detete. El peso al nacimiento de los terneros de vacas de 1er y 2o parto fue un 8.2% inferior (3.5 Kg) a las de tres o más partos. Este menor peso se podría atribuir en parte a la competencia entre el crecimiento que todavía pueden presentar las madres y el desarrollo del feto (Holland y Odde, 1992)

Los terneros nacidos durante el primer mes de la paridera tenian un peso al nacimiento inferior ($p<0.001$) , atribuible a un déficit en los aportes energéticos en el último tercio de gestación de estas vacas . Así en los partos de otoño las vacas que paren al principio de la paridera tienen una recuperación de reservas en puerto inferior a las que paren más tarde (Villalba et al., 1995).

En primavera, las primeras vacas en parir pueden acusar más la restricción alimentícia que supone el alargamiento del pastoreo hasta mitad de invierno (Casasús et al., 1996).

CONCLUSIONES

El peso al destete de los terneros en las condiciones de explotación del Pirineo se ve afectado por el número de parto de la vaca (siendo superior en terneros hijos de vacas de más de dos partos) y el sexo del ternero (teniendo mayor peso los machos). Las vacas de raza Parda Alpina con parto en otoño presentaron los mejores resultados productivos predestete, pero los dos efectos, raza y época del año, se vieron muy afectados por el año, quedando patente que la dependencia de los recursos pastorales modula posibles diferencias entre las dos razas.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por los proyectos CE DG VI-1124, INIA 94-72 e INTERREG II. Becas concedidas por I.N.I.A. y el Gobierno Vasco.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Altarriba, A., García-Cortés, A., Moreno, C., Varona, L. 1996. ITEA . Vol 92 A nº3 107-116.
- Blasco, I., Revilla, R., San Juan, L. 1992 BOVIS nº 44: 67-97.
- Butson , S., Berg , R. T. , Hardin , R. T. 1980 Can. J. Anim. Sci., 60, 727-742.
- Casasus I., Ferrer R., Sanz A., Villalba, D.,_Revilla R 1996 Troisièmes Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants. Paris, 4-5 Diciembre, 1996.
- Goyache , F. M. 1995 Universidad Complutense de Madrid.
- Holland, M.D., Odde K.G. 1992 Theriogenology 38:769-798
- Notter , D. R., Cundiff , L. V., Smith, G. M., Laster , D. B., Gregory, K. J. 1978 Anim. Sci., 46, 908-921.
- Osoro, K. 1987 Facultad de Veterinaria.
- Piedrafita , J., Quintanilla, R. , Jordana, J. 1993 V Jornadas de ITEA Vol. extra 12: I, 310-312.
- Quintanilla , R., Pujol , M. R. , Piedrafita , J. 1995 VI Jornadas prod. Anim.: 16- I, 230-232.
- SAS SAS Technical report . 1992 SAS/STAT. Cary NC 27513.
-Thrift, F. A., Gallion, S. S., Absher, C. W. 1978 J.Anim.Sci., 46:4, 977-982.
-Villalba, D.,_Blanch M., Casasus, I., Olleta, J.L., Revilla, R. 1995 ITEA nº 16. Tomo I .1995

Tabla 1.- Medias mínimo cuadráticas y error estándar del peso al nacimiento (PNAC) en kg, peso normalizado (PNOR) en kg y ganancia media diaria (GMD) en kg/día para los efectos principales de los dos modelos estudiados.

	PNAC (Kg) LSM (error estándar)	PNOR 150 d (Kg) LSM (error estándar)	GMD (d) LSM (error estándar)
	Modelo 1. Análisis época de parto. Raza Parda Alpina		
Época de Parto			
Otoño	41.6 (0.37)	186.7 (1.93)	0.971(0.013)
Primavera	41.3 (0.40)	173.3 (2.13)	0.882(0.014)
Número parto			
Multíparas	43.8 (0.43)	188.4 (2.70)	0.973(0.018)
Primíparas	40.3 (0.32)	180.6 (2.40)	0.921(0.016)
Sexo			
Hembras	40.2 (0.37)	180.2 (2.36)	0.918(0.016)
Machos	42.7 (0.37)	188.8 (2.50)	0.976(0.017)
	PNAC(Kg) LSM (error estándar)	**PNOR 180 d (Kg)** LSM (error estándar)	**GMD (d)** LSM (error estándar)
	Modelo 2. Análisis raza. Paridera primavera		
Raza			
Parda Alpina	43.2 (0.50)	194.6 (2.10)	0.866(0.015)
Pirenaica	41.0 (0.57)	182.8 (2.15)	0.801(0.014)
Número parto			
Multíparas	43.0 (0.57)	198.2 (2.07)	0.871(0.011)
Primíparas	40.0 (0.56)	184.9 (1.78)	0.820(0.009)
Sexo			
Hembras	40.9 (0.52)	188.8 (1.69)	0.820(0.009)
Machos	43.4 (0.50)	194.3 (1.67)	0.850(0.009)

SISTEMAS DE ACABADO DE TERNEROS EN EXTREMADURA

S. García Torres, M. Espejo Díaz, M. M. López Parra, M. Izquierdo Cebrián y P. Vasco Pérez.
Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Finca "La Orden". Apdo.22 06080 Badajoz

INTRODUCCIÓN

Debido a la problemática que pesa hoy en día sobre el consumo de carne de vacuno y por lo tanto sobre su mercado, se planteó un estudio cuyos objetivos son la comparación de dos sistemas de acabado de los mismos, uno cebado en establo y otro acabado a pastos de dehesa, así como el estudio de la calidad de las carnes resultantes los terneros de dicho ensayo.

El trabajo que aquí se presenta es un avance de los resultados del primer año de ensayos encuadrados dentro del programa INTERREG II.

MATERIAL Y MÉTODOS

El diseño experimental planteado se presenta en el Cuadro 1.

CUADRO 1

Fecha de Nacimiento		Enero-Febrero			Marzo-Abril	Abril-Mayo	
Tipo de cebo		Pienso	Pasto	Pasto	Pienso	Pienso	Pasto
Peso al sacrificio	460 Kg	Lote 1	Lote 2		Lote 4	Lote 5	Lote 6
	550 Kg			Lote 3			

En total se utilizaron 44 terneros machos Retintos puros (8 en los lotes 1 y 2 y 7 en los demás), que entraron al destete con 200 Kg de peso. Los animales de cebadero comieron "ad libitum" paja y pienso comercial libres productos no deseables. Los terneros destinados a pastos, dispusieron de una parcela de unas 25 ha y en las épocas de escasez de pasto dispusieron de un suplemento limitado con un 63.64% cebada y un 36.36% de alfalfa.

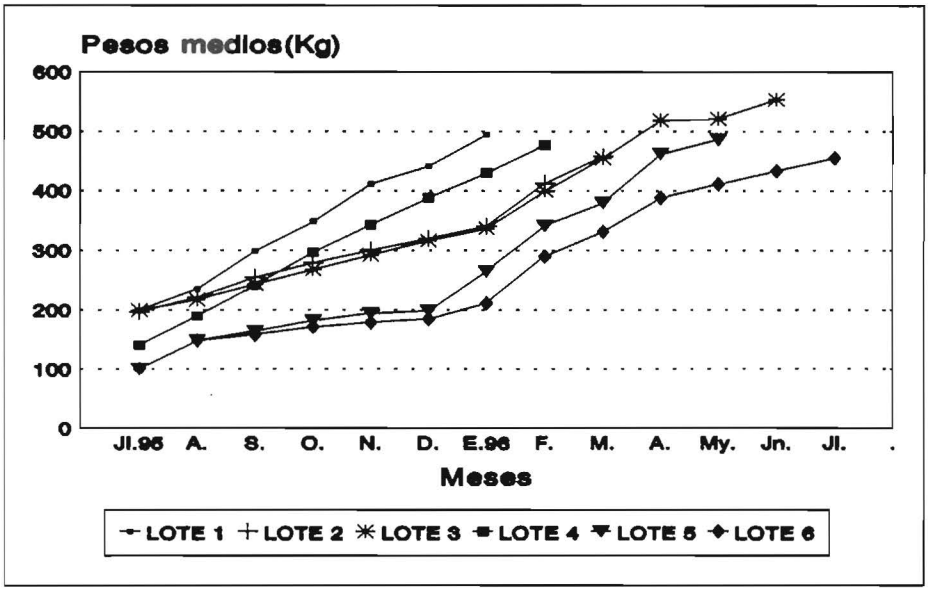
Mensualmente se controló el consumo, el peso de los animales y las heces. Los animales no fueron desparasitados ni tratados con ningún producto farmacológico.

Los terneros se sacrificaron cuando el peso medio de cada lote alcanzó el valor previsto en el protocolo. En el matadero se pesó la canal caliente y fría, se clasificaron según la clasificación EUROP, el engrasamiento de la canal, el color visual de la carne y de la grasa y se calculó el rendimiento de la canal (Rto %). Se calculó el índice de conversión (IC:los lotes de cebo sobre el pienso compuesto y lotes de pasto sobre el suplemento) y se sacrificaron por lotes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados correspondientes a crecimiento se muestran en los gráfico 1.

GRAFICO 1
EVOLUCION DE LOS PESOS DE LOS DISTINTOS LOTES



Los terneros de cebo tuvieron mucho mayor crecimiento que los de pastos, excepto en los de paridera tardía (Abril-Mayo) que no se manifiesta hasta después del destete en Diciembre, lo que se traduce en una menor edad de sacrificio. Durante la primavera los crecimientos de los lotes de pastos fueron similares a los de pienso.

En el Cuadro 2 se muestran los valores medios de la ganancia de peso y el consumo medio de alimento así como el índice de Consumo por lote que varía entre 5 y 2, correspondiendo los valores más bajos con los lotes de pastos. Estos datos confirman los resultados obtenidos por Benito y col.(1979)

CUADRO 2

	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5	Lote 6
Ganancia (g/día)	295	261	348	337	291	276
Consumo (g/día)	1440	994*	1168*	1680	1503	509*
Indice de Conversión	4.9	3.81*	3.36*	4.99	5.1	1.8*

* Medias referidas solo al consumo de suplemento.

Existen numerosos factores que influyen tanto en la calidad de la canal como de la carne pero es el estado de engrasamiento y el peso de la canal responsables directas de las variaciones en la calidad de la canal (Zea y Díaz, 1991). El Cuadro 3 muestra los resultados del estudio de las canales donde se observa que el tipo de cebo no influyó en la conformación ni en el color de la carne ni de la grasa. Sin embargo, los terneros de pastos tuvieron un menor engrasamiento que los de pienso. Esto es lógico ya que los terneros de pastos completan antes su desarrollo esquelético postergando su engrasamiento (López de Torre, 1979).

CUADRO 3

	Rendimiento	Conformación	Engrasamiento	Color de la carne	Color de la grasa
Lote 1	53%	R	3+	Rojo Claro	Blanca
Lote 2	54%	R	2+	Rojo Claro	Crema
Lote 3	53%	R	3	Rojo Claro	Blanco-Crema
Lote 4	56%	R	3	Rojo Claro	Blanca
Lote 5	51%	R-	3+	Rojo Claro	Blanco-Crema
Lote 6	53%	R	2	Rojo Claro	Blanco-Crema

CONCLUSIÓN

De este estudio se deduce que es posible realizar el acabado de terneros Retintos en pastos de dehesa pero que habrá que realizar más ensayos para corroborarlo, así como para determinar un peso de sacrificio más adecuado y profundizar en los estudios de la calidad de la carne.

BIBLIOGRAFÍA

J. Benito, G. López de Torre, P. Vasco, J. L. Ferrera (1979). "Comparación entre el cebo de terneros en establo y el cebo en praderas con suplementación a base de sorgo expandido". Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Serie:Producción Animal. 10:157-167.

G. López de Torre (1979). "La explotación de ganado vacuno de carne en las dehesa de Extremadura". Avances en Alimentación y mejora animal,11:425-427.

J. Zea y M. D. Díaz (1991). "Influencia de los sistemas de producción sobre la calidad de la canal". Bovis 39:29-57.

ACABADO A DIEZ MESES DE TERNEROS RUBIO GALLEGO Y RUBIO GALLEGO x HOLSTEIN EN SISTEMAS EXTENSIVOS: I. RITMO DE CRECIMIENTO.

SÁNCHEZ, L.[1]; MONSERRAT, L.[2]; BREA, T.[2]; DIOS, A.[1]; IGLESIAS A[1].

(1) Facultad de Veterinaria de Lugo. Universidad de Santiago de Compostela.
(2) Centro Investigaciones Agrarias Mabegondo. Apto 10. La Coruña.

INTRODUCCION

Las razas explotadas mayoritariamente en Galicia son la Holstein-Friesian (HF) para la producción de leche y la Rubia Gallega (RG) para la producción de carne, siendo interesante su cruce para revalorizar carniceramente los terneros nacidos de las vacas genéticamente menos dotadas de las explotaciones de leche y para evitar problemas de dificultad del primer parto en las vacas RG explotadas en sistemas extensivos (Monserrat *et al.*, 1992). El interés del cruce RGxHF para la producción de carne se ve reforzado al poderse comercializar el producto bajo la Denominación Específica "Ternera Gallega".

Los terneros RGxHF se destinan habitualmente a producir un animal de abasto similar al "Ternero Tradicional" de raza Rubia Gallega. Conviene por tanto realizar, en primer lugar, el estudio comparativo entre los animales RGxHF y RG para la producción del "Tipo Ternero", sacrificándolos a la edad máxima permitida por la Denominación Especifica, para así poder investigar su ritmo de crecimiento durante todo el período de edad en que pueden acogerse a dicho tipo. En este trabajo la comparación se hace con animales manejados en un sistema extensivo.

MATERIAL Y METODOS

Se han utilizado 19 terneros RG y 18 HFxRG de nacimiento de otoño para estudiar el efecto de la raza y el sexo en la producción de terneros de abasto con 10 meses de edad. Los nacimientos tuvieron lugar en las parcelas de pastoreo durante los meses de Septiembre a Diciembre, permaneciendo los terneros en el campo con sus madres hasta los 8 meses de vida, momento en que se destetaron y pasaron a cebadero. El aprovechamiento de la hierba fue en pastoreo rotacional y la alimentación del rebaño durante el invierno se realizó con hierba ensilada distribuída en el campo. Los terneros tuvieron a libre disposición el mismo pienso concentrado que se les iba a distribuir en el cebadero, en el que se alimentaron con heno y pienso concentrado (16% P.B.) *ad libitum* hasta su sacrificio, que se realizó a los 10 meses.

Los terneros se pesaron dentro de las 24 horas postnacimiento, al final del ensayo y cada treinta días entre ambas pesadas, haciendo coincidir parte de estas pesadas, en cada uno de los grupos de terneros, con el momento de su destete.

El pienso concentrado se controló, en cada uno de los lotes de cebo, mediante el peso diario

de la cantidad ofertada y dos veces a la semana de la rechazada, calculándose el consumo por la diferencia entre ambas. En el campo el control del consumo de pienso se hizo semanalmente.

El estudio de los pesos y ganancia de peso de los terneros se realizó por análisis de varianza mediante el Procedimiento GLM del paquete estadístico SAS, considerándose los efectos raza y sexo, su interacción y la covariable fecha de nacimiento en el modelo general, y el efecto sexo con la covariable fecha de nacimiento en el modelo que estudia la repercusión del sistema de manejo en cada uno de los sexos. Respecto al consumo de concentrados, se han considerado, en cebadero, las medias y su desviación típica y en campo solo las medias, al no poderse diferenciar el consumo por animal o lotes de animales.

RESULTADOS

El consumo de pienso concentrado (Tabla 1) muestra como los machos de las dos razas consumieron diariamente más pienso que las hembras (1,3 kg/d en la RG y 1,6 kg/d en la HFxRG), pero tuvieron mejor índice de conversión en cebadero (3,6 frente a 4,7 en la RG y 4,7 frente a 5,6 en la HFxRG). En la comparación entre razas dentro del mismo sexo se observa como los consumos diarios son muy similares mientras que el indice de conversión es más favorable en la raza Rubia Gallega.

TABLA 1. MEDIAS Y DESVIACION TIPICA DEL CONSUMO DE PIENSO CONCENTRADO E INDICE DE CONVERSION DE PIENSO EN GANANCIA DE PESO VIVO EN CEBADERO DE LOS TERNEROS RUBIO GALLEGO Y HOLSTEIN x R. GALLEGO.

SEXO	MACHOS		HEMBRAS	
RAZA	R. GALLEGA	HOLSTEIN x R.G.	R. GALLEGA	HOLSTEIN x R.G.
Nº Lotes	6	2	4	2
Días estancia	68 ± 3	67 ± 4	64 ± 5	63 ± 9
Consumo total pienso (Kg)	511 ± 60	514 ± 3	392 ± 55	364 ± 11
Consumo diario pienso (Kg/d)	7,5 ± 0,8	7,5 ± 0,1	6,2 ± 0,9	5,9 ± 0,7
I.C. (Kg pienso/Kg Gan. p.v.)	3,6 ± 0,4	4,7 ± 0,1	4,7 ± 0,5	5,6 ± 1,7

I.C. = Indice de Conversión

Los terneros RG crecieron más que los HFxRG del destete al sacrificio (cebadero) y como consecuencia de ello desde el nacimiento al sacrificio, pesando más al nacimiento y en todos los períodos estudiados (Tabla 2). Si en el modelo de análisis se introduce además la covariable de peso al nacimiento siguen siendo significativas las diferencias entre razas en la ganancia de peso en cebadero y el peso final pero desaparecen en los pesos a 90 días, 180 días y destete, con lo que se comprueba como las diferencias entre razas en la ganancia de peso en cebadero y peso final son independientes del peso y la fecha de nacimiento.

El análisis del efecto racial para cada uno de los sexos (Tabla 3) muestra igualmente diferencias en la ganancia de peso en cebadero y en los pesos finales, pero conviene destacar que las diferencias de ganancia de peso en cebadero son más acusadas en los machos (515 gr/d) que en las hembras (209 gr/d).

TABLA 2. MEDIAS AJUSTADAS POR FECHA DE NACIMIENTO, ERROR TIPICO Y NIVEL DE SIGNIFICACION DEL ANALISIS DE VARIANZA DEL PESO Y GANANCIA DIARIA DE PESO DE LAS TERNEROS: EFECTO RAZA Y SEXO.

	RUBIO GALLEGO	HOLSTEIN x R.G.	SIG.	MACHOS	HEMBRAS	SIG.
Nº TERNEROS	19	18	-	20	17	-
FECHA NACIMIENTO	19oct ± 30d	17sep ± 30d	**	01oct ± 37d	06oct ± 30d	N.S.
G. PESO (g./d)						
Nacimiento-90 d. vida	824 ± 40	735 ± 42	N.S.	809 ± 37	751 ± 40	N.S.
90-180 días vida	1104 ± 47	1041 ± 48	N.S.	1162 ± 43	983 ± 46	**
180 días-destete	1399 ± 48	1344 ± 50	N.S.	1498 ± 44	1246 ± 48	***
Cebadero	1716 ± 52	1346 ± 54	***	1807 ± 47	1255 ± 51	***
Nacimiento a sacrificio	1212 ± 19	1071 ± 20	***	1266 ± 17	1018 ± 19	***
PESO VIVO (Kg)						
Nacimiento	49,2 ± 7	37,9 ± 5	***	42,5 ± 8	45,0 ± 9	N.S.
90 días vida	122 ± 4	104 ± 4	**	116 ± 4	112 ± 4	N.S.
180 días vida	222 ± 6	199 ± 46	**	220 ± 5	201 ± 6	**
Destete	314 ± 8	269 ± 8	***	308 ± 7	276 ± 8	***
Final	422 ± 7	364 ± 8	***	433 ± 7	354 ± 7	***
EDAD DESTETE	241 ± 7	239 ± 18	N.S.	239 ± 15	240 ± 11	N.S.
EDAD FINAL	306 ± 8	305 ± 14	N.S.	308 ± 10	302 ± 11	N.S.

* = P<0,05; ** = P<0,01; *** = P<0,001; N.S = No significativo.

TABLA 3. MEDIAS AJUSTADAS POR FECHA DE NACIMIENTO, ERROR TIPICO Y NIVEL DE SIGNIFICACION DEL ANALISIS DE VARIANZA DEL PESO Y GANANCIA DIARIA DE PESO DE LAS TERNEROS MACHOS: EFECTO RAZA.

	MACHOS			HEMBRAS		
	RUBIO GALLEGO	HOLSTEIN x R.G.	SIG.	RUBIO GALLEGO	HOLTEIN x R.G.	SIG.
Nº TERNEROS	10	10	-	9	8	-
FECHA NACIMIENTO	15oct ± 33d	19sep ± 39d	N.S.	26oct ± 28d	17sep ± 14d	***
G. PESO (g./d)						
Nacimiento-90 d. vida	815 ± 50	812 ± 50	N.S.	832 ± 70	670 ± 76	N.S.
90-180 días vida	1196 ± 66	1108 ± 66	N.S.	980 ± 66	1017 ± 71	N.S.
180 días-destete	1548 ± 74	1444 ± 74	N.S.	1257 ± 64	1240 ± 69	N.S.
Cebadero	2063 ± 70	1548 ± 70	***	1362 ± 83	1153 ± 90	+
Nacimiento a sacrificio	1348 ± 27	1179 ± 27	***	1065 ± 27	979 ± 29	+
PESO VIVO (Kg)						
Nacimiento	47,8 ± 8,4	37,3 ± 3,9	***	50,7 ± 4,9	38,6 ± 7,0	***
90 días vida	121 ± 6	111 ± 6	N.S.	124 ± 5	100 ± 6	**
180 días vida	228 ± 9	211 ± 9	N.S.	212 ± 6	191 ± 7	+
Destete	329 ± 12	286 ± 12	*	293 ± 9	260 ± 10	*
Final	463 ± 10	402 ± 10	***	380 ± 11	328 ± 12	**
EDAD DESTETE	241 ± 6	238 ± 21	N.S.	241 ± 8	239 ± 14	N.S.
EDAD FINAL	308 ± 6	309 ± 14	N.S.	304 ± 9	300 ± 13	N.S.
PESO FINAL[1]	272 ± 22	218 ± 22	***	216 ± 13	171 ± 21	***

+ = p<0,10; * = P<0,05; ** = P<0,01; *** = P<0,001; N.S = No significativo. (1) Medias sin ajustar.

BIBLIOGRAFIA

Monserrat, L.; Diaz, C.; Herradón, P. G.; Cabrero, M.; Fidalgo, L. E. (1992). Calving performance in Blonde Galician Heifers. Effect of siring by Friesian and Blonde Galician bulls. *Proc. 12th Int. Congress on Anim. Reproduction*. **2**: 904-906.

EFECTO DEL SISTEMA DE MANEJO EN LA PRODUCCION DE LA CLASE TERNERO DE LA DENOMINACION ESPECIFICA TERNERA GALLEGA. I. RITMO DE CRECIMIENTO.

MONSERRAT, L.[1]; SÁNCHEZ, L.[2]; FERNÁNDEZ, A.[2]; VIANA, J. L.[2]; DE LA CALLE, B.[2]

(1) Centro Investigaciones Agrarias Mabegondo. Apto 10. La Coruña.

(2) Facultad de Veterinaria de Lugo. Universidad de Santiago de Compostela.

INTRODUCCION

Los ganaderos gallegos de vacas nodrizas que se deciden a producir terneros de abasto acogibles a la prima de la PAC tienden a hacerlo con un manejo tradicional, en el que el ternero se sacrifica a 10 meses, en vez de a 7 u 8 meses de edad como es lo habitual. Sin embargo, podría considerarse más atractivo, por razones de ahorro en construcciones, consumo de concentrados y, fundamentalmente, mano de obra, el producir estos terneros con un manejo más extensivo que el tradicional. Parece interesante, por lo tanto, estudiar el efecto del sistema de manejo en la producción de terneros de abasto con 10 meses de edad. Esto permite asímismo considerar de forma más amplia el efecto del manejo en la producción de la clase "Ternero" de la denominación especifica Ternera Gallega, ya que se puede controlar el ritmo de crecimiento de los animales hasta la edad de diez meses, que es la máxima permitida reglamentariamente para poder comercializarlos dentro del tipo "Ternero".

MATERIAL Y METODOS

Se han utilizado 43 vacas y sus terneros, de raza Rubia Gallega, distribuidos al azar en dos sistemas de manejo, tradicional y extensivo, considerándose en este último dos edades de destete de los terneros.

Los partos tuvieron lugar en las parcelas de pastoreo, durante el otoño. Los terneros de manejo extensivo estuvieron siempre en el campo con sus madres hasta la edad elegida para el destete, en que fueron alojados en establos. La hierba se aprovechó en pastoreo rotacional y la alimentación del rebaño durante el invierno se realizó con hierba ensilada distribuida en el campo. Los terneros tuvieron a libre disposición el mismo pienso concentrado que se les iba a distribuir *ad libitum* en el cebadero desde que entraban, con 6 u 8 meses de edad, hasta que cumplían los 10 meses, en que eran sacrificados. Los terneros de manejo intensivo se separaron de sus madres al nacimiento, permaneciendo en establo hasta el sacrificio; el amamantamiento se realizaba dos veces al día, y tenían a libre disposición heno de buena calidad y pienso concentrado. Las vacas, alojadas en establo contiguo, se llevaron a pastar todos los días, excepto en el invierno en que se les suministraba silo de hierba a voluntad en el establo.

Los terneros se pesaron dentro de las 24 horas postnacimiento, al final del ensayo y cada treinta días entre ambas pesadas. En los terneros de manejo extensivo una de estas pesadas se hacía coincidir con el momento de entrada en cebadero.

El pienso concentrado se controló, en los establos de los terneros de manejo intensivo y en cada uno de los lotes de cebo, mediante el peso diario de la cantidad ofertada y dos veces a la semana de la rechazada, calculándose el consumo por la diferencia entre ambas. En el campo el control del consumo de pienso se realizó semanalmente.

El estudio de los pesos y ganancia de peso de los terneros se realizó por análisis de varianza mediante el Procedimiento GLM del paquete estadístico SAS, considerándose los efectos tratamiento y sexo, su interacción y las covariable peso y fecha de nacimiento en el modelo general, y el efecto tratamiento con las covariables peso y fecha de nacimiento en el modelo que estudia la repercusión del sistema de manejo en cada uno de los sexos.

Respecto al consumo de concentrado, se han considerado, en cebadero, las medias y su desviación típica, y en campo, sólo las medias, al no poderse diferenciar el consumo por animal o lotes de animales.

RESULTADOS

Los terneros de manejo extensivo con destete a 8 meses consumieron menos pienso concentrado que los de manejo tradicional o extensivo con destete a 6 meses. El consumo de los machos destetados a 8 meses (721 kg, 169 en campo y 552 en cebadero) fue 252 kg más bajo que el de los destetados a 6 meses (973 kg, 91 en campo y 882 en cebadero) y 368 kg más bajo que los de manejo intensivo (1089 kg). El consumo de las hembras destetadas a 8 meses (541 kg, 179 en campo y 362 en cebadero) fue 365 kg más bajo que el de las destetadas a 6 meses (906 kg, 103 en campo y 803 en cebadero) y 437 kg más bajo que las de manejo tradicional (978 kg).

Los machos tuvieron ganancias diarias de peso más altas que las hembras en todos los períodos estudiados (Tabla 1), llegando al final del ensayo con 86 kg más de peso vivo que las hembras (457 *vs* 371 kg).

El sistema de manejo afectó a la ganancia de peso en todos los períodos estudiados (Tabla 1): tiende a ser mayor en los de manejo tradicional desde el nacimiento hasta los 180 días de vida, al beneficiarse de una alimentación más intensiva, y es más alta en los destetados a 6 y 8 meses de edad, de 180 a 240 y de 240 a 300 días de vida respectivamente, debido en ambos casos al crecimiento compensatorio que experimentan los terneros en los primeros meses de su estancia en cebadero. Estas diferencias se dan tanto en los machos como en las hembras (Tabla 2). El peso vivo final y el peso canal de los animales es similar en los tres tratamientos como consecuencia de que las diferencias de ganancia de peso en los distintos períodos es favorable alternativamente a cada uno de los tratamientos. Las diferencias de peso que lógicamente tendría que haber entre tratamientos a 180 y 240 días de vida no se aprecian posiblemente debido al escaso número de animales.

TABLA 1.MEDIAS AJUSTADAS POR PESO Y FECHA DE NACIMIENTO, ERROR TIPICO Y NIVEL DE SIGNIFICACION DEL ANALISIS DE VARIANZA DEL PESO Y GANANCIA DIARIA DE PESO DE LOS TERNEROS: EFECTO TRATAMIENTO Y SEXO.

	MANEJO EXTENSIVO		MANEJO		SEXO		
	DESTETE180d	DESTETE240d	INTENSIVO	SIG	MACHOS	HEMBRAS	SIG
Nº TERNEROS	11	10	22	-	20	23	-
FECHA NACIM.	18OCT ± 26d	26OCT ± 36d	14OCT ± 28d	N.S.	16OCT ± 30d	18OCT ± 29d	N.S.
G.PESO (g/día)							
Nac.-180días	958 ± 38	976 ± 40	1046 ± 27	+	1064 ± 29	922 ± 28	***
180 - 240 días	1783 ± 62	1423 ± 65	1509 ± 44	***	1792 ± 48	1352 ± 46	***
240 - 300 días	1419 ± 50	1724 ± 52	1338 ± 35	***	1758 ± 39	1229 ± 37	***
PESO VIVO(Kg)							
Nacimiento	46,6 ± 5,9	48,6 ± 6,9	47,9 ± 7,3	N.S.	49,0 ± 5,3	46,7 ± 7,8	N.S.
180 días	220 ± 7	223 ± 7	236 ± 5	+	239 ± 5	214 ± 5	***
240 días	327 ± 8	309 ± 8	327 ± 5	N.S.	347 ± 6	294 ± 6	***
Final	417 ± 8	421 ± 9	410 ± 6	N.S.	460 ± 6	371 ± 6	***
PESO CANAL(1)	240 ± 5	242 ± 5	241 ± 5	N.S.	266 ± 4	216 ± 4	***
EDAD FINAL	303 ± 4	305 ± 9	303 ± 8	N.S.	309 ± 21	303 ± 7	N.S.

* = P<0,05; ** = P<0,01; *** = P<0,001; N.S = No significativo.- (1) El peso canal corresponde a 11, 10 y 11 animales sacrificados en los tratamientos extensivo con destete a 180 y 240 días y los de intensivo.

TABLA 2. MEDIAS AJUSTADAS POR PESO Y FECHA DE NACIMIENTO, ERROR TIPICO Y NIVEL DE SIGNIFICACION DEL ANALISIS DE VARIANZA DEL PESO Y GANANCIA DIARIA DE PESO DE LOS TERNEROS MACHOS Y HEMBRAS: EFECTO TRATAMIENTO.

	MACHOS				HEMBRAS			
	MANEJO EXTENSIVO		MANEJO		MANEJO EXTENSIVO		MANEJO	
	DEST 6ºMES	DEST 8ºMES	INTENSIVO	SIG	DEST 6ºMES	DEST 8ºMES	INTENSIVO	SIG
NºTERNEROS	5	5	10	-	6	5	12	-
FECHA NAC	14OCT ± 25	23OCT ± 40	16OCT ± 31	N.S	18OCT ± 29	26OCT ± 36	09OCT ± 27	N.S
G.PESO g/día								
Nac.-180 día	1011 ± 49	1082 ± 51	1110 ± 35	N.S	902 ± 48	913 ± 54	962 ± 34	N.S
180-240 días	2055 ± 93	1617 ± 96	1750 ± 67	**	1515 ± 86	1231 ± 98	1270 ± 61	*
240-300 días	1617 ± 76	2100 ± 78	1578 ± 55	***	1224 ± 56	1357 ± 64	1096 ± 40	**
PESO VIVO								
Nacimiento	46,6 ± 6	46,8 ± 8	50,3 ± 5	N.S	45,0 ± 7	50,4 ± 6	45,9 ± 9	N.S
180 días	231 ± 9	244 ± 9	249 ± 6	N.S	209 ± 9	211 ± 10	220 ± 6	N.S
240 días	354 ± 11	341 ± 11	354 ± 8	N.S	230 ± 9	285 ± 10	296 ± 6	N.S
Final	455 ± 12	480 ± 12	453 ± 8	N.S	378 ± 11	369 ± 13	363 ± 8	N.S
EDAD FINAL	318 ± 19	307 ± 8	304 ± 9	N.S	304 ± 5	302 ± 11	302 ± 7	N.S
P. CANAL (1)	260 ± 8	280 ± 8	265 ± 8	N.S	221 ± 7	205 ± 8	216 ± 7	N.S

* = P<0,05; ** = P<0,01; *** = P<0,001; N.S = No significativo. (1) Corresponde a 5, 5 y 5 machos y 6, 5 y 5 hembras.

UTILIDAD DE LAS TABLAS DE CAZA EN LA GESTIÓN CINEGÉTICA DE LA PERDIZ ROJA

Mena Guerrero, Y.*; Pérez Cabello de Alba, R.B.; Molera Aparicio, M.*****

* EUITA. Universidad de Sevilla. Carretera de Utrera, Km. 1. 41013. Sevilla.

** ETSIAM. Universidad de Córdoba. Avda. Menéndez Pidal s/n. 14080. Córdoba.

*** Delegación de Agricultura de Córdoba. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.

INTRODUCCIÓN

La explotación cinegética se presenta como un complemento a la renta, a la vez que un medio de conservación de los recursos naturales. Para que esto sea así, es necesario gestionar las explotaciones desde la óptica del *uso múltiple*, buscando la sostenibilidad del aprovechamiento, en lugar de una máxima productividad. Sin embargo, aunque la explotación conjunta de la ganadería y la caza menor no es nueva, son escasos los conocimientos que se tienen (especialmente de la actividad cinegética) que permitan tomar decisiones de gestión conjunta para una óptima utilización del sistema.

Para la elaboración de un Plan de Ordenación Cinegética, requisito legal para el aprovechamiento de los cotos de caza, es necesario conocer la población animal y su evolución. El **objetivo** de este trabajo, integrado en un estudio más amplio sobre demografía y aprovechamiento cinegético, es analizar la utilidad de las *tablas de caza* en el conocimiento de la relación entre distintos sectores de población, la abundancia de animales en distintas zonas, la evolución de los mismos a lo largo de la temporada y la eficiencia de los distintos métodos de caza.

MATERIAL Y MÉTODOS

El coto donde se ha realizado el estudio (3500 ha) se encuentra localizado en la provincia de Badajoz. Tiene una cobertura vegetal del 15-20%, constituida fundamentalmente por retama y tomillo. Las modalidades de caza que han sido objeto de estudio son el ojeo y el ojisalto. Para el estudio, se ha dividido el coto en cinco zonas, en función de sus características orográficas, principalmente. Zona 1: el valle del arroyo, con vegetación típica de ribera y donde se realizaron la mayoría de las sueltas con perdiz de granja. Zona 2: linda con los llanos de cultivo, donde también se habían soltado perdices pero en menor medida. Zona 3: la parte más quebrada del coto y pobre en vegetación. Zona 4: donde no se realizó ninguna suelta. Zona 5, siendo esta la zona principal de liebres y con síntomas evidentes de sobrepastoreo por parte del ganado ovino existente en la finca.

En las variables registradas se ha buscado un equilibrio entre el rigor científico y el carácter práctico de las mismas. Estas son: Relación macho/hembra ($R_{m/h}$): tomándose como referencia los espolones de las patas, los machos siempre tienen y son más romos, mientras que las hembras pueden no tenerlos, siendo más puntiagudos y pequeños; Relación joven/adulto ($R_{j/a}$): basándose en la observación de las rémiges 9ª y 10ª, ya que en los animales menores a un año su terminación es más puntiaguda, presentando una mancha color crema; Relación granja/campo ($R_{g/c}$): teniéndose en cuenta el mal estado de las alas causado por los roces en los parques de vuelo. Con la colaboración de los secretarios y tres personas más con experiencia, en cada cacería se contabilizaron las perdices que sobrevolaban la zona de ojeos (perdices pasadas), las que a pesar de recibir un disparo no se veían caer (heridas), las que habiendo caído no fue posible localizarlas (perdidas) y las que, finalmente, eran recogidas (cobradas). Con un contador, se registraba el número de disparos efectuados en cada cacería.

RESULTADOS

Tabla 1. Relación machos/hembras ($R_{m/h}$), joven /adulto ($R_{j/a}$), joven/adulto referido sólo a las perdices de campo ($*R_{j/a}$) y relación granja/campo ($R_{g/c}$), de las perdices abatidas por diferentes grupos de cazadores en la modalidad de ojeo (O) y ojisalto (O-S).

Grupo (modalidad)	Fecha (zona)	Nº ojeos	Nº piezas contadas	($R_{m/h}$)	($R_{j/a}$)	($*R_{j/a}$)	($R_{g/c}$)
A (O)	04-11-95 (1)	6	134	2,12	5,7	0,7	2,94
B (O-S)	11-11-95 (2)	3	44				
	12-11-95 (5)	3	14	1,42	1,64	0,45	0,81
C (O)	18-11-95 (1)	4	76				
	19-11-95 (2 y 3)	5	82	1,28	2,29	0,33	1,47
D (O-S)	25-11-95 (3)	5	44				
	26-11-95 (4)	1	15	1,11	1,00	0,31	0,90
E (O-S)	06-01-96 (3 y 5)	4	8	1,00	1,00	1,00	0,33
F (O)	27-01-96 (1 y 4)	5	131	0, 96	-	-	1,85

Partiendo de una población equilibrada en sexo antes del período de cría y coincidiendo con Pepín y col. (1985) se observa un tiro selectivo hacia los machos, probablemente debido a la mayor vulnerabilidad a la escopeta que presentan los machos dado su comportamiento solitario y a una mayor proporción de los animales de este sexo, ya que las hembras sufren más bajas durante el período de cría, al estar más expuestas a los predadores. Como puede observarse en la Tabla 1, la relación entre animales jóvenes y adultos de la población de campo es muy baja, debido al poco éxito reproductivo en la temporada anterior a consecuencia de los tres años de sequía. Lucio (1991) establece como umbral de seguridad un valor de 1,5, por debajo del cual debe reducirse drásticamente la presión de caza. En este caso, las sueltas realizadas al

comienzo de la temporada (2200 perdices) permitieron una relación joven/adulto ($R_{j/a}$) más alta y por tanto su caza. Esta relación era mayor en las zonas donde se habían soltado más animales, lo que demuestra la territorialidad de las perdices recién soltadas.

Tabla 2. Perdices cobradas en cada zona (P) y perdices por hectárea (P/ha) indicando la modalidad de caza empleada (ojeo: O u ojisalto: O-S).

Zona	N° ojeos	N° días	P (O)	P/ha (O)	N° ojisaltos	N° días	P (O-S)	P/ha (O-S)
1	13	3	22,4	0,19				
2	3	1	16,0	0,28	3	1	14,7	0,11
3	2	1	17,0	0,14	13	4	5,8	0,04
4	2	1	25,0	0,34	1	1	15,0	0,14
5	-				5	2	4,4	0,03

Corroborando las estimaciones de densidad de población efectuadas antes del inicio de la temporada de caza, la zona del arroyo (Zona 1) presenta una alta densidad de perdices, ya que el valor medio de perdiz cobrada es de 22, 4 perdices, habiéndose efectuado un total de 13 ojeos. Para una discusión más precisa de estos datos, es necesario considerar también la "efectividad" del grupo de cazadores, independientemente de la modalidad de caza.

El conocimiento de los animales que han causado baja es esencial para la gestión posterior del coto.

Tabla 3. Piezas cobradas e índices de utilidad para la gestión de las poblaciones.

	A	C	F
Piezas cobradas/día (valor medio)	139	79	131
Relación perdidas/cobradas	0,23	0,18	0,21
Relación heridas/cobradas	0,36	0,17	0,42
Relación tiros/cobradas	10,5	7,15	9,3

Las pérdidas por diferentes causas son muy elevadas. Independientemente de que deban analizarse las posibles causas de ello no cabe duda de que es un dato que debe conocer el gestor para poder tener una estimación de las perdices que quedan después de la temporada de caza y actuar en consecuencia.

Aunque dado el caracter silvestre de estos animales no es posible generalizar los datos obtenidos, resulta muy interesante para la gestión establecer qué información ha de tomarse, cómo ha de hacerse y qué utilidad tiene.

BIBLIOGRAFÍA

Lucio Calerio, A. (1991). Ordenación y gestión en caza menor. En: Manual de Ordenación y Gestión Cinegética. IFEBA. Badajoz.

Pepin, D.; Cargnelutti, B; Mathon, J. (1985). Demographie de la perdrix rouge. I. Apport de lánalyse des tableaux de chasse. Acta Ecologica, 6 (1):31-46.

INYECCIÓN DE TRANSPONDERS PASIVOS EN TERNEROS DE CARNE COMO SISTEMA ELECTRÓNICO DE IDENTIFICACIÓN

CONILL C., CAJA G., NEHRING R., RIBÓ O.

Producció Animal, Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra

INTRODUCCIÓN

La introducción de tecnología y automatización en los sistemas ganaderos ha aumentado el interés del empleo de transponders para la identificación electrónica de los animales. La industria fabrica actualmente transponders de pequeño tamaño (10-32 mm) que, al ser activados por un sistema de lectura (estático o portátil), transmiten su código de identificación al lector. Los transponders, encapsulados en cristal biocompatible (Gruys *et al.*, 1993) pueden colocarse: en un crotal, inyectados bajo la piel (Lamboij *et al.*, 1989, Caja *et al.*, 1994) o por vía oral dentro de un bolo de plástico o cerámica (AMLC, 1995; Caja *et al.*, 1996; Fallon *et al.*, 1996). Aunque se han llevado a cabo diversos estudios para determinar el mejor lugar de aplicación de los transponders, los resultados obtenidos hasta el momento son contradictorios.

Este trabajo forma parte de un proyecto de investigación financiado por la Comisión Europea (AIR3, PL93-2304) y tiene como objetivos definir el lugar óptimo de inyección de transponders en terneros de carne, valorando las pérdidas y roturas, la eficacia de lectura y la facilidad de recuperación en el matadero. Parte de los resultados preliminares de este trabajo han sido ya publicados (Conill et al., 1996).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se inyectaron un total de 686 transponders pasivos (Tiris) de 32 y 23 mm en tres regiones corporales: axila, oreja (debajo del cartílago escutiforme) y labio. Para ello se usaron 343 terneros de 1-3 meses de edad de dos explotaciones intensivas de engorde. El personal inyector (4 técnicos) se agrupó en dos categorías: con experiencia previa (>1000 animales) y sin experiencia previa en inyección aunque sí en el manejo de animales. Cada ternero fue identificado con un crotal (Allflex, Ardes y SnapTag) e inyectado, según los protocolos de inyección, en la axila (Caja *et al.*, 1994) y en la oreja (Texas Instruments) o en el labio (Nedap).

Se realizó una lectura estática con un lector portátil (Portoreader, Hokofarm) después de cada inyección y al cabo de una semana. Las lecturas dinámicas se realizaron mensualmente hasta el sacrificio (8-12 meses de edad), con 2 mangas de manejo portátiles (0.5 y 0.8 m de anchura según el tamaño de los animales), equipadas con una antena fija (Tiris 94x52cm) conectada a una unidad estática de lectura (Gesimpex-S1000) y a un ordenador portátil. Se utilizó un programa de software (Manga v.5.3) para recoger los códigos electrónicos y generar un informe del porcentaje de lectura obtenido. Los transponders no leídos se comprobaron mediante lectura estática y por palpación, a fin de confirmar las pérdidas o roturas.

La localización de los transponders en el matadero se realizó con 2 tipos de lectores portátiles: Portoreader (Hokofarm) y Gesreader I (Gesimpex Comercial). Se registró el número de transponders al inicio de la línea y después del sacrificio de los animales. También fueron controlados los transponders perdidos o rotos en la línea y las dificultades y tiempos de recuperación. La ausencia de transponders rotos o dañados en las canales se aseguró mediante palpación y examen con un detector de metales (GM 17, Gelan, Tiris). El análisis estadístico de los resultados se realizó mediante ANOVA y X^2 utilizando el paquete estadístico SAS (1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los efectos del lugar de inyección, tamaño de transponder y aptitud del inyector aparecen en la Tabla 1. No se observaron alteraciones de carácter general en los animales después de la inyección, aunque sí efectos locales: 6 animales sangraron en la oreja, 7 labios fueron atravesados y 5 labios y 4 orejas se infectaron, con la consecuente expulsión del transponder. En los tres lugares se observó una disminución de las pérdidas a lo largo del tiempo. El porcentaje de pérdidas de crotales observado paralelamente hasta el sacrificio fue del 11.4% (n=39). Las bajas fueron del 2%, lo que corresponde a 14 transponders. Se observaron diferencias significativas($P<0.001$) en el porcentaje de pérdidas en función del lugar de inyección (14% en labio, 5.2% en oreja y 1.7% en axila) y también ($P<0.012$) según el tamaño de transponder (7.3% para 32 y 3% para 23 mm). Las pérdidas según la experiencia del operador no fueron significativas ($P>0.05$). Las roturas, fueron menores del 1.3% y no se vieron afectadas por ninguno de los factores considerados.

La eficacia de lectura dinámica fue elevada en axila (97.9%) y oreja (87.9%) y baja en labio (60.1%). Las tres regiones tuvieron mayores eficacias con los transponders de 32 mm, pero sólo fueron superiores al 98% en la axila (con ambos tamaños) y en oreja (32 mm).

Los resultados de recuperación en matadero aparecen descritos en la Tabla 1. Se observan diferencias en el porcentaje de transponders caídos durante el sacrificio siendo mayores en axila (3.9%) y oreja (3.3%) debido al sistema de faenado seguido. En estas regiones, los transponders pueden quedar en la piel, canal o cabeza, existiendo la posibilidad de que caigan durante el proceso de sacrificio. En el caso del labio, las caídas fueron inferiores (0.8%) dado que el faenado no afecta a esta zona del animal antes de la recuperación. En el caso de la axila, un 10% de los transponders quedaron en la piel, no existiendo diferencias significativas en función del tamaño o la experiencia del operador.

Los tiempos de recuperación en matadero muestran diferencias según el lugar de inyección ($P<0.001$). Los valores fueron elevados en axila (75s) y oreja (52s), e inferiores en labio (27s). Los valores no variaron según el tamaño o la experiencia del operador.

CONCLUSIONES

Los mejores resultados fueron obtenidos en el caso de los transponders de 32 mm inyectados en axila. No obstante, los tiempos de recuperación fueron elevados, lo que se tradujo

en una mayor dificultad en la recuperación en las condiciones y metodologías actuales, especialmente en líneas de matanza de >50 animales/h, para las que debe desarrollarse un procedimiento mejorado de localización del transponder.

Tabla 1. Efectos del lugar de inyección, tamaño del transponder y experiencia del operador en la identificación electrónica de terneros

	Lugar de inyección			Tamaño (mm)		Experiencia	
	Oreja	Labio	Axila	32	23	Si	No
Granja:							
Inyectados	193	150	343	383	303	387	299
Leídos, %	94.8^{b}	84.7^{a}	98.0^{c}	92.2^{a}	96.7^{b}	94.1	94.3
	(183)	(127)	(336)	(353)	(293)	(364)	(282)
Perdidos, %	5.2^{b}	14.0^{a}	1.7^{c}	7.3^{a}	3.0^{b}	5.4	5.4
	(10)	(21)	(6)	(28)	(9)	(21)	(16)
Rotos, %	0	1.3	0.3	0.5	0.3	0.5	0.3
	(0)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)
Fallos, %	0	0	0	0	0	0	0
Bajas, %	1.6 (3)	2.7 (4)	2.0 (7)	2.2 (8)	2.0 (6)	1.3 (5)	3.0 (9)
Matadero:							
Inyectados	180	125	330	347	288	361	274
Recuperados	96.7	99.2	96.7	96.5	97.9	97.0	97.4
	(174)	(124)	(319)	(335)	(282)	(350)	(267)
Canal, %	-	-	89.3	-	-	-	-
	-	-	(285)	-	-	-	-
Piel, %	-	-	10.7	-	-	-	-
	-	-	(34)	-	-	-	-
Caídos, %	3.3	0.8	3.3	3.4	2.1	3.0	2.6
	(6)	(1)	(11)	(12)	(6)	(11)	(7)
Rotos, %	0.6	0	0	0.3	0	0.3	0
	(1)	(0)	(0)	(1)	(0)	(1)	(0)
Tiempo, s	52 ± 5^{b}	27 ± 2^{c}	75 ± 7^{a}	63 ± 6	55 ± 7	60 ± 6	59 ± 7

a,b,c: letras distintas para cada factor de variación indican diferencias significativas a $P<0.05$

BIBLIOGRAFIA

AMLC, 1995. Supplementary Report to interim report AMLC.010. 28 November, 1995.

Caja G. *et al.* 1994. Electronic Identification of livestock. Final Report. FEOGA, Brussels.

Caja G. Barillet F., Nehring R., Marie M., Ribó O., Ricard E., Conill, C. 1996. Proc. 30th biennial session ICAR. Eindhoven,The Netherlands.

Conill C., Caja G., Nehring R., Ribó O. 1996. Proc. 30th biennial session ICAR. Eindhoven,The Netherlands

Fallon R.J., Rogers P.A.M. 1996. Farm and Food Research, Spring.

Gruys E., Schakenraad J., Kruit L., Bolscher J. 1993. Veterinary Record, 133:16, 385-388

Lamboij E., Merks J. 1989. Research Inst. for Animal Production 'Schoonord' IVO-B-335

UTILIZACIÓN DE BOLOS RUMINALES COMO DISPOSITIVO PARA LA IDENTIFICACIÓN ELECTRÓNICA DE GANADO BOVINO A DISTINTAS EDADES

CAJA G., CONILL C., NEHRING R., RIBÓ O.

Producció Animal, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Barcelona.

INTRODUCCIÓN

La idea de utilizar cápsulas o bolos para la liberación de suplementos en el rumen (minerales, antiparasitarios,..) o como portadores de equipos (imanes, transmisores,..) se puso en práctica en los años 70 (Smith et al., 1970; Hanton, 1976), pero sólo recientemente ha recibido atención en identificación electrónica (IDE) en ganadería (Ribó et al., 1994; Caja et al., 1996; Fallon y Rogers, 1996). Los principales problemas citados son: la baja permanencia de los bolos en los estómagos de los rumiantes y las cortas distancias de lectura de muchos de los equipos de identificación. Trabajos previos (Caja et al., 1994) han permitido poner a punto la IDE para ovino, caprino y bovino, utilizando transponders inyectados subcutaneamente o bolos ruminales, con eficacias de lectura >99% y distancias que permiten la lectura de los animales a su paso por una manga de manejo (Caja et al., 1994; Conill et al., 1996). Como resultado de estos trabajos, un nuevo modelo de bolo ruminal ha sido fabricado para rumiantes de peso superior a los 25 kg (Caja et al., 1996).

Este trabajo forma parte de un proyecto de investigación financiado por la Comisión Europea (Programa AIR3, PL93-2304) y tiene por objeto evaluar la utilización de un nuevo bolo ruminal cerámico para la IDE de ganado bovino a distintas edades, de acuerdo con la Directiva CEE 92/102.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los bolos (7x2cm, aproximadamente) fueron fabricados en cerámica de alta densidad (Patente española: P9601530) con la posibilidad de introducir diferentes equipos miniaturizados de radiofrecuencia en su interior, de acuerdo a lo indicado por Caja et al. (1996). En esta experiencia, un total de 689 bolos se llenaron con transponders Tiris de 32mm (sistema HDX a 134.2 kHz, de acuerdo con el estándar ISO 11784) y fueron sellados con resina epoxy. La distancia de lectura de los transponders, dentro y fuera del bolo, fue medida en condiciones: estática o manual (Gesreader I, Hokofarm Portoreader y Tiris Ri-hnu-w2dc) y dinámica (Gesimpex S-1000, con intensidad de campo = 136 dBμV/m a 3m). Los bolos fueron administrados, mediante dos tipos de aplicadores (Hauptner balling-gun y Phillips, según los animales), a un total de: 106 vacas lecheras Holstein Friesian (26 secas y 80 en ordeño), 87 terneras en los primeros días de vida (2-10 días de edad) y 496 terneros de carne (426 lactantes de 4-6 semanas, durante la lactancia artificial, y 70 terneros

de 7-9 meses, a final de cebo). La aplicación de los bolos se realizó, según la disponibilidad de animales, durante los años 1995-96. Las vacas fueron alimentadas con una ración a base de ensilado de maíz y concentrados, y los terneros con leche artificial (0-3 meses), heno, paja y concentrados. Dos de las vacas lecheras utilizadas estaban provistas de cánulas ruminales.

Todos los bolos fueron leídos antes e inmediatamente después de su aplicación, mensualmente (en los 6 primeros meses), a la llegada a matadero (en los terneros) o salida de la granja (en las vacas de desecho) y cada 3 meses (los dos años siguientes) en las vacas lecheras. La lectura estática de las vacas y terneros lactantes fue realizada con lectores de mano, en un comedero autoblocante o en una sala de ordeño en espina de pescado 2x4, en su caso. La eficacia de lectura dinámica fue valorada utilizando una manga de manejo de anchura variable (0.5 ó 0.8 m) equipada con una unidad Gesimpex S-1000, una antena marco (Tiris 94x52cm) y un PC 386 portátil con un programa de lectura (Manga v. 5.2). La localización del bolo en el retículo-rumen fue comprobada por medio de radiografías en una ternera de 1 semana de edad y directamente, a mano, en las vacas canuladas. Durante los dos años de duración de la experiencia, un total de 217 animales fueron sacrificados y la recuperación de los bolos estudiada en el matadero.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La distancia de lectura de los transponders no varió al ser introducidos en el interior de los bolos, indicando la ausencia de interferencias del material cerámico utilizado. Los valores extremos obtenidos, de acuerdo con las formas características del campo electromagnético, se situaron en: Gesreader I (8-21cm), Hokofarm (9-30cm), Tiris (15-46cm) y Gesimpex S-1000 (5-85 cm).

La administración oral del bolo (Tabla 1), resultó fácil y segura, no produciéndose ningún tipo de incidente a destacar o alteración del comportamiento o producciones de los animales. El tiempo medio de administración fue de 19s/animal en los terneros lactantes (sólo un operario) y de 60s/animal en las vacas y terneros de cebo (un operario y un ayudante). Todos los bolos fueron localizados con un lector Gesreader I en el retículo de los animales vivos, a los pocos minutos de su administración. La localización en el retículo fue independiente de la edad del animal, lo que fue comprobado en una ternera (1 semana de edad, 43 kg de peso) por radiografía y directamente, a mano, en las vacas canuladas. La capacidad de lectura estática y eficacia a la lectura dinámica fueron >99% en todos los casos, durante los dos años de duración de la experiencia.

Al sacrificio de un total de 213 terneros cebados y 4 vacas de desecho, se recuperó un 99.5% de los bolos, perdiéndose los restantes junto con el contenido ruminal. Aproximadamente el 93% de los bolos fueron localizados en el retículo o en la unión rumen-retículo. El 7% restante se localizó en el rumen, posiblemente como consecuencia de los movimientos del digestivo durante su caída hasta la planta de tripería del matadero. Los tiempos de recuperación (12-15s por operario

no especialista), son compatibles con líneas de matanza de velocidad próxima a los 300 vacunos/h.

Como conclusión puede señalarse que, el bolo ruminal ensayado, fue de utilidad para la IDE de ganado bovino desde edades tempranas (>2 días) hasta animales adultos, de acuerdo con lo indicado en la Directiva CEE 92/102 para ganado bovino. La fácil y rápida aplicación de los bolos, compatible con las recomendaciones de bienestar animal, los elevados valores de permanencia y eficacia de lectura, así como su fácil y segura recuperación en matadero, hacen de este sistema de identificación uno de los más recomendables y de más difícil alteración en el ganado bovino.

Tabla 1. Resultados de lectura en granja y recuperación en matadero de bolos cerámicos en bovino.

Concepto	Vacas	Terneros (Edad)			Total
		2-10 d	4-6 s	8-9 m	
Lecturas en granja:					
Animales, n	106	87	426	70	689
Leídos, % (n)	100 (106)	100 (87)	99.3 (423)	100 (70)	99.6 (686)
Perdidos, % (n)	0	0	0.7 (3)	0	0.4 (3)
Eficacia dinam. , % (n°)	99 (3)	100 (6)	100 (12)	-	>99 (3-12)
Recuperación matadero:					
Animales, n	4	45	98	70	217
Recuperados, % (n)	100 (4)	100 (45)	100 (98)	98.6 (69)	99.5 (216)
Perdidos, % (n)	0	0	0	1.4 (1)	0.5 (1)
Tiempo, s	14	15	13	12	12-15

BIBLIOGRAFÍA

Caja G. et al. 1994. Informe final Proyecto FEOGA (DG VI-G4), Comisión Europea, Bruselas.

Caja G., Ribó O., Nehring R., Conill C., Prió P. 1996. In: EAAP pub. No. 87, Wageningen Pers. p. 355-358.

Conill C., Caja G., Nehring R., Ribó O. 1997. In: EAAP pub. No. 87, Wageningen Pers. p. 341-344.

Fallon R.J., Rogers P.A.M. 1996. Farm & Food, Teagasc, Spring 1996, p. 7-9.

Hanton, J.P. 1976. In: Perspectiven voor de toepassing van elektrinische koeherkennings-system. IMAG IV, pub. 63, p. I1-I10.

Ribó O., Caja G., Nehring R.. 1994. Experiencia 01/2.6, Proyecto de Investigación FEOGA.

Smith G.E., Weeks R.W., Jarrard J.W. 1970. In: Physiology of digestion and metabolism in the ruminant. A.T. Phillipson (Ed.). Oriel Press, Newcastle-upon-Tyne, England. p. 66-75.

USO DE LOS PURINES EN LA BIOFERTILIZACIÓN DEL *Cynodon nlemfuensis* EN LITOSOLES DE ORIGEN CALCÁREO[1].

SANGINES, G.J.R.; BORGES, G.L.; ROSADO, A.M y LARA, L.P.E.
Centro de Selección y Reproducción ovina (CeSyRO)
Centro de Investigación y Graduados Agropecuarios I.T.A. No. 2
Apartado Postal 43 - D. Col. Itzimná 97100 - Mérida, Yucatán, México

INTRODUCCIÓN.

Las excretas porcinas son un recurso valioso, ya que pueden ser recicladas en las explotaciones, con el método que más se adapte a las necesidades del productor y a las características de la explotación, dado que al control de la contaminación se añaden los costes de producción. Por ello es necesario plantear alternativas para mejorar la productividad y desarrollar tecnologías de recuperación de recursos para compensar estos costes más elevados (Taiganides, 1992).

La aplicación del efluente de las lagunas de tratamiento de las excretas a las áreas de cultivo es un método efectivo de utilización de los nutrientes del efluente y ayuda a minimizar la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, ya que cuando se aplicó el efluente en una pradera de *Cynodon dactylon* durante un periodo de 11 años consecutivos, las concentraciones de N-NO3- en el subsuelo fueron similares a las áreas donde no se aplicó el efluente (King *et al.*, 1990) y los niveles de producción de MS aumentaron de manera considerable (Burns *et al.*, 1990). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la biofertilización sobre la producción de MS y la concentración de nitratos en el forraje.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Se utilizó una pradera de pasto estrella de África variedad Santo Domingo (*Cynodon nlemfuensis*), con más de 10 años de establecimiento, la cual se ubica dentro de las instalaciones del CeSyRO 20° 06' latitud norte y 89° 29' longitud oeste, a una altitud de 6 msnm. El clima predominante es cálido húmedo, con lluvias en verano (Aw0 (x') (i') g,), con una temperatura media anual de 26.5 °C y una precipitación de 900 mm, de los cuales aproximadamente el 80 % ocurre de mayo a septiembre (García, 1981). El trabajo de campo se realizó durante los meses de sequía bajo condiciones de riego y el inicio de la época de lluvias, abarcando los meses de enero a julio de 1996.

Se utilizó un diseño de bloques al azar en parcelas divididas. La parcela grande correspondió a las dosis de N aplicadas a través del purín y la parcela chica al periodo entre cortes bajo el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \tau_j + \gamma_{ij} + \rho_k + (\beta\rho)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

El tamaño de parcela fue de 5 X 4 m, siendo la parcela útil de 2 X 3 m. Los tratamientos fueron dosis crecientes de N disponible, de 0 hasta 400 kg. ha^{-1}, con intervalos de 40 kg. ha^{-1} y un

[1] Proyecto financiado por el CONACYT. Clave 2191P - B9705

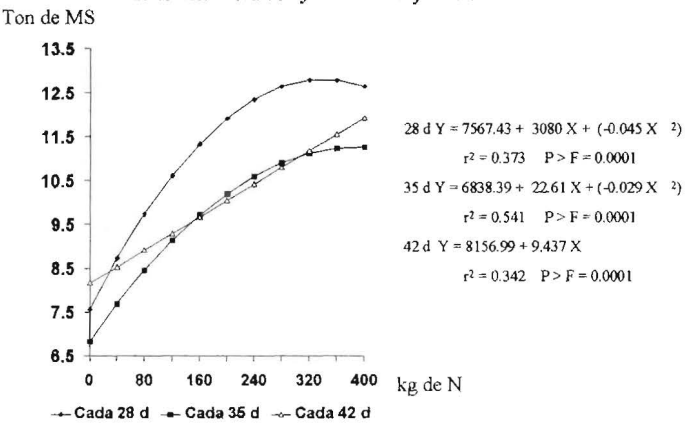
tratamiento con 300 kg. de N en forma de urea. El número de aplicaciones del purín varió en función de la dosis de N aplicada: 4 para los tratamientos con 40 hasta 120 kg. de N; 7 para los tratamientos con 160 hasta 240 kg. de N y 10 para los tratamientos con 280 hasta 400 kg. de N ha^{-1} y los litros por m^2 fueron de 7.85 hasta 81.08. Los intervalos de corte fueron de 28, 35 y 42 días.

Como variable de respuesta se midieron la producción total de materia seca (MS) y la concentración de nitratos (N-NO3-) por kg. de MS y los resultados se sometieron a análisis de varianza y de regresión, utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Se encontró una respuesta cuadrática por efecto del nivel de aplicación del N orgánico procedente del purín en los intervalos de corte a 28 y 35 días, mientras que en el intervalo de corte a 42 días, la respuesta fue lineal (gráfica 1).

Grafica 1. Efecto del nivel de aplicación de purines sobre la de materia seca de ***Cynodon nlemfuensis.***

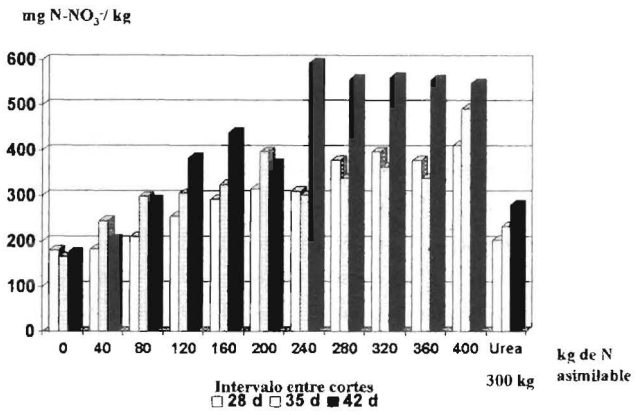


Para el intervalo entre cortes cada 28 días, se encontró el punto de inflexión cuando se aplico el equivalente entre 320 y 360 kg. de nitrógeno, mientras que para el intervalo entre cortes de 35 días el punto de inflexión se encontró entre los 360 y 400 kg. de N. Burns *et al.* (1990) también observaron una respuesta cuadrática en la producción de MS al aplicar el efluente a tasas aproximadas de 335, 670 y 1440 kg. de N por ha por ano, lo que indica que el *Cynodon* tiene una capacidad máxima de producción y la aplicación del efluente por arriba de esta capacidad, repercute en la acumulación de elementos contaminantes en el subsuelo, o en las fuentes de agua. En el análisis de varianza se encontraron diferencias ($P < 0.001$) para los efectos principales (nivel de fertilización e intervalo entre cortes), no así, para la interacción. La mayor producción acumulada de MS se obtuvo con el intervalo de corte de 28 días con 11.12 Ton de MS en promedio.

En la concentración de nitratos por kg. de MS se encontraron diferencias ($P < 0.001$) por efecto del nivel de fertilización nitrogenada, edad al rebrote y la interacción, por lo que únicamente se discutirá esta última (gráfica 2). Se observó una tendencia a incrementarse la concentración de nitratos conforme aumentó el nivel de fertilización, sin embargo, el nivel

máximo de nitratos encontrado fue de 800 mg kg^{-1} de MS. Estos resultados coinciden con Harvey *et al.* (1996) quienes observaron que las concentraciones del ion nitrato fueron mayores en las muestras de forraje que recibieron las dosis más elevadas de nitrógeno. Sin embargo, los niveles máximos encontrados, están por debajo de la concentración que puede ser tóxica para los rumiantes, que es de 1500 mg kg-1 de MS (Emerick, 1988)

Gráfica 2. Efecto de la biofertilizacón del *Cynodon nlemfuensis* sobre la concentración de nitratos en la materia seca



CONCLUSIONES.

La aplicación de los purines a una tasa equivalente de 280 kg. de N disponible por ha durante el periodo de sequía y un intervalo de corte de 28 días duplica la producción acumulada de MS en relación a las praderas no fertilizadas y similar a la obtenida con la fertilización química (urea).

BIBLIOGRAFÍA.

Burns, J. C., L. D. King and P. W. Westerman. 1990. Long-term swine lagoon effluent application on 'Coastal' bermudagrass I. Yield, quality and element removal. J. Environ. Qual. 19 (4):749 -756.

Emerick, R. J. 1988. Nitrate and urea toxicities. In Church, D. C. (Editor) The ruminant animal. Digestive physiology and nutrition . Prentince Hall, New Jersey. 480 -485.

García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köeppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 3a. Edición, México, D. F.

Harvey, R. W., J. P. Mueller, J. A. Baker, M. H. Poore and J P Zublena. 1996 Forage characteristics, steer performance, and water quality from bermudagrass pastures fertilized with two levels of nitrogen from swine lagoon effluent. J. Anim Scie. 74: 457-464.

King, L. D. J. C. Burns and P. W. Westerman. 1990. Long-term swine lagoon effluent applications on 'Coastal' bermudagrass. II Effect on nutrient accumulation in soil. J. Environ. Qual. 19 (4):756 -760.

SAS. 1990. SAS User's Guide (Vol. 2). SAS Inst. Inc. Cary, N.C.

Taiganides, E. P. 1992. Pig waste management and recycling. The Singapore experience. International Development Research Centre. Ottawa, Canada. 368 pp.

ESTIMACION DE LAS CARGAS REALES DE OVINOS Y LA CONTRIBUCION DEL PASTOREO A LAS NECESIDADES DE REBAÑOS DEL PARQUE NATURAL DE SIERRA MAGINA (JAEN)

T TREACHER[1], I MONSERRAT[2], P FERNANDEZ[2]
[1]Departamento de Producción Animal y [2]Departamento de Ingeniería Rural, S. Montes,
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes, Apdo 3048, 14080 Córdoba

Introducción

La superficie protegida en Andalucía supera el 17% del total regional y, aunque existen diferentes figuras de protección, es la de Parque Natural la que engloba el mayor porcentaje de superficie. La mayoría de los Parques Naturales se enmarcan en áreas de montaña, estando clasificados a instancias de la Unión Europea como áreas desfavorecidas. En ellos se promueven actividades sostenibles de carácter extensivo, que permitan un aprovechamiento de los recursos naturales mas acorde con la conservación de los mismos.

Como práctica tradicional, la ganadería extensiva ha sido y es una de las actividades propias de estos espacios. En un intento de aunar la ganadería con los objetivos de preservación natural, se han establecido diferentes normativas, siendo la carga ganadera con base anual el parámetro técnico de regulación más ampliamente considerado. Sin embargo, la gestión ganadera de estos espacios y, debido a su bajo nivel productivo, se ha diseñado buscando estrategias de alimentación en donde se combinan los pastizales disponibles con otras fuentes de alimentación externas y periodos de estabulación; la casuística de sistemas presentes es muy amplia. Esto origina que el número de animales presentes supere, en ocasiones, la carga ganadera anual establecida.

En relación con lo expuesto, los objetivos de este trabajo han sido estimar las cargas ganaderas reales que soportan los pastizales de tres fincas del Parque Natural Sierra Mágina (Jaén) y la contribución de los pastizales a las necesidades del rebaño. Así mismo, se analiza la utilidad de ambos conceptos para la gestión de estos espacios.

Material y método

Sierra Mágina (Agencia del Medio Ambiente, 1992) es una gran masa caliza con barrancos de grandes pendientes y abundantes afloramientos rocosos, pedregales y un suelo muy delgado, inferior a 50 cm de profundidad, excepto en oquedades de la roca donde encontramos rendsinas. El área más extensa, comprendida entre 350-1300m de altitud, con una pluviometría media anual de 500mm, está caracterizada por masas de encinares y encinares-quejigales entre amplias superficies de pinares de repoblación. Por encima de esta altitud encontramos pastos de montaña. La franja media está dominada por arbustos, siendo las especies más extendidas coscojas (*Quercus coccifera*), cornicabras (*Pistacea terebinthus*) y espinos (*Crataegus monogina, Ulex parviflorus, Berberis hispanica*).

Las ganaderías que pastorean la zona están compuestas por ovejas de raza Ojinegra, cruzada con machos de raza Segureña. En las tres fincas se estabulan las ovejas fuera de las áreas de pastoreo desde un mes antes del parto hasta la venta de corderos, con dos meses de edad. La monta es libre pero con concentración de cubriciones, resultando una proporción importante de partos en otoño y primavera.

La descripción de las características de las fincas y del tamaño de la cabaña están detalladas en la tabla 1.

Para la caracterización de los sistemas de producción de las tres fincas se recogió la información siguiente: tamaño y composición de la cabaña, parideras realizadas, producción de corderos, periodos de estabulación, número de animales estabulados, alimentos utilizados en la estabulación y alimentos utilizados en pastoreo. Esta información se obtuvo mediante entrevistas individuales a los ganaderos y entrevistas en grupo durante

el mes de junio de 1996.

Con esta información como base se elaboraron calendarios alimenticios (Treacher, 1994) para cada finca, refiriendo los resultados desde septiembre de 1995 hasta agosto de 1996. No se incluyó a los animales de reposición de ninguna de las tres ganaderías debido a la irregularidad en el manejo de estos animales.

La carga ganadera se ha calculado con intervalo mensual y para cada unidad de pastoreo. Se ha considerado la superficie pastoreable resultante de reducir del área total de cada unidad aquellas zonas que no pueden ser pastoreadas.

Se han confeccionado balances entre necesidades y aportes mensuales en estabulación y en pastoreo. La valoración de las necesidades de los animales se ha realizado siguiendo las recomendaciones del INRA (Jarrige, 1990), utilizando como unidad la UFL. En el caso de animales en pastoreo y por las condiciones del terreno se han incrementado sus necesidades en un 40% sobre la situación de mantenimiento. La valoración de alimentos aportados al ganado se hizo según las tablas de valoración del INRA e información local para alimentos como peladura de pimientos y ramón de olivo.

Paralelamente a la caracterización del sistema productivo se procedió a la descripción del medio, la vegetación y el registro de síntomas de sobrepastoreo de las fincas en julio de 1996. Los síntomas considerados han sido: arbustos excesivamente ramoneados, erosión del suelo, veredas marcadas, arbustos con crecimiento anómalo y plantas en peana.

Resultados y discusión

En la tabla 2, se detallan las cargas ganaderas reales para cada mes y área de pastoreo de cada finca. En la finca 1, la unidad 1.1 es pastoreada durante los meses de noviembre y diciembre por la facilidad de manejo, ya que se encuentra situada entre la unidad 1.2 y la nave de estabulación presentando un cómodo acceso que facilita la suplementación. En los meses de enero hasta abril los animales son estabulados fuera del parque. La unidad 1.2 es pastoreada el resto del año sin suplementación. En la unidad 1.1 se observan importantes síntomas de sobrepastoreo, debido a la carga que se concentra alrededor de los puntos de suplementación.

En la finca 2 el pastoreo es continuo durante todo el año, suplementando en campo durante los meses de enero, febrero y marzo. Se observaron síntomas de sobrepastoreo.

En la finca 3 no se utiliza suplementación en campo. La unidad 3.1 es pastoreada durante dos periodos, desde septiembre hasta noviembre y desde abril hasta junio. En la unidad 3.2 donde se encuentra la comunidad del cornicabral (*Pistacea terebithus*) se utiliza en un periodo óptimo: desde diciembre hasta mayo. La unidad 3.3, pastos de alta montaña, es pastoreada en los meses de julio y agosto. Parte del rebaño utiliza áreas de rastrojo fuera del parque durante el verano. Sólo se han encontrado indicios de sobrepastoreo en la unidad 3.1, debido posiblemente a la prolongación de pastoreo en verano.

Se observan variaciones importantes en las cargas ganaderas mensuales con periodos sin pastoreo excepto en la finca 2. Los síntomas de sobrepastoreo tienen poca relación con las cargas ganaderas anuales de las diferentes unidades de pastoreo. Parece evidente que el periodo de pastoreo y en el caso de la unidad 1.1 la suplementación durante el mismo tiene un gran efecto sobre la degradación del pastizal.

En la tabla 3 se representa la aportación del pasto a las necesidades de los animales en pastoreo para cada finca expresado en porcentaje. Asi mismo, se presenta la aportación del pasto al total de las necesidades del rebaño.

En relación con las necesidades de los animales en pastoreo, el pasto aportó una cantidad importante en las fincas 1 y 2 (84 y 86% respectivamente) y en la finca 3, al no existir suplementación todas las necesidades

provienen del pastizal. En contraste, el aporte de pasto en relación con las necesidades totales de los rebaños son mucho más bajos, indicando la importancia de la estrategia de estabulación en estas ganaderías.

Tabla 1. Descripción de las unidades de pastoreo de cada finca y tamaño de las ganaderías

Finca	Descripción de Unidades	Area total (ha)	Area pastoreable (ha)	No. de ganaderos	No. de ovinos
1	1.1 Valle y Cerro (C[1]) 1.1 Barrancos y Prados (C)	376 417	376 346	2	O = 650[2] M = 39 R = 101
2	Barrancos (P[1])	759	759	2	O = 610 M = 39 R = 76
3	3.1 Cerro (P) 3.2 Barrancos (P) 3.3 Prados, alta montaña (C)	264 214 927	264 214 727	7	O = 2300 M = 100 R = 395

[1] C = Consorciado y P = Privado
[2] O = ovejas, M = moruecos y R = ovinos de reposición

Tabla 2. Cargas mensuales (ovinos/ha) por unidad, cargas anuales por unidad y para el area total y sintomas de sobrepastoreo en cada unidad en verano 1996

Unidad	Mensual												Anual		Sintomas de sobrepatoreo
	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	Unidad	Area total	
1.1	-	-	1.08	1.40	-	-	-	-	-	-	-	-	0.21	0.41	si
1.2	1.30	1.06	-	-	-	-	-	-	0.91	1.29	1.24	1.40	0.60		no
2	0.40	0.46	0.40	0.60	0.80	0.65	0.50	0.55	0.65	0.80	0.80	0.60	0.60	0.60	si
3.1	4.09	5.61	4.64	-	-	-	-	7.10	6.72	4.38	-	-	2.71	1.16	si
3.2	-	-	-	5.72	5.25	8.66	8.76	-	-	-	-	-	2.36		no
3.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.35	1.62	0.25		no

Tabla 3. Contribución (%) de los pastizales a las necesidades de los animales en pastoreo y las necesidades del rebaño total

Finca	Aporte %	Mensual												Anual
		S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	
1	Pasto	70	62	53	82	0	0	0	0	100	100	100	100	84
	Total	57	36	26	57	0	0	0	0	49	72	69	82	38
2	Pasto	100	100	100	100	39	41	72	100	100	100	100	100	86
	Total	41	44	41	63	37	32	41	56	69	94	95	73	57
3	Pasto	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Total	57	59	48	47	43	72	76	75	70	72	63	62	62

Bibliografía

AGENCIA DEL MEDIO AMBIENTE. 1992. Plan de Ordenación de Recursos Naturales. Parque Natural de Sierra Mágina. Jaén.

JARRIGE,J 1990. Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos. Madrid. Ediciones Mundi-Prensa. pp 432.

TREACHER,T 1994. Revista Portuguesa de Zootecnia. **1**, 19-29.

CONTRIBUCION DEL PASTOREO A LAS NECESIDADES ENERGETICAS EN REBAÑOS OVINOS DE MONTAÑA

CHOQUECALLATA, J.; BERGUA*, A.; MANRIQUE, E.; REVILLA*, R.
Unidad de Agricultura y Economía Agraria. Fac. de Veterinaria. Miguel Servet, 177. 50013. Zaragoza.
* Unidad de Tecnología en Producción Animal. SIA-DGA. Apdo.727. 50080. Zaragoza.

INTRODUCCION

Pese a la aparente homogeneidad existente en los sistemas de producción ovina en el Pirineo, las diferencias reales son notables y abarcan desde aspectos estructurales, económicos y de gestión del espacio, hasta los meramente técnicos (Manrique et al., 1996). En el Pirineo oscense han podido establecerse, manejos reproductivos diferentes que abarcan desde la obtención de un parto por oveja y año, hasta sistemas intensivos de tres partos en dos años (Revilla y Folch, 1989); estas diferencias se traducen no solamente en una productividad diferente, si no también en una gestión del espacio pastoral y estrategias alimenticias diversas.

En la presente comunicación, se analizan las necesidades energéticas y el grado de contribución de la suplementación, el pastoreo y la movilización de reservas en la satisfacción de las mismas, en dos rebaños ovinos de una misma zona pirenaica, diferenciados por su manejo reproductivo y alimenticio. Este estudio forma parte de un programa de trabajo amplio que pretende cuantificar las diferencias técnico-económicas y de gestión del espacio ligadas a la extensificación en rebaños ovinos de montaña.

MATERIAL Y METODOS

Los datos técnicos de las dos explotaciones ovinas del estudio, forman parte de la información técnica-económica de cinco explotaciones pirenaicas, las cuales fueron obtenidas durante 1995-1996. La explotación "J" constituida por 510 ovejas Raza Aragonesa, se caracteriza por tener un manejo reproductivo intensificado (1,3 a 1,6 partos/oveja/año) y practicar una estrategia alimenticia basada en el aprovechamiento exclusivo de 65 ha de praderas, forrajeras y cereales, en la que la estabulación estricta abarca de enero hasta mediados de marzo y desde 15 días antes del parto hasta el destete a los 45 días. En cambio la explotación "B" formada por 67 ovejas Churra Tensina, se caracteriza por llevar un manejo reproductivo de sólo 1 parto/oveja/año y basar la estrategia alimenticia en la utilización de pastos de puerto, aprovechamiento escalonado de 4 ha de pradera natural, superficies variables de zonas boscosas y praderas abandonadas, reduciendo la estabulación a los días del parto, siendo el destete a los 70 días, momento del sacrificio (Casasús et al., 1996). En ambos rebaños la prolificidad del periodo fue de 1,4 corderos nacidos/oveja/parto.

La información usada en el trabajo consistió en datos sobre el manejo de los rebaños, la alimentación ofrecida en aprisco y la nota de estado corporal (NEC) determinada cada dos meses en la totalidad de los animales, según la escala de 1 a 5 propuesta por Russel et al. (1969). A partir de ello, se procedió a la elaboración de balances mensuales entre necesidades energéticas teóricas del rebaño (INRA, 1990; Blanch et al., 1995) y los aportes de la suplementación (INRA, 1990), la movilización de reservas (De Blas et al., 1987) y el pastoreo, este último calculado por diferencia entre necesidades y aportes (suplementación+/-

movilización de reservas).

RESULTADOS Y DISCUSION

Las necesidades energéticas teóricas calculadas, se reflejan en el Cuadro 1; en ella se aprecia cómo la intensificación reproductiva no se traduce en un incremento proporcional de las necesidades totales en los dos rebaños, en función de la importancia porcentual de las necesidades de mantenimiento, similares en ambas explotaciones (69 y 66% de las necesidades totales). Pese a la mayor productividad numérica del rebaño "J", las necesidades de lactación son sólo ligeramente superiores a las del rebaño "B", en función de la menor duración de la lactación (45 vs. 70 días). El manejo extensivo de la explotación "B" se refleja en la importancia porcentual de las necesidades derivadas del desplazamiento y pastoreo (10% del total). En relación a la evolución anual de las necesidades (Figura 1), en el rebaño "J" éstas evolucionan homogéneamente a lo largo del ciclo productivo anual (5 épocas de parto al año); mientras que en la explotación "B" se aprecia una clara estacionalidad , con las máximas necesidades en torno al parto-lactación (primavera).

El balance energético que se aprecia en el Cuadro 2, revela que las diferencias de manejo se traducen en una contribución diferente del pastoreo y la suplementación en la cubrición de las necesidades; mientras que en la explotación "J" el pastoreo y la suplementación implican aportes equitativos (49 y 48% respectivamente); en la explotación "B" el pastoreo contribuye en un 87%. La movilización de reservas aporta únicamente el 3% de las necesidades en ambos rebaños. Se tiene estimado que la inclusión de los aportes para el cebo de los corderos, incrementa la participación global de la suplementación hasta un 56% en la explotación "J" y hasta un 15% en la "B".

La evolución de las reservas corporales en el curso del año (Figura 1), muestran una movilización y reconstitución contrastantes en los dos rebaños; mientras que en el "B" la movilización se sitúa fuertemente en el periodo invierno/primavera y algo en verano, en el "J" se da intensamente en el periodo primavera-verano coincidiendo con la sequedad del medio, limitaciones de hierba fresca y paridera principal.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BLANCH, M.; VILLALBA, D.; CASASÚS, I.; BERGUA, A.; REVILLA, R., 1995. Actividad espacial y alimenticia de rebaños ovinos en puertos de montaña. ITEA Vol.Extra, 16. Tomo I: 177-179.

CASASÚS, I.; CHOQUECALLATA, J.; BERGUA, A.; SANZ, A.; REVILLA, R., 1996. Extensificación de la producción ovina: un ejemplo de explotación en zonas de montaña. XXXVI Reunión SEEP.

DE BLAS, C.; GONZALEZ, G.; ARGAMENTERA, A., 1987. Nutrición y alimentación del ganado. Ediciones Mundi-Prensa. 451 pp.

MANRIQUE, E.; OLAIZOLA, A.; BERNUES, A.; REVILLA, R., 1996. Economic diversity of montain sheep farm and complementarity strategies in land use. In: The optimal explotation of marginal Mediterraneam areas by extensive ruminant production systems. EAAP. Publication 83: 61-66.

INRA, 1990. Alimentación de bovinos, ovinos y caprinos.

REVILLA, R.; FOLCH, J., 1989. Caractéristiques de la reproduction des populations ovines et caprines pyrénéennes. Agriculture. Rapport. EUR. 11893: 273-283. CEE-CIHEAM.

Trabajo financiado con Fondos INTERREG II e INIA 94-72. José Choquecallata es becario AECI.

Cuadro 1. Necesidades energéticas de las ovejas según el sistema de explotación (UFL/oveja/año).

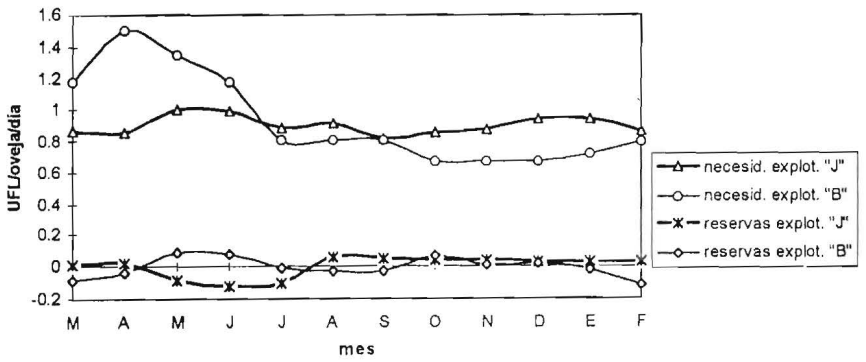
	Explotación "J"		Explotación "B"	
Necesidades de mantenimiento	226,30	(69%)	226,30	(66%)
Necesidades de gestación	21,65	(6%)	13,56	(4%)
Necesidades de lactación	71,54	(22%)	66,70	(20%)
Sub Total	319,49		306,56	
Nec. de desplazamiento-pastoreo*	10,49	(3%)	33,86	(10%)
TOTAL	329,98	(100%)	340,42	(100%)

* Incremento sobre el mantenimiento (30% en pastoreo de puertos y 10% en pastoreo de praderas).

Cuadro 2. Balance entre necesidades y aportes energéticos de las ovejas según el sistema de explotación (UFL/oveja/año).

	Explotación "J"		Explotación "B"	
Necesidades básicas	329,98		340,42	
Reconstitución de reservas	9,41		8,28	
Necesidades globales	339,39	(100%)	348,70	(100%)
aportes en aprisco	162,67	(48%)	33,60	(10%)
aportes del pastoreo	167,54	(49%)	305,58	(87%)
aportes movilización de reservas	9,18	(3%)	9,52	(3%)
Balance de reservas corporales	+0,23		-1,24	

Figura 1. Evolución de las necesidades energéticas y las reservas corporales en dos explotaciones ovinas.



Cebo intensivo de corderos: efecto de un período de crecimiento moderado postdestete en pastoreo sobre el ritmo de crecimiento y la calidad de la canal

C.M. Brusa, J. López, F.J. Giráldez, P. Frutos y A.R. Mantecón.
Estación Agrícola Experimental. CSIC. Apdo 788. 24080-León.

Introducción

El sistema tradicional de producción de corderos consiste en la separación de sus madres a los 35-40 días después del parto y en su cebo, con forraje y pienso concentrado *ad libitum*. En estas condiciones se consiguen corderos de 20-35 kg en un periodo de tiempo relativamente corto.

Sin embargo, en determinadas ocasiones, dependiendo de la evolución de la demanda de carne de cordero y del precio de los alimentos, puede ser interesante retrasar la salida de corderos al mercado, utilizando en una fase previa a la de cebo intensivo alimentos de bajo coste y moderado valor nutritivo. Una posible alternativa a esta primera fase es la introducción de un periodo de pastoreo, de manera que se ralentice el crecimiento de los corderos y se retrase el inicio de la fase de cebo.

Frente al sistema tradicional de engorde, este trabajo fue propuesto con la intención de estudiar el crecimiento de los corderos y las características de las canales producidas bajo un sistema alternativo que permita reducir los costes de manejo y, al mismo tiempo, romper con la estacionalidad en la oferta de corderos.

Material y Métodos

Para llevar a cabo esta prueba, se utilizaron un total de 24 corderos de raza Merina recién destetados. Al inicio del experimento, su peso osciló entre 15,2 y 15,3 kg y la edad entre los 61 y 72 días.

Los animales se distribuyeron al azar en dos lotes, de acuerdo con los tratamientos experimentales: lote 1 (cebo intensivo; n=13) y lote 2 (fase inicial de pastoreo y después cebo; n=11).

El lote 1, de cebo, estabulado, recibió *ad libitum* una ración diaria constituida por paja de cereal y un concentrado formado por cebada (85%), soja (13%) y corrector vitamínico-mineral (2%). El lote 2, de pastoreo + cebo, se ubicó en una pradera artificial de buena calidad, cuyas dimensiones variaban dependiendo de la disponibilidad de pasto. Los corderos permanecieron en ella durante 90 días y después pasaron a la fase de cebo, donde recibieron el mismo tratamiento que el señalado para el lote 1.

A lo largo de todo el experimento, los pesos de los animales se registraron dos veces por semana. A medida que los corderos alcanzaron los 20 kg (n=10), 25 kg (n=7) y 30 kg (n=7) de peso vivo fueron sacrificados.

Junto a los valores de peso y rendimiento de la canal, se tomaron medidas de anchura y longitud de ésta, de acuerdo con las descripciones realizadas por Delfa (1992) y Méndez et al. (1991), para determinar su conformación. Para ello se suspendieron las canales y se mantuvieron con una separación constante de los metatarsos de 12 cm. Las medidas se realizaron con cinta métrica.

Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza, utilizando el procedimiento ANOVA del CSS (1991). Las comparaciones entre tratamientos se efectuaron utilizando el test de las diferencias mínimas significativas (LSD).

Resultados y Discusión

Como puede observarse en la tabla 1, la edad al inicio y al final del cebo mostró diferencias estadísticamente significativas (P<0,001) debidas al sistema de crianza, correspondiendo los valores más altos, como es lógico, al lote que estuvo previamente 90 días en pastoreo. Por el mismo motivo, este lote 2 (pastoreo + cebo) presentó un peso superior al inicio de la fase de cebo (P<0,01).

Ni el sistema de crianza, ni el peso de sacrificio, tuvieron un efecto significativo sobre el incremento diario de peso vivo. Esta ausencia de diferencias, unido al peso vivo más alto, al inicio del cebo, de los animales que estuvieron en pastoreo, supone que la fase de cebo tenga una menor duración en este lote. Estas circunstancias son de especial interés práctico puesto que implican la posibilidad de romper la estacionalidad en la venta de corderos, sin que esto suponga un aumento importante de los costes de producción.

Tabla 1.- Edad, peso vivo e incrementos diarios de peso.

	Sistema		Peso al sacrificio				Análisis de varianza		
	Cebo	Pastoreo	20 kg	25 kg	30 kg	RSD	S	P	SxP
Edad (días)									
Inicio pastoreo			54	58	63	20,2		ns	
Inicio cebo	63	148	106	96	115	24,3	***	ns	ns
Final cebo	124	188	139	155	174	30.9	***	ns	ns
PV (kg)									
Inicio pastoreo			15,2	15,1	15,3	0,54			
Inicio cebo	15,0	17,3	16,2	15,2	17,1	1,92	**	ns	ns
Final cebo	25,4	25,5	21,0	25,3	30,1	0,72	ns	***	ns
ΔPV (kg/día)									
Fase pastoreo			0,025	0,003	0,041	0,0323		ns	
Fase cebo	0,266	0,235	0,289	0,198	0,264	0,1540	ns	ns	ns

ns=P>0,05; **=P<0,01; ***=P<0,001

De acuerdo con los resultados obtenidos y presentados en la tabla 2, el sistema de crianza no afectó ni al peso, ni al rendimiento de la canal. Sin embargo, tal y como cabía esperar (Sanz Arias y Castrillo, 1977; Ruiz de Huidobro y Cañeque, 1994), ambos parámetros fueron significativamente mayores a medida que aumentaba el peso de sacrificio, presentando valores de 7,77 kg y 37%, para el peso y el rendimiento, respectivamente, en los corderos sacrificados a los 20 kg de peso vivo, frente a valores de 12,62 y 42% cuando los animales alcanzaban un peso de sacrificio de 30 kg.

En cuanto al estudio de la conformación de las canales, únicamente el índice de redondez de la pierna (G/F) y el de compacidad (PCC/K) se vieron afectados significativamente por el sistema de crianza y por el peso de sacrificio. En ambos casos, los corderos del lote 1 (cebo intensivo) presentaron una conformación mejor que los del lote 2 (P<0,05), debido, probablemente, a un mayor engrasamiento. También en los dos casos, la conformación mejoró al aumentar el peso de sacrificio. El índice de

compacidad, valor carnicero de gran importancia comercial, presentó los valores más pobres (140 g / cm) en las canales pertenecientes a los corderos sacrificados al alcanzar los 20 kg de peso vivo y aumentó hasta los 220 g / cm de las canales de los corderos de 30 kg.

Tabla 2.- Peso, rendimiento y medidas para estimar la conformación de la canal.

	Sistema		Peso al sacrificio				Análisis de varianza		
	Cebo	Pastoreo	20 kg	25 kg	30 kg	RSD	S	P	SxP
Peso canal (kg)	10,40	10,09	7,77	10,33	12,62	0,669	ns	***	ns
Rendimiento canal (%)	40,68	39,17	37,06	40,48	41,88	2,838	ns	**	ns
Conformación									
Wr/Th	1,11	1,08	1,11	1,09	1,08	0,089	ns	ns	ns
G/F	0,61	0,57	0,54	0,60	0,62	0,040	*	**	ns
K/G	3,39	3,50	3,55	3,43	3,36	0,215	ns	ns	ns
Th/G	1,76	1,79	1,80	1,79	1,75	0,096	ns	ns	ns
Th/K	0,50	0,51	0,50	0,52	0,52	0,020	ns	ns	*
PCC/K	0,19	0,17	0,14	0,18	0,22	0,010	*	***	ns

ns=P>0,05; *=P<0,05; **=P<0,01; ***=P<0,001

Wr/Th=índice de redondez del pecho; G/F=índice de redondez de la pierna; K/G=relación longitud/ancho posterior; Th/G=relación profundidad del pecho/ancho posterior; Th/K=relación profundidad del pecho/longitud de la canal; PCC/K=índice de compacidad.

De acuerdo con los resultados obtenidos, parece que la introducción de un periodo de pastoreo, previo al cebo intensivo, es capaz de modificar la conformación de la canal de los corderos. Este hecho debe ser tenido en cuenta cuando se pretenda utilizar una estrategia de cría de este tipo, con el objetivo de ralentizar el crecimiento y retrasar el comienzo de la fase de cebo.

Referencias

CSS. (1991). Complete Statistical System. Statsoft, Inc. Tulsa, USA.

Delfa, R. (1992). Predicción de la composición corporal y de la canal a partir del animal vivo y de la canal. *Ovis*, 23, 25-56.

Méndez, R.D.; Martínez, J.; Garzón, A.; Rodríguez, J.; Cruz, M.; Aparicio, F. (1991). Medidas que caracterizan la canal de oveja de raza Merina. *ITEA*, vol. extra. 11, 434-436.

Ruíz de Huidobro, F; Cañeque, V. (1994). Producción de carne de corderos de raza Manchega. II Composición tisular de las canales y de las piezas. *Investigación Agraria: Producción y Sanidad Animal*, 9, 57-70.

Sanz Arias, R. y Castrillo, C. (1977). El despiece de los corderos lechales de raza Churra criados artificialmente a distintos pesos. *Avances en Alimentación y Mejora Animal*, 8, 377-381.

CRECIMIENTO DE LOS CORDEROS DE RAZA GALLEGA EN REBAÑOS EXPLOTADOS CON BASE A PASTOS

*LOPEZ, M., *B. FERNANDEZ, *C. CALVO, **M. VALLEJO &* L. SANCHEZ.

* Dpto. Anatomía y Producción Animal. Fac. Veterinaria. 27.002 Lugo.
** Dpto. Producción animal. Fac. Veterinaria. Universidad Complutense. Madrid.

INTRODUCCION

La producción de carne de ovino en Galicia se viene realizando en régimen extensivo, con base a pastoreo, llevándose a cabo durante los últimos años diversos estudios y análisis de la problemática del sector ovino en Galicia, que hacen una mención muy específica y definida de la raza Gallega.

La justificación de nuestros trabajos se dirige a una orientación de futuro como raza productora de carne, analizando los crecimientos y ganancias de peso en el tiempo como un primer paso para el estudio de los diferentes tipos de producción.

MATERIAL Y METODOS

El estudio se realizó sobre 48 animales de la raza ovina Gallega que se distribuyeron en dos grupos de 24 animales cada uno, en función del peso a que se destinaron a sacrificio (15 y 21 kg) y en cada grupo había 12 machos y 12 hembras, procedentes de parto de tipo simple y doble a partes iguales.Todos estos animales, tras un ayuno de 12 horas, se pesaron desde el día de su nacimiento con una frecuencia semanal antes y después del amamantamiento, lo que permitió determinar la cantidad de leche ingerida, así como las ganancias medias semanales y diarias. Hasta los 15 kg de peso vivo se alimentaron fundamentalmente a base de la leche materna y los animales destinados a sacrificio a los 21 kg de peso vivo se sometieron a pastoreo, complementado con pequeñas cantidades de concentrados, ensilado y heno *ad libitum*.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados más importantes (Tabla 1) se desprenden del estudio de las ganancias medias diarias (G.M.D.), pues si como era de suponer no hay diferencias significativas para ambos grupos entre el nacimiento y el destete (136,44 g *vs.* 149,61 g; $Pr > 0,05$), sí hay alta significación entre éste y el sacrificio en favor del ternasco (105,57 g *vs.* 159,48 g; $Pr < 0,005$). Asimismo, la G.M.D. total manifestó diferencias significativas aunque no tan marcadas (126,31 g *vs.* 154,40; $Pr < 0,005$). Esto hace factible, que en poco más de 15 días (101,17 días *vs.* 116,67 días) se alcancen los 6 kg de diferencia que separan al lechal (15 kg) del ternasco (21 kg) en nuestro estudio.

Comparando sexos en ambos tipos comerciales, sólo se obtuvo cierta significación ($Pr < 0,05$) para las G.M.D. totales del lechal (139,28 g para los machos, frente a 113,33 para las hembras).

ESTEBAN MUÑOZ (1.994) y CAÑEQUE *et al.* (1.989) señalan la correlación existente entre el peso al nacimiento (al que VIJIL *et al.* (1.989) otorga importancia decisiva) y el ritmo de crecimiento de los corderos. En la Tabla 2 se aprecia cómo el peso vivo al nacimiento (P.V. Nac.) fue

superior para los corderos que procedían de parto simple en ambos tipos comerciales, hecho que se reitera con mayores pesos vivos al destete para corderos de parto simple, debido a una mayor G.M.D. (155,65 g *vs.* 117,22 g con Pr<0,005 para el lechal y 161,90 g *vs.* 137,31 g con Pr>0,05 para el ternasco) hasta el momento del destete.

Por lo que se refiere a la cantidad de leche ingerida, ésta aumentó desde la primera semana a la cuarta, para luego volver a disminuir como consecuencia de la transición a una alimentación de tipo sólido, manifestando en cualquier caso una mayor ingestión para los corderos de parto simple. Esto se manifiesta en la G.M.D. con un mayor ritmo de crecimiento en las primeras etapas de desarrollo, en particular para animales procedentes de parto simple, tal y como PERIS *et al* (1.992) observaron en corderos de raza Manchega.

En función del tiempo necesario para alcanzar el peso vivo al sacrificio en el lechal (Tabla 3), el orden que se establece es el siguiente: hembras de parto doble (124,17 días) > machos de parto doble (111,67 días) > hembras de parto simple (98,83 días) > machos de parto simple (70,00 días), apreciándose una gran influencia tando del sexo como del tipo de parto. Este orden antes señalado, se corresponde con el gradiente de ganancias medias diarias hasta el destete, según el cual en los machos simples sería de 170,39 g/día, en las hembras simples de 140,92 g/día, en los machos dobles de 120,09 g/día y de 114, 36 g/día en hembras dobles. Esto se mantiene si observamos las G.M.D. destete-sacrificio y G.M.D. total.

SANCHEZ *et al.* (1.990) interpretan los resultados de los trabajos de VERA y APARICIO (1.976) y VALLS (1.980) sobre la raza ovina Gallega como indicativos de los bajos valores globales de crecimiento observados, si bien guardan la debida relación con los valores, también bajos, del peso vivo adulto de las poblaciones ovinas gallegas. En todo caso, los machos muestran mejor crecimiento que las hembras y, como era de esperar, los animales que proceden de partos gemelares tienen crecimientos inferiores a los procedentes de partos simples, tal y como sucede en otras razas.

En el lechal las hembras de parto doble necesitan más días para alcanzar el peso, a pesar de una mayor ingestión de leche respecto de los machos de parto doble, lo que está indicando una menor G.M.D. total (102,89 g/día *vs.* 116,79 g/día).

TABLA 1.- PESOS Y GANANCIAS EN CORDEROS DE TIPO LECHAL Y TERNASCO DE LA RAZA OVINA GALLEGA.

VARIABLE	LECHAL		TERNASCO		t
	$\mu \pm$ S.D.	C.V.	$\mu \pm$ S.D.		
P.V.Nac.	2836,46± 681,39	24,02	3079,17±521,84	16,95	N.S.
P.V.Dest.	10477,08±2264,23	21,61	11457,29±2055,16	17,94	N.S.
G.Nac-Dest.	7640,63±1782,86	23,33	8378,12±1751,12	20,90	N.S.
G.M.D.Dest.	136,44±31,84	23,33	149,61±31,27	20,90	N.S.
P.V.Sac.	14797,92±361,90	2,45	20489,58±380,50	1,86	***
G.Dest-Sac.	4320,83±2351,98	54,43	9032,29±2057,47	22,78	***
G.M.D.Dest-Sac.	105,57±59,40	56,27	159,48±35,89	22,51	***
G.total	11961,46±804,74	6,73	17410,42±583,70	3,35	***
G.M.D.total	126,31±30,26	23,95	154,40±26,64	17,25	***
Edad	101,17±28,92	28,59	116,67±24,39	20,91	N.S.

TABLA 2.- PESOS Y GANANCIAS EN CORDEROS DE TIPO LECHAL Y TERNASCO DE LA RAZA OVINA GALLEGA EN FUNCION DEL TIPO DE PARTO.

VARIABLE	LECHAL			TERNASCO		
	SIMPLE	DOBLE	t	SIMPLE	DOBLE	t
	$\mu \pm$ S.D.	$\mu \pm$ S.D.		$\mu \pm$ S.D.	$\mu \pm$ S.D.	
P.V.Nac.	3141,6±732,1	2531,2±481,1	*	3279,1±587,8	2879,17±369,5	N.S
P.V.Dest.	11858,3±1758,5	9095,8±1861,2	***	12345,8±1931,4	10568,7±1837,9	*
G.Nac-Dest.	8716,6±1352,2	6564,5±1513,7	***	9066,6±1593,5	7689,5±1684,6	N.S
G.M.D.Dest.	155,6±24,1	117,22±27,03	***	161,9±28,4	137,3±30,0	N.S
P.V.Sac.	14820,8±357,6	14775,0±380,4	N.S.	20454,1±391,6	20525,0±382,8	N.S
G.Dest-Sac.	2962,5±1832,8	5679,1±2044,9	***	8108,3±2051,8	9956,2±1666,9	*
G.M.D.Des-Sac.	112,9±77,6	98,1±35,1	N.S.	163,5±34,9	155,4±37,8	N.S
G.total	11679,1±790,7	12243,7±744,9	N.S.	17175±664,2	17645,8±387,5	*
G.M.D.total	142,7±23,4	109,8±27,7	***	162,6±22,0	146,1±29,1	N.S
Edad	84,4±18,0	117,9±28,4	***	107,5±15,9	125,8±28,4	N.S

TABLA 3.- PESOS Y GANANCIAS EN FUNCION DEL SEXO Y TIPO DE PARTO PARA EL CORDERO LECHAL.

VARIABLE	HEMBRA			MACHO		
	SIMPLE	DOBLE	t	SIMPLE	DOBLE	t
	$\mu \pm$ S.D.	$\mu \pm$ S.D.		$\mu \pm$ S.D.	$\mu \pm$ S.D.	
P.V.Nac.	2608,3±611,2	2445,8±398,8	N.S.	3675,0±350,7	2616,6±576,7	***
P.V.Dest.	10500,0±958,6	8850,0±1109,8	*	13216,6±1206,2	9341,6±2498,9	**
G.Nac-Dest.	7891,6±955,0	6404,1±819,8	*	9541,6±1215,3	6725,0±2075,3	*
G.M.D.Dest.	140,9±17,0	114,3±14,6	*	170,3±21,7	120,0±37,0	*
P.V.Sac.	14741,6±293,9	14766,6±394,5	N.S.	14900,0±424,2	14783,3±403,3	N.S
G.Dest-Sac.	4241,6±1126,2	5916,6±1320.0	*	1683,3±1481,4	5441,6±2705,9	*
G.M.D.Des-Sac.	100,3±14,2	97,1±37,0	N.S.	125,5±112,5	99,2±36,5	N.S
G.total	12133±785,4	12320,8±715,6	N.S.	11225,0±513.3	12166,6±833,4	*
G.M.D.total	123,7±12,0	102,8±21,3	N.S.	131,7±14,1	116,7±33,5	*
Edad	98,8±11,9	124,1±26,2	N.S.	70,0±8,6	111,6±31,6	*

Pr > 0,05 = N.S. Pr < 0,05 = * Pr < 0,01 = ** Pr < 0,005 = *** μ = media S.D. = Desviación estándar C.V. = Coeficiente de variación
Los pesos y ganancias están expresados en gramos, la edad está expresada en días.

BIBLIOGRAFIA.-

CAÑEQUE, V., F. RUIZ DE HUIDOBRO, J. F. DOLZ & J. A. FERNANDEZ. 1.989. **Producción de carne de cordero.** *M.A.P.A.* Madrid. 520 pp.

ESTEBAN MUÑOZ, C. 1.994. **La raza Merina y sus cruces en la producción de carne.** *M.A.P.A.* Madrid, 175 pp.

PERIS, C., A. TORRES, N. FERNANDEZ, G. CAJA, P. MOLINA & H. AQUINO. 1.992. **Sistemas de producción de corderos de raza Manchega. I. Influencia de la época del año y del tipo de lactancia.** *I.T.E.A.* **88A**: 97-110.

SANCHEZ GARCIA, L., A. IGLESIAS & M. VALLEJO. 1.990. **Raza ovina Gallega.** *Diputación Provincial de Lugo.* 95 pp.

VALLS ORTIZ, M. 1.980. **Contribución al estudio del ovino Gallego. II. Características del crecimiento y de la canal de corderos.** *An. I.N.I.A./Ser: Prod. Anim.*, **11**: 17-29.

VERA Y VEGA & F. APARICIO RUIZ. 1.976. **Iniciación al estudio de los ovinos Gallegos.** *Arch. Zootec.*, **25** (98): 111-127.

VIJIL MAESO, E., J.RUIZ POVEDA & CIUDAD CATERO. 1.984. **Peso al nacimiento de los corderos Manchegos e influencia sobre el posterior crecimiento.** *IX Jornadas científicas de la S.E.O.C.*: 109-143.

MEJORA DE LOS SISTEMAS EXTENSIVOS DE ACABADO DE CORDEROS EN EXTREMADURA

F. López Gallego, M. Espejo Diaz, Mª M. Lopez Parra y A. Villar Algaba.
Dpto. de Producción Animal. Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico

INTRODUCCION

Extremadura posee mas de tres millones de ovejas reproductoras, con un total aproximado de 4 millones de ovinos totales (el 18% del ovino español y el 4% del ovino comunitario) cuyo valor de producción resulta superior a 20 mil millones de pesetas.

El sistema extensivo que aqui se utiliza, se caracteriza por el aprovechamiento racional de los recursos naturales y la correcta gestión de los restantes factores productivos, mediante la aplicación de tecnologías compatibles con el desarrollo sostenible del medio. La raza Merina y las procedentes de ella, se adaptan muy bien a las condiciones climáticas de aridez que ocasionan una producción forrajera estacional, lo que obliga a un ajuste entre las necesidades nutritivas de estos animales y los recursos pastables producidos en las distintas épocas del año. El ganado ovinom de esta región se destina principalmente a la producción de corderos aunque en algunas comarcas tambien tiene gran importancia la producción quesera.

En este trabajo se proponen algunas medidas para mejorar la producción de corderos, en base a la utilización de recursos naturales y de la diversificación del tipo de cordero producido a lo largo del año.

OBJETIVOS

En el cebo de los corderos se plantea destinar los recursos pastables no aprovechados por los adultos en primavera (cordero de lactancia y pastoreo), y en las parideras de verano y otoño, la mejora recomendable consistirá en la utilización racional por los corderos de las forrajeras y concentrados excedentarios de las épocas anteriores (cordero de cebo).

METODOLOGIA

Existen estudios en curso para la caracterización de los tipos de corderos obtenidos en distintos sistemas de explotación y la evaluación de los caracteres cualitativos y cuantitativos de sus canales.

El diseño experimental utilizado incluye los factores: sistema de reproducción (un parto al año contra tres partos en dos años), pastoreo (en pastos naturales o mejorados con utilización de forrajeras) y el sistema de acabado del cordero (lactancia completa y alimentación en pastoreo contra destete a 45 dias y cebo intensivo)

RESULTADOS Y DISCUSION

En estos estudios se constata (Cuadro 1) la diversidad potencial de tipos de corderos obtenidos de los sistemas extensivos, que están adecuados a la coyuntura estacional (época de año) de oferta de recursos alimenticios y al manejo productivo (ordeño o lactancia).

La productividad por oveja (kg de cordero producido a 105 días por oveja y año) depende del sistema reproductivo y de la introducción de forrajeras en el sistema de pastoreo.

En el sistema de un parto al año, los corderos acabados en pastoreo (en Primavera) con lactancia alcanzan a la misma edad pesos similares a los terminados en cebadero (todo el año) tras el destete (45 días), suponiendo en aquellos una mejora sustancial si cuentan con pastoreo mejorado con forrajeras. El efecto de las forrajeras es mas relevante aun en el sitema de tres partos en dos años. Las necesidades de concentrado utilizado por cordero en pastoreo son significativamente inferiores a los de cebadero, sobretodo en la cría de primavera del sistema de un parto anual (López Gallego, 1992).

Cuadro 1.- Tipología de corderos Merinos (Cruce Industrial)

LOTE	Tipo de Cordero			kg de cordero/oveja, año			Conform.	Eng.	kg. C/Cord.
	Epoca	Lactancia	Acabado	Nacimiento	45 días	105 días			
1	P	Completa	Pasto	4.2	17.1	31.8a	Ra	2.8a	20.4b
1M	P	"	Forrajera	4.6	18.3	32.3a	Ra	3.1a	17.7a
01	P	Hasta 45 d	Cebadero	4.1	15.8	30.1a	R+a	2.9a	34.1c
01M	P	"	Cebadero	4.4	15.5	29.6a	Ra	2.9a	34.1f
3	A	Completa	Pasto	6.6	23.1	45.0b	R+a	2.9a	29.2c
3M	A	"	Forrajera	7.3	26.1	52.9c	Ra	2.7a	26.7d
03	A	Hasta 45 d	Cebadero	6.0	23.4	44.4b	Ra	3.5a	39.5k
03M	A	"	Cebadero	6.3	22.5	44.7b	Ra	2.7a	39.3h

P = Primavera; A = (Primavera + Verano + Otoño)/2
1: Parto anual (Enero); M: Pastoreo mejorado con forrajeras; 3: Tres partos en dos años (Enero, Mayo, Septiembre); O: Ordeño (en Primavera en el parto anual; en Primavera y Otoño en el tres partos en dos años)

Genéricamente, la conformación y el engrasamiento de estos tipos de corderos sacrificados a la misma edad, no muestra diferencias (Ledin, 1986). Sin embargo considerando el efecto sexo y tipo de canal según peso vivo vacío al sacrificio (pesadas: 30 kg en machos y 27 kg en hembras; ligeras: 27 kg en machos y 24 kg en hembras) sí se detectaron efectos (Gráfica 1): El tipo de acabado influyó en la coloración de la carne (más roja en los de pastoreo), el tipo de canal en la conformación siendo las canales pesadas más anchas y redondas, y el sexo en el engrasamiento de cobertura. Se encontraron interaciones positivas del sexo (hembras) con el tipo de canal (pesada) y tipo de acabado (cebadero). También el sexo explica las diferencias encontradas en las proporciones carne-grasa-hueso a favor de los machos.

Con las caracterizaciones realizadas se pueden diversificar los diferentes tipos de corderos obtenidos (cordero de pasto y cordero de pienso) con diferentes calidades a lo largo del año, desapareciendo la estacionalidad tradicional de la producción cárnica y posibilitando acceder a distintos tipos de mercados nacionales y comunitarios (Cañeque, 1989).

Todo lo anterior, tiene una gran importancia dado que sólo un 4% de la producción total de corderose sacrifica y consume en Extremadura. Del 96% restante de la producción regional sólo un 10% se comercializa en canal por las Agrupaciones de Ganaderos Extremeños.En este contexto de región productora de animales vivos, destinados al sacrificio en otras Comunidades Autónomas (a veces incluso al cebo), debe modificarse esta situación para retener en la economía regional el valor añadido generado por la transformación de las carnes del sector ovino.

CONCLUSIONES

La producción cárnica del ganado ovino se puede mejorar:

-Consiguiendo tres partos cada dos años.
-Mejorando la atención sanitaria del rebaño.
-Obteniendo, mediante cruces, canales de mejor calidad y conformación y
-Aumentando el porcentaje de sacrificios del ganado ovino dentro de Extremadura.

Para ello debe considerarse en la adecuación comercial del sector, además de acciones estructurales de inversiones y directivas relativas al traslado y sacrificio de los animales, las previsiones (Comisión UE-95) para los próximos diez años de:

- Estancamiento de censos y producciones del ovino nacional frente a disminución de ambos parámetros en la comunidad europea (0,1% y 0,2% respectivamente).

- Ligero aumento del consumo de carne ovina en España (0,2% anual) pero mantenimiento de la demanda de esta carne en el conjunto comunitario.
- Relativo incremento del precio de la carne ovina en el mercado nacional (+4% anual) y similares valores pero de disminución en la media de los mercados comunitarios(-4,9% anual).

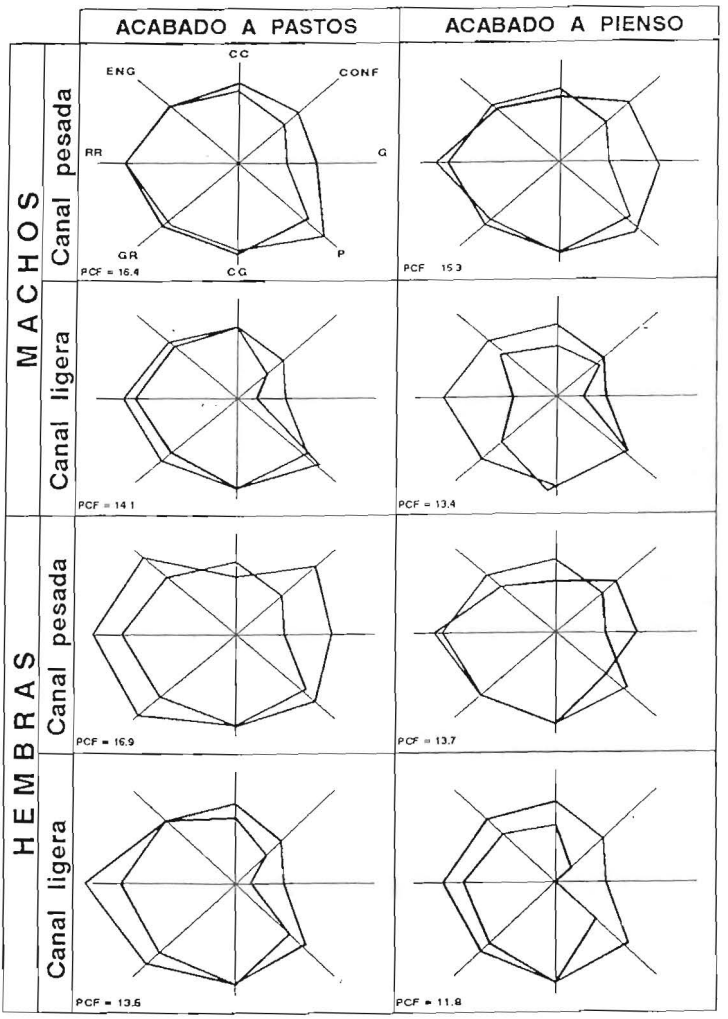
BIBLIOGRAFIA

CAÑEQUE, V. y col. 1989. Sistemas de producción de carne de cordero en España. Producción de carne de cordero en España, 62-65.

LEDIN, I. 1986. The effect of restricted feeding and realimentation on growth and carcas composition in lambs. 37th. E.A.A.P. Budapest.

LOPEZ GALLEGO F. y col. 1992. Caracterización de las canales de cordero bajo diferentes tipos de acabado. 43° F.E.Z. Madrid.

Gráfica 1.- Caracterización de Canales de Corderos Merinos



ENG: Engrasamiento; PCF: Peso Canal Fria (kg); CONF: Conformación; CC: Color Carne; CG: Color Grasa; GR: Grasa Renal; RR: % Recubrimiento Grasa Riñón; G: Ancho Grupa; P: Longitud Pierna; SOMBREADO: Media General.

EVOLUCION DE LAS CARACTERISTICAS PRODUCTIVAS DE UN REBAÑO DE OVEJAS LACAUNE EN CONDICIONES SEMI-INTENSIVAS DE EXPLOTACION.

Such X., Marín MP*., Caja G., Pérez-Oguez L., Ferret A., Molina E., Albanell, E., Peris, S.
Producción Animal, Facultad de Veterinaria,
Universidad Autónoma de Barcelona, 08193. Bellaterra.

INTRODUCCION

La explotación de ovino lechero en España utiliza, en general, razas de doble aptitud (leche-carne), de mediana producción y en condiciones de manejo semi-intensivo. La alimentación se basa en praderas, (naturales o de siembra) y en aporte complementario de henos y piensos. Sin embargo, la necesidad de incrementar la rentabilidad del las explotaciones, requiere actualmente de un aumento en la cantidad de leche producida, lo que puede conseguirse con la integración de razas de mayor nivel de producción, como la Lacaune (Guillouet y Barillet,1991). En el marco de un estudio sobre la adaptación de la raza Lacaune a las condiciones de explotación españolas, iniciado en 1993 (Caja *et al.* 1994), se estudió la evolución de la producción de leche durante cuatro años consecutivos, en un rebaño manejado en condiciones de explotación semi-intensiva, a fin de evaluar si el manejo aplicado permite expresar el potencial productivo de la raza.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizó la información de cuatro lactaciones sucesivas de una muestra inicial de 30 corderas de raza Lacaune, procedentes de dos núcleos de selección en Francia (Ovitest y Confederación General de Roquefort), y mantenidas en la Granja Experimental de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Barcelona. Los animales se manejaron en condiciones de semi-estabulación, con pastoreo en praderas de secano (6-7 h/d), y complementación con henos *ad libitum* y pienso en la sala de ordeño (0.7-0.8 kg/d). Durante los distintos años se valoró la capacidad de producción de leche en la cría (0-4 semanas), mediante el método de la oxitocina (2 UI, intervalo de 4 h) y se controló semanalmente la producción durante el ordeño (5-20 semanas). El destete de los corderos se realizó a la cuarta semana en los dos primeros años, a la quinta en el tercero (tradicional) y a la sexta en el cuarto (cría a media leche, Caja *et al.*, 1994). Por otro lado, se determinó la composición de leche en las muestras recogidas durante los controles (grasa, proteína y caseína), mediante un equipo NIRS calibrado según los métodos de referencia. Asi mismo, se controló el peso vivo y la condición corporal de las ovejas durante toda la lactación. El análisis de datos se realizó a través de análisis de varianza, utilizando el procedimiento GLM (SAS 1989).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Figura 1 se presentan las curvas de lactación de las ovejas durante los cuatro años considerados y en la Tabla 1 se resumen los resultados obtenidos. No se observaron diferencias

significativas en la producción de leche según el año y número de la lactación. En la cría, el primer año se obtuvo una producción de 68 l que se incrementó en un 22% en el segundo año ($P<0.09$), disminuyendo luego a 60 l en 1995. La producción de leche fue de 2.4, 3.0 y 2.1 l/d, respectivamente. El contenido de grasa fue similar en los tres años y osciló entre un 7.2-7.6%, siendo el de proteína y caseína inferiores durante el primer año ($P<0.001$). Al analizar en los dos primeros años las curvas de lactación durante el ordeño, se observa una caída en la producción de un 18% después del destete, que en condiciones similares en ovejas Manchegas se sitúa cerca del 50% (Caja *et al.*, 1994). La similitud entre los niveles de producción de leche obtenidos en los cuatro años se corresponde con lo señalado por Guillouet y Barillet (1991) para la raza Lacaune, donde indican que no aparecen grandes diferencias productivas entre lactaciones, comenzando a disminuir la producción a partir de la tercera lactación. En este caso, la producción de leche en el año 1996, que incluye ovejas de tercera y cuarta lactación, fue un 18-19% inferior a la obtenida en los dos primeros años. La producción de leche en el ordeño fue de 1.4-1.7 l/d, valor dentro del rango descrito por otros autores en los sistemas típicos de explotación de ovejas Lacaune (Guillouet y Barillet, 1991; Barillet 1989). El contenido en grasa de la leche ordeñada no varió significativamente entre años, fluctuando entre 6.4-7.0%, mientras que los de proteína y caseína sí variaron y fluctuaron entre 5.3-6.0% y 3.8-4.7%, respectivamente ($P<0.001$). Los menores valores se observaron en el primer año, donde la producción de leche fue mayor. La proporción de caseína fue un 73-78% de la proteína. Los valores de grasa y proteína son similares a los citados por Barillet (1989), en ovejas Lacaune en Francia e inferiores a los de razas españolas (Gallego *et al.* 1991, Bocquier y Caja, 1993).

No se observaron diferencias significativas en el peso y condición corporal al parto de las ovejas, pero sí al destete ($P< 0.001$) y secado ($P<0.05$). Los valores fueron inferiores en el primer año (corderas). El peso de las ovejas evolucionó positivamente desde el primer parto y a medida que se incrementó la edad de los animales, a excepción del cuarto año, donde se observó un descenso en el peso vivo al destete y secado, lo que debio contribuir al menor rendimiento productivo de ese año. Según estos resultados, las ovejas Lacaune parecen ser capaces de expresar su potencial productivo en condiciones de manejo similares a los utilizados en los sistemas de explotación semi-intensivos españoles, (con pienso limitado a 0.7-0.8 kg/d), siempre que se asegure el aportar suficiente forraje de calidad (pradera o heno *ad libitum*), obteniéndose niveles de producción y composición de leche similares a los obtenidos en su lugar de origen.

BIBLIOGRAFIA

Barillet F. 1989. 4th International Symposium on Machine Milking of Small Ruminants. Tel-Aviv, Israel. p. 463-477.

Bocquier F., Caja G. 1993. 5th International Symposium on Machine Milking of Small Ruminants Budapest, Hungría. p. 580-607.

Caja G., Such X., Ferret A., Casals R. 1994. En: Informe (DG VI) del Programme CEE del Proyecto 8001-CT 91-0113.

Gallego L., Caja G., Such X., Molina MP. 1991. Ovis, 16:29-54.

Guillouet Ph., Barillet, F. 1991. Ovis, 14: 29-49.

SAS. 1989. SAS/STAT User's Guide, vol. 6, Cary, NC.

Figura 1. Curvas de lactación de ovejas Lacaune (1993-1996).

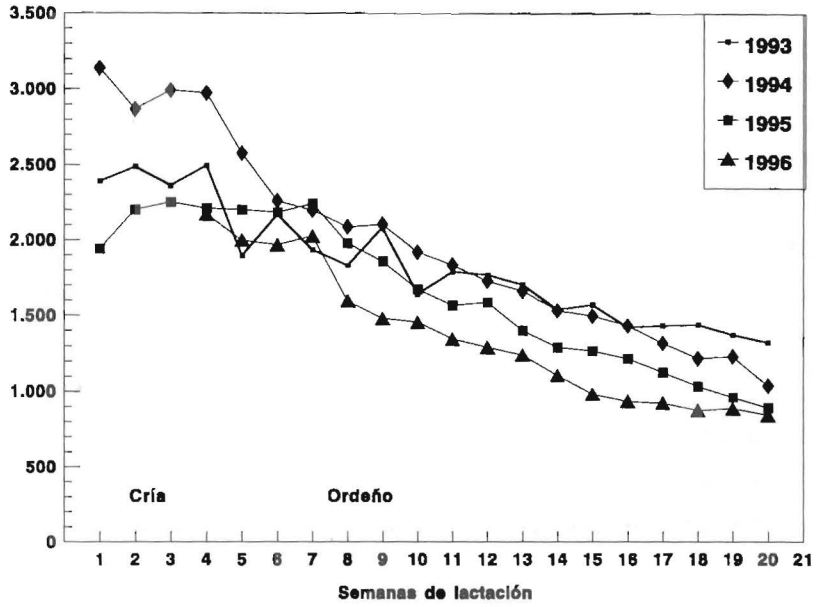


Tabla 1. Características productivas de ovejas Lacaune en condiciones de manejo semi-intensivo[1]. (Media ± Error estándar).

Año	1993	1994	1995	1996	*P*<
Número de animales	(11)	(26)	(6)	(8)	
Cría (0-4 s):					
Leche total (l)	68 ± 4.6	83 ± 4.3	60 ± 2.0	---	0.090
Grasa (%)	7.2 ± 0.27	7.6 ± 0.25	7.3 ± 0.45	---	*NS*
Proteína (%)	4.6 ± 0.14^{c}	5.3 ± 0.06^{a}	5.0 ± 0.10^{b}	---	0.001
Caseína (%)	3.4 ± 0.06^{b}	4.0 ± 0.06^{a}	4.2 ± 0.10^{a}	---	0.001
Ordeño (5-20 s):					
Leche total (l)	189 ± 8.2^{a}	194 ± 7.3^{a}	175 ± 9.1^{a}	157 ± 10^{b}	*NS*
Grasa (%)	6.4 ± 0.20	7.0 ± 0.17	---	6.8 ± 0.17	*NS*
Proteína (%)	5.3 ± 0.08^{c}	6.0 ± 0.08^{a}	---	5.5 ± 0.06^{b}	0.001
Caseína (%)	3.8 ± 0.06^{c}	4.7 ± 0.06^{a}	---	4.4 ± 0.06^{b}	0.001
Total lactación (l)	256 ± 11.2	277 ± 11.0	234 ± 8.4	---	*NS*
Peso (kg):					
Parto	63 ± 0.8	68 ± 1.1	74 ± 1.9	66 ± 2.1	*NS*
Destete	55 ± 1.2^{c}	65 ± 1.5^{b}	73 ± 1.8^{a}	62 ± 2.6^{b}	0.010
Secado	59 ± 1.1^{b}	70 ± 1.4^{a}	73 ± 2.0^{c}	67 ± 2.3^{a}	0.001
CondiciónCorporal:					
Parto	2.75 ± 0.04	2.64 ± 0.05	2.78 ± 0.07	2.43 ± 0.19	*NS*
Destete	2.30 ± 0.05^{b}	2.70 ± 0.07^{a}	2.83 ± 0.07^{a}	2.86 ± 0.04^{a}	0.001
Secado	2.45 ± 0.07^{c}	2.69 ± 0.06^{b}	2.78 ± .06^{ab}	2.91 ± 0.04^{a}	0.050

[1] : Letras distintas indican diferencias significativas ($P<0.05$).

ERRORES DE ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN LÁCTEA A PARTIR DE DIFERENTES MÉTODOS DE CONTROL LECHERO EN EL GANADO OVINO.

J. A. Fuertes, C. Gonzalo, L.F. de la Fuente, y F. San Primitivo

Dpt. Producción Animal. Facultad Veterinaria. Univ. de León. 24071-León.

Introducción

Las ventajas de la simplificación de los métodos de control lechero cuantitativo derivan de la reducción de los costes del propio control lechero, pero tienen como inconveniente la pérdida de precisión en la estimación de la producción lechera individual de las lactaciones. Adicionalmente, los estudios de simplificación usan el método mensual de ambos ordeños como única referencia comparativa, a falta de informaciones menos erroneas de la producción lechera real. El presente artículo determina las pérdidas de precisión de los métodos simplificados, incluido el mensual de ambos ordeños, con relación a un método de control semanal que ofrece una información mucho más precisa de la producción lechera.

Material y métodos

Se dispone de un fichero de 3119 controles semanales de la producción lechera de ambos ordeños, realizados desde la 2ª semana post-parto hasta el secado, y correspondientes a un total de 150 lactaciones de ovejas Churras del rebaño de la Universidad de León, a partir del cual se simularon las siguientes opciones de simplificación del control lechero:

a) Control mensual de ambos ordeños (A4)

b) Control mensual de ordeño fijo:

b_1) corregido por la producción total el día del control, con sus dos variantes de mañana (AFC_Pm) y tarde (AFC_Pt),

b_2) corregido por el intervalo horario entre los ordeños de mañana y tarde (AFC_Hm y AFC_Ht)

c) Control mensual alterno:

c_1) sin corregir, comenzando por el ordeño de la mañana (ATm) o de la tarde (ATt)

c_2) corregido por la producción (ATC_Pm y ATC_Pt) o por el intervalo horario (ATC_Hm y ATC_Ht).

El intevalo horario fue de 16h (tarde-mañana) y de 8 horas (mañana-tarde). La producción de leche en el periodo de amamantamiento se controló en dos días consecutivos tras separar los corderos de sus madres durante un intervalo horario idéntico al correspondiente al periodo de ordeño. El destete se produjo entre la 4ª y 5ª semana post-parto. La cantidad diaria de leche producida por cada oveja en cada método de control fué estimada de acuerdo con Gabiña et al. (1986). A partir de estos valores diarios se realizó el cálculo individual (mediante el método de Fleischman) de las cantidades de leche producidas (lactación total) y ordeñadas (periodo post-destete), sobre una base estandar de 120 días de lactación.

En todos los casos la producción lechera, calculada a partir de los resultados del control semanal, ha sido tomada como referencia, tanto para la producción total como para el periodo post-destete. La eficacia de cada método simplificado estudiado se ha evaluado por la comparación de la medida de referencia (Y) y de la medida (X) estimada tras la simplificación, mediante la regresión lineal entre Y y X, donde $1-R^2$ traduce la pérdida de precisión del método simplificado, y el coeficiente de regresión (b) de Y en X ($Y = a + bX$) indica la naturaleza del error (aleatorio y/o dependiente del nivel de producción).

Resultados y discusión

Tal y como puede apreciarse en la Tabla 1 los errores encontrados son muy superiores a los reseñados por otros autores (Gabiña et al., 1986; Bouloc et al., 1991) que usan como base comparativa el método mensual de ambos ordeños. Igualmente la pérdida de precisión es mucho más acusada en la estimación de la leche total producida (mamada + ordeñada) que para la leche ordeñada exclusivamente, debido a que la estimación de la leche mamada a partir del primer control introduce un error muy elevado. Los métodos fijos del ordeño de mañana (AFm) y los alternos que comienzan con el ordeño de la mañana (ATm) son menos imprecisos que los fijos y alternos de tarde (AFt y ATt). Ello probablemente deriva de la superior producción láctea del ordeño de la mañana, tras 16 horas de intervalo desde el ordeño de la tarde del día anterior. Respecto al tipo de simplificación que resulta más precisa para la estimación de la leche ordeñada, no existen apenas diferencias entre los métodos AFm y ATm de mañana, siendo algo mas precisos los ATt que los AFt. Tampoco parecen existir grandes diferencias entre los métodos

corregidos por la producción del total de las ovejas y los corregidos por el intervalo horario, ofreciendo curiosamente los métodos AT sin corrección errores similares o incluso inferiores a la de los métodos corregidos AF y AT.

Tabla 1. Valores medios de la producción (X), coeficientes de variación (CV), pérdidas de precisión ($1-R^2$) y pendientes de la recta de regresión (b) resultantes de la comparación de las diferentes metodologías de control con el método semanal.

	Lactación total				Periodo post-destete			
Método	X (litros)	CV (%)	$1-R^2$ (%)	b	X (litros)	CV (%)	$1-R^2$ (%)	b
Asemanal	142	21.8	0.00	1.00	100	24.6	0.00	1.00
A4	137	24.0	18.1	.852	97	24.9	9.4	.974
AFC_Pm	140	24.9	23.0	.783	99	25.8	15.8	.889
AFC_Pt	141	27.0	34.6	.662	99	27.4	23.5	.792
AFC_Hm	131	24.9	23.2	.835	93	25.9	15.7	.941
AFC_Ht	150	27.1	36.2	.610	105	27.4	25.6	.741
ATm	154	24.3	23.2	.752	103	25.0	15.5	.877
ATt	121	26.4	28.6	.825	90	27.0	17.3	.920
ATC_Pm	141	24.4	22.9	.795	99	25.1	14.9	.913
ATC_Pt	140	26.8	31.7	.683	99	27.2	19.9	.820
ATC_Hm	133	24.5	23.9	.834	95	25.2	15.3	.951
ATC_Ht	149	27.0	33.1	.634	103	27.3	22.0	.772

Estos resultados evidencian pérdidas importantes de eficacia fenotípica de los métodos simplificados de control, lo cual condicionará indudablemente la eficacia de los esquemas selectivos actuales basados en tales métodos.

Agradecimientos

Este artículo ha sido desarrollado dentro del Proyecto AGF-96-1408-CO3-01 financiado por la C.I.C.Y.T.

Bibliografía

Bouloc, N., F. Barillet, D. Boichard, J.P. Sigwald, y G. Bridoux. (1991). Ëtude des possibilités d'allègement du contôle laitier officiel chez les caprins. Ann. Zootech, 40: 125-139.

Gabiña, D., E. Urarte, J. Arranz. (1986). Métodos de simplificación del control lechero cuantitativo. Aplicación a las razas ovinas del Pais Vasco. Inv. Agrar.: Prod. Sanid. anim., 1(3): 159-170.

ENCUESTA A PASTORES SOBRE VALORACION FORRAJERA DE LA FLORA AUTÓCTONA EN MONEGROS (ARAGON)

I. Delgado, A. Albiol, Mª José Ochoa y F. Muñoz.
Servicio de Investigación Agroalimentaria. Diputación General de Aragón. Apartado 727. 50080 Zaragoza.

INTRODUCCIÓN

El pastor tradicional que durante siglos ha aprovechado la flora autóctona de las estepas, ha de disponer amplios conocimientos sobre su utilidad, valor forrajero, palatabilidad, época y grado de aprovechamiento, provenientes de la observación y de la transmisión de conocimientos entre generaciones. En la actualidad esta profesión tiende a desaparecer por abandono o jubilación, lo que conlleva el riesgo de que tales conocimientos se pierdan. Conscientes de ello, se ha llevado a cabo una encuesta en la comarca de Monegros, con el fin de recoger sus conocimientos sobre el aprovechamiento de dicha flora, como complemento de otros trabajos de catalogación y valoración nutritiva que se están realizando.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevaron a cabo 30 encuestas, realizadas durante 1994 y 1995. Las encuestas se hicieron a pastores experimentados, normalmente una por cada uno de los municipios que constituyen la comarca de Monegros (Bielza y Escolano, 1983). El tiempo de dedicación al oficio oscilaba entre 9 y 65 años, siendo la media de $38,5 \pm 18,2$ años.

Las encuestas se realizaron sobre el interés forrajero de nueve especies arbustivas y siete herbáceas perennes, relacionadas en la Tabla 1, que habían destacado por su mayor frecuencia en la Comarca (Delgado et al.,1996). Cada encuesta se realizó sobre el terreno mostrando las especies objeto de evaluación. Sobre cada una de ellas se solicitó el nombre vulgar de la planta, su grado de apetencia por el ganado, valoración nutritiva, época de consumo y otras apreciaciones sobre su aprovechamiento.

El análisis de la encuesta se hizo, en el caso de los nombres vulgares, recogiendo la totalidad de los nombres propuestos. La evaluación de la apetencia y del valor nutritivo se hicieron puntuando de uno a cinco: 1, nada apetecible o nutritiva; 2, poco; 3, regular; 4, buena; y 5, muy buena. Los resultados se presentan como la media de las puntuaciones sobre el total de respuestas. La época de consumo y las apreciaciones de los pastores se han recogido solamente las más coincidentes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la encuesta se presentan en la Tabla 1. Los encuestados dieron la misma puntuación a la apetencia del ganado por las plantas que a su valoración nutritiva, por lo que sólo una puntuación, sobreentendiendo que para los encuestados su apetencia implicaba calidad. La época de consumo y otras apreciaciones se han agrupado en una sola casilla, ya que así lo hacían los encuestados; en el caso de *Artemisia herba-alba, Ononis tridentata, Rosmarinus officinalis, Thymus vulgaris, Brachypodium retusum* y *Stypa sp.* alternaban la respuesta "período de mayor escasez de pastos" y "aparición de nuevos rebrotes", generalmente coincidentes en el tiempo; en *Genista scorpius, Retama sphaerocarpa* y *Lygeum spartum* la relacionaban con la presencia de ciertas partes apreciadas por el ganado como capullos florales, flores y vainas; *Atriplex halimus* era estimado por su alto contenido en sales minerales, siendo por ello pastoreado esporádicamente durante todo el año; *Dorycnium pentaphyllum* y *Salsola vermiculata* fueron siempre bien valoradas, ramoneándosee siempre que hubiera materia verde disponible; finalmente, *Asphodelus fistulosus, Dactylis glomerata, Koeleria vallesiana* y *Plantago albicans* eran poco consideradas por su escaso desarrollo.

Estas respuestas se muestran a veces en contradicción con los análisis químicos que se están efectuando (Muñoz et al., 1996). Así, *Retama sphaerocarpa* y *Artemisia herba-alba,* muy mal valoradas por los encuestados por su inapetencia mostraron valores de proteína bruta y de digestibilidad *in vitro* de la materia seca similares o superiores que otras mejor valoradas como *Genista scorpius* y *Rosmarinus officinalis*, y entre las herbáceas *Stypa sp.* presentó valores muy superiores a *Lygeum spartum* (Muñoz, comunicación personal), lo que se atribuyó a que el ganado hace selección de las diversas partes de la planta por la posible presencia de otros componentes no analizados o a la no adecuación de los análisis químicos habituales para este tipo de flora.

BIBLIOGRAFÍA

BIELZA, V.; ESCOLANO, S., 1983. *Geografía de Aragón.* Tomo 4. Ed. Guara, Zaragoza.

DELGADO, I., OCHOA, M.J., ALBIOL, A., MUÑOZ, F., 1995. Descripción y evaluación de la fitomasa presente en áreas no cultivadas de la comarca de Monegros (Aragón). *Pastos* (en prensa).

MUÑOZ,F., ANDUEZA, J.D., DELGADO, I., OCHOA, M.J., 1996. Chemical composition and digestibility of browse plants in semi-arid region of Spain. *Regional Training Workshop on native exotic fodder shrubs in arid and semi-arid zones*, FAO/CIHEAM. 27 de octubre- 2 de noviembre, Tunez.

Tabla 1. Resultados de las encuestas.

Nombre científico	Nombre vulgar	Apetencia	Época de consumo
Artemisia herba-alba	Ontina fina, ontina blanca.	2,5 (30)	Durante el período de crecimiento
Atriplex halimus	Sosa, sosera.	3,7 (30)	Todo el año. Uso esporádico.
Dorycnium pentaphyllum	Escobizo.	4,6 (21)	Todo el año.
Genista scorpius	Aliaga.	3,5 (30)	Sólo flores y vainas. Mejor las cabras.
Ononis tridentatae	Asnallo, arnallo.	3,0 (10)	En floración.
Retama sphaerocarpa	Ginestra.	2,4 (30)	Sólo vainas y algún rebrote. Mejor las cabras.
Rosmarinus officinalis	Romero	3,0 (28)	En floración.
Salsola vermiculata	Sisallo	4,3 (30)	Todo el año. Mejor en primavera y otoño.
Thymus vulgaris	Tomillo, tremoncillo.	2,2 (30)	Aparición de nuevos rebrotes.
Asphodelus fistulosus	Alborce, albojzo, abozo.	2,7 (15)	En estado vegetativo y seco.
Brachypodium retusum	Broza de sierra, cerbero.	3,1 (30)	Durante el período de crecimiento.
Dactylis glomerata	Hierba de yermo, hierba de chozo, hierbeta, tasca.	3,7 (26)	Durante el período de crecimiento.
Koeleria vallesiana	Cerrillo fino, cerrillico.	3,8 (28)	Durante el período de crecimiento.
Lygeum spartum	Esparto, albardín.	3,8 (30)	Sobre todo capullos florales.
Plantago albicans	Pelusilla, terrera, picutín.	3,8 (29)	Todo el año.
Stipa sp.	Cerrillo, cola de rata, pelo de cola de caballo, barbachoto.	2,9 (28)	Nuevos rebrotes.

Apetencia: 1, nada apetecible; 2, poco; 3, regular; 4, buena; 5, muy buena. Entre paréntesis: número de pastores que respondieron.

INTENSIFICACION HISTORICA DE LOS SISTEMAS DE PASTOREO EN LOS SISTEMAS AGROFORESTALES DE DEHESA

CALVO CALVO, J.C..; CALVO CALVO, G.; APARICIO TOVAR, M.A.; VARGAS GIRALDO, J.D.

Cátedra de Agricultura y Economía Agraria. Departamento de Zootécnia. Facultad de Veterinaria. Universidad de Extremadura, 10.071 Cáceres.

INTRODUCCION

El sistema productivo seguido por el hombre en el ecosistema "dehesa" se ha mantenido estable durante siglos. A partir de los años cincuenta la dehesa española entra en una fuerte crísis motivada por los efectos del despegue y desarrollo económico español. Los censos ganaderos disminuyeron considerablemente. En la década de los 70 y 80 ocurrió lo contrario, se pasó de una agricultura tradicional a una agricultura de mercado. La producción animal se intensificó fuertemente en dicha década. Al respecto, son extraordinariamente significativos los incrementos de los censos ganaderos en Extremadura dados por Muslera (1992). En el período comprendido entre 1974 y 1990 los efectivos ganaderos de vacuno de carne se elevaron en un 145%. El ovino incrementó su censo en el período 1974-1990 en un 55%. En la década de los 90 la entrada en vigor de la nueva PAC está condicionando de nuevo el modelo de gestión. Los efectivos ovinos y caprinos en los ultimos 10 años se han elevado en un 20% por el efecto de las primas comunitarias (Escribano, 1995).

MATERIAL Y METODO

Se utilizan los indicadores técnicos de gestión, de tres años (1991-1993) y de tres dehesas, situadas en el suroeste de la península ibérica, en la provincia de Cáceres. Estos indicadores físicos se comparan con los obtenidos en otras doce dehesas por los equipos de investigación del proyecto "Análisis técnico y económico de los sistemas de dehesa y montados" (CEE CAMAR DG VI 90-0028), en Salamanca, Badajoz, y Alentejo portugués. Además se analiza el porcentaje de rechazo de los recursos de pastoreo en una de las fincas para comprobar el grado de aprovechamiento de la cubierta herbácea durante la primavera y corroborar el modelo de gestión de pastoreo rotacional llevada a cabo durante los tres años en las distintas dehesas.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla nº 1 se resumen los principales indicadores técnicos de gestión de las tres dehesas estudiadas en la provincia de Cáceres. Se indican también los mismos indicadores en las provincias de Salamanca (referidos a cuatro dehesas), provincia de Badajoz (referidos a cuatro dehesas) y los del Alentejo portugués (referidos a cuatro dehesas). Los metros lineales de cercado por ha de SAU reflejan el grado de parcelación del sistema. El incremento de construcción de charcas ha sido proporcional a la construción de alambradas. Se hizo necesario proveer a todos los cercados de charcas para que el ganado pudiera abrevar en cada cercado en el que pastaba. Se registra una media de 162 ha de superficie cercada por cada charca.

Tabla nº 1: Resumen de indicadores físicos de las dehesas y los montados analizados

FINCAS	CERCAS	VIALES	CHARCAS	EMPLEO	PM	SUPL.
CC	31,66	11,33	84,33	16	68	35,81
SA[1]	49,75	18,75	45,25	10	33,75	34,32
BA[2]	46	8,5	343,5	20,75	29	46,73
AL[3]	41	23,25	174	18,75	29,75	23,07
TOTAL	42,10	15,45	161,77	16,38	40,13	34,98

Fuente: elaboración propia. [1,2,3] = Campos et al., 1996.

CERCAS: metros lineales/ha SAU. *VIALES/CAMINOS*: metros lineales/ha SAU. *CHARCAS*: ha SAU/unidades. *EMPLEO*: horas/ha SAU. *PM*: Potencia mecánica $CV.10^{-2}$ ha SAU. *SUPL*ementación: porcentaje de alimento (pienso) sobre el total consumido por los animales.

Es de destacar el porcentaje de de alimentos aportados a las explotaciónes (35,81) en forma de piensos, con el consiguiente coste que acarrea. El concepto de suplementación no se concebía a principios de siglo. La transhumancia, o salida de los efectivos ganaderos a pastorear los pastos de alta montaña era la solución práctica a la falta de recursos alimenticios ocasionados por la estacionaldad productiva de los mismos en la época estival. La carga ganadera a principios de la década de los 70 era de 0,2 Unidades Ganaderas Mayores UGM/ha (Muslera, 1992). En la década de los 90 la carga ganadera es de 0,32 UGM/ha (Escribano, 1995). Olea y Paredes (1995) dan una carga ganadera de 3,4 ovejas/ha media para un grupo de diez dehesas del SO peninsular. Dentro de las características extensivas propias del sistema, el modelo de gestión actual está conduciendo a una mayor intensificación productiva de la dehesa (Escribano, 1995). La

media de recursos de pastoreo rechazados para la finca objeto de estudio fue del 31,2%. Según Duthil (1989) en pastoreo libre el porcentaje de rechazo es de 30-50%. Olea y Paredes (1995) detectan el 50% de rechazo para el sistema de dehesa en pastoreo libre puro. Duthil (1989) da un porcentaje de rechazo del 25% para el pastoreo rotacional. Por tanto, se confirma teóricamente lo que en la práctica, el sistema de gestión empleado viene realizando en los sistemas adehesados, la intensificación progresiva del sistema de pastoreo motivado por el incremento de efectivos ganaderos sobre el medio. De hecho, empíricamente la dotación de cercados está generalizando el uso del pastoreo rotacional.

CONCLUSIONES

Se detecta la intensificación general del uso productivo en el sistema de dehesa con el aumenmto, no sólo, del número de animales por hectárea en pastoreo, sino también por el aumento de la presión de pastoreo al disminuir el porcentaje de rechazo de la cubierta herbácea. Actualmente, el sistema de pastoreo real practicado, en cuatro dehesas de Cáceres analizadas, es pastoreo rotacional. El sistema de gestión de los recursos de pastoreo del habitat, proporciona el $64,19.10^{-2}$ del total de las necesidades alimenticias de los animales explotados. El alimento suplementado con recursos de fuera de la explotación es de $35,81.10^{-2}$.

BIBLIOGRAFIA

-CAMPOS, P. (COORDINADOR); APARICIO, M.A.; CALVO, J.C.; ESCRIBANO, M.; PRIETO, A.; PULIDO, F.; VARGAS, J.D.; COELHO, I. (1996). Informe científico final del proyecto de investigación "Análisis técnico y económico de los sistemas de dehesas y montados, 1991-1994 (Unión Europea DG VI CT 90-0028).

- DUTHIL, J. (1989).Producción de forrajes. Mundi Prensa. Madrid. Pg 83-126.

- ESCRIBANO, M. (1995). Contribucción al estudio de la dehesa en Extremadura. Análisis técnico y económico de sistemas adehesados de uso múltiple del Suroeste de Badajoz. Tesis doctoral. Facultad de Veterinaria, UEX.

- MUSLERA, E. (1992). La dehesa: características productivas y alternativas ganaderas para su aprovechamiento. Feria Internacional ganadera del V Centenario. Zafra (Badajoz).

-OLEA, P. y PAREDES, J. (1995). Importancia de la calidad del pasto en los sistemas extensivos semiáridos. Ponencia presentada en la XXXV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Págs. 85-91.

REPERCUSION DE LOS NIVELES DE PROTEINA BRUTA DE LOS RECURSOS DE PASTOREO EN LA GESTIÓN ALIMENTICIA EN LOS SISTEMAS DE DEHESA

CALVO CALVO, G; CALVO CALVO, J.C.; VARGAS GIRALDO, J.D. y APARICIO TOVAR, M.A.

Cátedra de Agricultura y Economía Agraria. Departamento de Zootécnia. Facultad de Veterinaria. Universidad de Extremadura. 10.071 Cáceres.

INTRODUCCION

En los sistemas adehesados la oferta de recursos pastables tiene amplias variaciones, tanto intraanuales como interanuales, que hace necesaria la suplementación energética en determinados períodos con recursos propios o ajenos al sistema. Estos aspectos condicionan en gran medida los sistemas productivos que pudieran darse y la adecuación y el grado de dependencia de la ganadería hacia los recursos del medio. El aprovechamiento de los recursos mediante pastoreo de los animales supone una de las principales utilidades económicas de la dehesa, de forma que el coste de las produciones ganaderas se encuentra condicionado por los recursos de pastoreo y su evolución a lo largo del año (Prieto, 1992).

MATERIAL Y METODO

Se analiza en el presente trabajo la influencia de la calidad bromatológica del pastizal sobre la gestión alimenticia referida a la suplementación en forma de concentrados en una dehesa de unas 1.200 has de SAU (Superficie Agraria Util) durante tres años. Para el cálculo de las necesidades energéticas totales de los animales domésticos explotados en la dehesa, objeto de estudio, se toma la metodología de Martín *et al.* (1987) sobre el cálculo de la carga ganadera en la dehesa, única y específica del sistema de dehesa. Los requerimientos de necesidades nutritivas de los animales domésticos explotados en un sistema de dehesa son homogeneizados a raciones de mantenimiento ovino (RMO). Se define RMO como las necesidades diarias de mantenimiento ovino en energía metabolizable (EM) (1730 Kcal) de una oveja Merina, de 40 kg de peso, en estado de carnes medio y no estando ni gestante ni lactante. El balance físico mensual de animales se ha basado en el seguimiento diario de las actividades y tareas de la dehesa, siguiendo las directrices del proyecto internacional de investigación titulado "Analisis técnico y económico de los sistemas de dehesa y montados, 1991-1995" (UE, DG VI 90-0028). El cálculo de la productividad por hectárea de recursos pastables se ha realizado cortando la produción de pasto mensual, en parcelas de exclusión de 2x2 metros repartidas por la superficie más representativa de la dehesa objeto de estudio. Los cortes se han desfasado, unos de otros, quince días para que los resultados de la

evolución cualitativa del pasto fuera más precisa. Como índice cualitativo de los recursos de pastoreo se toma el nivel de proteína, por ser éste el factor que condiciona, muy por encima de los demás, el pastoreo animal en estos sistemas (Olea y Paredes, 1995).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la figura nº 1 se refleja la demanda anual media de necesidades energéticas y la suplementación alimenticia de los animales domésticos explotados en la dehesa analizada durante los años 1991-1993. A finales de mayo, los recursos de pastoreo estan en la última fase de su desarrollo vegetativo lo que ocasiona que el nivel de Proteina Bruta (BP) sea bajo, en este caso el 7% (figura nº 2). Esta disminución de la calidad bromatológica del pasto condiciona el manejo alimenticio de los animales (Smetham, 1994). Los animales domesticos necesitan una suplementación alimenticia en forma de piensos concentrados para corregir los desequilibrios dietéticos de la alimentación. Olea y Paredes (1995) sostienen que los recursos de pastoreo, de la dehesa, con un nivel medio anual de PB inferior al 14%, como es el caso que nos ocupa (13.74%), una oveja necesita ingerir 836 Kg de Materia Seca (MS) al año para satisfacer sus necesidades nutritivas. La producción media anual de recursos de pastoreo, de ésta dehesa, para los tres años considerados, es de 1200 Kg MS ha^{-1}. La carga ganadera, expresada en RMO, de la dehesa objeto de estudio es de 1,26. En base a esto, la cantidad de recursos de pastoreo tomados del medio debería ser de 1.053 Kg MS ha^{-1}. En cambio, se detecta, al inicio del siguiente periodo vegetativo, un porcentaje del 31.2% (374 Kg MS) de recursos de pastoreo rechazados por los animales, procedentes del anterior periodo vegetativo. Por tanto la cantidad real de pasto tomada en pastoreo es de 826 Kg de MS/ha. El manejo y la gestión empresarial compensan este rechazo con suplementación alimenticia en forma de concentrados a partir de esos períodos en los que la calidad del pasto disminuye. En ésta dehesa, los animales son suplementados en un 13.35% (figura nº1); el 86.65% restante de las necesidades alimenticias de los animales domésticos se las proporcionan los recursos de pastoreo de la cubierta vegetal.

BIBLIOGRAFIA

- Martin, M., Espejo, M., Plaza, J. and Lopez, T. (1987). *"Cálculo de la carga ganadera en la dehesa"*. En CAMPOS, P. y MARTIN, M. (Cord.). Conservación y desarrollo de las dehesas portuguesa y española. I Jornadas técnicas, Badajoz. MAPA. Págs: 239-258.

Figura nº1: Distribucción mensual de la suplementación y necesidades nutritivas. Media 1991-1993.

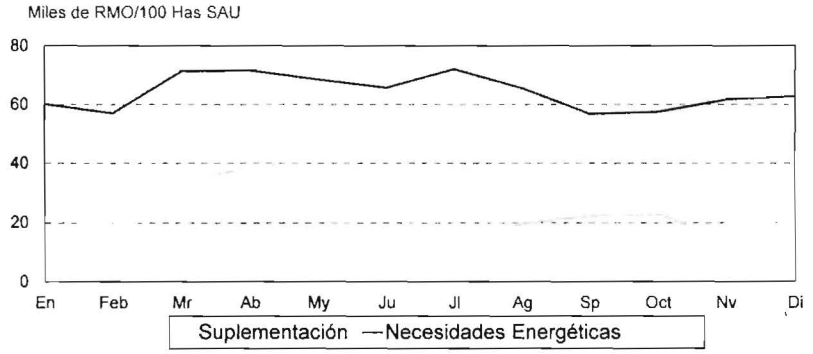
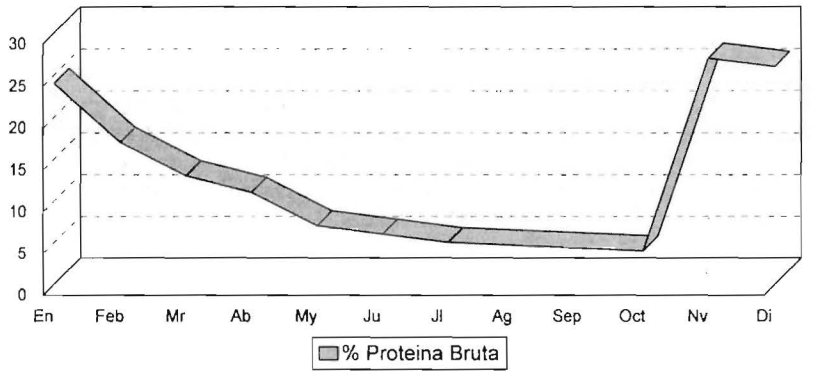


Figura nº 2: Evolución anual de la Proteina Bruta



- **Olea, L. y Paredes, J.** (1995). *Importancia de la calidad del pasto en los sistemas extensivos semiáridos.* En Chinea, E. y Barquín, E. (Coordinadores) Pastos y productos ganaderos. Vicerrectorado de Investigación de la Universidad de la Laguna y Escuela de Ingenieria Técnica Agrícola, Tenerife, 1995. Pags. 85-90.
- **Prieto, A.** (1992). *Producción y gestión sustentable de sistemas agrarios adehesados del Centro-Oeste de España.* IV Congreso Nacional de Economía. Desarrollo económico y medio ambiente. Ed. Aranzadi. Págs. 190-195.
- **Smetham, M.L.** (1994*). The management of pastures for grazing.* Revista Pastos: XXIV (Y). 5-30, 1994.

TIPOS DE ESTRUCTURAS FORRAJERAS EN SISTEMAS DE EXPLOTACION DE VACUNO EXTENSIVO

Díez, A.; Olaizola, A.M.; Manrique, E.; Bernués, A.
Unidad de Economía Agraria (Dpto. de PACA)
Universidad de Zaragoza. Miguel Servet 177
Zaragoza (España)

I. INTRODUCCION

La búsqueda de opciones técnico-económicas para adaptarse a la coyuntura, ha incrementado la diversidad de sistemas practicados por las explotaciones de montaña (3). El sistema es función de objetivos del ganadero y de restricciones diversas; si bien las condiciones económicas y estructurales y en concreto la desigual disponibilidad de factores y la rareza relativa de los recursos disponibles (5) son determinantes. Aunque el desarrollo económico ha destacado la importancia del factor trabajo, la disponibilidad y distribución de recursos forrajeros que en los sistemas ganaderos de montaña aportan las reservas que definen el periodo fundamental de estabulación invernal (2), continuan manteniendo relevancia. La posibilidad de ampliar estas superficies ha permitido diversificar sistemas en regiones de ganadería extensiva (4). Para diferenciar explotaciones agrarias se han utilizado diferentes metodologías, y entre ellas, métodos de análisis multivariante (1); así como numerosos criterios diferentes incluidos los económicos y de disponibilidad de factores (3). En explotaciones de vacuno de montaña, el conocimiento tipológico, siempre con carácter instrumental, se pretende utilizar para conocer factores explicativos de los sistemas. En este caso, el objetivo es iniciar el análisis de sus estructuras forrajeras como componente de dichos sistemas.

II. METODOLOGIA

La información ha sido obtenida mediante encuesta directa a los ganaderos. Se realizaron un total de 59 encuestas a explotaciones especializadas de bovino (Producción Final de Vacuno superior al 90% de la P. F.) en los valles pirenaicos de Benasque, Broto y Baliera-Barravés (Huesca). Suponen un total, respectivamente, de 35, 14 y 9 encuestas válidas.

Tabla 1.- Definiciones de las variables utilizadas

Variables o indicadores	
Superficie forrajera	Dimensión de la superficie forrajera (SF) de la explotación en ha.
% Pradera natural	Porcentaje de praderas naturales con relación a la SF de la explotación.
% Cultivos forrajeros	Porcentaje de cultivos forrajeros con relación a la SF de la explotación.
Cadena forrajera	Grado de autonomía: disponibilidad completa, le empacan, tiene equipo compartido.[1]
Carga corregida	UGB[2] sobre las ha de superficie segada en relación a la SF.{UGB / (SS x SF)}

[1] Clases en que se divide la variable cualitativa [2] Unidad de Ganado Mayor.

La información recogida está referida al ciclo de producción: octubre de 1991 y octubre de 1992, e incluye información sobre: estructura de la explotación; el

rebaño y su estructura; construcciones, instalaciones y equipos; compras de inputs; venta de productos; dinámica de la explotación; sistema forrajero (abonado, recolección, pastoreo e instalaciones específicas) etc. Se han considerado un total de cinco variables referentes a la estructura del sistema forrajero. Estos indicadores (Tabla 1), se trataron estadísticamente mediante Análisis Factorial de Correspondencias Múltiples (AFCM). Posteriormente, se realizó un Análisis Cluster con los tres primeros factores obtenidos, que explicaban un mayor porcentaje de la varianza, con la finalidad de establecer grupos o tipos de explotaciones.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

Factores caracterizadores de las estructuras forrajeras de explotación

Tras una transformación previa de cada una de las variables en tres clases, se obtuvieron 5 factores en el AFCM. Los tres primeros ejes explican un 56% de la inercia total. Su significado es el siguiente:
Eje 1 Explica el 21% de la inercia total. Se refiere a una gran dimensión de SF con menores porcentajes de pradera natural y de carga corregida. La correlación negativa entre dimensión y pradera natural se observa en todos los ejes.
Eje 2 Explica el 18% de la inercia. Se refiere a explotaciones con una dimensión de superficie forrajera intermedia. Presentan la mayor proporción de pradera natural y la menor de cultivos forrajeros. La carga corregida es de tipo intermedio.
Eje 3 Con un 17% de la varianza explicada. Pueden ser explotaciones de SF grande o pequeña caracterizadas por disponer de cadena forrajera completa y también con una menor proporción de cultivos forrajeros.

Tipos de explotaciones

Los cinco tipos o grupos de explotaciones obtenidos, pueden ser diferenciados fundamentalmente por la dimensión de su SF de explotación. Las características de cada uno de los tipos, referidas a las variables utilizadas en la diferenciación y a otros indicadores estructurales, se recogen en la Tabla 2.
El factor dimensión de la SF es determinante y en torno a él se escalonan los diferentes grupos y la distribución de aprovechamientos. Los grupos con menores disponibilidades de SF presentan mayor proporción de superficies de producción cosechada (praderas y cultivos forrajeros) fundamentalmente praderas naturales y, en menor medida, cultivos forrajeros. Por el contrario, el porcentaje de pastizales de explotación disminuye cuanto menor es la superficie forrajera. Dado que también son las más pequeñas explotaciones las que mayor proporción de regadío disponen, puede afirmarse la necesidad de intensificar más el uso de sus superficies (regadío y cosecha de hierba) por parte de los grupos con menor SF. No obstante, esta intensificación se produce en base a praderas y en menor medida con cultivos forrajeros. El tipo tres se aparta de las consideraciones que anteceden, así como en otros aspectos que a continuación se citarán. En la distribución de sus aprovechamientos intervendrían otras consideraciones aquí no consideradas, por ejemplo, aspectos de localización (altitud, dispersión, pendientes, orientación, alejamiento, accesos) que como hipótesis pueden ser factores con incidencia. El porcentaje de superficies arrendadas es menor también en los tipos de pequeña dimensión. No es por tanto la mayor necesidad de SF la que determina el recurso al arriendo de tierras. El número de vacas aumenta con la dimensión de la SF. El ganadero adapta el tamaño del rebaño a sus disponibilidades forrajeras, sin considerar otras opciones como sería la compra de forrajes fuera de la explotación. Existe, asi mismo, relación estrecha entre dimensión del rebaño, disponibilidades de SF y de trabajo (UTH) y en menor

medida con otros elementos del capital de explotación como es la cadena forrajera. En estos aspectos, elementos citados del factor localización, podrían explicar el comportamiento de las explotaciones, ya que puede constatarse que el 66,6% de las explotaciones consideradas de Baliera-Barravés pertenecen al Tipo 1; el 34% de las de Benasque al tipo 2 y el 43% de las de Broto al Tipo 4.

Tabla 2.
Valores medios y principales características de los diferentes grupos.

TIPOS DE SISTEMAS	Grupo1	Grupo2	Grupo3	Grupo4	Grupo5
Nº DE EXPLOTACIONES	12	16	8	12	7
Variables cuantitativas					
Superficie forrajera (ha)	39,25	18,19	74,63	16,15	9,93
% Pastizales *	39,51	35,69	27,44	21,16	16,27
% SAU[1] arrendada *	43,32	36,00	34,08	33,89	28,05
% SAU regadío *	12,96	14,29	18,49	21,82	33,85
% Pradera natural	37,39	46,56	68,40	77,55	58,13
% Cultivos forrajeros	23,11	17,75	4,16	1,29	25,6
Nº de vacas *	27,33	30,25	47,00	24,17	16,14
Nº UGB *	36,86	35,74	59,68	31,73	20,76
UGB/SF(ha) *	0,90	2,00	0,90	2,04	1,99
Carga corregida	0,04	0,22	0,03	0,19	0,28
Nº UTH[2] *	1,71	1,49	2,16	1,69	1,26
Variables cualitativas					
Localización por valles *					
1.-Benasque	+	+++	+	+	+
2.-Baliera-Barravés	+++	+	+	-	-
3.-Broto	-	+	+	+++	++
Cadena forrajera					
1.-Completa	++	+	+++	+++	+
2.-Sólo le empacan	-	+	-	+	++
3.-Equipo compartido	+	++	-	+	-

Nota: las dos últimas variables se explican en función de las tres clases establecidas.
+++ presencia alta ++ presencia media +presencia baja - presencia nula
[1] Superficie Agrícola Util [2] Unidad Trabajo Hombre
* Variables que no han intervenido en el análisis estadístico

BIBLIOGRAFIA

(1) Dobremez, L.; Lienard, G.; Barret, M. 1990. INRA Prod. Animal 3 (5) 329-45

(2) Manrique, E.; Revilla, R.; Olaizola, A. M.; Bernués, A. 1992. Bovis 40: 9-42

(3) Olaizola, A. M.; Manrique, E.; Maza, M. T. 1995. ITEA Vol 91A, nº2, 47-58

(4) Roux, M.; Fiorelli, J.L.; Teissier, J.H. 1987. Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraries et le Développement II: 89-99

(5) Tirel, J.C. 1992. Economia Rurale, 208-209: 111-116

FORMAS DE UTILIZACION DEL TERRITORIO EN EXPLOTACIONES DE VACUNO DE MONTAÑA

Díez, A.; Manrique, E.; Olaizola, A.; Bernués, A.
Unidad de Economía Agraria (Dpto. de PACA)
Universidad de Zaragoza. Miguel Servet 177
50013 Zaragoza (España)

I. INTRODUCCION

Un rasgo característico de los sistemas de vacuno pirenáicos es la utilización de extensas superficies pastorales, de gestión y uso comunal, que constituyen los principales recursos aunque estacionalmente desequilibrados (3) (4). El pastoreo llega a constituir un elemento vertebral del sistema de explotación como se ha puesto de manifiesto por la relación entre su utilización y el nivel que ocupan las rentas agrarias en el total de rentas familiares (2). Por otra parte, los sistemas practicados inciden en el territorio; y el espacio rural se transforma por los cambios que experimentan los sistemas, las prácticas agrarias y las formas de utilización (1). Por ello, las actividades ganaderas en montaña, además de su función productiva, se considera que contribuyen a rentabilizar las superficies pastorales y la escasa tierra agrícola, y a mantener el territorio y la vida social (5) de forma que entre los objetivos de la PAC se incluye la búsqueda de sistemas reproductibles y extensivos, es decir, basados en mayor utilización de tierra y menor de trabajo y/o capital por ha. La regresión agraria en las zonas desfavorecidas de países desarrollados, ha ido acompañada de cambios en las prácticas de explotación y en la utilización de los espacios pastorales (6) y los diversos esquemas de funcionamiento de las explotaciones de montaña suponen, en muchos casos, la ruptura de formas tradicionales de explotación del territorio con consecuencias indeseadas. El objetivo de esta comunicación es la tipificación de las diferentes formas de utilización del territorio en un grupo de explotaciones de vacuno, como paso previo para el análisis de su incidencia en otros aspectos del sistema.

II. METODOLOGIA

Para la recogida de información básica, se ha utilizado la encuesta directa a los ganaderos. Se han realizado un total de 59 encuestas a explotaciones de bovino especializado (aportación de más del 90% de la Producción Final) en los valles del Pirineo Aragonés de Benasque, Broto y Baliera Barravés (35, 14 y 9 encuestas respectivamente). La información recogida se refiere al ciclo de producción: octubre del 91 - octubre del 92.
Se han considerado un total de ocho variables referentes al funcionamiento del sistema forrajero y pastoral. Estos indicadores (Tabla 1), se trataron estadísticamente mediante Análisis Factorial de Correspondencias Múltiples (AFCM). Hacían referencia al grado de autonomía forrajera, a la administración de concentrado invernal, tipo de pastos, pastoreo tanto en primavera como en otoño, gastos en cultivos y carga ganadera en puerto. Posteriormente, se realizó un Análisis Cluster con los tres primeros factores obtenidos que explicaban un mayor porcentaje de la varianza, con la finalidad de tipificar las explotaciones.

Tabla 1.- Definiciones de las variables

VARIABLES CUANTITATIVAS	
kg forraje /UGB	Forraje comprado (kg) / UGB[1] que incluye paja, heno de pradera natural, alfalfa y otros henos, granulado de alfalfa y subproductos.
% pastoreo primavera	Proporción de días que pastan al año antes de subir a puerto.
% pastoreo otoño	Proporción de días que pastan al año después de bajar de puerto.
Gastos cultivos/SS[2]	Gastos en fitosanitarios semillas y abonos por ha de Superficie Segada (Superficie Forrajera menos Pastizales).
% UGB puerto	Proporción de días al año que pasan en puerto corregido para las Unidades Ganaderas que suben.
VARIABLES CUALITATIVAS (las clases se indican entre paréntesis)	
Concentrado invernal	Forma de distribución del concentrado a los diferentes efectivos animales (lactantes, a lactantes y gestantes y, "otras")
Sup. past. primavera	Tipo de superficie pastada en primavera (praderas de siega, pastizal y, praderas y pastizales)
Sup. past. otoño	Tipo de superficie pastada en otoño ("rebasto", pastizal ,y pastizal y "rebasto")

[1] Unidad de Ganado Mayor
2 Superficie Segada

III. RESULTADOS Y DISCUSION

Factores que caracterizan las formas de utilización del territorio

Tras una transformación previa de las ocho variables en tres clases cada una, se obtuvieron cinco factores tras ejecutar el AFCM. Los tres primeros ejes explican un 38% de la inercia total y su significado es el siguiente:

Eje 1 Explica el 15% de la inercia total. Se refiere a explotaciones con un bajo porcentaje de pastoreo en otoño y la adquisición de importante cantidad de forraje para el invierno. Presentan además una elevada utilización del puerto. Pastan tanto en primavera como en otoño, praderas de siega. Destacan los elevados gastos en el cultivo.

Eje 2 Con un 12% de la varianza explicada, se refiere a un tipo de explotación con un importante pastoreo en otoño y de carácter intermedio en primavera. Suministra pienso sólo a vacas lactantes y desplaza a puerto un porcentaje intermedio del rebaño.

Eje 3 Explica un 11% de la inercia. Refleja explotaciones con un pastoreo de pastizales tanto en primavera como en otoño. El porcentaje de UGB que se mantienen en puerto durante la época estival es de tipo bajo. El concentrado invernal no se suministra de forma especial a lactantes o a gestantes, sino al grupo definido como "otras".

Tipos de funcionamiento de las explotaciones

Se han obtenido cuatro grupos de explotaciones cuyas características de funcionamiento aparecen en la Tabla 2. Los diferentes tipos señalan un cierto efecto de la localización. Así, en Benasque, el 63% de las explotaciones se encuadran en los grupos 3 y 4; en Baliera el 77 % en los 1 y 2 y en Broto el 64 % pertenece al tipo 1. Parece desprenderse la influencia en la tipología de aspectos locales (físicos o económico-sociológicos) aquí no contemplados.

Con la excepción del grupo 2, todos los tipos presentan estructuras parecidas: superficie forrajera (SF), rebaño, trabajo. El tipo 2, totalmente diferenciado en este aspecto, tiene SF (57,6 ha), UGB (60,8) y UTH (1,9) notablemente superiores y una carga inferior (1,06). Las explotaciones de este grupo corresponden en un 64 % a explotaciones de Benasque y un 33 % de Baliera. Se caracteriza por el mayor porcentaje de pastizales y la mayor especialización cárnica (61,6 % de PF). Su

período de pastoreo intermedio es el más intenso y el menor en puertos. Los gastos en cultivos son modestos, pero importantes en compra de forrajes. A diferencia de los otros grupos el suministro de concentrado invernal es el más heterogéneo.

Los tipos 1 y 4 presentan los mayores contrastes en su funcionamiento, a pesar de poseer una estructura muy semejante. El 1 presenta mayor carga (1,68), mayor proporción de pradera natural y menor de pastizales. El 50 % de sus explotaciones se sitúan en Broto. Es el de menor pastoreo en períodos intermedios (en praderas 61 % en primavera y 83 % en otoño) consecuentemente presenta las mayores compras de forrajes y gastos de cultivo elevados.

El tipo 4 es el negativo del 1. Sus estructuras son notablemente parecidas a los del 3. En ambos predominan explotaciones de Benasque (82 % y 73%) y las praderas naturales como forma de aprovechamiento. El 3 se diferencia por la mayor proporción de cultivos forrajeros y por su carácter más lechero. El tipo 4 es el que practica en mayor proporción el pastoreo intermedio, mientras que el 3 destaca por el pastoreo preferente de pastizales en primavera y praderas en otoño y por el hecho de suministrar concentrado sólo a lactantes. Como consecuencia de estas características del sistema, el 3 presenta tanto cantidades de forrajes comprados como gastos de cultivo muy superiores.

Tabla 2.- Valores medios y principales características de los diferentes grupos.

TIPOS DE SISTEMAS	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Nº DE EXPLOTACIONES	18	11	15	11
Variables cuantitativas				
kg forraje /UGB	689,6	264,25	248,98	79,06
% past. primavera	11,64	16,19	13,21	17,76
% past. otoño	12,86	19,05	20,68	19,35
Gastos cultivos/ ha SS (ptas)	2.488	1.718	3.730	1.155
% UGB puerto	24,73	13,17	19,60	20,65
Variables cualitativas				
Concentrado invernal				
1.-Lactantes	+	+	+++	+
2.-Lactantes y gestantes	++	+	+	++
3.-Otras	+	++	+	+
Sup.past.primavera				
1.-Praderas de siega	+++	+++	+	-
2.-Pastizal	+	++	++	-
3.-Praderas y pastizales	++	-	+	+++
Sup. past. otoño				
1.- "Rebasto"	+++	+	+++	+
2.- Pastizal	-	+	-	-
3.- "Pastizal y rebasto"	+	++	+	+++

Nota: las variables cualitativas se explican en función de las tres clases establecidas.
+++ presencia alta ++ presencia media +presencia baja - presencia nula

BIBLIOGRAFIA

(1) Balent, G. 1992. La Roque d´Antheron (France) 24-25 juni.
(2) Laurent, C. 1991. Economie Rurale 202 - 203:34-39.
(3) Manrique, E.; Revilla, R. 1983. Ann. Ftad. Vet. Zaragoza 18-19: 19-41
(4) Manrique, E.; Revilla, R.; Olaizola, A. M.; Bernués, A. 1992. Bovis 40: 9-42.
(5) Olaizola, A. M.; Manrique, E.; Bernués, A; Maza M. T. 1993. III Seminario Nutrición Rumiantes Régimen Extensivo y Conservación Medioambiental IPE-CSIC, Jaca, 10pp.
(6) Olaizola, A. M.; Manrique, E., Maza, M. T. 1995. ITEA Vol 91A nº2, 47-58.

IMPACTO Y CAPACIDAD DE UTILIZACION DE LA VEGETACION ARBUSTIVA POR EL GANADO CAPRINO EN FUNCION DE LA EPOCA DE PASTOREO.

Torrano, L., Madrigal, I., Valderrábano, J.

Dpto. Tecnología en Producción Animal. SIA-DGA. Apdo. 727. 50080 Zaragoza.

INTRODUCCION

La combinación de la utilización de espacios forestales por el ganado con el mantenimiento del paisaje exige el conocimiento de la respuesta de la vegetación a la influencia del manejo.

El impacto ganadero en cada especie vegetal aparece condicionado por la capacidad de utilización que cada herbívoro exhibe frente a ella y a la eficacia de los mecanismos de defensa (morfológicos o fisiológicos) de la planta frente a la herbivoría (Herms y Mattson, 1992). La combinación de estos efectos se manifiesta con el tiempo, en la dinámica de la población vegetal mediante efectos sobre la nascencia, densidad y mortalidad, y pueden causar cambios direccionales en la estructura y composición de la comunidad (Archer y Smeins, 1991), lo que exige conocer tales efectos para no desviarse de los objetivos de gestión previstos mediante el manejo del pastoreo. Dentro de este contexto, en el presente trabajo se estudia la capacidad de utilización y el impacto que el ganado caprino ejerce sobre la vegetación arbustiva según la época del año en que sea utilizada.

MATERIAL Y METODOS

El trabajo se realizó en una ladera repoblada con *Pinus nigra* sobre un aphyllantion de la solana del Valle de la Garcipollera (Huesca), situado a una altitud de 900 m. y que presenta una pluviometría anual de 1100 mm. Dicha ladera presentó un nivel de recubrimiento arbustivo del 48%, apareciendo como especies dominantes la aliaga (*Genista scorpius*) y boj (*Buxus sempervirens*).

El área de estudio se dividió en dos parcelas iguales destinadas al estudio del efecto de dos densidades de carga (9 y 18 cabras/ha). Cada una de estas parcelas fue dividida en 2 subparcelas a fin de independizar los pastoreos en primavera (**P**) y otoño (**O**) para las dos cargas establecidas.

Para el aprovechamiento de estas zonas se utilizaron dos lotes de cabras Blanca Celtibérica adultas y secas de un peso medio de 42 +/- 0.9 kg.PV. Tras el pastoreo de primavera, que se inicia en plena floración de la aliaga (a finales de Mayo), los animales se trasladaron a una pradera polifita hasta el inicio del pastoreo de otoño (Octubre). Ambos pastoreos se

extendieron durante un periodo de 6 semanas. Para tener una referencia de comparación de los efectos del pastoreo, una parcela contigua y cercada de 35x15 m fue mantenida como testigo sin pastoreo (T).

El estudio del impacto del pastoreo caprino fue estimado a partir de la variación del volumen de cada especie arbustiva entre el inicio y final de cada estación de pastoreo en transectos fijos (3/subparcela de 10x1 m) a partir del método de Etienne et al. (1991), y la medida de secciones de los 5 tallos más gruesos consumidos sobre 20 arbustos por especie, elegidos al azar en cada parcela.

Las posibles diferencias en la capacidad de utilización del ganado caprino entre los aprovechamientos de primavera y de otoño se basaron en el estudio del comportamiento animal. Las observaciones eran realizadas con frecuencia semanal, anotándose desde la salida hasta la puesta de sol, a intervalos de 10 minutos, la actividad de pastoreo de cada animal, así como la especie consumida. A partir de estos datos se estimó el tiempo de pastoreo total y el porcentaje dedicado al consumo de las distintas especies vegetales.

RESULTADOS Y DISCUSION

Tabla 1. Tiempo de pastoreo total (Tt) (min/día) y % de tiempo dedicado a las distintas especies arbustivas en función de la época de pastoreo.

	T.total	Arbustivas	Aliaga	Rosa+zarza	Endrino	Tomillo	Enebro	Lavanda
Primavera	515.6	43.9	36.5	5.5	1.6	0.2	0.1	0.05
Otoño	517.2	23.6	19.8	0.7	0.7	1.3	1.0	1.0
Signif.	NS	**	***	NS	NS	*	0.116	NS

El efecto de la estación de pastoreo sobre la capacidad de utilización de las diferentes especies arbustivas presentes en la zona se ha puesto de manifiesto en las observaciones de comportamiento (Tabla 1) llevadas a cabo. El tiempo destinado al pastoreo fue de 8.6 h en ambas épocas, pero mientras que el boj no fue consumido en ninguna de ellas, la aliaga lo fue con avidez en ambas. El % de tiempo destinado al ramoneo de la aliaga fue muy superior al de otras especies; sin embargo en estas, los datos sugieren un efecto estacional probablemente debido a modificaciones morfológicas o en el contenido de compuestos secundarios con la época del año.

Tabla 2. Variación de volumen de las especies arbustivas y sección media de tallos consumidos en función de la época de pastoreo (P: primavera, O: otoño, T: testigo).

	Variación de volumen (%)				Secciones tallos (mm)	
	T	P	O	e.s.d	P	O
Aliaga	20.5	-31.0	-57.5	6.40 ***	1.7	2.8
Rosa+zarza	-	-62.5	-88.2	16.06 NS	2.5	2.7
Endrino	-	-29.7	-20.4	7.96 NS	1.5	1.8
Enebro	13.2	-1.8	-72.1	21.28 **	-	3.8
Tomillo	52.6	44.5	-36.9	13.90 ***	-	1.4
Lavanda	117.6	95	-45.5	47.55 ***	-	-
Dorycnium	147.3	-68.0	-87.8	9.54 **	1.1	-

El impacto ganadero estimado a partir de las modificaciones de volumen, muestra asimismo, un claro efecto estacional (Tabla 2). Aunque la modificación del volumen aparece condicionada por la utilización o no de una especie en una época determinada del año, el nivel de impacto no resulta acorde con las diferencias comportamentales de tiempo destinadas al consumo de las distintas especies. Estas discrepancias, surgidas bien de la diferente disponibilidad relativa entre especies o de la capacidad de selección con la época del año, indican que los tiempos destinados al pastoreo no son indicativos ni de ingestión ni del nivel de impacto. Sin embargo, la sección de tallos consumidos aparece asociada con la variación de volumen de las especies estudiadas, lo que sugiere el empleo de este parámetro (Valderrábano et al., 1996) como indicador del impacto ganadero en especies arbustivas.

Las diferentes capacidad de utilización e impacto sobre la vegetación arbustiva que ejerce el ganado caprino, asociados con la época del año, se muestran como un instrumento eficaz de manejo para lograr los propósitos que el gestor de espacios forestales pretenda.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ARCHER, S.; SMEINS, F.E. (1991). Grazing Management and Ecological Perspective. Ed/R.K. Heitschmidt y J.W. Stuth. pp 259.

ETIENNE, M.; LEGRAND, C.; ARMAND, D. (1991). Ann. Sci. For. 48: 667-677.

HERMS, D.A.; MATTSON, W.J. (1992). The Quarterly Rev. Biol. 67: 283-335.

VALDERRABANO, J.; MUÑOZ, F.; DELGADO, Y. (1996). Small Rum. Res. 19: 131-136.

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto INIA SC93/052

EFECTO DEL PASTOREO CAPRINO EN LA EVOLUCION DEL ESTRATO INFERIOR DEL SOTOBOSQUE.

Torrano, L.; Madrigal, I.; Valderrábano, J.
Dpto. Tecnología en Producción Animal. SIA-DGA. Apdo. 727. 50080 Zaragoza.

INTRODUCCION

El abandono del pastoreo en áreas boscosas ha dado lugar a una proliferación de la vegetación arbustiva y al aumento del material muerto en el estrato inferior del sotobosque, con la consiguiente disminución de la calidad nutritiva del pasto y aumento de los riesgos de incendio (Revilla, 1987). La gestión correcta de estos espacios exige disponer de una información precisa relativa a la disponibilidad de la biomasa forrajera y de su distribución, tanto a lo largo del año como entre horizontes, para poder adaptar el manejo ganadero a los fines que se persiguen. En condiciones extensivas, el procedimiento de valoración de la biomasa herbácea a partir del muestreo con marcos pre-dimensionados resulta impracticable para hacer un seguimiento fiable del estrato herbáceo. Aunque en determinadas condiciones la altura del pasto se ha mostrado como un buen parámetro predictor de la biomasa herbácea (King *et al.*, 1986), en nuestras condiciones, se desconoce si tal parámetro sería aplicable y los factores condicionantes para predecir la biomasa herbacea, así como la manera en que el pastoreo caprino puede afectar a la composición del estrato inferior del sotobosque.

El objetivo del presente trabajo consistió en analizar la existencia de una posible relación entre biomasa herbácea y altura del pasto del sotobosque y de los factores de los que depende, así como estudiar la evolución de la pinaza acumulada en el suelo, de los componentes del sustrato herbáceo y su crecimiento relativo tras el pastoreo por ganado caprino.

MATERIAL Y METODOS

El estudio se realizó en una ladera repoblada con *Pinus nigra* sobre un aphyllantion de la solana del Valle de la Garcipollera (Huesca), situado a una altitud de 900 m y con una pluviometría anual de 1100 mm. Este estudio se encuentra englobado dentro de un programa de utilización de espacios forestales por el ganado caprino.

El área de estudio, con un 70% de recubrimiento de vegetación herbácea (Torrano et al., 1995) se dividió en dos parcelas iguales destinadas al estudio del efecto de dos densidades de carga (9 y 18 cabras/ha). Cada una de estas parcelas fue dividida, a su vez, en 3 subparcelas a fin de independizar los efectos del pastoreo de primavera (**P**), otoño (**O**) y de ambas estaciones (**P-O**) respecto a la biomasa en una parcela contigua y cercada mantenida como testigo (T) sin pastorear.

Para estimar la relación entre la biomasa y la altura del pasto, durante tres años consecutivos al inicio de cada estación de pastoreo se midieron 5 puntos de altura en el interior de 4 marcos de 0.25 m2 distribuidos al azar por subparcela, retirándose toda la materia vegetal que contenían. Posteriormente, cada muestra fue separada en materia verde, materia muerta y pinaza que fueron desecados en estufa a 60 °C a peso constante para determinar la calidad y evolución de dichos componentes.

La altura media del pasto se estimó como valor medio de las alturas al primer contacto herbáceo con un bastón de alturas (sward stick) en 100 puntos tomados al azar en cada subparcela al inicio de cada estación de pastoreo. Tras dos años de pastoreo, se midió la altura en cada parcela cuando correspondería iniciar el pastoreo de primavera y un mes después del primer registro para calcular el crecimiento relativo del pasto a partir de la diferencia entre alturas.

El análisis de las relaciones existentes entre la altura media del marco y su correspondiente peso seco entre épocas del año, parcelas pastoreadas y testigo se realizó mediante comparación de regresiones (Steel y Torrie, 1986).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos indican que la cantidad de MS herbácea contenida en los marcos muestreados estaba linealmente relacionada con la altura media de los mismos.

El análisis de las ecuaciones de regresión establecidas puso en evidencia que la relación conjunta establecida entre el peso seco de la materia herbácea verde de los marcos y la altura media de los mismos (Tabla 1) no difería significativamente de las ecuaciones parciales derivadas para las dos épocas del año consideradas ni de las establecidas para las parcelas pastadas o testigo sin pastorear. Sin embargo, en el caso de las ecuaciones derivadas para la materia herbácea total (verde+muerta) de las parcelas utilizadas por el ganado y la testigo resultaron paralelas, presentando esta última una ordenada en el origen significativamente mayor (Tabla 1). El efecto del pastoreo se ha evidenciado, asimismo, en el porcentaje que representa la materia verde herbácea en relación a la biomasa herbácea total (Tabla 2) tras dos años de pastoreo. La proporción de verde aumenta significativamente ($p<0.001$) en las parcelas pastoreadas respecto a la parcela no pastoreada y dicho valor se incrementa significativamente con la carga ganadera ($p<0.001$), lo que indicaría una gran reducción de materia herbácea muerta como consecuencia del pastoreo. Ello explicaría la superior ordenada en el origen de la relación lineal entre altura y biomasa herbácea total en la parcela no pastada respecto a la establecida para las parcelas pastadas.

La cantidad de pinaza acumulada en el suelo al inicio del pastoreo (2630 *+/-351.0* kg MS/ha) se redujo notablemente tras el pastoreo por el ganado (960 *+/-242.0* y 739 *+/-248.7* kg MS/ha para la carga ganadera baja y alta, respectivamente).

Tras los dos años de pastoreo, la altura del pasto (Tabla 2) en las parcelas pastadas disminuyó significativamente ($p<0.001$) en relación a la parcela testigo. La menor altura de la hierba en el tratamiento pastado con alta presión de pastoreo se vio compensada con un crecimiento relativo del pasto (Tabla 2) significativamente superior ($p<0.05$) respecto a la zona no pastada y el tratamiento de baja carga ganadera. Estos resultados sugieren una mayor productividad tras el pastoreo con carga alta como consecuencia de un mayor reciclaje de nutrientes por parte del ganado y una superior eliminación de materia muerta en dicho tratamiento. La disminución en la biomasa en las parcelas pastadas se vio acompañada de un aumento significativo ($p<0.001$) en el contenido en proteína bruta (6.8% al inicio vs. 8.9% tras el pastoreo) y en la digestibilidad de la materia seca ($p<0.1$) (44.1% al inicio vs. 48.3% tras el pastoreo) de la materia herbácea verde.

En nuestras condiciones se verifica una buena relación entre altura y biomasa herbácea, similar a la obtenida por otros autores entre ambos parámetros (King *et al.*, 1986).

Estos resultados ponen en evidencia el importante papel del pastoreo en la reducción de material fácilmente combustible (a través del consumo, posible efecto del pisoteo y otros factores) y la mejora de la calidad del pasto disponible en el estrato inferior del sotobosque en zonas forestales degradadas por ausencia de pastoreo.

Tabla 1. Ecuaciones de regresión entre biomasa verde (V) y total (TOT) con altura (ALT).

	n	Ecuación	R	Sign.	e.s.r
VERDE	88	V(kg ms/ha) = -14.8 + 48.92*ALT(cm)	0.784	***	209.2
TOTAL (pastoreo)	72	TOT(kg ms/ha) = -129.6 + 74.08*ALT(cm)	0.750	***	401.6
TOTAL (no pastoreo)	16	TOT(kg ms/ha) = +511.2 +71.96*ALT(cm)	0.774	***	252.7

e.s.r.: error standard residual.

Tabla 2. Efecto del pastoreo en el % materia verde/total herbáceo, altura y crecimiento relativo del pasto tras los dos años de pastoreo en función de la carga ganadera.

	Testigo	Carga Baja	Carga Alta	Sign.	e.s.dif.
Verde/Tot (%)	47.3c	72.6b	87.0a	***	2.18
Altura (cm)	13.5a	11.2b	8.2c	***	1.07
Crecimiento relativo (cm)	0a	0.8a	2.8b	***	1.32

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

KING, J.; SIM, E.M.; BARTHRAM, G.T. (1986). Grass For. Sci., 41:251-258.

REVILLA, R. (1987). Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. (1986). Bioestadística: principios y procedimientos. MacGraw-Hill, New York, USA.

TORRANO, L.; MADRIGAL, I.; VALDERRABANO, J. (1995). ITEA. Vol. extra, nº16.186-188.

ESTIMACION DE LA BIOMASA ARBUSTIVA TOTAL Y FORRAJERA DE UNA ZONA DE REPOBLACION DE *PINUS NIGRA* EN EL PREPIRINEO OSCENSE.

Torrano, L., Madrigal, I., Valderrábano, J.

Dpto. en Tecnología en Producción Animal. SIA-DGA. Apdo. 727. 50080 Zaragoza.

INTRODUCCION

La gestión correcta del manejo de pastoreo en zonas forestales precisa el conocimiento de la biomasa arbustiva, tanto para estudiar la distribución de los horizontes combustibles como para estimar la disponibilidad forrajera. En ambos casos, el procedimiento de valoración mediante cortes y pesada de la masa aérea resulta laborioso y generalmente, no extrapolable a otras áreas.

La predicción de la fitomasa arbustiva a partir de parámetros fácilmente medibles en campo, se ha mostrado suficientemente precisa para varias especies de la flora mediterránea (Armand et al., 1993; Valderrábano et al., 1996) y flora chilena (Azocar et al., 1991). Sin embargo, no se dispone de información para la vegetación que se desarrolla en nuestras condiciones que permita estimar la fitomasa aérea y la potencialmente utilizable por el ganado.

El objetivo del presente trabajo consistió en analizar la existencia de posibles relaciones entre algún parámetro morfológico o combinación de varios de ellos y la biomasa arbustiva, que permitan predecir la biomasa total y estimar la masa forrajera de las especies arbustivas con mayor contribución a la dieta del ganado caprino.

MATERIAL Y METODOS

El estudio se realizó en una ladera repoblada con *Pinus nigra* sobre un aphyllantion de la solana del Valle de la Garcipollera (Huesca), situado a una altitud de 900 m y con una pluviometría media anual de 1100mm. Este estudio se encuentra englobado dentro de un programa de utilización de espacios forestales por el ganado caprino.

Para analizar las posibles relaciones entre parámetros morfológicos y fitomasa arbustiva se determinaron el diámetro longitudinal (D), diámetro transversal (d), y altura máxima (H) en 35 aliagas (*Genista scorpius*), 10 tomillos (*Thymus vulgaris*), 16 dorycnium (*Dorycnium pentaphyllum*) y 18 endrinos (*Prunus spinosa*) de diferentes tamaños, por ser dentro de las especies arbustivas dominantes en la zona de estudio, aquellas que contribuyen de manera

importante a la dieta del ganado (Torrano et al., 1997). Posteriormente fueron cortados a ras de suelo y se determinó su biomasa tras secado en estufa a 60°C a peso constante.

Para cada especie se derivaron ecuaciones de regresión entre peso seco (MS) y sus diámetros, áreas de recubrimiento y volúmenes teóricos considerando forma cilíndrica de base elíptica.

El volumen medio de cada especie en el área de estudio se determinó a partir de las dimensiones de los arbustos presentes en transectos fijos (Torrano et al., 1995). La biomasa ramoneable por planta se estimó a partir del porcentaje máximo de utilización de cada especie (Torrano et al., 1997). El número de plantas de cada especie en los transectos se utilizó para estimar la biomasa ramoneable por hectárea.

Para conocer la calidad de la biomasa ramoneable, se procedió a la recolección de la fracción ramoneable en cada especie arbustiva simulando el bocado de los animales. Dicho material fue secado en estufa a 60°C hasta peso constante para ser posteriormente analizado en el laboratorio.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el análisis de las ecuaciones de regresión establecidas, el volumen estimado como un cilindro de base elíptica fue el parámetro que mejor se relacionaba con la biomasa total arbustiva. Se utilizaron diferentes tipos de ecuaciones, de las cuales, la relación de tipo lineal dio las mejores predicciones, que no mejoraban al incluir un término cuadrático. Así, las relaciones entre volumen y biomasa total para las cuatro especies arbustivas a partir de las ecuaciones de regresión lineal (Tabla 1) han presentado un buen grado de correlación, similar al obtenido por Valderrábano et al. (1996) al estimar la biomasa de *Atriplex halimus* a partir del volumen arbustivo mediante una relación lineal.

Del total de la biomasa ramoneable estimada por hectárea, la aliaga es el arbusto que más contribuye a dicha biomasa (Tabla 2), debido tanto a su superior tamaño y densidad de plantas por unidad de superficie como a su elevado nivel de utilización.

La biomasa ramoneable arbustiva supone aproximadamente el 55% de los 2700 Kg MS/ha de biomasa forrajera total (considerando que la biomasa herbácea es de 1200 kg MS/ha (Torrano et al., 1995)). Esta importante contribución de la fracción ramoneable, junto con su superior contenido proteico en relación al de la fracción herbácea (6.5% de proteína bruta, Torrano et al., 1995) sugiere que las arbustivas constituyen un complemento importante a la baja calidad del material herbáceo disponible.

El volumen arbustivo es un parámetro morfológico fácilmente medible, que ha permitido obtener buenas predicciones de la biomasa a partir de ecuaciones sencillas de tipo lineal en las especies arbustivas de interés forrajero para el ganado caprino en esta comunidad vegetal.

Tabla 1. Ecuaciones de regresión entre peso total (MS) y volumen (VOL) en las cuatro especies arbustivas estudiadas.

Arbusto	n	Ecuación	R	Sign
Aliaga	35	MS(g) = 25.2 + 1104.7*VOL(m3)	0.937	***
Tomillo	10	MS(g) = 14.3 + 678.8*VOL(m3)	0.724	*
Dorycnium	16	MS(g) = 0.6 + 736.4*VOL(m3)	0.821	***
Endrino	18	MS(g) = 5.6 + 633.6*VOL(m3)	0.916	***

Tabla 2. Estimación de la biomasa total y ramoneable por planta y por hectárea de las especies arbustivas y contenido en proteína bruta de la fracción ramoneable.

	VOL. (m3)	BT/pl (g MS)	UTIL. (%)	BR/pl (g MS)	BR/ha (kg MS)	PB (%)
Aliaga	0.138	177.7	72	128.0	1350	10-16
Endrino	0.070	49.6	45	22.5	78	11.5
Tomillo	0.009	20.3	44	8.8	62	5.6
Dorycnium	0.007	6.1	97	5.8	39	9.2

VOL: volumen medio; BT/pl: biomasa total/planta; UTIL.: nivel de utilización; BR/pl: biomasa ramoneable/planta; BR/ha: biomasa ramoneable/ha; PB: contenido en proteina bruta de la fracción ramoneable.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ARMAND, D.; ETIENNE, M.; LEGRAND, C.; MARECHAL, J.; VALETTE, J.C. (1993). Ann. Sci. For. 50: 79-89.

AZOCAR, R.; LAILHACAR, S.; PADILLA, F.; ROJO, H. (1991). Proc. IVth Intern. Rangeland Congress, Montpellier, France, 22-26 avril 1991, 512-514.

TORRANO, L.; MADRIGAL, I.; VALDERRABANO, J. (1995). ITEA, Vol. extra, nº 16: 186-188.

TORRANO, L.; MADRIGAL, I.; VALDERRABANO, J. (1997). VII Jornadas sobre Producción animal AIDA. Zaragoza.

VALDERRABANO, J.; MUÑOZ, F.; DELGADO, I. (1996). Small Rum. Res. 19: 131-136.

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto INIA SC93-052.

DIFERENCIAS ENTRE LAS RAZAS VACUNAS DE CARNE ASTURIANAS EN EL COMPORTAMIENTO INGESTIVO EN PASTOS DE MONTAÑA

Oliván M., Osoro K., Celaya R.
C.I.A.T.A. Apdo 13, 33300 Villaviciosa, Asturias

INTRODUCCIÓN

Para el establecimiento de sistemas extensivos de producción animal, sostenibles tanto económica como ecológicamente, se precisa el conocimiento del comportamiento de las distintas especies y razas en los diferentes tipos de cubierta vegetal. Los estudios realizados recientemente en cuanto al aprovechamiento de pastos de montaña por ovinos de distinta raza (lacha y gallega) (Osoro et al. 1995), han mostrado una interacción significativa entre el tamaño de la raza y la vegetación disponible. Esta interacción podría darse en el vacuno, por lo cual se planteó el estudio del comportamiento ingestivo de las dos razas de vacuno de carne de Asturias que presentan diferencias notables en cuanto al tamaño y la conformación: Asturiana de los Valles y Asturiana de la Montaña.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudió el comportamiento ingestivo de dos razas de vacuno de carne (Asturiana de los Valles "AV" y Asturiana de la Montaña "AM") durante la época de pastoreo de verano (junio-octubre) de 1995 en pastos de montaña situados a 1700 m de altitud.

Los animales (28 vacas AV con 24 terneros y 26 vacas AM con 11 terneros) se manejaron en dos parcelas de 30 ha cada una, con distinta cubierta vegetal:

- dominada por herbáceas (70% pastizal-30% matorral)
- dominada por matorral (30% pastizal - 70% matorral)

Se estimó la composición de la dieta, su digestibilidad (D) y la ingestión de materia orgánica (IMO) mediante la técnica de los n-alcanos, según la metodología descrita por Oliván y Osoro (1994) en dos períodos (julio y septiembre) en los que la disponibilidad de pasto apetecible era diferente. Se midió regularmente la altura de las especies apetecibles (*Agrostis-Festuca*) en la comunidad de pastizal con un sward-stick (Barthram, 1986). Los animales se pesaron y se valoró la condición corporal al principio, mitad y final de la estación de pastoreo (Lowman et al. 1976).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la cubierta vegetal dominada por herbáceas, en julio, cuando la disponibilidad de herbáceas apetecibles era de 4,32 cm, las vacas con cría de ambas razas mostraron IMO, D e IMOD similares (Tabla 1). Sin embargo, al ser las vacas AM de menor peso (408 kg AM *vs* 473 kg AV, $p<0,05$) obtuvieron una IMOD por peso vivo significativamente ($p<0,05$) superior.

En septiembre la disponibilidad de herbáceas apetecibles se había reducido a 2,57 cm, por lo que las vacas, que en julio consumían prácticamente sólo gramíneas (99% de la dieta,

Tabla 2) comienzan a consumir otros componentes vegetales menos apetecibles, como *Calluna vulgaris* (hasta un 14% de la dieta) y *Nardus stricta* (hasta un 36%). Esto ocasiona una reducción significativa de la D de la dieta en ambas razas, así como de la IMOD. Las vacas AV, con mayor experiencia en el aprovechamiento de este tipo de cubierta vegetal (llevaban varios años subiendo al puerto), fueron capaces de mantener la IMO, y el consumo de gramíneas supuso todavía un 75% de la dieta, por lo que obtuvieron D e IMOD significativamente superiores a las vacas AM ($p<0,05$, $p<0,01$, respectivamente). No obstante, de nuevo debido al menor tamaño corporal de las vacas AM, la IMOD por peso vivo no difirió entre ambas razas.

En la cubierta vegetal dominada por matorral, las vacas de ambas razas que amamantaban sus terneros obtuvieron en julio IMO e IMOD similares, aunque la raza de menor tamaño (AM) presentó significativamente mayor D de la dieta ($p<0,01$) e IMOD por peso vivo (IMODPV) ($p<0,05$). En cuanto a las vacas secas, en julio no se observaron diferencias en el comportamiento ingestivo entre ambas razas.

En septiembre, cuando la disponibilidad de herbáceas apetecibles se había reducido a 2,13 cm, ambas razas redujeron significativamente la cantidad de gramíneas en la dieta, incrementando el consumo de *Calluna* (hasta un 22%) y *Nardus* (hasta un 15%). Las vacas en lactación redujeron significativamente la D de la dieta, IMO, IMOD e IMODPV, obteniendo las vacas AM una IMODPV significativamente superior ($p<0,05$) que las AV.

Los datos de digestibilidad de la dieta de 0,69 a 0,74 y de IMOD de 16,10 a 21,98 g/kg de peso vivo obtenidos en julio, cuando independientemente del tipo de cubierta vegetal las vacas consumían principalmente gramíneas apetecibles (*Agrostis-Festuca*), coinciden con los observados por Hodgson et al. (1991) para ganado vacuno pastando comunidades de *Agrostis-Festuca* (D = 0,66-0,71, IMOD = 10,5-19,2). En septiembre, en cambio, al reducirse drásticamente la disponibilidad de gramíneas apetecibles, las vacas consumen especies de peor calidad, como *Calluna vulgaris* y *Nardus stricta*, y la digestibilidad de la dieta y la ingestión disminuyen (D = 0,57-0,61, IMOD = 4,92-7,06), aunque sin llegar a los niveles descritos por Hodgson et al. (1991) para comunidades monoespecíficas de *Calluna vulgaris* (D = 0,37, IMOD = 2,8), ya que todavía consumen entre un 54 y un 84% de gramíneas.

No se han observado claras diferencias interraciales en cuanto al comportamiento ingestivo en estos pastos de montaña, aunque en general la raza de menor tamaño (Asturiana de la Montaña) obtiene una ingestión de pasto relativa al peso vivo más favorable que la raza de mayor peso (Asturiana de los Valles), tal y como describen diversos autores (Olson et al. 1982, Davis et al. 1985, Osoro et al. 1995), que señalan una mejor adaptación y eficiencia de las razas y especies de menor formato a situaciones limitantes en cantidad y calidad de la vegetación disponible.

En cuanto a la composición de la dieta, las vacas Asturianas de los Valles mostraron una mayor selección de las gramíneas apetecibles en el control de septiembre, cuando la

disponibilidad era muy limitante y también fueron capaces de mantener mayor ingestión en la vegetación dominada por herbáceas. En parte podría deberse a su mayor experiencia en el aprovechamiento de este tipo de pastos, lo cual es un factor importante que puede influir sobre el comportamiento ingestivo, especialmente en las cubiertas vegetales heterogéneas.

Tabla 1: Ingestión y digestibilidad de la dieta.

	Herbáceas			Matorral					
	Lactación			Lactación			Secas		
	AV	AM	sign.	AV	AM	sign.	AV	AM	sign.
N° animales	18	5		5	6		4	12	
Primer período (julio):									
Disponibilidad de pasto (cm)	4,32	4,32		3,82	3,82		3,82	3,82	
Digestibilidad de la dieta	0,71	0,71	NS	0,69	0,74	**	0,73	0,74	NS
Ingestión de pasto/día:									
MO (kg)	12,11	12,52	NS	11,23	11,14	NS	10,98	9,33	NS
MOD (kg)	8,66	8,84	NS	7,80	8,29	NS	8,06	6,98	NS
MODPV (g/kg)	18,50	21,98	*	16,10	21,96	*	17,23	17,24	NS
Segundo período (sep):									
Disponibilidad de pasto (cm)	2,57	2,57		2,13	2,13		2,13	2,13	
Digestibilidad de la dieta	0,61	0,57	*	0,59	0,60	NS	0,58	0,63	*
Ingestión de pasto/día:									
MO (kg)	11,44	8,58	*	8,35	8,20	NS	7,51	8,36	NS
MOD (kg)	7,06	4,93	**	4,95	4,92	NS	4,37	5,27	NS
MODPV (g/kg)	14,93	13,12	NS	11,80	14,91	*	9,60	12,93	**

Tabla 2: Composición de la dieta.

	Herbáceas			Matorral					
	Lactantes			Lactantes			Secas		
	AV	AM	sign.	AV	AM	sign.	AV	AM	sign.
N° animales	18	5		5	6		4	12	
Primer período (julio):									
%Gramíneas	99,1	99,4	NS	98,2	99,3	NS	99,1	99,9	**
%Calluna	0,9	0,6	NS	1,8	0,7	NS	0,9	0,1	**
%Nardus	0	0	NS	0	0	NS	0	0	NS
Segundo período (sep):									
%Gramíneas	75,0	53,5	**	84,3	70,8	***	70,6	69,1	NS
%Calluna	14,0	10,7	NS	10,7	22,4	***	16,9	16,3	NS
%Nardus	11,0	35,8	**	5,0	6,8	NS	12,5	14,6	NS

REFERENCIAS

Barthram G.T. 1986. Biennial Report H.F.R.O. 1984-1985., pp. 29-30.

Davis M.E., Rutledge J.J, Cundiff L.V., Hauser E.R. 1985. *J. Anim. Sci.* 60,1,69.

Hodgson J., Forbes T.D.A., Armstrong R.H., Beattie M.M., Hunter E.A. 1991. *J. Appl. Ecol.* 28: 205-227.

Oliván M., Osoro K. 1994. XXXIV Reunión Científica de la S.E.E.P., pp. 391-396.

Olson W., Peschel D.E., Paulson W.HI., Rutledge J.J. 1982. *J. Anim. Sci.* 54, 4, 704.

Osoro K., Oliván M., Celaya R. 1995. *Bovis* N° 67: 23-38.

RESPUESTA DEL GANADO OVINO Y DE LA CUBIERTA VEGETAL AL PASTOREO MIXTO, SECUENCIAL O ROTACIONAL CON CAPRINO EN PRADERAS DE RAIGRÁS/TRÉBOL ESCASAMENTE NITROGENADAS.

DEL POZO, M. y OSORO, K.
C.I.A.T.A. Apdo 13. 33300 Villaviciosa, Asturias, España.

INTRODUCCIÓN

Diferentes leguminosas, en especial el género *Trifolium*, poseen un alto valor protéico y mineral para el animal en pastoreo (Ulyatt, 1981) además de una gran capacidad fijadora de nitrógeno (González. 1986) por lo que suponen una alternativa válida para la producción de ganado en praderas de regiones templadas y mediterráneas. Debido a su aparente rechazo del trébol, la introducción del ganado caprino en pastos mixtos de gramíneas-trébol puede mantener la fertilidad del suelo sin la necesidad de la utilización abundante de abonos nitrogenados (Clark et al, 1982), lo que pudiera constituir una opción interesante de manejo ganadero compatible con el respeto al medio ambiente. Previos trabajos por Radcliffe et al (1991) y Bown et al (1989) han demostrado beneficios productivos en ganado ovino manejado conjuntamente con caprino. El presente trabajo examina en pastos cantábricos de raigrás/trébol que reciben escasas aportaciones nitrogenadas la respuesta de ovino de raza Lacha y Gallega al pastoreo complementario con caprino bajo manejo secuencial. mixto o rotacional considerando los efectos ocasionados sobre la dinámica vegetal.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la finca de La Mata (Grado, Asturias), situada a 50 m de altitud, se establecieron en pastos sembrados de raigrás inglés (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*) parcelas de 0.7 ha utilizadas por rebaños de caprino compuesto por 54 cabezas cachemir (30.8 ± 0.34 kg PV) y 49 cabezas autóctonas (45,3 ± 0,47 kg PV) y de ovino compuesto por 42 cabezas Gallega (28.3 ± 0.32 PV) y 66 cabezas Lacha (32,0 ± 0,52 kg PV) que lactaban corderos nacidos en enero-febrero (10.8 ± 0,45 kg PV y 11,2 ± 0,41 kg PV respectivamente). Los animales aprovecharon las parcelas durante la primavera (7 de Marzo - 16 de Junio) siguiendo un manejo secuencial o mixto a dos alturas de pasto disponibles de 8 cm (alto) y 6 cm (bajo) o mediante un pastoreo rotacional donde las ovejas reducían la altura de la hierba de 7 a 4 cm (bajo) en parcelas previamente defoliadas por caprino de 9 a 7 cm (alto). Las parcelas experimentales recibieron antes de iniciar el pastoreo (finales de enero) una única aportación fertilizada de 40 kg/ha de N, 100 kg/ha de P_2O_5 y 80 kg/ha de K_2O. La altura del pasto se determinó una vez a la semana con el "HFRO sward stick" (Barthram, 1986) y la composición botánica de la cubierta vegetal se analizó mediante la técnica del "point-quadrat" inclinado (32,5°) al principio y final del experimento y en cada comienzo de un ciclo de pastoreo rotacional y secuencial (10 de abril y 15 de mayo). Simultáneamente, se estimó el peso vivo y la condición corporal del ganado ovino (Russel et al, 1969) y se cortaron 10 cuadrados de 1 x 0,2 m^2 en cada parcela sin interferir el pastoreo para analizar cambios producidos en biomasa vegetal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presenta por cada tratamiento la biomasa y composición del pasto disponible al final del período experimental. Las alturas medias del pasto disponible no discreparon significativamente entre tratamientos y resultaron ser en el rotacional, secuencial y mixto de 8,4, 8,0 y 8,1 cm respectivamente para el tratamiento alto y de 5,9, 6,3 y 6,1 cm respectivamente para el tratamiento bajo (e.s.d. 0,23). Las parcelas que fueron aprovechadas más recientemente por caprino tanto en el manejo secuencial como en el rotacional presentaban significativamente mayores rendimientos en biomasa, mayores proporciones de trébol verde (lámina + pecíolo + estolón + cabezuela floral) y menores proporciones de material senescente, de tallos vegetativos y reproductivos de raigrás que en aquellas parcelas con ovino, mientras que en el pastoreo continuo mixto de ambas especies aparecían valores intermedios. Así, el caprino con respecto al ovino permitió en el pasto incrementar la proporción de trébol y controlar la acumulación de material lignificado sin la necesidad de añadir durante la primavera fuertes dosis de abonado nitrogenado. Además, las diferencias en cobertura de trébol y material lignificado se acentuaron en los horizontes superiores de la cubierta vegetal ya que las cabras defolian la estructura vegetal más superficialmente que las ovejas (del Pozo et al, 1995).

La respuesta de los corderos y de las ovejas difirieron entre las diferentes estrategias de manejo empleadas, pero no discreparon significativamente según la altura de pasto disponible (tabla 2). Sin embargo, existió una tendencia a que el ovino de raza Lacha obtuviera mejores recuperaciones de peso vivo que el ovino de raza Gallega de más pequeño formato en los tratamientos con alta disponibilidad de pasto mientras que, en los de baja disponibilidad de pasto las diferencias se amortiguaron. Martínez y Osoro (1995) obtuvieron resultados similares con el pastoreo monoespecífico de ambas razas. Dichos autores, encontraron que la altura media del pasto a la que se maximizaban las ganancias de peso era más alta en el ganado de raza Lacha (6,0-6,5 cm) que en el de raza Gallega (5,5-6,0 cm) aunque los resultados individuales, obtenidos con fertilizaciones de 100 kg N/ha, fueron inferiores a los hallados en el presente estudio. Como resultado de la variaciones ponderales de ovejas + corderos y del número de animales por ha, la producción neta por ha de ovino fue muy superior en el tratamiento secuencial (747 kg PV) y rotacional (793 kg PV) que en el mixto (495 kg PV) (e.s.d. 75,3; $p<0,001$), debido principalmente a un mayor número de corderos manejados. No obstante, las producciones globales en caprino + ovino del tratamiento mixto alto y bajo (619 y 625 kg PV/ha respectivamente) fueron superiores a las 561 kg PV/ha obtenidas por Osoro y Martínez (1992) con sólo ovino manejado a 7,8 cm de altura media de pasto.

Según se observa, el pastoreo temporal de ovejas y cabras mediante estrategias secuenciales o rotacionales aprovecha más eficazmente que el mixto continuo las peculariedades de sus conductas de pastoreo. Sin embargo, existen importantes diferencias en dinámica vegetal que ocurren según paste ovino o caprino, por lo que el establecimiento de adecuadas pautas periódicas de aprovechamiento en praderas de gramíneas con trébol escasamente nitrogenadas, requeriría estudios más detallados que cuantificasen las variaciones ocurridas entre ambas especies en ingestión y selección de dieta atendiendo a la cantidad y calidad de hierba disponible.

BIBLIOGRAFÍA

BARTHRAM G.T. 1986. *HFRO 1984-85 Biennial Report*, pp. 29-30.

BOWN M.D.; McCALL D.G.; SCOTT M.L.; T.G. WATSON; B.W. DOW. 1989. *Proc. NZ. Soc. Anim. Prod.*, 49:165-169.

CLARK D.A.; LAMBERT M.G.; ROLSTON M.P.; DYMOCK N. 1982. *Proc. NZ. Soc. Anim. Prod.*, 42:155-157.

DEL POZO M.; WRIGHT I.; WHYTE T. 1995. *ITEA*, 16:165-164.

GONZÁLEZ A. 1986. *XXVI Reunión científica de la SEEP*. pp. 265-280

MARTÍNEZ A.; OSORO K. 1995. *ITEA*, 16:171-173.

OSORO K.; MARTÍNEZ A. 1992. *XXXII Reunión científica de la SEEP*. pp. 339-342.

RADCLIFFE J.E.; TOWNSEND R.J.; BAIRD D.B. 1991. *NZ. J. Agric. Res.*, 34:167-176.

RUSSEL A.J.F.; DONEY J.M.; GUNN R.G. 1969. *J. Agric. Sci. Camb.*, 72:451-454.

ULYATT M.J. 1981. *NZ. Agric. Sci.*, 15:200-205.

Tabla 1.- Efecto del pastoreo por caprino respecto al pastoreo por ovino en la producción (kg MS/ha) y composición botánica (%) del pasto al final del período experimental en los diferentes tratamientos.

Tratamiento	*Rotacional*		*Secuencial*		*Mixto*		*Caprino vs.*
Altura del pasto (cm)	9-7	7-4	8	6	8	6	*Ovino*
Biomasa vegetal	2200	1458	2125	1839	1612	1449	p<0,001
Raigrás perenne							
Material foliar	60	43	44	41	57	64	p<0,05
Tallo + espigas	3	15	6	8	15	13	p<0,001
Materia muerta	9	25	32	35	12	13	p<0,001
Trébol blanco							
Materia verde	26	15	18	12	16	10	p<0,001
Materia muerta	0	1	0	0	0	0	NS
Otras especies	2	1	0	4	0	0	NS

Tabla 2.- Respuesta de ovejas y corderos de raza Lacha o Gallega al pastoreo con caprino en los diferentes tratamientos experimentales.

Tratamiento	*Rotacional*		*Secuencial*			*Mixto*		
Altura del pasto (cm)	7-4	*e.s.*	8	6	*e.s.m*	8	6	*e.s.m.*
• *raza lacha*								
Variaciones del peso vivo (kg PV/día)								
Oveja	121	27,2	207	142	16,9	139	77	21,3
Cordero	147	15,7	234	195	10,1	246	259	14,3
Variaciones C.Corporal (unidad)	0,41	0,320	0,75	0,31	0,101	0,66	0,11	0,190
• *raza gallega*								
Variciones del peso vivo (kg PV/día)								
Oveja	112	20,4	181	121	17,7	94	91	24,3
Cordero	141	15,3	169	198	10,9	198	179	13,2
Variaciones C.Corporal (unidad)	0,45	0,334	0,59	0,41	0,141	0,68	0,35	0,281

e.s.= error estándar *e.s.m.*= error estándar de las medias.

INFLUENCIA DE LA PRESENCIA DE TRÉBOL DURANTE EL OTOÑO EN LAS RESPUESTAS PRODUCTIVAS DE CABRAS CACHEMIR

DEL POZO, M. y OSORO, K.
C.I.A.T.A. Apdo 13. 33300 Villaviciosa, Asturias, España.

INTRODUCCIÓN

El trabajo de Osoro et al (1995) apunta que las cabras de raza cachemir no presentan desventajas en cuanto a producción de carne frente a las locales cuando son manejadas durante el pastoreo de primavera en praderas de raigrás/trébol. Además, estudios realizados con cachemira integrada en rebaños multiespecíficos (del Pozo y Wright, 1995; Osoro y del Pozo, 1996) han señalado incrementos en la presencia de trébol acompañado por mayores ganancias de peso en rebaños complementarios de ovino. Sin embargo, se desconoce el efecto que ocasiona el aumento de la accesibilidad y disponibilidad del trébol en los rendimientos del caprino. Además, hay que tener en cuenta la existencia de variaciones estacionales en la cantidad y calidad del pasto en oferta lo que puede suponer que la necesidades de manejo en el pastoreo de otoño sean diferentes a las estimadas para la primavera por Merchant y Riach (1994). Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es determinar el efecto de la presencia del trébol a diferentes alturas de pasto en la respuesta de cabras cachemir que son manejadas durante el otoño en praderas de raigrás-trébol.

MATERIALES Y MÉTODOS

Un total de 73 cabras cachemira secas, con 29,2 ± 0,29 kg de peso vivo (PV) medio inicial, se distribuyeron en lotes homogéneos de cubrición clasificados por pedigrí y edad para pastar continuamente desde mediados de agosto a mediados de noviembre parcelas de 0,7 ha diferenciadas en la altura del pasto disponible: de 10 a 8 cm (alta), de 7 a 5 cm (media) y de 5 a 3 cm (baja). Cada tratamiento se replicó una vez, y los lotes experimentales, cada uno con un macho de cubrición, se distribuyeron al azar en el área experimental. La altura del pasto se midió una vez por semana con el "HFRO sward stick" (Barthram, 1986) y su composición botánica se determinó mediante la técnica del "point-quadrat" inclinado (32,5°) en 25 puntos al azar por parcela, anotando todos los contactos medidos en el perfil de la cubierta vegetal hasta la base del suelo, o en 100 puntos al azar por parcela mediante la estima del primer contacto realizado en la superficie de la cubierta vegetal. Las diferentes pesadas y valoraciones de la condición corporal en las cabras en estudio (Russel, 1990) se realizaron al principio (17 de Agosto) y final (14 de Noviembre) del experimento y mensualmente (19 de septiembre y 10 de octubre) coincidiendo con los controles del "point-quadrat". Siguiendo el procedimiento utilizado por Barthram y Grant (1994), se estimó para cada control de vegetación, la proporción de trébol foliar (lámina + pecíolo) o de materia muerta hallada en la superficie del pasto con respecto a la proporción medida en todo el perfil de la cubierta vegetal. Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el programa estadístico Genstat 5.2 (Lawes Agricultural Trust, 1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las alturas medias del pasto decrecieron desde 10,1, 7,2 y 5,1 cm (e.s.d. 0,301) al comienzo del experimento hasta 7,9, 5,1 y 3,0 cm (e.s.d. 0,321) al final del experimento en los tratamientos alto, medio y bajo respectivamente. Según se muestra en las Figuras 1a y 1b, las mayores proporciones de material foliar de trébol (razones superiores a 1) y las menores proporciones de material senescente (razones inferiores a 1) se dieron en la superficie del pasto frente al resto de los horizontes de la cubierta vegetal. Los valores medios de los índices de relación de trébol foliar y de materia muerta fueron respectivamente en los tratamientos alto, medio y bajo de 1,73, 1,72 y 1,55 (e.s.d. 0,067) y de 0,58, 0,46 y 0,68 (e.s.d. 0,052). Al final del experimento, la proporcion de trébol lámina + pecíolo existente en los tratamientos alto, medio y bajo era respectivamente de 0,13, 0,09 y 0,13 (e.s.d. 0,027) en todo el perfil de la cubierta vegetal y de 0,15, 0,15 y 0,23 (e.s.d. 0,027) en la superficie de la cubierta vegetal. Esta mayor presencia de trébol en las capas superficiales de la estructura vegetal concuerda con los resultados obtenidos por del Pozo et al (1995) con caprino que aprovechaba pasto con una altura media de hierba de 6 cm.

Los resultados productivos alcanzados en las cabras estuvieron relacionados con las respectivas disponibilidades de pasto en los diferentes tratamientos (tabla 1). En el conjunto de la estación de pastoreo, las cabras del tratamiento alto ganaron una media de 4,50 kg PV/cabeza, mientras que los del medio y bajo perdieron individualmente 0,27 y 3,76 kg PV respectivamente. Además, las cabras mantenidas en los tratamientos alto y medio recuperaron 0,80 y 0,09 unidades de condición corporal, mientras que en el tratamiento bajo perdieron 0,36 unidades. Similarmente, Collins y Nicol (1986) encontraron que la ingestión de hierba por kilogramo de peso vivo se reducía drásticamente en el caprino según disminuía la disponibilidad del pasto (kg MS/ha/día) en praderas mixtas sembradas. No obstante, las recuperaciones de peso también se vieron afectadas, aunque negativamente, con el aumento de la proporción de trébol presente en la superficie con respecto a la existente en todo el perfil de la cubierta vegetal (R^2=0,54; p<0,05). Stevens et al (1992) encontró disminuciones de hasta el 41% en las ganancias de peso vivo de cabras angora que aprovechaban pastos de *Festuca pratensis* con altas proporciones de trébol blanco. Sin embargo, el rebaño alcanzaba máximos rendimientos cuando la presencia de trébol en pastos mixtos de raigrás/trébol era del 40% del total de la biomasa vegetal (Stevens et al, 1993). En contraste, las variaciones en peso vivo ocurridas en nuestro estudio entre pesadas (y) se relacionaron significativamente (R^2=0,86; p<0,001) con la altura media del pasto existente entre controles (x_1) y con los cambios habidos en la proporción de trébol lámina-pecíolo presente en la superficie con respecto a la existente en todo el perfil de la cubierta vegetal (x_2) mediante la ecuación múltiple lineal:

$$y \text{ (g PV/día)} = -120{,}4\ (\pm 14{,}10) + 19{,}4\ (\pm 2{,}04)\ x_1 \text{ (cm)} - 23{,}3\ (\pm 6{,}93)\ x_2 \text{ (proporción)}$$

En resumen, el rendimiento productivo de cachemir, manejado durante el otoño en pastos de raigrás y trébol, disminuye cuando la altura del pasto decrece por debajo de 7 - 6 cm y la proporción de trébol foliar aumenta en la superficie con respecto al conjunto de la estructura de la cubierta vegetal.

BIBLIOGRAFÍA

BARTHRAM G.T. 1986. *HFRO 1984-85. Biennial Report*, pp. 29-30.

BARTHRAM G.T.; GRANT S.A. 1994. *Grass Forage Sci.*, 49:360-368.

COLLINS H.A.; NICOL A.M. 1986. *Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.*, 46:125-128.

DEL POZO M.; WRIGHT I.A. 1995. *Eur. Fine Fibre Network, Occas. Publi.*, 3:151-162.

DEL POZO M.; WRIGHT I.A.; WHYTE T. 1995. *ITEA*, 16:162-164.

MERCHANT M.; RIACH D.J. 1994. *Grass Forage Sci.*, 49:429-437.

OSORO K.; DEL POZO M. 1996. *Proc. VI Int. Conference on goats*, 2:601-602.

OSORO K.; MARTÍNEZ A.; ORMAZÁBAL J.J. 1995. *ITEA*, 16:204-206.

RUSSEL A.J.F. 1990. *Scottish Cashmere Producers Association Newsletter*, 10:3.

STEVENS D.R.; BAXTER G.S.; CASEY M.J.; MILLER K.B.; LUCAS R.J. 1992. *Proc. N. Z. Grass. Assoc.*, 54:147-150.

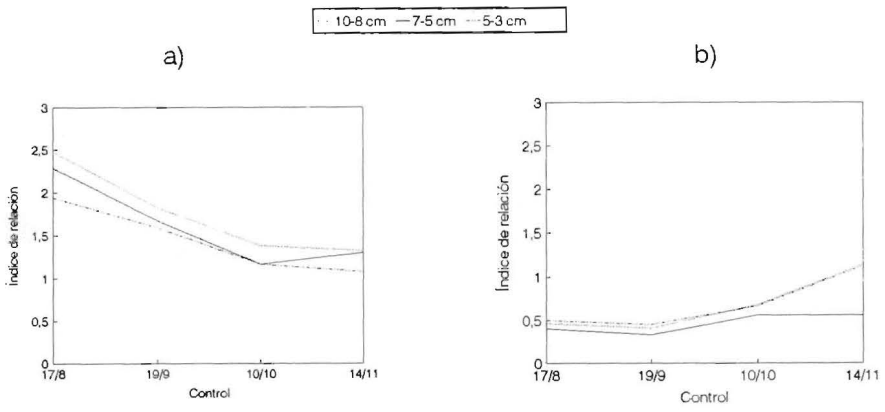
STEVENS D.R.; CASEY M.J.; BAXTER G.S.; MILLER K.B. 1993. *Proc. XVII Int. Grass. Cong.*, 1300-1301.

Tabla 1.- Efecto de la altura del pasto sobre las variaciones de peso y de condición corporal.

	Tratamiento				
Altura del pasto (cm)	10-8	7-5	5-3	*e.s.d.*	*Significación*
Altura media del pasto (cm)	8,6	6,3	4,0	0,31	p<0,001
Variación de peso (g PV/día)	50,20	-0,01	-42,3	13,21	p<0,001
Variación C.corporal (unidad)	0,80	0,09	-0,36	0,079	p<0,001

e.s.d. = error estándar de la diferencia de las medias.

Figura 1.-Efecto de la altura del pasto disponible sobre la relación de las proporciones de trébol lamina-pecíolo (a) o de materia muerta (b) existentes en cada control sobre la superficie de la cubierta vegetal con respecto a la existente en el conjunto de la estructura de la cubierta vegetal.



SELECCIÓN DE DIETA DEL OVINO Y CAPRINO EN COMUNIDADES DE BREZAL-TOJAL PARCIALMENTE MEJORADAS

Oliván M., Osoro K., Celaya R.
C.I.A.T.A. Apdo 13, 33300 Villaviciosa, Asturias

INTRODUCCIÓN

Una de las aplicaciones más interesantes de la técnica de los n-alcanos es el estudio de la selección de dieta realizada por los rumiantes en pastoreo. Dicha información permite conocer la posible competencia o complementariedad entre especies animales en función de la vegetación disponible y ayuda a planificar un aprovechamiento apropiado para cada tipo de cubierta vegetal.

Se han descrito diferencias en cuanto a la conducta de pastoreo entre el ovino y el caprino en determinados tipos de cubierta vegetal, como pastos mejorados de raigrás inglés y trébol blanco (Clark et al. 1982, del Pozo y Wright 1995) y en pastos naturales parcialmente mejorados (Grant et al. 1984, Osoro y Martínez 1995). El presente trabajo pretende estudiar las diferencias en selección de dieta entre el ovino y el caprino en vegetación natural de brezal-tojal parcialmente mejorada.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una finca experimental de montaña situada a 1000 m de altitud en el Occidente de Asturias (El Carbayal, Illano) con suelos ácidos sobre pizarra y una vegetación natural constituida por comunidades de brezal-tojal, dominadas por Ericáceas (principalmente *Erica umbellata*, *Erica cinerea* y *Calluna vulgaris*) y tojo (*Ulex* gr. *gallii*). Parte de la cubierta vegetal se transformó mediante roturación, fertilización y siembra con *Lolium perenne* y *Trifolium repens* y otra parte se desbrozó en superficie mediante una desbrozadora mecánica. De forma que se establecieron distintos tratamientos según el tipo de cubierta vegetal (%sembrado-%desbrozado-%matorral): 100-0-0, 50-25-25, 33-33-33, 0-0-100.

Los animales (ovinos y caprinos) se manejaron en pastoreo continuo de abril a octubre de 1992 en rebaños monoespecíficos o mixtos, en los distintos tipos de cubierta vegetal (Tabla 1).

Cada 10-15 días se midió la altura del pasto en las zonas sembradas mediante un sward-stick (Barthram, 1986) para controlar la presión de pastoreo. En mayo-junio se estimó la composición botánica de la vegetación disponible mediante la técnica de point-quadrat (Grant, 1981) realizando controles en 5 transectos de 4 m de longitud en cada comunidad vegetal (sembrado, desbrozado, matorral), registrando 100 contactos verticales por transecto (Figura 1).

En julio se tomaron muestras de heces de los animales adultos y de los brotes verdes de las especies vegetales dominantes: *Erica cinerea*, *Erica umbellata*, *Calluna vulgaris*, *Ulex gallii*, pasto sembrado (*Lolium perenne* y *Trifolium repens*), herbáceas naturales (fundamentalmente *Agrostis curtisii* y *Pseudarrhenatherum longifolium*), con el fin de analizar su contenido en alcanos para estimar la selección de dieta (Oliván y Osoro, 1994).

Tabla 1. Número de animales por tratamiento.

Cubierta vegetal (s/d/m)	100-0-0		50-25-25					33-33-33					0-0-100	
Especie animal	O	O	O+C	O+C	O+C	O	O	O+C	O+C	O+C	O	O	O	C
Altura del pasto (cm)	2,0	1,6	3,3	2,6	2,1	2,9	2,6	2,2	2,4	2,5	2,7	3,9	--	--
N° animales														
ovejas	23	25	14	14	14	14	10	13	12	13	10	10	7	--
corderos	21	26	14	14	14	14	10	13	12	14	10	10	--	--
cabras	--	--	20	21	17	--	--	--	--	18	17	18	--	8
cabritos	--	--	14	14	14	--	--	--	--	14	13	14	--	--

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó un aumento progresivo del consumo de especies leñosas (ericáceas y tojo), tanto por el ovino como por el caprino, al reducirse el porcentaje de superficie sembrada en la parcela (Figura 2). El tipo de rebaño (monoespecífico o mixto) afectó a la conducta de pastoreo, consumiendo las ovejas más herbáceas naturales y menos especies leñosas cuando pastaban en compañía de las cabras que pastando solas. Esto parece indicar cierta segregación espacial entre ambas especies animales, reduciendo las ovejas la utilización de la zona de matorral e incrementando la utilización de la zona desbrozada cuando pastan en rebaños mixtos con cabras. Osoro y Martínez (1995) ya habían descrito un efecto del tipo de rebaño sobre la conducta de pastoreo de ovinos y caprinos en este tipo de cubierta vegetal. Dichos autores observaron una mayor utilización por los caprinos de la zona de matorral cuando pastaban con ovinos (81% del tiempo de pastoreo) que pastando solos (57%).

El consumo de especies leñosas, tanto ericáceas como tojo, fue mayor en las cabras que en las ovejas, en los distintos tipos de cubierta vegetal, tal y como han descrito numerosos autores (Clark et al. 1982, Grant et al. 1984, Radcliffe 1986). También se observó una selección muy positiva del tojo por las cabras, que consumieron un 45-55% de tojo en los tratamientos 50-25-25 y 33-33-33, con una proporción de tojo de un 12-16% en la cubierta vegetal en la zona de desbrozado y matorral. Sin embargo las ovejas seleccionaron el tojo en una proporción inferior (14-46%). La excepción fue el tratamiento con la cubierta vegetal compuesta por matorral (0-0-100), donde las ovejas consumieron más tojo (45%) que las cabras (25%) a pesar de que la proporción de tojo en la cubierta vegetal era muy baja (5%). Este mayor consumo de tojo por las ovejas en julio podría deberse a una utilización más temprana de dicha especie por las cabras, como observaron Grant et al. (1984) en el caso de la brecina (*Calluna vulgaris*). No obstante, existe la posibilidad de que el análisis de la dieta no fuera correcto, pues en dichas parcelas los animales disponían de matas de porte alto, como *Erica arborea*, que no se tuvieron en cuenta y pudieron formar parte de la dieta.

Las diferencias de selección de dieta observadas entre ambas especies (ovino y caprino) ofrecen amplias posibilidades para la planificación de estrategias de manejo que permitan mejorar la eficiencia del aprovechamiento de estas comunidades vegetales naturales. Es preciso, sin embargo, ampliar la información respecto a las variaciones en selección de dieta e ingestión a lo

y consecuentemente sobre el rendimiento animal.

Figura 1. Composición de la cubierta vegetal en las zonas sembrada (S), desbrozada (D) y matorral (M).

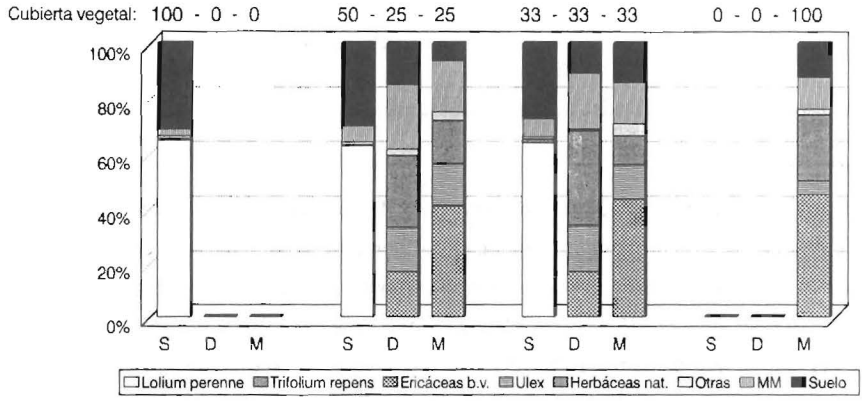
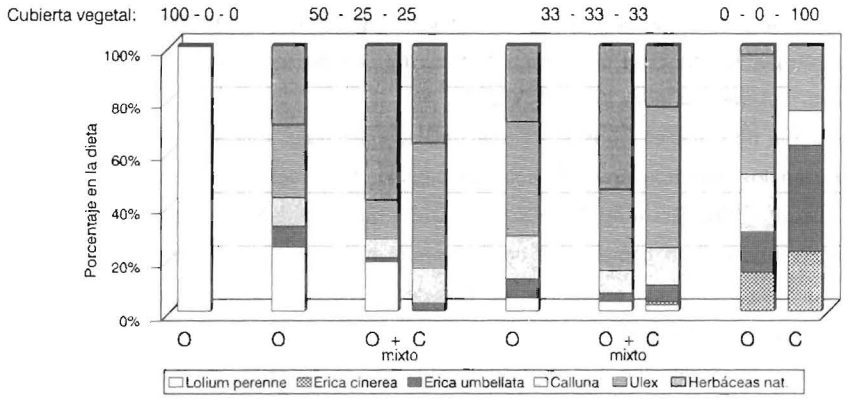


Figura 2. Composición de la dieta de ovinos (O) y caprinos (C).



REFERENCIAS

Barthram G.T. 1986. Biennial Report H.F.R.O. 1984-1985., pp. 29-30.

Clark D.A., Lambert M.G., Rolston M.P., Dymock N. 1982. Proc. N.Z.Soc.Anim.Prod. 42: 155-157.

del Pozo M., Wright I.A. 1995. EFFN Occ. Publ. Nº 3: 151-161.

Grant S.A 1981. Sward measurement handbook. BGS Publication. pp. 71-92.

Grant S.A., Bolton G.R., Russel A.J.F. 1984. Grass and Forage Sci. 39: 361-370.

Oliván M., Osoro K. 1994. XXXIV Reunión Científica de la S.E.E.P., pp. 391-396.

Osoro K., Martínez A. 1995. EFFN Occ. Publ. Nº 3: 109-125.

Radcliffe J.E. 1986. N.Z.J.Exp.Agric. 14: 399-410.

ESTRATEGIAS DE MANEJO EN PASTOREO Y GANANCIAS POST-DESTETE DE TERNEROS PROCEDENTES DE VACAS DE CRÍA.

K. Osoro; A. Martínez; P. Castro
CIATA. Apdo. 13. 33300 - Villaviciosa - Asturias

INTRODUCCIÓN:

El cebo intensivo de terneros constituye la forma tradicional de manejo, suministrando concentrados a base de cereales a libre disposición; sin embargo, en unas condiciones como la Cornisa Cantábrica donde los cereales deben ser adquiridos en zonas relativamente distantes, incrementando los costes de alimentación, la rentabilidad de la actividad llega a ser negativa en situaciones en las que el precio de venta no sea favorable. La intensificación de la producción de leche, con animales encuadrados y alimentados fundamentalmente con raciones basadas en alimentos comprados, o el abandono de dicha actividad, podrían dejar disponibles áreas costeras muy favorables para el desarrollo de sistemas de cebo de terneros en pastoreo. El objetivo del presente trabajo es facilitar la información experimental disponible con vistas a desarrollar sistemas rentables de producción de carne de calidad con una eficiente utilización de los recursos pastables y diversificar la producción.

MATERIALES Y MÉTODOS:

Un total de 87 terneros de raza Asturiana de los Valles nacidos entre 1992 y 1995 de rebaños de vacas de cría con paridera en invierno (enero-marzo), manejados en pastoreo y destetados en octubre (22-24), tuvieron un cebo post-destete basado en la utilización del pasto en valles de zonas bajas (Finca La Mata -Grado) y de subproductos en el período de invernada.

En la tabla 1 se puede observar las diferentes estrategias de manejo de la alimentación (suplementación) y de pastoreo (monoespecíficos o mixtos) a que fueron sometidos los terneros durante los años de estudio.

Los animales fueron pesados a la semana del inicio de cada período y al final del mismo, realizándose pesadas intercaladas con periodicidad mensual. Para cuantificar la disponibilidad de pasto se midió la altura de la hierba semanalmente. En la tabla 2 se muestran las alturas medias del pasto de que dispusieron durante los diferentes años y períodos de pastoreo.

Los animales eran sacrificados cuando alcanzaban un peso vivo aproximado de 500 kg, por lo que parte de los terneros añojos (33) se sacrificaron directamente del pasto, otros (21) con un acabado de menos de 40 días de duración tras finalizar el pastoreo y otros (33) con acabado de mayor duración. Los datos fueron analizados con el paquete estadístico Genstat V.

RESULTADOS:

Los pesos post-destete, al inicio de la fase de estudio, así como las ganancias conseguidas por los terneros bajo las diferentes condiciones de manejo, en los distintos períodos se muestran en la tabla 2. En dicha tabla se pueden observar las diferencias significativas en las ganancias de los terneros entre los distintos manejos, correspondiendo las mayores (1,45 kg/día en pastoreo de primavera) a aquellos terneros que se manejaron en pastoreo mixto con las cabras, llegando los incrementos de peso diarios a ser de 1,62 kg en la segunda mitad del pastoreo de primavera. Estas elevadas ganancias, incluso superiores a las de los terneros que recibieron suplementación durante todo el pastoreo de primavera (Tratamiento 2: 1,35 kg/día), se deben a la particular conducta de pastoreo del caprino, que pasta las espigas, y rechaza el trébol, lo que se traduce en un incremento de la presencia de trébol (Osoro y Del Pozo 1997) y calidad del pasto disponible. Es conocido el incremento del rendimiento de los rumiantes, incluido el vacuno de carne, con la presencia de trébol (Thomson 1984).

Por otra parte, se puede comprobar la escasa respuesta a la suplementación continua durante el pastoreo de primavera (Tratamiento 2 frente a Trat. 1), siendo mucho más claro el efecto negativo de la menor disponibilidad de pasto. Así por ejemplo, en el trat. 4 que mantuvo una hierba de 7,2 cm de altura, las ganancias medias de los terneros se redujeron a 1,07 kg/día frente a los 1,24-1,28 kg/día obtenidos en los tratamientos 1 y 3 que dispusieron de un pasto de 9,2 cm de altura.

En el pastoreo de otoño, disponiendo de hierba de 8-10 cm de altura y suplementación con 1,5 kg de harina de cebada/cabeza, los terneros obtuvieron muy buenas ganancias, en torno a los 1,2-1,3 kg/día (tratamientos 4, 5 y 6).

Por lo tanto, las ganancias de estos terneros manejados en pastoreo, en primavera, pueden llegar a ser similares a los obtenidos por los manejados en sistemas intensivos (1,4 kg/día; Osoro y col. 1996). Debido a la alimentación restringida del período de invernada, con ganancias en torno a 0,75 kg/día, el período de cebo es ligeramente más largo que en el sistema intensivo. No obstante, dicho retraso da lugar a que la época de sacrifico se ajuste mejor a la de mayor demanda, el verano, además de que los costes de alimentación sean considerablemente inferiores en los sistemas extensivos. Dichos costes se sitúan por debajo de las 20.000 pts por ternero, incluyendo en él los derivados de la fertilización de las praderas. El número de terneros manejables por ha en condiciones del presente ensayo, zona baja interior, es de 4,5 terneros oscilando entre 4 y 5 en función de las condiciones climáticas que mediatizan la producción de pasto.

TABLA 1.- ESTRATEGIAS DE MANEJO EXTENSIVO POST-DESTETE DE TERNEROS PROCEDENTES DE VACAS DE CRÍA CON PARIDERA EN INVIERNO

Manejo	N° terneros	PERÍODO		
		Otoñada	Inviernada	Primavera
1°	16	Alim. restringida[1]	Alim. restringida	Past. sin suplement.
2°	16	"	"	Past. con suplement
3°	22	"	"	Past. + Suplement final[3](SF)
4°	15	Pastoreo[2]	Alim. restringida	"
5°	9	"	"	Past. mixto con ovino + SF
6°	9	"	"	Past. mixto con caprino + SF

(1) 2,5 kg pulpa de remolacha + 1,5 kg de concentrado + 2 kg de paja de cereal/cabeza
(2) suplementación de 1,5 kg cebada/cabeza
(3) suplementación con 2 kg de concentrado con grasa desde la segunda quincena de mayo hasta finalizar el pastoreo (finales de junio)

TABLA 2.- EFECTO DEL MANEJO EN LAS VARIACIONES DE PESO POST-DESTETE DE TERNEROS DE CARNE EN EXTENSIVO

	Manejo							
	1	2	3	4	5	6	esd	sign
Altura del pasto[1](cm)	9,3	9,4	9,2	7,2	7,7	7,4	--	--
Peso destete[2] (kg)	241	226	201	193	210	212	18.2	*
Ganancias (kg/día)								
Otoño 20/10-15/12	0,96	0,96	1,00	1,15	1,33	1,29	0,104	***
Invernada 15/12-1/3	0,81	0,72	0,57	0,78	0,71	0,78	0,063	***
Primavera 1/3-1/5	1,48	1,28	1,49	1,18	1,15	1,27	0,135	*
Primavera 1/5-21/6	1,08	1,40	1,07	0,94	1,31	1,62	0,104	***
Primavera 1/3-21/6	1,24	1,35	1,28	1,07	1,24	1,45	0,079	***
Peso final-21/6 (kg)	480	467	443	436	465	492	23,0	NS

(1) Altura media de la hierba disponible durante el pastoreo de primavera
(2) 20 de octubre

RERERENCIAS:

Osoro K., Barriada M., Martínez a., Castro P. 1996. Manejo post-destete de los terneros procedentes de vacas de cría para la producción de carne de calidad. Bovis N° 67: 51-68.

Thomson D.J. 1984. The nutritive value of white clover In: Forage Legumes (Ed. D.J. Thomson) B.G.S. Occ. Symp. N° 16: 78-92.

Osoro K., Del Pozo M. 1997. Post-weaning performances of yearling calves under mixed grazing with goats or sheep in grass/clover swards. XVIII International Grassland Congress. Canada.

COMPORTAMIENTO DE INGESTIÓN DEL VACUNO EN PASTOREO: EFECTO DEL PESO VIVO Y DE LA ALTURA DEL PASTO

R. FERRER[1,2], M. PETIT[1].

[1] L.A.H.M. INRA de Theix, 63122 Clermont-Ferrerand (FRANCIA)

[2] Unidad de Tecnología en Producción Animal. S. I. A., D. G. Aragón, Apdo. 727, 50080 Zaragoza

INTRODUCCIÓN

La ingestión en pastoreo se puede desglosar en sus componentes comportamentales: peso de bocado, frecuencia de bocados y tiempo de pastoreo (Allden y Whittaker, 1970). El objetivo de este estudio fue estudiar la respuesta comportamental del vacuno de diferentes edades en praderas cuando se hizo variar la altura del pasto. A partir de dos experimentos con similar diseño experimental y presentados separadamente (Ferrer y Petit, 1996; Ferrer et al., 1996), se reanalizaron los datos para obtener modelos de predicción en una amplia gama de alturas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevaron a cabo dos experimentos (A y B) con 3 clases de animales. En el Exper. A se utilizó un diseño factorial con 2 alturas de pasto y 2 periodos, en el Exper. B se testaron mediante un diseño en bloque incompleto equilibrado 3 alturas en 3 periodos. Se utilizaron ocho vacas secas (700±71 kg PV), ocho novillas de 18 meses (480 ± 28 kg PV) y ocho terneras destetadas de 7 meses (224 ± 22 kg PV) de un rebaño charolés distribuidas en dos lotes (4 vacas, 4 novillas y 4 terneras en cada uno) equilibrados en peso y edad.

Los experimentos se realizaron en el mes de agosto de 1993 (Exper. A) y 1994 (Exper. B) en dos parcelas de 7 y 10 ha sembradas con Dactilo (*Dactylis glomerata*). Las parcelas se dividieron en 4 (Exper. A) o 6 (Exper. B) sub-parcelas que se cortaron a 3 cm de altura en diferentes tiempos para obtener las diferentes alturas al mismo tiempo. En cada periodo se testaron 2 alturas diferentes que fueron aprovechadas una por cada lote de forma que los animales cambiaron de altura de pasto de un periodo al otro. La edad de los rebrotes estuvo comprendida entre 1 y 9 semanas. Cada parcela se pastó en bandas (cambio diario de superficie) durante 15 días usando pastor eléctrico. La atribución de superficies se hizo al inicio del periodo de forma que la disponibilidad de hierba fuera de 40 g de materia seca (MS) por kg de peso vivo (PV), o sea, el doble de la capacidad de ingestión teórica. Los animales dispusieron en todo momento de agua y bloques de complemento vitamínico-mineral a voluntad.

Durante los últimos 6 días de cada periodo se realizaron muestreos diarios de hierba y de heces para estimar la altura del pasto (HFRO stick), la biomasa por ha (corte con tijera de bandas de 0,10 × 1 m), el valor nutritivo (Proteína, fibra, digestibilidad *in vitro*) y la ingestión por el método de los alcanos (cf. Ferrer, 1995). El comportamiento individual de pastoreo se registró por observación visual en dos días sucesivos por periodo de muestreo de heces. El tiempo de pastoreo (TP) se registró por muestreo cada 5 min., y la frecuencia de pastoreo (FP) contando los bocados de un animal durante 2 min. (8 registros/animal/dia). El peso medio de bocado (PB) se calculó dividiendo la ingestión estimada por el número diario de bocados (TPxFP). Los datos individuales por periodo se analizaron usando el procedimiento GLM (SAS, 1988). En los modelos de predicción solamente se consideraron los efectos significativos con $P<0,05$.

Cuadro 1.- Características medias de las praderas.

Experimento	B	B	A	B	A
Altura del pasto	8	10	15	21	42
Biomasa (kg MS/ha)	910	1110	1000	2120	4100
Digestibilidad *in vitro* MO	69	77	74	69	63
Proteína Bruta (g / kg MO)	37,2	41,9	36,5	33,6	31,5
FAD (g / kg MO)	256	209	236	244	273

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de ingestión y comportamiento de los dos experimentos aparecen en el Cuadro 2.

Cuadro 2 : Ingestiones y comportamiento (medias y rango entre paréntesis) de las tres clases de animales en ambos experimentos.

	Terneras	Novillas	Vacas
Ingestión	4,2	8,0	10,2
(kg MO / dia)	*(2,1-5,9)*	*(5,4-11,4)*	*(7,5-13,3)*
Peso del Bocado	220	358	548
(g MO / bocado)	*(84-691)*	*(171-914)*	*(256-1503)*
Ritmo de ingestión	8,8	17,8	26,9
(g MO / min)	*(4,4-14,7)*	*(11,3-27,7)*	*(14,4-43,4)*
Frecuencia de pastoreo	46,1	54,6	54,1
(bocados / min)	*(17,7-60,7)*	*(20,0-70,6)*	*(21,9-72,0)*
Tiempo de pastoreo	480	461	396
(min / dia)	*(325-640)*	*(325-598)*	*(255-540)*

En conjunto, para una altura y digestibilidad fija, el PB aumentó en 0,70 (e.s. 0,054) mg MO por cada kg PV. Aunque las regresiones establecidas para cada clase indicaron que el efecto del peso disminuyó con la edad de los animales (Cuadro 3). El PB aumentó linealmente con la altura del pasto, tanto más rápidamente cuanta más edad tenía el animal en concordancia con otros modelos establecidos entre especies (Illius y Gordon, 1987). En el caso de las novillas y vacas, y para una misma altura, la digestibilidad tuvo un efecto promotor del PB; la razón debió ser que la prehensión de hierba menos digestible debe masticarse y rumiarse más (Forbes y Coleman, 1987). El efecto no fue significativo en el caso de las terneras, lo que podría relacionarse con la mayor selectividad en pastoreo de los animales ligeros (Illius y Gordon, 1987).

La FP aumentó de terneras a novillas, pero no de novillas a vacas. Las regresiones intraclase indicaron que la FP aumentó a razón de 0,042 (e.s. 0,014) bocados/min por kg PV en el caso de las vacas, pero no significativamente en terneras y novillas. Como el efecto de la altura del pasto (término lineal y cuadrático: H, H^2) sobre la FP fue el mismo para todas las clases y la digestibilidad no mejoró la estimación, la ecuación obtenida fue:

$$\text{FP (bocados / min)} = \begin{cases} \text{vacas: } 66{,}8 \\ \text{novillas: } 67{,}2 - 0{,}50(\pm 0{,}150) \times H - 0{,}005(\pm 0{,}0025) \times H^2 \\ \text{terneras: } 58{,}8 \end{cases}$$

$$R^2 = 0{,}84 \qquad \text{E. S. R.} = 5{,}01$$

La FP se incrementó a medida que la altura del pasto disminuía para compensar la disminución del PB y así mantener un ritmo de ingestión constante (Ferrer et al., 1996), pero este incremento tiene sus límites fisiológicos y la FP alcanzó una "meseta" en las alturas inferiores como observaron Dumont et al. (1995).

Las regresiones lineales con todos los datos indicaron que el TP disminuyó a medida que el peso de los animales aumentaba (17 (e.s. 2,9) min. / 100 kg PV). Este efecto no fue significativo en el interior de cada clase, aunque se observó una tendencia a que el TP aumentara con el peso de las vacas (25 min / 100 kg PV, P=0,13). El TP es el último elemento comportamental del que dispone el animal para ajustar su ingestión, y como el ritmo de ingestión es proporcional al peso (Ferrer et al., 1996), es lógico que los animales con más necesidades (jóvenes) sean los que más tiempo pasten. El TP disminuyó con la altura (término lineal y cuadrático: H, H^2) y la

digestibilidad (DIG) del pasto en todas las clases de la misma forma:

$$TP\ (min / dia) = \begin{matrix} \text{vacas: } 709 \\ \text{novillas: } 774 \\ \text{terneras: } 793 \end{matrix} - 12(\pm 1,8) \times H + 0,15(\pm 0,03) \times H^2 - 232(\pm 134,5) \times DIG$$

$$R^2 = 0,51 \qquad E.S.R. = 58,6$$

El TP alcanzó valores asimptóticos en las alturas superiores como también lo hace el ritmo de ingestión (Laca et al., 1994) en razón de los límites fisiológicos de los animales. Por otro lado, el TP aumentó cuanto menos digestible fue el pasto, ya que la fibra incrementa el tiempo de masticación durante la ingestión (Jarrige et al., 1978).

La altura del pasto y el peso de los animales son dos variables determinantes del peso del bocado, que a su vez lo es de la ingestión diaria. Los animales de más formato fueron los más susceptibles a las variaciones de altura del pasto. La frecuencia de prehensión es un elemento modulador para que el ritmo de ingestión relativo al peso se mantenga constante para todas las alturas y clases de animales. Finalmente, el tiempo de pastoreo proporciona el ajuste necesario para que el balance energético diario se el óptimo. Aunque la digestibilidad esté en cierta medida correlacionada con la altura, estos resultados demuestran que también tiene un efecto propio sobre el comportamiento ingestivo.

Cuadro 3.- Modelos de predicción del peso del bocado (mg MO) con la altura del pasto, la digestibilidad y el peso de los animales.

	Ordenada en	Coeficientes de Regresión			
Animal	**el origen**	**Altura** (cm)	**Digestibilidad**	**Peso vivo** (kg)	**E.S.R. ‡**
Terneras	-112,9	7,68	-	0,74	61,2
	(±90,99)	*(±0,76)*		*(±0,374)*	
Novillas	-592,7	12,72	690	0,47	81,5
	(±299,32)	*(±1,40)*	*(±324)*	*(±0,303)*	
Vacas	-700,0	19,92	1230	-	136,5
	(±409,5)	*(±2,17)*	*(±540)*		

‡ Error standard residual.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración del equipo de la finca experimental INRA de Laqueuille (63, Francia) por su participación en esta experiencia. R. Ferrer agradece al CONAI (D.G. Aragón) la atribución de una beca predoctoral.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLDEN W.G. AND WHITTAKER A.M. 1970. *Aust J Agric Res* 21, 755-766.

DUMONT B., D'HOUR P., PETIT M. 1995. *Appl Anim Behav Sci* 43:1-15.

FERRER R. (1995) Quantités ingérées et comportement d'ingestion des bovins au pâturage : influence du developpement ponderal des animaux et de la hauteur de l'herbe. Thèse de Doctorat ENSA de Rennes.

FERRER R., PETIT M. (1996). *Anim Sci,* 61: 497-506.

FERRER R., PETIT M., D'HOUR P. (1996). *Anim Sci,* 61: 511-518.

ILLIUS A.W., GORDON I.J. (1987). *J Anim Ecol* 56: 989-999.

JARRIGE R., MORAND-FEHR P., HODEN A. (1978). In *Alimentation des Ruminants*, (Ed. R. Jarrige). INRA Paris, 178-206.

LACA E.A., UNGAR E.D., DEMMENT M.W. (1994). *Appl Anim Behav Sci.* 39, 3-19.

S. A. S. 1988. *SAS/STAT user's guide, Release 6.03 edition*, pp. 549-640. Cary, NC.

EFECTO DE LA DISPONIBILIDAD FORRAJERA Y DE LA CONDICIÓN CORPORAL EN LOS RESULTADOS PRODUCTIVOS Y DE COMPORTAMIENTO DE VACAS LACTANTES DURANTE EL PASTOREO DE PRIMAVERA.

Villalba D., Ferrer R., Casasús I., Sanz A., Revilla R.
Unidad de Tecnología en Producción Animal. SIA-DGA . Apdo. 727. 50080 Zaragoza

INTRODUCCIÓN

Uno de los recursos pastorales de los sistemas de producción de vacas de carne en el Pirineo son las praderas de fondo de valle, que habitualmente se utilizan previamente a la subida a puerto en verano o inmediatamente después de la bajada. En el caso de las vacas con parto en final de invierno y primavera, los resultados productivos de vacas y terneros durante el pastoreo de primavera no son obviables, y estan en relación directa con la disponibilidad forrajera (Hodgson, 1984). Dentro de un esquema general de gestión del rebaño es interesante conocer hasta que punto los animales pueden compensar una menor disponibilidad aprovechando una mayor condición corporal inicial para la movilización de reservas corporales.

En la presente comunicación se estudia el efecto de la disponibilidad forrajera y de la Condición Corporal sobre los resultados productivos y de comportamiento alimenticio en pastoreo de vacas de raza Parda Alpina en lactación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante la primavera de 1996 se utilizaron 3 parcelas polifitas (*Festuca arundinacea* , *Poa pratensis* y *Trifolium repens*) situadas en la finca experimental "La Garcipollera" (900 m) en el Pirineo Oscense. Cada una fue pastada durante un periodo de 30 días por un lote de vacas en el 2º mes de lactación con sus terneros, atribuyéndosele una disponibilidad de hierba en orden inverso a su Condición Corporal inicial. La disponibilidad inicial resultante (en función de la producción de MS y superficie a la entrada en la pradera) fue de 0.35 Kg MS/ Kg PV (B), 0.69 Kg MS/Kg PV (M) y 0.87 kg MS/kg PV (A). Semanalmente se controló en cada pradera la altura de la hierba en 100 puntos mediante un sward-stick HFRO, así como la producción de materia seca por hectárea (3 muestreos de 0.2 m^2 por parcela).

Se realizaron 3 controles de comportamiento en los días 12 (C1), 22 (C2) y 29 (C3) después de la salida al pasto. Se registró de forma visual la actividad de cada uno de los animales (reposo de pie, reposo tumbadas, pastoreo o desplazamiento) cada 5 minutos mientras que la luz lo permitía. El ritmo de bocados se controlaba visualmente de forma individual durante dos minutos, obteniéndose un registro en cada uno de los ocho periodos de 2 horas en que se dividía la jornada de control de comportamiento.

Los parámetros productivos peso del ternero y producción de leche, se controlaron antes de la salida al pasto y semanalmente durante la estancia en las praderas. La Condición Corporal se estimó al inicio y al final de la experiencia. La producción de leche se midió según la técnica establecida por Le Du et al., 1979 y se tomaron muestras de cada vaca para determinar el contenido de grasa y proteína. El análisis estadístico se realizó mediante el procedimiento GLM del SAS (1992). Se analizó el efecto de la disponibilidad inicial sobre los resultados de cada lote.

RESULTADOS

La altura y la producción de materia seca decrecieron paralelamente y de forma muy importante en las praderas A y B, pero en menor medida en M (Figura 1). La mayor proporción de trébol en M (44 %) que en B y A (29 y 17 %) pudo determinar diferencias en los patrones de crecimiento de las especies (Parsons et al., 1991) lo cual podría relacionarse con las diferencias observadas en la evolución de la biomasa de las praderas.

La producción lechera de todos los lotes se vio incrementada a la salida al pasto entre 1,9 y 3,2 l/día (Cuadro 1) como Coulon et al. (1986) observaron. Posteriormente se mantuvo durante la explotación de la parcela en los lotes A y M, pero las producciones del lote B decrecieron en la última semana cuando la producción forrajera fue inferior a 1500 kg MS/ha

que se corresponde con los resultados obtenidos por Wright y Whyte (1989). La proteína producida en la leche también se incrementó con la salida al pasto en todos los lotes al mejorarse el balance energético de los animales. Este incremento fue superior en el lote M (69%) que en el B y A (20 y 35 %), ya que partía de un valor inicial inferior y disponía de un pasto con mayor proporción de trébol. No se observaron cambios significativos en la grasa producida, que depende más de la riqueza en lípidos de la dieta y del tipo de fermentaciones en el rumen que del balance energético (Coulon et al., 1986). Los crecimientos de los terneros del lote A y M fueron superiores a los del lote B en concordancia con la producción lechera y la disponibilidad forrajera de las praderas. De esta forma, los animales del lote B no fueron capaces de movilizar sus reservas (inicialmente superiores a los lotes M y A) para compensar la menor disponibilidad forrajera de la parcela y sus rendimientos productivos fueron inferiores. Las diferentes evoluciones de la producción forrajera en las parcelas M y A hicieron que las producciones animales fueran similares en los dos tratamientos.

En las praderas B y M, el número de bocados por minuto aumentó entre C1 y C2 para mantener el ritmo de ingestión a corto plazo, pero no se incrementó posteriormente debido probablemente a que los animales se encontraban en su límite fisiológico (Hodgson, 1982). El lote A no incrementó con el tiempo su frecuencia de bocados debido a un estado de fenológico más avanzado de las gramíneas que en el resto de las praderas, lo cual supone un mayor tiempo dedicado a la búsqueda y masticación del pasto (Dumont et al., 1996).

El tiempo de pastoreo presentó un claro incremento entre controles para B en respuesta a la disminución de la disponibilidad forrajera. El lote A sólo mostró un incremento del tiempo de pastoreo entre el segundo y tercer control para compensar el mantenimiento de la frecuencia de bocados. En cambio en la pradera M, que mantuvo mejor su producción forrajera, el tiempo de pastoreo no evolucionó claramente a lo largo de los controles.

El número de bocados por día se incrementó entre controles en todos los lotes con la disminución de la producción forrajera de la parcela, aunque el incremento fue más significativo cuanto menor fue la disponibilidad inicial, rozando en C1 y C2 los máximos propuestos por la bibliografía (Hodgson, 1982). La Condición Corporal inicial más alta del lote B pudo inducir a que su número de bocados diarios fuera inferior al de los lotes M y A en C1, pero posteriormente las tendencias se invirtieron en C3 en razón a los mecanismos de control de la ingestión (Hodgson, 1985). A la vista de estos resultados y teniendo en cuenta que el número diario de bocados se mantuvo en sus máximos fisiológicos durante una buena parte de la experiencia, el peso del bocado como indican otros trabajos (Hodgson, 1985; Ferrer et al., 1995) debió ser el factor limitante de la ingestión y consecuentemente de las producciones, especialmente en la pradera B que mostró en todo momento una producción forrajera inferior.

CONCLUSIÓN

La salida al pasto durante la primavera provocó un incremento de la producción lechera de vacas subnutridas durante la primera fase de lactación. Las vacas en buena Condición Corporal pero con una disponibilidad forrajera baja, no fueron capaces de movilizar sus reservas para la producción láctea y asegurar elevados crecimientos en sus terneros. En estas condiciones, la respuesta comportamental (número de bocados y tiempo de pastoreo) no consiguió compensar la menor disponibilidad de hierba. Pese a la corta duración del pastoreo en esta época impuesta por el manejo, sería posible reducir la alimentación de estas vacas en la primera fase de lactación en establo y compensar parcialmente durante el pastoreo si la disponibilidad de hierba no es limitante.

AGRADECIMIENTOS

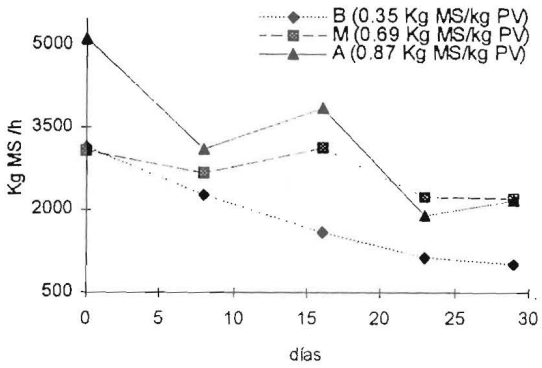
Trabajo financiado por los proyectos CE DG VI-1124, INIA 94-72 e INTERREG II. Becas concedidas por I.N.I.A. y el Gobierno Vasco.

BIBLIOGRAFÍA.

-Coulon J.B., Garel J.P., Hoden A., 1986. *Bull. Tech.C.R.Z.V. Theix I.N.R.A.* (66) 23-29
-Dumont B., Petit M., D'Hour P., 1996. *Applied Animal Behavior Science* 34 1-15
-Ferrer R., Petit M., D'Hour P., 1995. *Anim. Sci.* 61:511-528
-Hodgson J., 1982. *Herbage Intake Handbook. Ed.:Leaver J.D.* 113-178
-Hodgson J., 1985. *Proceedings of the Nutrition Society.* 44: 339-346
-Le Du Y.L.P., MacDomald A.J., Peart J.N., 1979. *Livest. Prod. Sci.* 6, 277-281

-Parsons A.J., Harvey A., Woledge J., 1991. *Journal of Applied Ecology*. 28:2 619-634
-SAS STAT Technical report . 1992 SAS/STAT. Cary NC 27513.
-Villalba, D.,_Blanch M., Casasus, I., Olleta, J.L., Revilla, R. 1995 *ITEA nº 16. Tomo I* .1995
-Wright I.A., Whyte T.K., 1989 *Grass and Forage Science*. 44 259-266

Figura 1. Producción de materia seca por hectarea a lo largo de la experiencia en función de la disponibilidad forrajera.



Cuadro 1. Resultados productivos en función del tratamiento

	B 0.35 kg MS/kg PV	*M* 0.69 kg MS/kg PV	*A* 0.87 kg MS/kg PV	sign.
n	11	11	10	
peso inicio (kg)	598	562	560	ns
peso ternero inicio (Kg)	89	80	85	ns
días lactación	63	53	55	ns
cc inicio	2.70 *a*	2.47*b*	2.40*b*	***
cc final	2.65 *a*	2.50*ab*	2.42*b*	*
GMD terneros (kg/día)	0.74 *a*	1.05*b*	0.92*b*	***
PL inicial (l/d)	7.1	6.8	8.2	ns
PL 13 d (l/d)	9.0	10.0	10.2	ns
PL 23 d (l/d)	8.6	9.7	8.9	ns
PL 30 d (l/d)	7.5 *a*	10.0*b*	10.3*b*	**

ns: no significativo. *:p<0.05 ; **: p<0.01 ; ***: p<0.001.
en una misma línea letras iguales o ausencia de letras indica diferencias no significativas (p>0.05)

Cuadro 2. Resultados comportamentales en función de tratamiento y control.

	Control (*)	*B* 0.35 kg MS/kg PV	*M* 0.69 kg MS/kg PV	*A* 0.87 kg MS/kg PV	sign.
Bocados/minuto	C1	48*a,x*	54*b,x*	51*ab*	*
	C2	58*b,y*	62*b,y*	53*a*	**
	C3	57*b,y*	60*b,y*	51 *a*	**
Minutos/día	C1	618*a,x*	610*a,x*	657*b,x*	**
	C2	672*y*	681*y*	666*x*	ns
	C3	711*b,y*	630*a,x*	734*b,y*	**
Bocados/día (X1000)	C1	29.5*a,x*	33.0*b,x*	33.5*b*	*
	C2	39.1*b,y*	42.1*b,y*	35.1*a*	*
	C3	40.3*y*	37.7*y*	37.8	ns

ns: no significativo. *:p<0.05 ; **: p<0.01 ; ***: p<0.001.
letras iguales o ausencia de letras indica diferencias no significativas (p>0.05). a,b entre tratamientos. x,y entre controles
(*) C1,C2 y C3: día 12,22 y 29 después de la salida a pasto

Genética

TÉCNICAS MOLECULARES PARA LA DETECCIÓN DE VARIANTES GENÉTICAS DE INTERÉS EN ANIMALES DOMÉSTICOS.

Armand Sánchez Bonastre
Unitat de Genètica i Millora, Facultat de Veterinària Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra.

Introducción:

Uno de los problemas iniciales que debemos afrontar para que las técnicas de Genética Molecular puedan ser aplicadas con éxito en la Mejora Genética de las especies productivas, radica en la identificación de genes responsables de los carácteres de interés. Para ello, el estudio del genoma (encaminado a la obtención de mapas genéticos) unido al desarrollo de técnicas analíticas eficientes para la identificación de la variabilidad genética, resultan capitales. Adicionalmente, las variantes genéticas pueden emplearse en problemas de identificación individual y pruebas de paternidad, estudios de genética de poblaciones y diagnóstico de patologías hereditarias. Durante estos últimos años se han desarrollado un conjunto de técnicas de laboratorio basadas en la reacción en cadena de la polimerasa (**PCR**), que facilitan el análisis rápido de un elevado número de muestras y la detección de variantes genéticas en las regiones de ADN amplificadas. El diagnóstico de las variantes puede realizarse de forma directa si conocemos su secuencia nucleotídica con técnicas que amplifiquen selectivamente un alelo determinado o haciendo uso de las diferencias en lugares de corte por endonucleasas de restricción.

Otras técnicas más indirectas permiten diferenciar a las variantes, sin el conocimiento previo de su secuencia, por el distinto comportamiento electroforético de las mismas. Entre estas técnicas podemos destacar la **SSCP** (*single strand conformation polymorphism*) (Prosser, 1993) o la **DGGE** (*denaturing gradient gel electroforesis*) (Fodde y Losekoot, 1994), que se basan en los cambios de movilidad electroforética, relacionados con diferencias en su secuencia nucleotídicade, que presentan las moléculas de ADN de cadena simple o en proceso de desnaturalización y que potencialmente permiten detectar sustituciones nucleotídicas simples.

En los últimos años los dos tipos de polimorfismos del ADN más numerosos y estudiados han sido los **RFLPs** (polimorfismos en la longitud de los fragmentos de restricción, debidos a la existencia de variabilidad para el número o posición de dianas para la digestión con una determinada endonucleasa de restricción) y los microsatélites o **SSRs** (repeticiones de secuencia simple) con variantes debidas a la presencia de un número variable de repeticiones de di-, tri- o tetranucleótidos, muy abundantes y de distribución aleatoria en el genoma de los organismos eucariotas.

Los microsatélites se han convertido actualmente en los marcadores de elección en todos los proyectos encaminados a la elaboración de mapas genéticos en especies domésticas. El establecimiento de estos mapas, con un número suficiente de marcadores informativos, constituye un paso necesario para poder afrontar el análisis de la base genética de los caracteres complejos. El método más clásico de análisis empleando estos marcadores se basa en la detección de desequilibrio de ligamiento, que posibilita la ulterior identificación de

regiones del genoma candidatas a ubicar genes responsables de los carácteres estudiados. Sin embargo, existen técnicas alternativas de análisis del genoma, de creciente importancia en los estudios de genética molecular aplicada y que revisaremos a continuación.

Técnicas de análisis aleatorio del genoma:

Podemos también identificar variantes genéticas de interés en el ADN mediante un conjunto de técnicas que genéricamente podemos denominar de "fingerprinting" o "impronta genética". Estas técnicas producen patrones con un número discreto de bandas características de cada ADN analizado. Las bandas corresponden a fragmentos obtenidos en un sistema exponencial de amplificación "in vitro" del ADN. Para ello suelen emplearse uno o varios cebadores, de secuencia parcial o totalmente aleatoria, o bien basada en determinadas secuencias de copia única o repetida del genoma. Estos cebadores hibridan total o parcialmente en lugares no definidos del genoma y permiten la amplificación de un número variable de bandas sin que sea preciso un conocimiento previo sobre la secuencia de las regiones amplificadas.

Se han descrito diversas aproximaciones metodológicas para este tipo de análisis, la más conocida de las cuales és la amplificación aleatoria de ADN polimórfico o **RAPD** (*random amplified polymorphic DNA*) en la que se utilizan cebadores cortos (9-10 nucleótidos) de secuencia aleatoria (Williams, J.G.K. y col. 1990). Esta técnica ya ha sido empleada con éxito en diversas especies domésticas (revisado en Cushwa, W.T. y J.F. Medrano, 1996). Otras técnicas parecidas difieren básicamente en la longitud, secuencia y concentración de cebador usado en la reacción de amplificación del ADN y en la complejidad de los patrones obtenidos (Welsh, J. y M. McClelland. 1990; Caetano-Anollés, G. y col. 1991).

Una metodología alternativa consiste en la introducción artificial de motivos de secuencia conocida, mediante la unión de fragmentos cortos de ADN, denominados adaptadores, que incrementa sustancialmente el número de fragmentos amplificados y en consecuencia la complejidad y riqueza informativa de los patrones obtenidos. Una variante de esta técnica, denominada **AFLP** (amplified fragment lenght polymorphism) (Vos y col., 1995), se basa en la amplificación selectiva de fragmentos generados por la digestión de ADN genómico mediante endonucleasas de restricción.

Esta amplificación selectiva se consigue mediante la unión de oligonucleótidos específicos a los fragmentos resultantes de la digestión. Los patrones resultantes son altamente polimórficos y permiten la obtención de un elevado número de marcadores. La técnica, desarrollada inicialmente en especies vegetales, está resultando especialmente útil en el caso de genomas en los que se dispone de escasa información genética (Ziegle y col. 1996).

Posibilidades y limitaciones de las técnicas de análisis aleatorio del genoma:

Los polimorfismos que se observan al comparar dos ADNs sometidos a estas técnicas analíticas son el resultado de cambios en su secuencia (mutaciones puntuales, inserciones, deleciones y reordenaciones) que añaden, eliminan o modifican los lugares de hibridación de los cebadores en la reacción de amplificación.

Estos polimorfismos representan variantes alélicas, y en consecuencia, la identificación de bandas asociadas a determinados fenotipos permite su ulterior caracterización molecular. Una vez conocida la secuencia de estas bandas, podemos desarrollar marcadores PCR más específicos para el carácter objeto de estudio, que suelen denominarse **SCARs** (*PCR-based sequence characterized amplified regions*).

Estos protocolos de análisis aleatorio resultan rápidos y en general sencillos de aplicar, aunque no estan exentos de problemas técnicos cómo la dependencia de los parámetros de amplificación, su reproducibilidad y ocasionalmente la presencia de bandas artefactuales (no parentales). Además, el número de alelos que se detectan para cada marcador no suele ser muy elevado, a diferencia de lo que ocurre con los marcadores del tipo microsatélite o con los RFLPs. Esta limitación se ve ampliamente compensada por el elevado número de marcadores que pueden obtenerse de forma simultánea. Sin embargo un número significativo de estos polimorfismos (entre un 70 y 90%) es de naturaleza dominante (bandas presentes o ausentes) lo que obliga a su caracterización como **SCARs** antes de poder ser aplicados.

Técnicas basadas en la comparación de genomas:

La construcción de mapas comparativos en diversas especies, que permitan encontrar las regiones de homología entre ellas, constituye una vía optima para poder aprovechar de forma sinérgica la información. Para ello es importante encontrar y caracterizar genes homólogos en diversas especies, así de los 4344 genes humanos cartografiados y los 5554 en ratón sólo 1889 lo están en ambas especies (Enero de 1997). Con este objetivo se han propuesto técnicas de análisis como el **CATS** (*Comparative anchor tagged sequences*) que permiten incrementar rápidamente este tipo de información (Lyons. L.A. y col. 1997).

Aplicando esta técnica se han podido identificar 410 genes cartografiados, para los que se disponía de secuencia de ADN en, al menos, 2 especies y que han sido optimizados para poder realizar su análisis por PCR en diversas especies (han sido probados en 20 especies de mamíferos representando un total de 11 órdenes distintos).

La utilización de estos marcadores, verdaderos "comodines" interespecíficos, permite acelerar el trasvase de información de las especies más estudiadas a las demás. La ampliación del número de CATS permitirá que para cualquier gen de interés que haya sido cartografiado en una especie podamos investigar la presencia de sus correspondientes homólogos en otras especies.

Otra aproximación posible consiste en la búsqueda directa de marcadores, mediante el análisis comparativo de dos genomas o **RDA** (*Representational Difference Analysis*). Esta metodología de análisis basada en técnicas de hibridación sustractiva (Lisitsyn et al., 1993; 1995) permite identificar diferencias entre dos genomas objeto de comparación, mediante la búsqueda de regiones de ADN presentes en una muestra pero ausentes o minoritarias en otra. A los fragmentos obtenidos por digestión del ADN genómico con un enzima de restricción, se les unen adaptadores que permitan su amplificación por PCR.

El conjunto de fragmentos amplificados es desnaturalizado y puesto a hibridar con un exceso del ADN genomico objeto de comparación, cuyos fragmentos no han sido ligados a estos adaptadores y por tanto no

son amplificables por PCR. Los productos obtenidos en la PCR inicial constituyen una "representación" de genoma (los que presentan un tamaño susceptible de amplificación suponen aproximadamente un 10% de mismo), lo que hace necesario la preparación de réplicas digeridas con enzimas de restricción diferentes.

Perspectivas:

El proyecto genoma humano ha facilitado el desarrollo de técnicas automatizadas de análisis del ADN. En primer lugar, la posibilidad de detectar electroforéticamente fragmentos de ADN marcados con fluorescencia ha permitido la aparición de los secuenciadores automáticos de ADN que también son empleados en el análisis de microsatélites. Alternativamente se han desarrollado sistemas, basados en técnicas fotolitográficas, capaces de sintetizar y colocar miles de fragmentos de ADN en un soporte sólido (vidrio o silicio) que pueden ser empleados en protocolos de hibridación, en lo que se ha llamado "Chips de ADN" (Fodor y col., 1991; Southern, 1996). La posibilidad de emplear fragmentos de ADN genómico, clones de ADNc y oligonucleótidos en un "chip" (con unos 10^7 fragmentos de ADN por cm^2) supone una verdadera revolución en nuestra capacidad de analizar patrones de expresión génica, desarrollar proyectos de cartografía genética o identificar mutaciones en genes de interés.

La próxima generación de sistemas de genotipado automático estará basada en colecciones de oligonucleótidos colocados en un chip (Chee y col., 1996; Yershov y col., 1996) que permitirán analizar de forma simultánea un mínimo de 6.000 mutaciones o marcadores distintos. En consecuencia cabe pensar en una futura avalancha de información incluso para las especies actualmente menos estudiadas.

La genética molecular en las dos últimas décadas se ha visto casi limitada desde el punto de vista metodológico al estudio de genes individuales. La aparición de estas tecnologías, junto a la existencia de mapas genéticos cada vez más completos, abre nuevas perspectivas para la identificación y localización cromosómica de genes que controlan los carácteres de naturaleza poligénica en especies domésticas, verdadero desafío de la Genética Animal para la próxima década.

Bibliografía:

Caetano-Anollés, G. y col., 1991. Bio/Technology 9: 553-557.
Chee, M. y col., 1996. Science, 274: 610-614.
Cushwa, W.T. y J.F. Medrano, 1996. Animal Biotechnology, 7 (1): 11-31.
Fodde, R. y M. Losekoot, 1994. Human Mutation, 3: 83-94.
Fodor, S.P.A. y col., 1991. Science, 251: 767-773.
Lisitsyn, N. y col., 1993. Science 259: 946-951.
Lisitsyn, N.A., 1995. Trends Genet. 11: 303-307.
Lyons. L.A. y col., 1997. Nature Genetics 15 (1): 47-56.
Money, T., y col., 1996. Nucleic Acids Res. 24: 2616-2617.
Prosser, J., 1993. Trends in Biotechnology, 11: 238-246.
Southern, E.M., 1996. Trends in Genetics, 12: 110-115.
Vos, P. y col., 1995. Nucleic Acids Res. 23: 4407-4414.
Welsh, J. y M. McClelland, 1990. Nucleic Acids Res. 19: 861-866.
Williams, J.G.K. y col., 1990. Nucleic Acids Res. 18: 6531-6535.
Yershov, G. y col., 1996. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 93: 4913-4918.
Ziegle, J. y col., 1996. Proc. ISAG Meet. p. 112.

DETERMINACION DEL SEXO EN LA ESPECIE CANINA MEDIANTE LOS LOCI ZFX/ZFY

Aznar, M.P.; García-Muro, E.; Osta, R. y Zaragoza, P.
Laboratorios de Genética Bioquímica y Grupos Sanguíneos. Facultad de Veterinaria. C/ Miguel Sevet, 177. 50013 Zaragoza.

Introducción

Los loci ZFX/ZFY se encuentran localizados en los cromosomas X e Y respectivamente (Leung y cols, 1990). Son secuencias áltamente conservadas y las poseen todos los mamíferos hasta ahora estudiados, entre ellos, las especies humana, bovina, ovina, porcina, equina (Aasen y Medrano, 1990). Unas de las aplicaciones más importantes del uso de estas secuencias en la biotecnología genética son el sexaje de embriones en ganado vacuno (Pollevick y cols., 1992), el diagnóstico de Freemartinismo (Osta, 1994), el sexaje de especies incluídas en programas de conservación (Villalta y cols, 1996) o en las que es difícil diferenciar el sexo en los examenes clínicos (Schwerin y Pitra, 1994). Todas ellas utilizan la PCR o reacción en cadena de la polimerasa con el posterior estudio de los RFLPs como método de diagnóstico del sexo. Hasta el momento no había sido descrita la amplificación por PCR de fragmentos de los loci ZFX/ZFY en la especie canina. El objetivo de este trabajo fue el estudiar esta región en la especie canina, a la vez de encontrar sitios de restricción para el estudio de RFLPs específicos del sexo, que puedan utilizarse en problemas relacionados con estos cromosomas.

Material y Métodos

Para realizar el preente estudio, se escogieron al azar 20 muestras de sangre de perro (10 machos y 10 hembras). La extracción de ADN se realizó con un protocolo basado en lavados para eliminar los globulos rojos y posterior lisis de los glóbulos balncos con una solución de proteinasa K (Osta, 1994). Para la amplificación mediante la PCR se escogieron los cebadores descritos por Aasen y Medrano (1990), ya que con ellos se habían conseguido fragmentos de aproximadamente 445 pb en diferentes especies.
Cada reacción de amplificación tuvo un volumen final de 50 ml que contienen: 50 ng de ADN; 75 pmol de cada cebador; 1,25 U de Taq Polimerasa; 50 mM KCl; 10mM Tris-HCl (pH=9); 0,01% gelatina; 0,1 triton x-100; 1,5 mM MgCl2, dNTPs (200 mM).

Asimismo se siguió el siguiente ciclo de temperaturas en el termociclador: un ciclo de 94ºC durante 2 min., 60ºC durante 45 seg. y 73ºC durante 1 min., 29 ciclos de 94ºC durante 45 seg., 60ºC durante 45 seg. y 73ºC durante 1 min.
La visualización del fragmento amplificado se realizó mediante electroforesis en gel de agarosa al 2% teñido con bromuro de etidio y bajo luz ultravioleta.
Una vez comprobada la amplificación se realizó la digestión con un panel de enzimas de restricción: Pst I, Hae III y Taq I.
La visualización de los posibles polimorfismos (RFLPs) se realizó mediante electroforesis en gel de agarosa 4% (2% Nuesieve/2% normal) teñido con bromuro de etidio y bajo luz ultravioleta.

Resultados y Discusión

Con la metodología descrita se obtuvo un fragmento de aproximadamente 445 pb, similar a la descrita por Aasen y Medrano (1990) en otras especies, incluída la humana. Después de realizar la digestión con el panel de enzimas anteriormente mencionado se comprobó que la enzima Pst I no reconocía ningún sitio de restricción, al contrario de lo decrito en vacuno. Sin embargo, las enzimas Hae III y Taq I reconocen un sitio de restricción. En el caso del análisis con Taq I, esta enzima reconoce el fragmento ZFY, mientras que el fragmento ZFX permanece sin cortar. Por el contrario la endonucleasa Hae III corta el fragmento ZFX y no digiere el ZFY. En ambos casos se producen dos bandas visibles de aproximadamente 445 y 344 pb exclusivamente en las muestras que proceden de machos.
Este diagnóstico puede ser utilizado en todos aquellos casos en los que existe relación con alteraciones en cromosomas sexuales, además de logicamente ser un método eficiente para el diagnóstico del sexo en embriones.
Así por ejemplo una aplicación eminentemente práctica de esta metodología sería el diagnóstico del "sexo reverso" descrito en la especie canina (Nicholas, 1996). Ocasionálmente hay individuos que han mostrado un fenotipo masculino y su dotación cromosómica es XX e individuos que muestran un fenotipo femenino pero que su dotación cromosómica es XY (Nicholas, 1996). En este caso el método descrito mostraría como a un fenotipo, por ejemplo masculino, le acompaña un modelo de RFLPs femenino (una banda de 445 pb exclusivamente).

Bibliografía

1. Aasen, E. & Medrano, J.F. (1990) *Biotechnology* **8**, 1279-1281
2. Leung et al. (1990) *Cytogenet Cell Genet* **54**, 151-153
3. Osta, R. (1994). *Tésis Doctoral.* Universidad de Zaragoza.

4. Nicholas, F.W. (1996). Introduction to Veterinary Genetics. Ed. Oxford
4. Pollevick, G.D. y cols. (1992). Bio/*Technology*, **10**:805
5. Schwerin, M. Y Pitra, C. (1994). *Theriogenology*, **41**: 553
6. Villalta, M. y cols. (1996). *ITEA*, **92**A: 93

MAPEO GENETICO DEL LOCUS BOVINO CSN2

García-Muro, E.; Martín-Burriel, I. ; Zarazaga, I. y Zaragoza, P.
Laboratorios de Genética Bioquímica y Grupos Sanguíneos. Facultad de Veterinaria. C/ Miguel Sevet, 177. 50013 Zaragoza.

Introducción

El locus CSN2 codifica la proteína de la leche β-caseína, que constituye el 30% de la caseína total. El gen completo en bovino fue descrito por Bonsing y cols. (1988). La β-caseína es una de las proteínas que han mantenido más constante su secuencia entre las distintas especies, variando solo en el tamaño de sus intrones. Asimismo, al igual que el resto de las caseínas, se relacionan ciertos polimorfismos con factores de calidad tecnológica de la leche, sobre todo en la leche destinada a la producción de la queso (Marzialli y Ng-Kwai, 1986).

Los cuatro alelos más comunes de esta proteína son el A_1, A_2, A_3 y B, que difieren en mutaciones puntuales en la secuencia de los aminoácidos 67, 106 y 122 (Bonsing y cols., 1988). Este número de alelos hace difícil su discriminación con el uso de RFLPs. Han sido descritos varios métodos: ACRS que diferencia los cuatro alelos mencionados (Lien y cols, 1992); PCR alelo específico que solo diferencia el alelo B de los demás (Schlee y Rottmann, 1992); BAS-PCR, que también diferencia el B de los demás (Damiani y cols, 1992) y la técnica ADPL (Lindersson y cols., 1995) que diferencia todos los alelos usando un secuenciador automático. En todos los casos, o bien la técnica es dificultosa y requiere en algunos casos medios técnicos costosos (uso de un secuenciador automático), o bien es insuficiente ya que no llega a discriminar los cuatro alelos principales.

Por las razones anteriores expuestas, se intenta conseguir con este trabajo el encontrar un nuevo método más sencillo y económico que nos permita resolver los problemas antes expuestos. La técnica PCR/SSCPs se presenta como candidata para la discriminación de los alelos de la β-caseína. La combinación de la PCR ("polymerase chain reaction") y los SSCPs ("single-strand conformation polymorphisms") permite detectar mutaciones puntuales debidas a un cambio de un nucleótido en la secuencia de un gen (Orita y cols, 1989), siendo una técnica sencilla, muy sensible, fiable y relativamente barata.

Como consecuencia del objetivo que antes se ha expuesto, la posibilidad de detectar polimorfismos en este locus, nos permitirá realizar por primera vez el análisis de ligamiento del mismo en un panel internacional de familias de referencia (IBRP).

Material y Métodos

El estudio de análisis de ligamiento se realizó en el panel internacional de familias de referencia (IBRP) que consta de 21 familias con un total de 370 animales

Se procedió a la amplificación mediante la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) de un fragmento de 233 pb del exon VII que comprende las mutaciones de los alelos A_1, A_2, A_3 y B. Los cebadores utilizados fueron los descritos por Medrano y Sharrow (1991).

Cada reacción de amplificación tuvo un volumen final de 50 ml que contienen: 50 ng de ADN; 150 pmol de cada cebador; 1,25 U de Taq Polimerasa; 50 mM KCl; 10mM Tris-HCl (pH=9); 0,01% gelatina; 0,1 triton x-100; 1,5 mM MgCl2, dNTPs (200 mM).

Asimismo se siguió el siguiente ciclo de temperaturas en el termociclador: 94ºC durante 5 min., y 29 ciclos de 94ºC durante 45 seg., 59ºC durante 1 min. y 73ºC durante 1 min.

La visualización del fragmento amplificado se realizó mediante electroforesis en gel de agarosa al 2% teñido con bromuro de etidio y bajo luz ultravioleta.

Posteriormente a la comprobación de la amplificación, se procedió a la separación de una alicuota de 10 ml de producto amplificado y posterior desnaturalización (95ºC durante 10 min.). Esta fue cargada en un gel al 40% de MDE, 5% de glicerol y se realizó el corrido electroforético usando como tampón de corrido 0,5% TBE, durante aproximadamente 15 horas, a 15ºC y a 8w constantes.

El gel se tiñó con plata para visualizar las diferentes variantes encontradas en el total de individuos analizados. Por último los datos individuales se enviaron a la CGD (Cattle Genotypic Database) donde se realizó el estudio de ligamiento con el programa CRI-MAP (v2.4 SunOs).

Resultados y Discusión

Se encontraron 14 familias (222 animales) informativas de un total de 21, en las cuales se diferenciaron un total de cuatro alelos, no apareciendo ningún animal que presentase el alelo A_3. Sin embargo en 4 familias, apareció un nuevo patrón de bandas que podría corresponder a un nuevo alelo.

Estudios paralelos en nuestro laboratorio nos han permitido establecer la correspondencia entre cada modelo electroforético obtenido mediante el análisis del ADN por PCR/SSCPs y el alelo proteico identificado en leche por Isoelectroenfoque (García-Muro y cols., 1996).

Este nuevo alelo (Z), detectado en individuos de híbridos Friesian x Sahiwal, pertenecientes a familas australianas (25 individuos) y africanas (N'Dama x Boran, 69 individuos) fue analizado en el panel de familias, comprobándose su caracter

hereditario y control mendeliano y codominante. En este momento se está realizando la secuenciación del mismo, con el objetivo de asegurar que no corresponde con alguno de los descritos a nivel proteico en razas no europeas.
Con el nuevo polimorfismo detectado se realizaron los estudios de ligamiento. CSN2 no mostró recombinantes con CSN1S1, lo cual vuelve a confirmar que se encuentra en el mismo grupo de ligamiento. Sin embargo, al analizar CSN2 con CSN3, si bien en dos casos no aparecen recombinantes, con los datos de un tercer laboratorio aparece una frecuencia de recombinación de 0,04 (Barendse, comunicación personal) y con un valor superior a 3 del "load square" (17,86), que indica, como es de suponer, ligamiento, pero a una cierta distancia de CSN2 y CSN1S1. Además, los datos de ligamiento obtenidos en nuestro estudio con otros marcadores del cromosoma BTA6, sugieren que CSN3 podría estar separado de CSN2 y CSN1S1. Estos resultados corroborarían los datos obtenidos por Ferreti y cols. (1991), los cuales utilizando electroforesis en campos pulsados (PFGE), determinaron el orden del cluster de las caseínas. Según este orden, el locus CSN3 estaría alejado de las demás caseínas por lo menos 70 kb. Los datos mostrados indican la posibilidad de que CSN2, CSN3 y CSN1S1 no formen un cluster cerrado, estando separado el locus CSN3 del resto de las caseínas.

Bibliografía

1. Bonsing J y cols. 1988. *Aust. J. Biol. Sci.* , **41**(4):527
2. Damiani, G. Y cols. 1992. *Anim. Genet.*, **23**: 561
3. Ferreti y cols. 1991. *Nucleic Acids Res.*, **18** (23): 6829
4. García-Muro y cols. (1996). *XXV th Internacional Conference on Animal Genetics*. Tours (France)
5. Lien, P. y cols. 1992. *Anim. Genet.*, **23**: 333
6. Lindersson, M. y cols. 1995. *Anim. Genet.*, **26**: 67
7. Marziali, S.A. y Ng-Kwai, K.F. 1986. *J. Dairy. Sci.*, **69**: 1193
8. Medrano JF y Sharrow L. 1991, *J. Dairy. Sci.*, **74**: 282
9. Orita, M. Y cols. 1989. *P.N.A.S. USA*, **86**: 2766
10. Schlee, P. Y Rottmann, O. 1992. *J. Anim. Breed. Genet.*, **109**: 456

UTILIZACIÓN DE MARCADORES POLIMÓRFICOS PARA IDENTIFICACIÓN INDIVIDUAL Y PRUEBAS DE PATERNIDAD EN POBLACIONES CONSANGUINEAS

Laura Altet, Olga Francino, Armand Sánchez
Unitat de Genètica i Millora. Facultat de Veterinària.
Universitat Autònoma de Barcelona. 08193 Bellaterra.

INTRODUCCIÓN

La identificación individual y las pruebas de paternidad en especies domésticas se basan en la utilización de marcadores de ADN que presentan elevados niveles de polimorfismo entre individuos de una misma especie. Para el estudio de estos marcadores es indispensable conocer sus frecuencias alélicas a partir de las cuales podemos calcular el P.I.C (índice de polimorfismo de cada marcador), la probabilidad de exclusión -P.E- (probabilidad de que una serie de alelos codominantes, de frecuencias conocidas, detecten un falso progenitor) y la P.S (probabilidad genética de distinguir individuos cercanos entre si). Sin embargo, en especies donde el nivel de consanguinidad puede ser elevado, como en el caso de la especie canina, la utilización de estos marcadores puede verse limitada. Con el objetivo de evaluar este parametro en la especie canina se ha realizado un estudio comparativo del polimorfismo de ocho marcadores en una población de animales independientes (perros no emparentados de distintas razas) con una población cerrada de animales de raza Rottweiler. Se han utilizado dos tipos diferentes de marcadores: seis microsatélites y el gen DQB del Complejo Mayor de Histocompatibilidad (MHC).

Los microsatélites son repeticiones en tándem de 2 a 5 nucleótidos, uniformemente distribuidos por todo el genoma, que presentan una elevada variabilidad, entre individuos, en el número de repeticiones. Cuatro de los seis microsatélites evaluados son repeticiones $(GT)_n$ (CPH-2, CPH-5, CXX410 y CXX474) y dos de ellos son repeticiones $(GATA)_n$ (CXX2001 y CXX2054).

Los genes de clase II del MHC codifican glicoproteínas de membrana responsables de la presentación de antígenos a los linfocitos T. Estas glicoproteínas son heterodímeros formados por dos cadenas -α y β- codificadas cada una de ellas por un gen distinto -DQA y DQB-. El dominio extracelular de la proteína, que forma el lugar de reconocimiento y unión del antígeno, presenta un elevado nivel de polimorfismo entre individuos de una misma especie, proporcionando el mecanismo por el que diferentes tipos de moléculas de clase II se unen selectivamente a péptidos antigénicos de diferente secuencia. Esta variabilidad determina la especificidad de la respuesta inmune que está relacionada con la resistencia o susceptibilidad a determinadas enfermedades, lo que proporciona un valor añadido a la utilización de este gen como marcador.

MATERIAL Y MÉTODOS

La extracción del ADN genómico se realiza a partir de 0'6ml de sangre. Después de sucesivos lavados con TE (Tris-HCl 10 mM pH 8.0, EDTA 1mM) hasta conseguir un pelet blanco de leucocitos, se incuba en 0'1ml de tampón de lisis (50 mM KCl, 10 mM Tris-HCl pH 8.4, 0'5% Tween-20 y 100 μg/ml de proteinasa K) a 56°C durante 3-4h. El ADN se purifica con cloroformo:isoamilalcohol (24:1) eliminando las proteínas y los detritus celulares, se precipita con etanol y se resuspende en un volumen de 100 μl de TE.

Las reacciones de PCR para cada uno de los seis microsatélites han sido optimizadas de tal manera

que difieren únicamente en la temperatura de unión del cebador -55° o 58°C-. La reacción se realiza en un volumen total de 50 μl que contienen: tampón de PCR (x1), 0'5 μM de cada cebador, 0'2 mM de cada dNTP, 1'5 mM de $MgCl_2$, 1'25U de Taq polimerasa y 100-200 ng de ADN genómico. El ciclo térmico es de 3' a 94°C seguido de 25 ciclos de 1' a 94°C, 2' a 55°C (CXX410, CXX2001, CXX2054) o 58°C (CPH-2, CPH-5, CXX474) y 2' a 72°C. La reacción finaliza con un ciclo de 5' a 72°C como extensión final. El resultado de la reacción de PCR se comprueba en un gel de agarosa al 1'5% y se analiza en un gel de poliacrilamida no desnaturalizante al 10% en los microsatélites de tipo $(GT)_n$ y al 8% en los de tipo $(GATA)_n$. El tiempo de recorrido del gel es de 6h 30' a 8°C con una intensidad constante de 15 mA. El marcador utilizado es un 6 bp ladder que va desde 90 a 280 pares de bases. Posteriormente el gel se tiñe en una solución de bromuro de etidio.

El segundo exón del gen DQB ha sido amplificado con cebadores derivados de secuencias que corresponden a regiones conservadas entre diferentes especies domésticas. La reacción de PCR se realiza en un volumen total de 50 μl que contiene: tampón de PCR (x1), 1mM de $MgCl_2$, 0'1 μM de cada cebador, 0'2 mM de cada dNTP, 1'25U de Taq polimerasa y 100-200 ng de ADN genómico. El ciclo térmico es de 3' 94°C seguido de 31 ciclos de 1' a 94°C, 1' 30'' a 55°C y 2' a 72°C con una extensión final de 5' a 72°C. El producto de la PCR se comprueba en un gel de agarosa al 1'5% y es digerido con las endonucleasas de restricción Rsa I y Asp HI. El producto de las digestiones se analiza como se ha descrito anteriormente para los microsatelites utilizando un gel de PAGE no-desnaturalizante al 8% y limitando el tiempo de electroforesis a 3h.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La optimización de los seis microsatélites en sólo dos condiciones de PCR permite determinar el genotipo de varios loci, para un número reducido de animales, de forma simultanea, facilitando la resolución de casos de paternidad.

Los resultados obtenidos del estudio comparativo de los ocho marcadores en las dos poblaciones analizadas se presentan en la tabla 1. Los microsatélites evaluados siguen presentado una elevada variabilidad en una población cerrada de animales de raza Rottweiler, obteniendose una Probabilidad de Exclusión combinada de 0'973 y una Probabilidad combinada de diferenciar genéticamente dos indivuduos estrechamente relacionados (PS) de 0'993. Al añadir los patrones de RFLP (polimorfismo de restricción) del gen DQB estas probabilidades aumentan a 0'982 y 0'997 respectivamente. Estos resultados validan la utilización de estos marcadores en la identificación individual y las pruebas de paternidad en una población consanguinea.

Cabe destacar que analizados 44 animales en la población de Rottweilers únicamente se observan dos de los siete patrones de restricción para el enzima Rsa I en el segundo exón del gen DQB, con unas frecuencias muy equilibradas, mientras que en la población de animales independientes, donde solo se han analizado 19 individuos, aparecen cinco de los siete patrones de restricción existentes. Esta disminución de la variabilidad podría ser consecuencia de la consanguinidad de la población o a un posible predominio de ciertos patrones, y por tanto de alelos concretos, en algunas de las razas caninas que podría estar relacionada con la diferente resistencia-susceptibilidad que presentan las distintas razas a determinadas enfermedades relacionadas con el sistema inmune.

Tabla 1. Frecuencias alélicas, PIC, P.E y P.S para las dos poblaciones analizadas. En negrita se presentan los resultados en la población cerrada de animales de raza Rottweiler.

	N	ALELOS	FRECUENCIAS		PIC	P.E	P.S
CPH2	59	93	0.025		0,716	0,533	0,602
	90	95	0.110	**0.116**	**0,616**	**0,413**	**0,545**
		97	0.262	**0.311**			
		99	0.372	**0.450**			
		101	0.008				
		103	0.033				
		105	0.016				
		107	0.161	**0.122**			
		111	0.008				
CPH5	56	113	0.107	**0.038**	0,745	0,566	0,619
	90	115	0.276	**0.394**	**0,695**	**0,502**	**0,590**
		117	0.241	**0.205**			
		119	0.241	**0.183**			
		121	0.009				
		123	0.125	**0.177**			
CXX	53	98	0.009		0,773	0,623	0,631
410	**90**	102	0.037		**0,640**	**0,438**	**0,559**
		104	0.028				
		110	0.141	**0.272**			
		116	0.387	**0.438**			
		118	0.037	**0.011**			
		120	0.037				
		122	0.066				
		124	0.151	**0.188**			
		126	0.066	**0.083**			
		128	0.019	**0.005**			
		130	0.019				
CXX	57	110	0.043	**0.044**	0,781	0,623	0,637
474	**90**	112	0.123	**0.116**	**0,697**	**0,512**	**0,591**
		114	0.307	**0.383**			
		116	0.114	**0.105**			
		118	0.140				
		120	0.026				
		122	0.026	**0.055**			
		124	0.219	**0.294**			
CXX	52	128	0.009	**0.005**	0,780	0,629	0,635
2001	**90**	132	0.365	**0.450**	**0,681**	**0,496**	**0,579**
		136	0.115				
		140	0.048				
		144	0.163	**0.216**			
		148	0.077	**0.072**			
		152	0.086	**0.027**			
		156	0.086	**0.144**			
		160	0.048	**0.083**			
CXX	48	151	0.021	**0.013**	0,747	0,586	0,616
2054	**76**	155	0.166	**0.289**	**0,523**	**0,329**	**0,483**
		159	0.406	**0.572**			
		163	0.031	**0.006**			
		167	0.031				
		171	0.104	**0.006**			
		175	0.135	**0.052**			
		179	0.062	**0.059**			
		183	0.021				
		187	0.021				
DQB	19	1	0.184		0,751	0,572	0,622
Rs	44	3	0.263	0.545	0,374	0,186	0,404
		4	0.105				
		5	0.210	0.454			
		6	0.237				
DQB	19	1	0.789	0.544	0,278	0,138	0,291
As	45	3	0.210	0.455	0,374	0,186	0,404

BIBLIOGRAFÍA

- BOTSTEIN y col.: *Am J Hum Genet* 32:314-331,1980.
- A. JAMIESON: *Anim Genet* 25, Supplement 1,37-44,1994.
- M.FREDHOLM y col.: *Anim Genet* 27:19-23,1996.

UTILIZACION DEL POLIMORFISMO DE MICROSATÉLITES EN LA VERIFICACIÓN DE PATERNIDAD EN GANADO CAPRINO.

Giménez-Gamero I[1], Vega-Plá JL[2], Angulo-Heras C[1], Alonso-Moraga A[1], Muñoz-Serrano A[1], Serradilla JM[1], Falagan A[3] y Dorado-Pérez G[4]

[1] Lab. Fisiogenética, Dep. Producción Animal, ETSIAM, Univ. Córdoba.
[2] Lab. de Grupos Sanguíneos, Servicio de cria caballar, Córdoba.
[3] De. de Zonas Aridas, Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario, La Alberca, Murcia
[4] Departamento de Bioquímica y Biología Molecular, Facultad de Veterinaria, Univ. Córdoba.

En los paises desarrollados el ganado caprino tiene una repercusión económica importante y ya se está utilizando la selección a nivel génico en reproductores potencialmente interesantes para proteinas lácteas tales como la caseina α_{s1} **(1)**. Por ello, una correcta asignación de paternidad en grupos interreproductores es un requisito previo para llevar a cabo un programa de mejora. Las pruebas convencionales de paternidad permiten resolver muchos casos, aunque no todos; el tiempo y el coste económico que implican, nos han llevado a utilizar el polimorfismo genético a nivel de ADN basado en loci de repeticiones en tántem de motivos nucleotídicos simples (microsatélites o VNRTP) en el ganado caprino como rutina.
Nuestro grupo de investigación ha desarrollado una metodología específica para la detección alélica de 5 microsatélites ya descritos en cabras **(2, 3, 4)** utilizando PCR multiplex y realizando la genotipificación de cada individuo en un secuenciador Perkin-Elmer ABI y aplicando el programa GENESCAN de la misma casa comercial, en el Servicio de Secuenciación de Proteínas y Acidos Nucleicos de la Universidad de Córdoba. Al mismo tiempo hemos clonado y secuenciadp 9 nuevos microsatélites caprinos, 5 de los cuales podrían ser hipervariables y que en la actualidad nos disponemos a caracterizar poblacionalmente. Ambas baterías de microsatélites nos permitirán asignar paternidades con una probabilidad de error negligible.

Material animal: Se han caracterizado 6 ganaderías de la raza Murciano-Granadina todas ellas en control lechero pertenecientes a la Asocación de Criadores de Raza Murciano-Granadina (ACRIMUR) de Murcia, cuya estructura de cruce aprioríatica es parcialmente conocida, para los 5 microsatélites ya descritos **(2, 3, 4)**. Se usan muestras de sangre completa congelada para las extracciones y purificaciones de ADN **(5)**, aunque rutinariamente trabajamos con sangre diluida 1:20 **(6)**.

Características de los microsatélites estudiados: Se han escogido todos los loci microsatélites del tipo (gt)n modificados **(2, 3, 4)**.

PCR multiplex: Se ha utilizado un termiciclador de ADN (Perkin-Elmer) con un ciclo de 10' 94°C ("hot start")**(7)**; A los 5' se añaden 0'7 unidades de polimerasa; 35x(30'' a 94°C, 30'' a 53°C, 3='' a 72°C) 10' a 72°C. La concentración de cada pareja de oligonucleótidos es: 20nM para el SR-CRSP-1; 200nM para SR-CRSP-5; 35nM para SR-CRSP-8; 50nM para SR-CRSP-9; 16nM para INRA-011-C. El volumen de reacción fue de 25 ul de sangre diluida 1:20 y 2'5nM de Cl_2Mg. El tampón fue suministrado por Biometra Ltd. versión 2.0.

Genotipificación de microsatélites: Los productos de PCR son desnaturalizados, mantenidos en hielo y posteriormente cargados en un gel de secuenciación estándar de acrilamida desnaturalizante aplicadoa un secuenciador ABI 373. Las señales fluorescentes de los productos de PCR marcados con los fluorocromos (JOE, TAMRA y FAM) son analizados por el programa GENESCAN 672. Los tamaños de cada producto de PCR son asignados por referencia con el estándar interno (ROX) añadido antes de la desnaturalización.

Protocolo de búsqueda de los 9 nuevos microsatélites: El ADN genómico ha sido obtenido según Wang et al **(5)**. Para la construcción de una genoteca parcial de ADN caprino hemos llevado a cabo una digestión completa con *Sau*3A1, posterior recuperación de fragmentos (200-400 pb) e inserción en el plásmido pUC18 previamente linearizado con *Bam*H1 **(6)**. La exploración de la genoteca así construida se ha llevado a cabo transfgormando células competentes (Pharmacia), y transfiriendo y fijando los transformantes a membranas de nylon; la sonda usada para detección de clones portadores de microsatélites es un oligonucleótido (tg)7t marcado con digoxigenina **(6)**. De los

clones positivos hemos extraido y purificado los plásmidos cuya secuenciación es directa con los cebadores universales del fago M13. Los programas PrimerSelect (DNASTAR) v 3.03 y Oligo (National Biosciences Inc.) v 4.05 nos han permitido diseñar las parejas de cebadores para cada uno de los 9 microsatélites encontrados.

Resultados y Discusión: La tabla 1 proporciona las frecuencias de cada microsatélite rastreado en las 6 ganaderías estudiadas, el parámetro denominado contenido de información polimórfica (PIC), la heterozigosidad esperada en el equilibrio (H) así como la probabilidad de exclusión de cada locus (PE) **(8)**. En la Tabla 2 detallamos las secuencias de los 9 nuevos microsatélites encontrados cuyos códigos de acceso al GenBank son U80587, U80588, U80589, U80590, U80591, U80592, U80593, U80594 y U80595 para los microsatélites que hemos denominado CHIRUCO1, CHIRUCO2, CHIRUCO3, CHIRUCO4, CHIRUCO5, CHIRUCO6, CHITUCO7, CHIRUCO8 y CHIRUCO9 respectivamente.

Tabla 1.- Valores de frecuencias alélicas en 5 ganaderías diferentes para los 5 loci microsatélites estudiados. PIC: contenido de información polimórfica. H: heterozigosidad esperada en el equilibrio. PE: probabilidad de exclusión de paternidad.

Locus	*Alelos(frecuencias)*	*N*	*Ganadería*	*PIC*	*H*	*PE*
SR-CRSP-1	137(.34)139(.02)141(.03)143(.14) 145(.05)147(.32)151(.1)	78	OC.ACRIMUR	0.71	0.75	0.53
INRA011	99(.13)113(.023)115(.19)117(.09) 119(.17)121(.08)131(.02)133(.007) 135(.03)137(.08)139(.02)141(.11) 143(.02)147(.03)	64	VI.ACRIMUR	0.87	0.88	0.75
SR-CRSP-5	166(.1)168(.11)170(.02)172(.008) 174(.12)176(.44)178(.05)180(.11) 182(.033)184(.009)	106	WS.ACRIMUR	0.73	0.75	0.48
SR-CRSP-8	217(.3)219(.14)221(.15)225(.005) 237(.33)239(.06)241(.015)	94	EP.ACRIMUR	0.71	0.75	0.55
SR-CRSP-9	120(.08)128(.25)130(.2)132(.28) 134(.007)136(.085)138(.049) 140(.042)144(.007)	71	OR.ACRIMUR	0.77	0.80	0.57

Una primera aproximación a la evaluación de los microsatélites estudiados en la verificación de paternidad nos ha proporcionado 26 parejas madre-hija erróneamente atribuidas de un total de 250. La probabilidad de exclusión de parentesco conjunta que proporcionan los 5 loci analizados en las cinco ganaderías mostradas de raza Murciano-Granadina resulta ser igual a 0.99. Por otra parte podemos suponer que cinco de los nueve nuevos microsatétlites clonados por nosotros pueden ser hipervariables por lo que una vez reastreadas las poblaciones para un total de 10 loci, podemos estimar que la probabilidad de exclusión de parentesco supere el valor 0.999 (utilizando los datos promedio obtenidos de los indicadores de variabilidad PIC, H y número de alelos para 10 loci). Por tanto los resultados obtenidos nos afirman en nuestra primera idea de la necesidad de un número no muy elevado de microsatélites para poder realizar controles de paternidad en ganaderías completas.

Referencias:

(1) Leroux et al 1990 Anim. Genet. 21:341-351. **(2)**Arevalo et al 1994 Anim. Genet. 25:202. **(3)**Linn et al 1994 Anim Genet. 25:203. **(4)**Pèpin et al 1995 Heredity 74:53-61. **(5)**Wang et al 1994 Nuc.Acids Res. 22(9):1774-1775. **(6)**Vega-Pla 1996 Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba. **(7)**Chou et al 1992 Nuc. Acids Res. 20:1717-1723 **(8)**Jamieson 1994 Anim. Genet. 25:37-44.

Agradecimientos:

Este trabajo ha sido financiado por el INIA (Proyecto de demostración PD 95-010)

Tabla 2.- Secuencias de los 9 fragmentos de ADN con microsatélites clonados por nosotros en poblaciones de la raza Murciano-Granadina.

```
LOCUS       CHU80587      290 bp    DNA             MAM       01-JUN-1997

   1 aaagcaaqtg aggaagtaga gccctactga ttgcactaaa tctatttagaa tctctctaat
  61 tcattcctta agggctctgt gatggcccat ggtatgttct atcataattt attcaggctt
 121 tcactagtga tgagtatttg ctttgttttc tcttttgtct ttaaaaatag gctataatga
 181 acattctata cttccccaac ctacatagtg tgtatgtgtg tctgtgtcca tctttagttg
 241 tttagtagct aagttgtgtc tgactctttg ccaaccccat aaacagtagc

LOCUS       CHU80588      580 bp    DNA             MAM       01-JUN-1997

   1 tgatatcatt cacttgtagt gcagaactat aggcagtgct ttatctcagt atcttttctt
  61 gcatttgttt cctttctatta attatattaa tctatattgc agactggata gctacccacc
 121 aaactcaagc tgtgtttctc agctttcttt gctatagagt ggattctttac caatagaatg
 181 taagtagaat tgatgggtgt aactttctca ctgtggcaat taagaagtag atgtatacct
 241 tcttttattt tctaacctgc tggctgcata cagagagata gcacaaagcc acaatatgga
 301 agcagcctag gtcctcaaaa gactatccac caaccagaaa tcccttgtgtt ggatgttccc
 361 atttacagca aaactttcac tttgatccac tgtattttga tcatttgttg caacatttta
 421 cataactttt ctcaaaactt caacttcttc tgaattatct aatctccttt gtagagtttc
 481 agatacacac acacacacac acacacacac acacggttca ttttgttact gataatttgt
 541 gaaagtataa tgaatgaaag ggcttccttg cctggagaat

LOCUS       CHU80589      367 bp    DNA             MAM       01-JUN-1997

   1 aactgaggtc attttattga gctcctgcat tcagctgtac ctaaaaccac actattcttg
  61 gatatttcca tgactttagc ctacacttta tctgtttcca tcatctatct tttattttta
 121 ctcattagtc actttgacatt agaatatagt tattttgact ttttatccag tgatatctta
 181 tttatttaaa atcttgatta atgtttttgt ttttaaaatt ttttccagct ctcatctata
 241 tgtgtgtgtg tgtgtgtgtg tgtgcacatt cagttgtgtc tattctttg tgacccctg
 301 aactgtagcc cgccaggctc tcctgtccat ggaattttcc aggcaagaac tttggagtgg
 361 gttgcca

LOCUS       CHU80590      239 bp    DNA             MAM       01-JUN-1997

   1 gatcattcca gtgcacctac taaacattaa aaaaaaaaat tatatttcaa ctggttgtgt
  61 gtgtgtgtgt gtgtgagtgt gtgtgtatgt gtgtgtgtgt gtatgtgtgt gtgtgtgttc
 121 agttgctcag tttgtgtctga cccttttgcta ccccatggac tgtagtcagg ctcctccatc
 181 catggaattt tccagccaag aatactgcag tgggtagcca tttccatctc cagttgatc

LOCUS       CHU80591      251 bp    DNA             MAM       01-JUN-1997

   1 gatcaaatta aaccccaagc tactggaaag tcaggtggtg cctcaggaaa gacaaagtca
  61 ctagaattag ttaaagacag actgcccagg gttgtgtgta tatgtgtgtg tgtgtgtatc
 121 tgtgtgtgtc tgtgtgtgtg tgtgtgtgtc tatgtgtgtg tatgtctgtg tctgtatgtg
 181 tgtgtctgtg tctgtgtgtg tgtgtgtatg tgtgtgtgtg tgttatcaag gggtggaggt
 241 gcagacagat c

LOCUS       CHU80592      256 bp    DNA             MAM       01-JUN-1997

   1 gatcaaaacc ttgcaaaggt ctaggtagag ttgatggaag caaacagcag atgtagatgg
  61 aggcggaggc taagaatttc agggagttat cactaccttt gtacctgctg ctgctgctgc
 121 ttactgctgc taagttgctt cagttgtgtc tgactctgtg catcccccata gacagcagcc
 181 caccaggctt cccgctcct ggaatttctcc aggcaagaac attggagtgg gttgccattt
 241 tcttctccag gggatc

LOCUS       CHU80593      377 bp    DNA             MAM       01-JUN-1997

   1 gggaggcctc ccttggacta ctaaggtgag aagagaaccc tgccatttctg tgttattgca
  61 ctcccatttt tttctttcat ttgtttacc agttttataat ttctattcat ctataagttt
 121 gcttgactaa tgccttcaag ctctcctccc ttgtgtgtgt ttattagtca tgtcctactc
 181 tttgtggtct gttattaagc atgtaaatgt cccttctcat tttcaagcct ctatccaaat
 241 gctcccctct ctagtgccct tacccctacc tcccccaacc ctaagtagtt actgcccttt
 301 gcactctcac tgtaacttgg ctacaccttt gtgtcccagg ttcatcaatc gtaactaatt
 361 tacatgtctc tctttccc

LOCUS       CHU80594      442 bp    DNA             MAM       01-JUN-1997

   1 atattatttgt catcatatgt cctagctatg acagtggttt attatctctt tggtgacaga
  61 tttattgaga tataatttgc ttacctataq ttcacccatt tgaagtaata taattcaata
 121 tttcaaatgt atccaaagtg ttctgcaacc atcatcacaa ttaatttaaa aactgtaaat
 181 caaggttggt gcgggggggtg gggggggcgg gaaacagata caaacacaca cacacaaatg
 241 tcattgatat ttaactatgt agttaacttt actggtcatt ttatttcttc attaaatttaa
 301 aatttttgt tctttcattt cagcctgaag gattccctcc ttgctgcggc tcacacccca
 361 cccagactag tttttgtgtc tcccaccagg gtctttgctt agcaagtgat tctatatgaa
 421 gcccaccttt taatttcaac cc

LOCUS       CHU80595      360 bp    DNA             MAM       01-JUN-1997

   1 gatcaaatgc ttttcttttc ctctgacaaa attagatttt gttcatttgg gtgtgtgtgt
  61 gtgtatttgg ggagggtggg tgttgcaagt ggatgctaca ttcaaaacag aaaatacttа
 121 caaaagtgtg actctttgta tcaaaggaaa atctcttttct ctttgaacaa gttagttctc
 181 agtaatctat ccccatcaac atccctgtag gccaagaaag tattgactca cccaccagcc
 241 tcgtgttccc ctccctttgct ttcctaagaa ggaggaatcta accagcttttg aaaaatatca
 301 tatattaatg cattcccttag tggctcagat ggtaaagtgt ctgtctacag tgcgagagac
```

CARACTERIZACION DE UN PANEL DE CELULAS SOMATICAS HIBRIDAS BOVINO-HAMSTER MEDIANTE LA UTILIZACION DE STSs.

C. Elduque, P. Laurent, K. Saunier, H. Hayes, E.Petit, B. Weiss, A. Eggen y H. Levéziel

Laboratoire de Génétique biochimique et de Cytogénétique. INRA Jouy en Josas, 78352 Jouy en Josas Cédex, FRANCE

Introducción

El desarrollo que ha experimentado la carta génica de la especie bovina, ha permitido la localización de regiones cromosómicas que afectan y regulan caracteres de interés económico en el ganado vacuno (Georges y cols., 1993, 1994). Entre los distintos métodos para la realización de un mapa génico, el uso de células híbridas entre dos especies distintas ha mostrado ser de gran eficacia para el desarrollo de los mapas físicos y para dirigir los estudios de ligamiento. Este método, unido a la utilización de marcadores tipificados mediante la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), llamados STSs (sequence tagged sites) hace que la utilización de las células híbridas sea imprescindible para una rápida localización de un marcador nuevo en el genoma bovino y para orientar eficazmente el estudio de marcadores de regiones de interés (desarrollo de mapas de alta resolución de marcadores (~2 cM), creación de contigs de librerías de grandes insertos, detección de quimerismo de YACs...).

Un panel de células somáticas híbridas bovino-hámster realizado anteriormente (Hors-Cayla y Huertz, 1981) fue caracterizado y utilizado ampliamente por el grupo de Guérin y cols (1994) para la asignación de nuevos marcadores a grupos de sintenia bovinos. Sin embargo, la cantidad de ADN restante de este panel nos ha hecho plantear la necesidad de volver a poner en cultivo los diferentes clones de células híbridas y caracterizar en el nuevo panel los diferentes grupos de sintenia bovinos. Además en este trabajo, describimos la asignación de nuevos STSs a cromosomas bovinos, y la caracterización fina de este panel para dos cromosomas bovinos: BTA1 y BTA18.

Material y Métodos

Cultivo de clones y extracción de ADN según métodos descritos por Hors-Cayla y Huertz, (1981) y Guérin y cols (1994). Cebadores de los distintos STSs utilizados para la caracterización del panel han sido descritos por Barendse y cols. (1997), BovMap database (http://138.102.88.140/cgi-bin/bovmap/intro2.pl) o por Eggen y cols. (1996). PCRs llevados a cabo en un aparato Perkin Elmer 9600, en un

volumen final de 10 µl, conteniendo 50 ó 200 ng de ADN genómico, 1.5 mM $MgCl_2$, 10 pmol de cada primer, 0.25 mM de cada dNTP, 1 U Taq DNA polimerasa en 1X tampón de Promega. Se han utilizado temperaturas de hibridación (Ta) que varían de 55°C a 68°C con alguno de los siguientes métodos: "3S": (94°C, 5'; [94°C, 30"; Ta, 30", 72°C, 20"] x 30 cycles; 72°C, 10'); "2S" (94°C, 5'; [94°C, 30"; Ta, 40"] x 35 cycles; 72°C, 10') o "Touchdown" (Don y cols., 1991). Los productos PCR han sido analizados en geles de agarosa (2 a 4%) teñidos con bromuro de etidio. Los análisis de correlación han sido realizados de acuerdo con Chevalet y Corpet (1986).

Resultados y Discusión

En el presente trabajo, 38 clones de celulas híbridas bovino-hámster han sido puestos en cultivo, y su ADN ha sido extraído en gran cantidad para asegurar que los análisis de sintenia realizados en los próximos años con este panel, tendrán el mismo contenido cromosómico, puesto que provienen de un número de pases idénticos del mismo clon. Los marcadores utilizados para la caracterización de este panel (~90 marcadores STSs), han sido elegidos entre los STSs localizados en el genoma bovino, de manera a tener una representación de todo el genoma bovino. Es decir, para cada cromosoma hemos elegido de dos a cinco marcadores separados entre ellos, con una distribución lo más homogénea posible. Los análisis han sido repetidos a dos concentraciones de ADN diferentes y los resultados discordantes han sido repetidos, para evitar en lo posible los errores debidos a confusiones del manipulador por una parte, y a la cantidad de ADN bovino presente en cada clon por otra. Los análisis de correlación han sido llevados a cabo entre cada marcador y todo el resto de marcadores analizados, y los resultados obtenidos nos llevan a concluir que nuestro panel es útil para realizar nuevas asignaciones de marcadores en los distintos cromosomas bovinos.

Asimismo, en este trabajo, hemos realizado la asignación de nuevos STSs contribuyendo al enriquecimiento del mapa físico bovino y al mapeo comparativo entre especies.

Por otra parte, hemos querido analizar si nuestro panel podría ser de utilidad para realizar asignaciones más finas, o regionales dentro de cada cromosoma. Los cromosomas bovinos en las células híbridas en muchas ocasiones no son retenidos en su integridad, sino que pueden ser segregrados porciones de la totalidad del cromosoma. Trabajos realizados en el hombre, y muy recientemente en porcino

(Lichter y cols. 1990; Yerle y cols., 1996), han combinado la utilización de la amplificación de productos PCR entre secuencias SINEs y la hibridación in situ por FISH, para la caracterización fina de las células híbridas, y su aplicación en la asignación regional en el mapa físico de nuevos marcadores. Sin embargo, en la especie bovina, ningún grupo ha tenido éxito por el momento en la utilización de este método. En este trabajo, y con el objetivo de caracterizar más finamente el contenido en este panel de, en principio, dos cromosomas bovinos (BTA1 y BTA18) sobre los que nuestro grupo trabaja en la actualidad, hemos analizado unos cincuenta STSs distribuidos a lo largo de su carta física y genética. Los resultados indican que en nuestro panel existen clones que contienen aparentemente la totalidad de uno o los dos cromosomas BTA1 o BTA18; otros clones han perdido pequeños segmentos de estos cromosomas, y detectamos otra serie de clones que contienen fragmentos más o menos grandes de dichos cromosomas. La recopilación de esta información es de un gran interés para el mayor conocimiento del contenido genómico bovino del panel de celulas híbridas, y permitirá la asignación regional de nuevos marcadores en estos cromosomas.

Bibliografía

Barendse, W., Vaiman, D., Kemp, S., Sugimoto, Y., Armitage, S., Williams, J., Sun, H., et al. (1997) A medium-density genetic linkage map of the bovine genome. *Mammal. Genome* (in press)

Chevalet, C. and Corpet, F. (1986) Statistical decision rule concerning synteny or independence beween markers. Cytogenet. Cell Genet. 43, 132-139.

Don, R.H., Cos, P.T., Wainwright, B.J., Baker, K. and Mattick, J.S. (1991) "Touchdown" PCR to circumvent spurious priming during gene amplification. Nucleic Acids Res. 19, 14.

Eggen, A., Doud, L.K., Hayes, H., Murvke, B.T., Jurgella, G., Pfister-Genskow, M. Davis, S.K., Taylor, J.F. and Bishop, M.D. (1996) Construction of a YAC-contig in the vicinity of the polled locus in cattle. Proceedings for the XXVth International Conference on Animal Genetics. Anim. Genet. 27 (sup. 2),58-59.

Georges, M., Drinkwater, R., King, T. Mishra, A. Moore, S.S., Nielsen, D. Sargeant, L.S., Sorensen, A., Steele, M.R., Zhao, X., Womack, J; E. and Hetzel, J. (1993) Microsatellite mapping of a gene affecting horn development in Bos taurus. Nature genet. 4, 206-210.

Georges, M., Nielsen, D., Mackinnon, M., Mishra, A., Okimoto, R., Pasquino, A.T., Sargeant, L.S., Sorensen, A., Steele, M.R., Zhao, X., Womack, J. E. and Hoeschele, I. (1994) Using a complete microsatellite map and the grand-daughter design to locate polygenes controlling milk production. Anim. Biotech. 5, 219-224.

Guérin, G., Eggen, A., Vaiman, D., Nocart, M., Laurent, P., Béchet, D.and Ferrara, M. (1994) Further characterization of a somatic cell hybrid panel: ten new assignments to the bovine genome. Anim. Genet. 25, 31-35.

Heuertz, S. and Horst-Cayla, M.C.(1981) Cattle gene mapping by somatic cell hybridization study of 17 enzyme markers. Cytogenet. Cell Genet. 30, 137-145.

Lichter, P., Ledbetter, S.A., Ledbetter, D.H.and Ward, D. (1990) Fluorescent in sity hybridization with Alu and L1 polymerase chain reaction probes for rapid characterization of human chromosomes in hybrid cel lines. Proc natl Acad Sci, USA 87, 6634-6638.

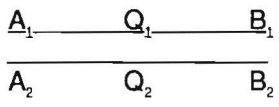
Yerle, M., Echard, G., Robic, A., Mairal, A., Dubut-Fontana, C., Riquet, J., Pinton, P., Milan, D., Lahbib-Mansais, Y. and Gellin, G. (1996) A somatic cell hybrid panel for pig regional gene mapping characterized by molecular cytogenetics. Cytogenet. Cell Genet. 73, 194-202.

Detección de QTL en Vacuno de Leche

Luis Gomez-Raya
Department of Animal Science
Agricultural University of Norway
Box 5025, N-1432 Ås, Norway

Introducción

Los métodos tradicionales para incrementar la producción y la resistencia a enfermedades en vacuno lechero se han basado en la utilización de métodos estadísticos. Una de las asunciones más críticas de estos métodos es atribuir la expresión de los caracteres productivos a un componente ambiental y a otro de origen genético con un número muy elevado de *loci* de efecto muy pequeño. La utilización de estos métodos ha permitido un incremento considerable en la producción lechera. En menos de 20 años se ha pasado de 4500 kg por vaca y año a más de 6800 kg (Pearson et al., 1990). La asunción de un número elevado de *loci* de efecto pequeño fue necesaria debido a la carencia de métodos para identificar y localizar los *loci* implicados en la expresión de caracteres productivos. El desarrollo de las técnicas de biología molecular en los últimos años hace posible la identificación y localización de éstos. La detección de *loci* que afectan a caracteres quantitativos (QTL, usando las iniciales de la acepción inglesa) es la busqueda de los genes responsables de producción con la ayuda de marcadores genéticos. Habitualmente se consideran dos clases de marcadores genéticos: tipo I y tipo II. Los marcadores tipo I o genes candidatos son *loci* funcionales, por ejemplo, las caseínas para producción de proteínas en la leche. Los marcadores tipo II son marcadores distribuidos por todo el genoma y áltamente polimórficos, por ejemplo, ADN microsatélite. La información que los marcadores proporcionan se ilustra a continuación: consideremos un progenitor que es heterozigoto para marcadores genéticos A (con alelos A_1 y A_2) y B (con alelos B_1 y B_2) y también para un QTL, Q (con alelos Q_1 y Q_2), con una disposición de las cromátidas como se muestra en la figura. Este individuo produce los siguientes tipos de gametos identificables por los marcadores genéticos:



A_1B_1 no recombinante
A_1B_2 recombinante
A_2B_1 recombinante
A_2B_2 no recombinante

La herencia de alelos alternativos para el QTL (tomada como la probabilidad dado el tipo de gameto heredado) se contrasta con la producción en los descendientes de este progenitor. Si se genotipea un solo marcador y es el mismo QTL entonces se trata de marcadores tipo I. Si se genotipea un solo marcador tipo II (ej. A) y no es el mismo QTL entonces los dos subgrupos de progenie son una mezcla de individuos A_1B_1-A_1B_2 y A_2B_1-A_2B_2, proporcionando menor información de las diferencias reales entre la progenie que hereda los alelos alternativos del QTL. Si se genotipean los dos marcadores A y B entonces se utilizan marcadores laterales («flanking markers») y el mapeo que se realiza es de intervalos.

En las secciones siguientes se discuten diseños experimentales, requerimientos, limitaciones y perspectivas para la detección de QTL en vacuno lechero.

Diseños Experimentales en Vacuno

Dos tipos de diseños experimentales han sido propuestos: el diseño de hijas y el diseño de nietas. En el diseño de hijas, el contraste se realiza entre los subgrupos de progenie que heredan alelos paternales alternativos. En el diseño de nietas, el contraste es entre los subgrupos de nietas cuyos padres heredan alelos alternativos. En este diseño se realizan genotipeados de los abuelos y de los padres mientras que la poducción se registra en las nietas. Este es el diseño experimental que más se esta utilizando porque requiere un menor número de genotipeados para un poder estadistico dado (Weller et al., 1990).

Requerimientos para la Detección de QTL en Vacuno Lechero

Los gastos de mantenimiento de vacuno son muy elevados para su utilización en experimentos encaminados a la deteccion de QTL. Por lo tanto, la mayor parte de los estudios que se están llevando a cabo utilizan las poblaciones comerciales. Este material es menos apropiado que disponer de cruces entre poblaciones divergentes porque se espera que la heterozigosidad de marcadores genéticos y QTL sea menor (50% en el mejor de los casos). Los requerimientos para detección de QTL en todo el genoma utilizando marcadores altamente polimórficos como el ADN satélite son:

a) Disponibilidad de registros de producción o resistencia a enfermedades. Estos son normalmente los mismos que se utilizan en las evaluaciones genéticas rutinarias.

Tabla 1. Poder estadístico en un diseño de nietas con un error de tipo I de .01 y estructura de población de 6 toros con un promedio de 25 hijos por toro y 60 nietas por hijo. La frequencia de toros heterozigotos es .5. Se consideran heredabilidades (h^2) .10, .20, y .30.

Efecto del QTL*	h^2 = .10	h^2 = .20	h^2 = .30
.10	.03	.02	.02
.20	.17	.10	.07
.30	.50	.30	.20
.40	.76	.58	.43
.50	.90	.78	.65

* Efecto del QTL en desviaciones estándar fenotípicas

b) Disponibilidad de mapas genéticos con una distancia apróximada de 20cM entre marcadores consecutivos. Se han publicado varios mapas de vacuno (Barendse et al., 1994; Bishop et al.; 1994; Ma et al. 1996, Barendse et al., 1997), estando el mapa más completo disponible en internet (http://sol.marc.usda.gov/genome/cattle/cattle.html). En total hay descritos cerca de 2000 marcadores con una densidad promedio de alrededor de 2cM.

c) Una estructura de población que permita obtener un alto poder estadístico (probabilidad de detectar un QTL cuando existe). En la Tabla 1 se muestra el poder utilizando un diseño de nietas en una población con una estructura como la española con 6 toros (que tengan 15 o más hijos) con un promedio de 25 hijos por toro y una media de 60 nietas por hijo. Sólo sería posible detectar QTL con efectos relativamente largos.

Organización de un Projecto de Detección de QTL usando un Diseño de Nietas

La organización de un proyecto para la detección de QTL requiere la coordinación de científicos en áreas diferentes. Cuando se utiliza un diseño de nietas se deben cubrir las siguientes tres áreas:

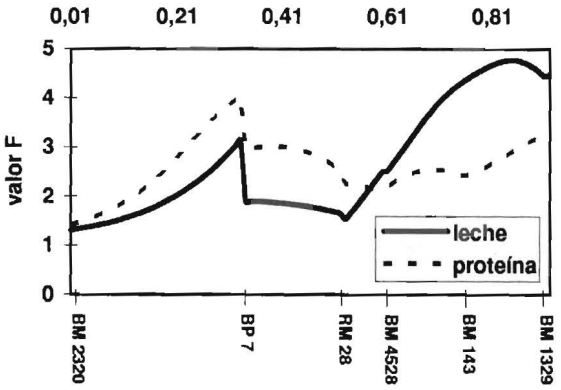
1) Recogida de registros de producción de las nietas para los caracteres de interés.
2) Genotipeado de toros y de sus hijos.
3) Desarrollo de métodos estadísticos e informáticos para el manejo y análisis de los datos.
   3.1) Creación y manejo de una base de datos correspondiente a los marcadores genéticos y a los de producción.

Es conveniente que la base de datos se pueda actualizar a medida que se progresa en la determinación de los genotipos, con lo que nuevos marcadores pueden utilizarse en areas cromosómicas con un número bajo de toros informativos.

3.2) Construcción de un mapa de ligamiento de marcadores. Se requieren distancias genéticas entre todos los marcadores para su uso posterior en mapeo de intervalos. Es importantante utilizar el método de máxima verosimilitud para estimar la fracción de recombinación entre marcadores porque utiliza toda la información disponible en los hijos de los toros, incluso cuando el genotipo del toro y de su hijo son idénticos y no puede deducirse el alelo heredado por el hijo.

3.3) Detección de QTL utilizando mapeo de intervalos (Lander y Botstein, 1989). El método se basa en calcular la probabilidad condicional de que un QTL esté en un punto dado del cromosoma (utilizando los marcadores más próximos) y contrastar dentro de toros (por la producción de sus nietas) la herencia de alelos alternativos del toro a través de sus hijos. El mapa de ligamiento entre marcadores es necesario para el cálculo de la probabilidad condicional de que un QTL esté en un punto dado del cromosoma. A continuación se repite el análisis pero se avanza, por ejemplo, 1 cM y así sucesivamente hasta completar todo el cromosoma. El resultado final es un conjunto de valores del parámetro con que se realizan los test de hipótesis (generalmente «lod score» en el método de máxima verosimilitud y valores F para métodos utilizando modelos lineares) correspondientes a los distintos puntos del cromosoma. Por ejemplo, los valores F para la producción de proteína y leche correspondientes al cromosoma 6 en ganado vacuno noruego se muestran en la Figura 1 (Gomez-Raya et al., 1996). Los picos de la gráfica indicarían la presencia y localización de QTL si los valores están por encima de un umbral. El valor umbral en el ejemplo de la Figura 1 es 2.80, a un nivel de confianza del .01, y utilizando el método usual de test de hipótesis basado en que los contrastes se realizan una sola vez. Cuando los contrates se realizan muchas veces, como en el mapeo de intervalos, los valores umbral no son estríctamente válidos. Sin embargo, aunque los resultados no sean concluyentes, uno de los picos de la figura indicaría la existencia de un QTL afectando a la producción de proteínas cerca del marcador BP7. Este resultado es consistente con los obtenidos por Lien et al. (1995), quienes encontraron asociación entre haplotipos de caseínas y caracteres de producción

Figura 1. Valores F utilizando mapeo de intervalos para la produción de leche y proteína en el cromosoma 6 en ganado noruego (Gomez-Raya et al., 1996). La abscisa en la parte superior representa las distancias genéticas cubiertas en el cromosoma. La abscisa en la parte inferior son los marcadores genéticos.



lechera en la misma población, ya que el marcador BP7 está localizado cerca de las caseínas (Bishop et al., 1994). El otro pico entre marcadores BM143 y BM1329 afecta a la producción de leche, pero no de proteínas. Resultados similares en esta parte del cromosoma 6 se han descrito por varios autores (Georges et al. 1995; Spelman et al. 1996; Vilki et al., 1996; Kühn et al., 1996). El problema de test múltiples se resolvería utilizando tests de permutaciones (Churchill y Doerge, 1994) basados en atribuir aleatoriamente las producciones de las nietas a sus padres un número muy elevado de veces y computar ese mismo número de veces el parámetro para el test de hipótesis. De esta forma se puede obtener empíricamente la distribucción del parámetro bajo la hipótesis nula y, por lo tanto, determinar los valores umbral.

Limitaciones y Perspectivas para la Detección de QTL en Vacuno de Leche

Hasta la fecha sólo se ha publicado el estudio de Georges et al. (1995) utilizando un diseño de nietas en la población Holstein de USA y marcadores distribuidos por todo el genoma. Estos autores identifican cinco fragmentos cromosómicos (en los cromosomas 1, 6, 9, 10 y 20) afectando caracteres de producción lechera. Los métodos estadistícos empleados por los autores no tienen en cuenta el hecho de que se realizan tests múltiples (no utilizan test de permutaciones) y los análisis se llevan a cabo independientemente para cada familia. Otros estudios utilizando un

diseño de nietas se llevan a cabo en Bélgica-Holanda (Spelman et al. 1996), Finlandia (Vilki et al., 1996), Alemania (Kühn et al., 1996) y Noruega (Gomez-Raya et al., 1996) pero hasta la fecha sólo se ha publicado información parcial sobre algunos cromosomas.

Hay dos problemas no resueltos completamente. El primero es cómo determinar valores umbral para más de un QTL simultáneamente. Doerge y Churchill (1996) proponen dos métodos alternativos pero de difícil implementación a medida que se incrementa en el número de QTL. La segunda limitación es que los métodos de detección utilizando marcadores cada 20 cM no son capaces de determinar la localización de QTL de una manera muy precisa, debido a que la información para la localización la proporcionan los recombinantes y éstos ocurren infrequentemente.

Como se decía anteriormente, los métodos de mejora tradicionales asumían un número muy elevado de *loci* con efecto desconocido. La información sobre QTL detectados usando los métodos discutidos anteriormente podría incluirse en programas de selección asistida de marcadores (ej. Ruane y Colleau, 1996). Sin embargo, el riesgo de utilizar QTL «estadísticos» (en el sentido que la evidencia sobre su presencia es sólo estadística) puede ser de difícil aceptación por la industria. Desde el punto de vista científico, el interés reside en la identificación de los genes con lo que se podrían dilucidar las bases genéticas de los caracteres productivos. Por lo tanto, el interés final de los métodos de detección de QTL es la caracterización de éstos. Dos opciones serán utilizadas para ello: mapeo comparativo («comparative mapping») y clonaje de posición («positional cloning»). El rápido desarollo del mapa genético y de secuenciación del genoma humano (ver información en internet: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/science96/) podría utilizarse para la identificación de los *loci* responsables de producción por mapeo comparativo ya que los mamíferos comparten entre un 70 y 80% de las secuencias de ADN que codifican proteínas. Una vez que se detecte un QTL en un fragmento cromosómico de unos 20cM, utilizando mapeo de intervalos, se pueden realizar nuevos tests empleando polimorfismos en los genes funcionales encontrados en la correspondiente área cromosómica en humanos. El clonaje de posición es una técnica en biólogia molecular que puede permitir la caracterización de los QTL pero requiere fragmentos de alrededor de 1.5cM. Por lo tanto, se requieren métodos más

precisos que los de mapeo de intervalo actuales para poder realizar clonaje de posición.

Otro procedimiento alternativo para la detección de QTL es el mapeo de genes idénticos por descendencia (Lander y Botsein, 1987). Estos métodos se basan en comparar haplotipos de individuos emparentados que presentan los mismos síntomas de una enfermedad. Se espera que estos individuos compartan en una mayor frecuencia haplotipos ligados a un gen de la enfermedad que otros marcadores no ligados. Charlier et al. (1996) han logrado mapear el gen de la sindactilia utilizando esta técnica.

Los resultados esperanzadores utilizando los métodos discutidos anteriormente muestran que es posible detectar y caracterizar QTL que afectan a caracteres productivos o a enfermedades. Con el desarrollo de estos métodos en los próximos años será posible identificar las bases genéticas de la variación observable a nivel fisiológico y, potencialmente, producir alimentos más eficientemente.

Agradecimientos

Se agradece la financiación del «Norwegian Research Council». El autor agradece a Joan Tibau comentarios sobre el manuscrito y a Juan Peña (CONAFE) la información sobre la estructura de población vacuna en España.

Bibliografia

Barendse, W. et al. 1994. Nature Genetics. 6:227-335.
Barendse, W. et al. 1997. Mamalian Geneme. 8:21-28.
Bishop M.D. et al. 1994. Genetics.136:619-639.
Charlier C. et al. 1996. Genome Research. 6:580-589.
Churchill G.A. and R.W. Doerge. 1994. Genetics. 138:963-971.
Doerge R.W. and G.A. Churchill. 1996. Genetics. 285-294.
Georges M. et al.. 1995. Genetics. 139:907-920.
Gomez-Raya L. et al. 1996. 47th Annual Meeting of the EEAP. pg 39. Lillehammer
Kühn, C.H. et al. 1996. Abstract of the XXVth International Conference on Animal Genetics, Tours, July 21-25, 1996, pg 164.
Lander S.E. y D. Botstein.1987. Science. 236:1567-1570.
Lander S.E. y D. Botstein.1989. Genetics. 121:185-199.
Lien S., et al. 1995. Journal of Dairy Science. 78: 2047-2056.
Ma R.Z. et al. 1996. Journal of Heredity. 87:261-271.
Pearson, R.E. et al. 1990. Proc. of the 4th World Congress. Edinburgh, 14:104-113.
Ruane J. y J.J. Colleau.1996. Journal of Dairy Science. 1666-1678.
Spelman R.J. et al. 1996. Genetics: 1799-1808.
Vilkki H.J. et al., 1996. 47th Annual Meeting of the EEAP. 15-29. Lillehammer.
Weller et al., 1990. Journal of Dairy Science. 73:2525-2537.

DETECCIÓN DE QTLs EN DISEÑOS F_2 MEDIANTE MARCADORES DOMINANTES

C. Óvilo, M.A. Toro

Área de Mejora Genética Animal, CIT-INIA, Madrid

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años se han desarrollado distintos métodos para identificar marcadores genéticos dominantes, tales como las técnicas RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA, Williams *et al, 1990*), AFLP (Amplified Fragment Lenght Polymorphism, Vos *et al*,1995) y RDA (Representational Difference Analysis, Lisitsyn *et al*, 1993).

Estas técnicas tienen como principal ventaja la posibilidad de trabajar con un número prácticamente ilimitado de marcadores en estudios de QTLs, representando todas las regiones del genoma y con un bajo coste. Sin embargo, estos marcadores no se han utilizado en estudios de detección de QTLs en animales domésticos debido a la falta de mapas genéticos y a la menor eficiencia en la estimación de los efectos de los QTLs respecto a los marcadores codominantes.

Los objetivos de este estudio han sido comparar la utilización de marcadores individuales dominantes y codominantes en un diseño F_2 para detectar ligamiento entre marcadores y QTLs, así como evaluar distintas técnicas de Genotipado Selectivo usando marcadores dominantes: a)Genotipado Selectivo Standard (Darvasi & Soller, 1992), con distinto número de individuos F_2 genotipados o evaluados para el carácter; b) Genotipado selectivo basado en desviaciones de la media familiar.

MÉTODOS

Diseño F_2

Líneas parentales	2♂ línea A x 40♀ línea B
F_1	8♂x 80♀
F_2	640 individuos

Simulación

Se utilizó simulación Monte Carlo para producir un cruce F2 entre dos líneas A y B, con un carácter cuantitativo controlado por un QTL con dos alelos fijados alternativamente en las líneas parentales, siendo los efectos de estos alelos a/2 y -a/2, más 30 genes de efecto pequeño ($h^2 = 0.10, 0.30, 0.50$) y un efecto ambiental común ($c^2 = 0.0, 0.20$).

Para el estudio de ligamiento se simuló un locus marcador con dos alelos (M y m) fijados en las líneas parentales, siendo r la frecuencia de recombinación entre el QTL y el marcador. Los individuos de la generación F_2 se agruparon según el genotipo del marcador y se buscaron diferencias significativas entre las medias del valor genotípico del QTL para estos grupos mediante un análisis de varianza jerárquico simple. El número de repeticiones fue de 10.000

RESULTADOS

Detección de ligamiento entre QTL y marcador

La imposibilidad de detectar los genotipos heterocigotos cuando se utilizan marcadores dominantes provoca una disminución en la diferencia entre los valores del carácter para los dos genotipos: $E(M\_)-E(mm) = 4/3a(1-2r)$, comparada con la obtenida al utilizar marcadores codominantes: $E(MM)-E(mm) = 2a(1-2r)$.

Como consecuencia de esta menor diferencia entre los valores genotípicos del carácter, la potencia del diseño F2 cuando se utilizan marcadores dominantes es ligeramente inferior a la obtenida con marcadores codominantes. Esta disminución en la potencia es más evidente al disminuir el efecto del QTL o al aumentar la frecuencia de recombinación entre el marcador y el QTL. Sin embargo, si por razones de coste o sencillez los marcadores dominantes pueden utilizarse en mayor número que los codominantes (lo que implicaría un menor valor de r) la comparación puede ser favorable a los primeros.

Tabla 1. Potencia experimental de diseños F2 usando marcadores dominantes (negrita) o codominantes para distintos efectos del QTL y distintas frecuencias de recombinación.

2a = r =	0	0.1	0.2	0.5
0	4.7	5.4	5.3	5.8
	4.8	**5.7**	**5.6**	**4.4**
0.25	52.4	33.7	**23.6**	6.1
	48.3	**30.6**	**24.1**	**5.0**
0.50	98.5	90.4	67.5	5.8
	95.2	**82.6**	**62.6**	**5.2**
0.75	100	99.8	95.0	5.2
	99.8	**98.5**	**89.5**	**4.6**
1	100	100	99.6	6.4
	100	**100**	**98.5**	**4.7**

Genotipado selectivo

En general el genotipado selectivo permite reducir los costes de laboratorio a expensas de una disminución de la potencia de detección de QTLs, aunque puede observarse que el incremento en el número de registros del carácter permite obtener una potencia superior al genotipado completo, por lo que el balance de los costes de la medida del carácter frente al genotipado determina la utilidad de esta técnica (Figura 1).

El genotipado selectivo puede aplicarse eligiendo los individuos a genotipar en base a las desviaciones individuales respecto a la media familiar. Esta técnica permite superar la potencia del diseño con respecto al genotipado selectivo standard en los casos en que existen efectos ambientales comunes (Figura 2). Asimismo, se ha comprobado que este tipo de genotipado es también ventajoso para valores altos de la heredabilidad ($h^2 = 0,50$).

Fig 1. Potencia experimental de diseños F2 de detección de QTLs, con Genotipado Completo (G.C.), o Selectivo (G.S.) de distinta proporción de individuos usando marcadores dominantes. $h^2 = 0,30$, $c^2 = 0$

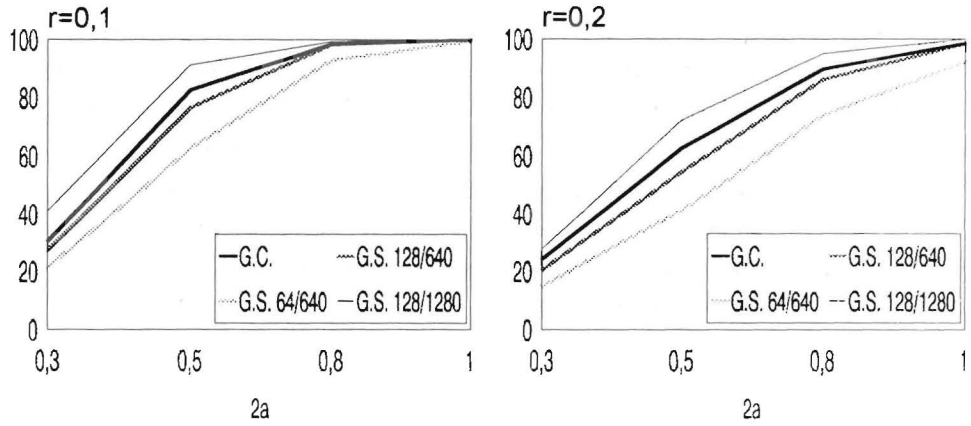
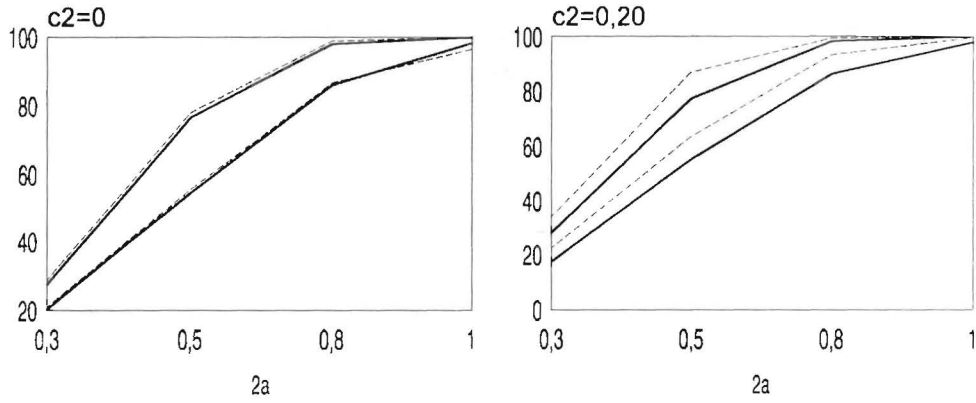


Fig 2. Potencia experimental de diseños F2 de detección de QTLs, con Genotipado Selectivo Standard (líneas contínuas) y Genotipado Selectivo basado en desviaciones de la media familiar (líneas discontínuas). Se representa en cada gráfica la potencia del diseño para $r = 0,1$ y $r = 0,2$ (líneas superiores e inferiores respectivamente). En todos los casos el porcentaje genotipado es el 20% (128/640). $h^2 = 0,30$



Referencias

Darvasi & Soller, 1992. Theoretical Applied Genetics, 85: 353-359

Lisitsyn *et al*, 1993. Science, 259: 946-951

Lisitsyn *et al*, 1994. Nature Genetics, 6: 57-63

Vos *et al*, 1995. Nucleic Acid Research, 23(21):4407-4414

Williams *et al*, 1990. Nucleic Acid Research, 18(22):6531-6535

UTILIZACIÓN DE MARCADORES RAPD's PARA LA LOCALIZACIÓN DEL GEN DE LA HIPERTROFIA MUSCULAR: ESTUDIO PRELIMINAR.

Cortés, O.[1], Pastor, S.[2], Barroso, A.[1], Dunner, S.[1], Sánchez, A.[2], Cañón, J.[1]

[1] Laboratorio de Genética, Dpto. de Producción Animal, Facultad de Veterinaria-UCM, 28040 Madrid.
[2] Unitat de Genètica i Millora, Facultat de Veterinària, 08193-Bellaterra, Barcelona.

INTRODUCCIÓN

El síndrome de la hipertrofia muscular bovina está determinado por un gen autosómico recesivo de penetrancia incompleta, que ha sido recientemente mapeado en el cromosoma 2 (Charlier y col., 1995). Tres son los genotipos posibles: +/+, +/mh y mh/mh, que se corresponden con los fenotipos normal, heterocigoto y culón, respectivamente.

Está presente en determinadas razas del oeste de Europa, entre ellas la Asturiana de los Valles, en la que tradicionalmente se ha seleccionado a favor de este fenotipo. Esto se debe a que los animales culones tienen hasta un 20% más de músculo y un 50% menos de grasa en la canal, un índice de conversión más bajo y sobre todo que alcanzan un elevado precio de mercado (Hanset y col., 1987; Goyache, 1995).

El gen mh, localizado en la raza Blanco Azul Belga, parece ser también el responsable de la hipertrofia muscular de la raza Asturiana de los Valles (Dunner y col., 1997). Un trabajo realizado con datos de ambas razas muestra que el marcador más próximo (el microsatélite TGLA-44) está situado a 3 cM del gen.

Sin embargo, esta distancia es todavía suficientemente elevada como para tener una aplicación práctica en el genotipado individual. La posibilidad que ofrecen los RAPD's (Random Amplified Polymorphic DNA, ADN Polimórfico Amplificado al Azar) para ser utilizados en "pools" de ADN parece de interés para tratar de detectar genes mayores con un coste reducido.

Con este fin, se utilizan individualmente oligonucleótidos cortos (10 pares de bases) y al azar para amplificar mediante PCR fragmentos de ADN, buscando marcadores de tipo RAPD's . Se trata de una técnica rápida y sencilla, que no requiere un conocimiento previo del genoma, y sensible (detecta incluso mutaciones puntuales, especialmente sustituciones -Bowditch y col., 1993-).

MATERIAL Y MÉTODOS

Con la información del Libro Genealógico de la raza Asturiana de los Valles, se escogieron 10 animales no emparentados de cada una de las tres clases fenotípicas (normales, heterocigotos y culones), de acuerdo con las características morfológicas del propio animal y de sus descendientes. Los individuos heterocigotos (que fenotípicamente son normales) se eligieron de acuerdo con la segregación del marcador más próximo (microsatélite TGLA-44) y con el porcentaje de culones que tienen en su descendencia.

El ADN se obtuvo a partir de muestras de sangre y semen.

Se establecieron 2 "pools" de 5 individuos cada uno por cada clase fenotípica con el fin de

garantizar la repetibilidad de los resultados. La concentración de ADN por "pool" fue de 25 ng/μl, a razón de 5 ng/μl de ADN por individuo.

El protocolo utilizado para la PCR es una modificación del inicialmente propuesto por Williams y col. en 1990:

HotStart a 94°C durante 5 min.

Desnaturalización a 94°C durante 2 min.
Annealing a 36°C durante 1 min. 30 sec.
Extensión a 72°C durante 2 min.
(3 primeros ciclos)

Desnaturalización a 94°C durante 20 sec.
Annealing a 36°C durante 40 sec.
Extensión a 72°C durante 2 min.
(42 ciclos siguientes)

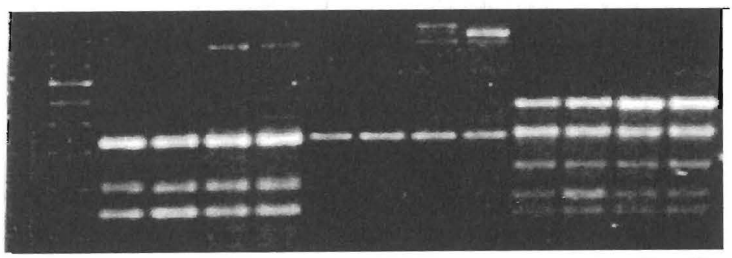
Extensión final a 72°C durante 5 min.

Los tiempos de desnaturalización y annealing de los últimos 42 ciclos se han disminuido ostensiblemente con relación al protocolo original, con lo que se acorta la duración del programa sin merma de la calidad de los patrones obtenidos. En las reacciones de amplificación se utilizó la Amplitaq DNA Polymerase, Fragmento Stoffel (Perkin Elmer), al haberse comprobado sus mejores resultados con esta técnica (Sobral y Honeycutt, 1993).

Se han probado un total de 400 cebadores (Operon Technologies Inc.) sobre cada uno de los "pools". El análisis de los patrones en cada una de las muestras dio lugar a un número de bandas polimórficas. Estos patrones fueron repetidos individualmente sobre todos los componentes del "pool" a fin de comprobar si el polimorfismo se mantiene.

RESULTADOS

De los 400 cebadores utilizados, se seleccionaron aquéllos que dieron patrones polimórficos entre las clases fenotípicas Normal-Culón del primer "pool".



Patrones obtenidos con tres de los cebadores utilizados sobre cuatro "pools" de Asturiana de los Valles, dos de individuos normales (N) y dos de culones (C). Obsérvese que ambos "pools" de normales presentan una banda más para el cebador OPC-02 y dos más con el OPC-03.

Los cebadores seleccionados se probaron sobre el segundo "pool", tanto de normales como de culones, a fin de garantizar la repetibilidad de los resultados y utilizar en las pruebas individuales únicamente aquéllos que mantuvieran el mismo patrón polimórfico en ambos "pools".

En la tabla adjunta se detallan las características de los patrones de algunos de los cebadores elegidos.

		BANDAS POLIMÓRFICAS		TAMAÑO DE
CEBADOR	BANDAS TOTALES	NORMAL	CULÓN	BANDAS
OPB-18	4	0	2	500 y 680 pb.
OPC-02	4	1	0	1100 pb.
OPC-15	5	2	0	900 y 1100 pb.
OPD-02	6	1	0	230 pb.
OPF-10	3	1	0	790 pb.
OPH-07	8	0	1	390 pb.
OPI-14	4	1	0	700 pb.
OPI-16	3	0	1	550 pb.
OPI-20	2	0	1	1100 pb.
OPJ-14	4	1	0	1200 pb.

pb = pares de bases.

REFERENCIAS

Bowditch, B.M., Albright, D.G., Williams, J.G.K. & Brawn, M.J. (1993) *Methods in Enzymology* **224**, 294-309.

Charlier, C., Coppieters, W., Farnir, F., Grobet, L., Leroy, P., Michaux, C., Mni, M., Schwers, A., Vanmanshoven, P., Hanset, R & Georges, M. (1995) *Mammalian Genome* **6**, 788-792.

Dunner, S., Charlier, C., Farnir, F., Brouwers, B., Canon, J. & Georges, M. (1997) *Mammalian Genome* (En prensa).

Goyache, F. (1995) *Tesis Doctoral*, Universidad Complutense de Madrid.

Hanset, R., Michaux, C. & Stasse, A. (1987) *Génétique, Sélection et Evolution* **19**, 225-248.

Sobral, B.W.S. & Honeycutt, R.J. (1993) *Theoretical Applied Genetics* **86**, 105-112.

Williams, J.G.K., Kubelick, A.R., Livak, K.J., Rafalski, J.A. & Tingey, S.V. (1990) *Nucleic Acids Research* **18**, 6531-6535.

Variabilidad de un microsatélite (ZARA12) asociado a la Lactoferrina en distintas razas bovinas españolas.

I. Martín Burriel, J.H. Calvo, R. Osta y P. Zaragoza

Laboratorio de Genética Bioquímica y Grupos Sanguíneos.
Facultad de Veterinaria. Miguel Servet 177, 50.013 Zaragoza

Introducción

La detección de QTLs (Quantitative Trait Loci) es la búsqueda, a través de marcadores genéticos, de los loci responsables de caracteres productivos y resistencia a enfermedades. El material básico para la localización de QTLs ha sido el desarrollo de marcadores altamente polimórficos como son los microsatélites. Asi, algunos alelos de estos marcadores han sido asociados a determinados alelos de genes mayores come el del Halontano en porcino (Vögeli y cols., 1994) o a las caseínas en bovino (Leveziel y cols., 1994).

Actualmente, muchos grupos en todo el mundo están centrando su investigación en la búsqueda de QTLs. Los diseños desarrollados para su localización registran datos de producción de leche, de carne, conformación, fertilidad y resistencia a enfermedades como la mastitis, entre otros (Gomez-Raya y cols., 1996).

La Lactoferrina es una glicoproteína que se une al hierro y está presente en muchas secreciones de mamíferos, especialmente en leche. Esta proteína podría servir como un regulador especializado del metabolismo del hierro en situaciones donde la Transferrina es incapaz de actuar. Esto junto a su posible efecto en interacciones celulares, podrían explicar la variedad de efectos que se le han atribuido en relación a infecciones y la respuesta inmune, si bien sólo existen hipótesis sobre su mecanismo de acción (Brock y cols., 1993).

La posible acción antibiótica de la Lactoferrina durante la inflamación hace que este gen haya sido propuesto como candidato para el incremento de la resistencia contra infecciones de la glándula mamaria, especialmente en la producción de vacuno de leche (Seyfert y cols., 1994). En este trabajo presentamos el estudio del polimorfismo de un marcador microsatélite localizado en el intrón 6 de la Lactoferrina (Osta y cols., 1996) en distintas razas autóctonas bovinas.

Material y Métodos

Para la amplificación del microsatélite ZARA12 los oligonucleótidos utilizados han sido:

5´- GATTCAAGCTGAGGCATTCC-3´ y 5´-CCAAAGTGGCCAATTTGAC- 3´.

La reacción de PCR se ha desarrollado en un volumen total de 10 µl que contenía:

20-30 ng de DNA genómico bovino, cada uno de los primers a una concentración 0.5 mM y uno de ellos marcado con ^{32}P a 0.04 mM, cada dNTP a 0.1 mM y tampón de la taq a concentración 1x conteniendo MgCl2 a 1.5 mM y 0,5 unidades de Taq polimerasa. En cuanto a las condiciones de amplificación, se realizó un PCR estándar, utilizando como temperatura de unión de los primers 60ºC. El producto amplificado se sometió a electroforesis en gel de poliacrilamida al 6% y su polimorfismo se visualizó en autoradiografía.

La variabilidad de este microsatélite se ha estudiado en 7 razas autóctonas de vacuno español. Se han analizado 50 animales de las razas Pirenaica, Rubia Gallega, Asturiana de los Valles y Menorquina; 22 de Asturiana de las Montañas; 10 de Avileña y 47 de Toro de Lidia.

Se han calculado las frecuencias génicas, PIC y Heterocigosidad en cada raza y el Equilibrio de Hardy Weinberg.

Resultados y Discusion

Se ha amplificado un fragmento de 164 pb del gen de la Lactoferrina que contiene la repetición de Adeninas (A_{17}). Bajo las condiciones de nuestro estudio se han detectado un total de 5 alelos en el conjunto de los animales analizados, el tamaño de los mismos varía entre 160 pb y 165 pb. La técnica utilizada proporciona la suficiente resolución como para distinguir alelos que difieren en una única base.

La Tabla 1 muestra las frecuencias alélicas obtenidas en las distintas razas. Aunque las razas Pirenaica y Asturiana de las Montañas han mostrado el mayor número de alelos (4), es en la raza de Lidia, con 3 alelos, en el que encontramos una tasa de Heterocigosidad esperada mayor (0.622). Los valores de PIC varían entre 0.286 en la raza Asturiana de las Montañas y 0.554 en la de Lidia. Todas las poblaciones han mostrado equilibrio genético para este marcador (datos no expuestos).

Tabla 1: Frecuencias alélicas, Heterocigosidad y PIC en las distintas poblaciones:

Alelos	Piren.	As.Vall	As.Mont	Rubia	Avileña	Menorq	T. Lidia
160pb	--	--	0.058	--	--	--	--
161pb	0.260	0.250	0.143	0.221	--	0.439	0.181
162pb	0.702	0.728	0.810	0.615	0.750	0.561	0.479
163pb	0.010	--	--	--	--	--	--
165pb	0.029	0.022	0.048	0.106	0.250	--	0.340
Het. Obs	0.365	0.370	0.286	0.577	0.500	0.510	0.511
Het. Esp	0.439	0.407	0.322	0.558	0.375	0.493	0.622
PIC	0.372	0.340	0.286	0.517	0.305	0.371	0.554

En cuanto a los valores de frecuencias génicas obtenidos, se podría destacar como el alelo de 162 pb aparece como el alelo más frecuente en todas las poblaciones, si bien en las razas Menorquina y Toro de Lidia presenta frecuencias intermedias. Tambien observamos como el alelo con una talla de 165 pb aparece con mayores frecuencias en la de Lidia y Avileña.

La gran variabilidad que muestra el microsatélite ZARA12 y su asociación con la Lactoferrina, hacen de el un marcador de elección para el estudio de cualquier posible relación con resistencia a infecciones y por tanto, candidato a ser incorporado en los proyectos de localización de QTLs.

Bibliografía

Brock, J.H., Ismail, M., Sánchez, L., Oria, R. y Calvo, M. (1993). The role of lactoferrin in infection, immunity and inflammation. En New Perspectives in Infant Nutrition. Thiem Medical Publisher, Inc. New York

Gómez-Raya , L., Våge, D.I., Olsaker, I., Klungland, H., Klemetsdal, G., Heringstad, B., Lie, Ø., Rønningen, K., Ruane, J. y Lien, S. (1996). Mapping QTL affecting Traits of Economical Importance un Norwegian Cattle. Proc. 47th Annual Meeting of the European Asociation of Animal Production, 15-29 Agosto Lillehammer.

Leveziel, H., Rodellar, C., Leroux, C., Pepin, L., Grohs, C., Vaiman, D., Mahé, M.F., Martin, P y Grosclaude, F. (1994). A microsatellite within the bovine k-casein gene reveals a polymorphism correlating strongly with polymorphisms previously described at the protein as well as the DNA level. Animal Genetics 25(4):223-28.

Osta, R., Martín Burriel, I., y Zaragoza, P. (1996). Genetic mapping of four bovine loci asociated with SINE 3' poly(A) sequences and a strecht of Adenines. Abstract de el XXVth International Conference on Animal Genetics, Julio 21-25. Tours.

Seyfert, H.M., Tuckoricz, A., Interhal, H., Koczan, D., y Hobom, G. (1994) Structure of the bovine lactoferrin-encoding gene and of its promoters. Gene 143: 265-269.

Vögeli, P., Bolt, R., Fries, R. y Stranzinger, G. (1994). Cosegregation of the Malignant Hyperthermia and the arg615-cys615 mutation in the skeletal muscle calcium realase chanel protein in five European Landrace and Pietrain pig breeds. Animal Genetics 25 (Supp.1) 59-66.

POLIMORFISMOS MÁS FRECUENTES DE LA k-CASEÍNA MEDIANTE PCR/RFLPs EN LOS REPRODUCTORES HOLSTEIN DEL PROGRAMA INTEGRAL DE MEJORA GENÉTICA DE GALICIA (PIMX)

VIANA, J.L.*, A. FERNÁNDEZ, A. IGLESIAS* & L. SÁNCHEZ***

* Dpto Anatomía y Producción Animal. Fac. de Veterinaria. 27002, Lugo
** Centro de Selección y Reproducción Animal de Fontao-Lugo

INTRODUCCIÓN

La situación actual del sector lácteo, no sólo en Galicia, sino a nivel de toda España, con la imposición del sistema de cuotas trás la entrada en la Comunidad Europea, hace resaltar un interés cada día más creciente por las características tecnológicas de la leche. Por ello, entendemos que la producción no sólo debe orientarse hacia el consumo líquido, sino que se deben de tomar con mayor consideración las características reunidas para la transformación en derivados, principalmente queso y muy particularmente en su producción artesanal. Se sabe que las variantes genéticas de las proteínas lácteas, especialmente de la k-caseína, tienen importantes efectos en la composición de la leche y en las aptitudes tecnológicas de ésta para la fabricación de queso. El análisis e investigación de esta temática será, precisamente, el objetivo del presente estudio.

MATERIAL Y METODOS

En este trabajo, determinamos mediante técnicas de genética molecular (PCR y RFLPs) los genotipos y las frecuencias génicas de la k-caseína bovina en un total de 118 animales de raza Holstein, 10 toros pertenecientes a las principales líneas genéticas de valoración del "Plan Integral de Mejora Genética" (P.I.M.X.) ubicados en el C.E.N.S.Y.R.A. de Fontao (Lugo), perteneciente a la Consellería de Agricultura, Ganadería y Montes de la Xunta de Galicia y 108 hembras, hijas de esos 10 toros, que están incluídas en los Programas de Selección y Planes de Mejora Genética de la "Asociación Provincial de Ganaderos para el Control Lechero Oficial de Lugo" (AFRICOR Lugo).

Para el análisis de los polimorfismos del locus de la k-caseína en los animales muestreados se utilizó el protocolo de PCR descrito por SAIKI *et al.*, (1988); PINDER *et al.*,(1991). El DNA amplificado es el localizado entre los nucleótidos 10592 y 11466 del tercer exón del gen de la k-caseína, es decir un fragmento de 874 bp. Para la detección de los genotipos se realizó la digestión del producto amplificado con la endonucleasa de restricción Hind III, que es específica del alelo k cas B, obteniéndose así los RFLPs (LEVEZIEL *et al.*, 1988). El producto digerido se analizó mediante electroforesis en geles de agarosa al 1,4% en TBE y, previa tinción con bromuro de etidio, se visualizó en un transiluminador ultravioleta.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultdos obtenidos para el genotipo de los toros, así como la distribución de los tipos de la k-caseína obtenidos en sus hijas y las frecuencias génicas de ambos alelos se muestran en la tabla 1. En dicha tabla se observa que hemos podido diferenciar claramente los tres genotipos

esperados según el control dialélico por el que se rige el locus k-caseína (k-cas A, k-cas B y k-cas AB), si bien el genotipo k-cas B solamente lo hemos encontrado en una ocasión y se trató de una supuesta hija del toro M. Ch. LANDMARK (línea genética Chairman x Valiant), cuyo genotipo para el locus k-caseína ha resultado ser AA. Esta observación nos permite afirmar que esa supuesta hija muestreada no lo es, y por tanto, se trata de un error de identificación de su parentesco.

La distribución del tipo de k-caseína de las hijas nos ha permitido establecer las frecuencias génicas parciales para los alelos A y B en cada una de las líneas genéticas investigadas; para el alelo k-cas A las frecuencias génicas variaron desde valores de 0,73 de la línea genética M. Ch. LANDMARK hasta las presentadas por la línea genética MAR-BIL B.B. (Valiant x Elevation) que resultó tener dicho alelo fijado. Para el alelo k-cas B, lo más destacable de los resultados obtenidos fue la alta frecuencia relativa de la línea genética M. Ch. LANDMARK (0,27) y las frecuencias relativamente altas de las líneas A. DEXTER (Chief Mark x Sheik) y M.B. ROCKET (Valiant x Sheik) con valores de 0,14 y 0,11, respectivamente. La línea C. SENSATION (Starbuck x A. Chief), a pesar de ser la única con genotipo k-cas AB presentó frecuencias génicas relativamente bajas para el alelo k-cas B (0,07).

En la tabla 2, se presentan de forma resumida las frecuencias génicas para ambos alelos en el total de los individuos investigados en nuestro trabajo, donde se puede observar que, de los 118 animales muestreados, 97 presentaron homozigosis para el alelo k-cas A, 1 para el alelo k-cas B y un total de 20 fueron heterozigóticos para dicho locus; por lo tanto las frecuencias génicas resultaron ser de 0,90 para el alelo k-cas A y 0,10 para el alelo k-cas B.

Los resultados obtenidos por la mayoría de los investigadores en los estudios realizados con animales de raza Holstein muestran valores de frecuencias génicas ligeramente superiores para el alelo k-cas B que los obtenidos en nuestro estudio, si bien, nuestros resultados están más próximos a los hallados por otros investigadores que, al igual que nosotros, han empleado para la realización de su trabajo un número de animales más reducido en el muestreo, (MEDRANO & AGUILAR CORDOVA, 1990; ZADWORNY & KUNNLEIN, 1990; OSTA *et al.*, 1994).

Por otra parte, cuando la comparación la realizamos con otras razas de aptitud lechera o lechero-mantequeras (Ej. Yersey, Normanda, Pardo Alpina, etc.) las diferencias resultan ser mucho mayores, por ser en estas razas mayor la frecuencia del alelo k-cas B, (GROSCLAUDE, 1988).

Esta última observación se puede considerar también válida para lo referente a la comparación de los valores de las frecuencias génicas del locus objeto de estudio en el caso de las razas de aptitud cárnica (ABE *et al.*, 1975; CHIKUNI *et al.*, 1991).

Nuestros resultados vienen a poner de manifiesto la importancia que tiene el conocimiento concreto de los parámetros relacionados con el tipo de k-caseína de la leche en la población bovina Holstein de Galicia, ya que las frecuencias génicas del alelo k-cas B fueron discretas en relación al porcentaje total de proteína, que por el contrario se muestra con unos valores medios similares a los que se observan en otras zonas ganaderas de España o incluso de otros países.

TABLA 1.- GENOTIPO DE LOS TOROS MUESTREADOS, DISTRIBUCIÓN DE LOS TIPOS DE k-CASEÍNA Y FRECUENCIAS GÉNICAS DE AMBOS ALELOS OBTENIDAS EN SUS HIJAS

		Nº y genotipo de las hijas muestreadas					
NOMBRE DEL TORO	Genotipo	Nº de hijas	AA	AB	BB	Frec. alelo A	Frec. alelo B
M. Chairman **LANDMARK**	AA	11	6	4	1*	0,72	0,28
Arnell **DEXTER**	AA	11	8	3	-	0,86	0,14
Sunnyfield **DINASTY**	AA	12	10	2	-	0,92	0,08
M. Brigde **INSPIRE**	AA	12	11	1	-	0,96	0,04
Germec H. **KINOU**	AA	12	10	2	-	0,92	0,08
MAR-BIL Bes Brad	AA	11	11	-	-	1,00	0,00
Calbrett **PEARSON**	AA	11	9	2	-	0,91	0,09
M. Brigde **ROCKET**	AA	9	7	2	-	0,89	0,11
Coldsprings **SENSATION**	AB	7	6	12	-	0,93	0,07
Kentville **TREASURE**	AA	12	10	2	-	0,92	0,08

* consecuencia de un error en la asignación del parentesco

TABLA 2.- FRECUENCIAS ALÉLICAS DE LA k-CASEÍNA EN EL TOTAL DE INDIVIDUOS INVESTIGADOS

		Distribución del tipo de k-cas				
	Nº	AA	AB	BB	Frec.A	Frec.B
Toros	10	9	1	-	0,95	0,05
Hijas	108	88	19	1	0,90	0,10
Total	118	97	20	1	0,90	0,10

BIBLIOGRAFÍA

ABE, T.; M. KOMATSU; T. OISHI & A. KAGEMAYA (1975). Genetic polymorphism of milk proteins in Japanese cattle and european cattle breeds y Japan. *Japan J. zoo. Sci.*, 46: 591-599.

CHIKUNI, K.; S. KAGEYAMA; T. KOISHIKAWA; S. KATO & K. OZUTSUMI (1991). Identification of bovine k-casein genotypes using Polymerase Chain Reaction Method. *Animal Science and Technology*, 62 (7): 654-658.

GROSCLAUDE, F. (1988). Le polymorphisme génétique des principales lactoprotéines bovines. *INRA Prod. Anim.*, 1 (1): 5-17.

LEVEZIEL, H.; L. METENIER; M.F. MAHE; J. COPLAIN; J.P. FURET; G. PABOEUF; J.C. MERCIER & F. GROSCLAUDE (1988). Identification of the two common alleles of the bovine k-casein locus by the RFLP technique, using the enzyme Hind III. *Génét. Sél. Evol.*, 20 (2): 247-254.

MEDRANO, J.F. & AGUILAR-CORDOVA (1990). Genotyping of bovine kappa-casein loci following DNA sequence amplification. *Biotechnology*, 8: 144-146.

OSTA, R.; P. ZARAGOZA; C. RODELLAR; I. MARTIN; S. SANTOS & I.ZARAZAGA (1994). Tipificación rápida mediante PCR/RFLPs de variantes genéticas de lactoproteínas en siete poblaciones españolas de ganado vacuno. *ITEA*, Vol. 90A (nº 1): 38-57.

PINDER, S.J.; B.N. PERRY; C.J. SKIDMORE & D. SAVVA (1991). Analysis of polymorphism in the bovine casein genes by use of the polymerase chain reaction. *Animal Genetics*, 22: 11-20.

SAIKI, R.K.; D.H. GELFAND; S.J. SCHARF; R.HIGUCHI; G.T. HORN; K.B. MULLIS & H.A.ERLICH (1988). Primer-directed enzymatic amplificación of DNA with a thermostable DNA polymerase. *Science*, 239: 487-491.

ZADWORNY, D. & U. KUHNLEIN (1990). The identification of the kappa-casein genotype in Holstein dairy cattle using the polymerase chain reaction. *Theor. Appl. Genet.*, 80: 631-634.

ESTUDIOS DE PEDIGREE EN LA ESPECIE CANINA MEDIANTE LA UTILIZACION DE MICROSATELITES: EJEMPLOS PRACTICOS.

Aznar, M.P.; Zaragoza, P. & Zarazaga, I.
Laboratorio de Genética Bioquímica. Facultad de de Veterinaria. Miguel Servet, 177. 50013 Zaragoza.

Introducción

Un campo de gran importancia en la veterinaria es la identificacion genética y el establecimiento de pruebas de paternidad y/o maternidad, que sirvan como argumento para la fiabilidad y credibilidad de los libros genealógicos de las distintas razas.

Dentro de la especie canina la identificación se ha realizado utilizando metódos clásicos basados en grupos sanguíneos y polimorfismos bioquímicos. A mediados de los 80 aparecen marcadores de ADN (minisatélites) que se utilizan con exito para la asignacion de paternidades.

En la actualidad los marcadores de ADN de elección son los microsatélites debido a que son altamente polimórficos, numerosos y homogeneamente distribuidos por todo el genoma, se estudian a partir de pequeñas muestras que contienen material genómico (sangre, semen...). Asimismo con un número pequeño de marcadores es posible alcanzar un porcentaje de exclusión de paternidad superior al 99% con un pequeño número de microsatélites.

Objetivos

Para la realización del presente estudio hemos seleccionado previamente en nuestro laboratorio 11 microsatélites, en los que hemos estudiado la variación existente a nivel del ADN. Los objetivos de este trabajo son los siguientes:
- Obtención del ADN correspondiente a 3 familias completas con asignaciones dudosas de los reproductores.
- Identificación genética de todos los individuos mediante los 11 marcadores.
- Determinación de la incompatibilidad/compatibilidad de los cachorros de las familias estudiadas.

Material y métodos.

Un total de 31 animales de la especie canina se han empleado para la realización de este estudio. Estos animales pertenecen a tres familias, de las que disponemos de una camada completa y en las que el padre, por distintas causas, es dudoso. Las razas a las que pertenecen son: Rotweiler (13 animales), Pointer (11 animales) y una familia perteneciente a individuos cruce de distintas razas (7 animales).

Para la realización de los estudios de pedigree se han utilizado una serie de marcadores (11 microsatélites): VIAS-D10 (Primmer y Matthews 1993), LEI 008 (Mellersh et al. 1994) 002, 004, 101 and 111 (Holmes et al. 1993), RVC1, RVC4, RVC8, RVC11 and RVCE (Molyneux y Batt 1994). Para la amplificación de los microsatélites se han utilizado oligonucleótidos diseñados previamente por estos autores. Los datos estadísticos (frecuencias alélicas, polimorfismo y probabilidad de exclusión individual y combinada) fué calculada previamente en nuestro laboratorio (Aznar et al., 1996).

Resultados

Familia Rotweiler.

Una hembra Rotweiler había sido inseminada artificialmente con tres machos de diferente valor genético. El dueño quería saber cual era el padre de los nueve cachorros. Se utilizaron los 11 marcadores para determinar la paternidad. En este caso el microsatélite determinante fue el RVC11 puesto que los cachorros eran heterocigotos para los alelos 1 y 4, mientras que la madre era homocigota para el alelo 1, por lo que el padre debía ser portador del alelo 4 y esto sólo sucedía en uno de los padres.

Familia Pointer.

En esta ocasión la hembra Pointer se cruzó con dos machos dando una camada de 8 cachorros, en los que se desconocía la paternidad. Se utilizaron los 11 marcadores, siendo uno de los machos incompatible para siete de los microsatélites mientras que el otro fué compatible para los 11 microsatélites.

Familia híbrida

En la tercera familia la camada resultante del cruce de una hembra con dos machos era solo de tres cachorros. Se procedió como en los casos anteriores a la identificación individual de todos los animales mediante los 11 microsatélites, para

posteriormente determinar la compatibilidad/incompatibilidad de los cruces. El microsatélite 111 resultó ser determinante en la asignación de la paternidad puesto que la madre es homocigota para un alelo, siendo todos los cachorros portadores de ese alelo y de otro que debía provenir del padre y que solo se encontraba en uno de los posibles machos.

La utilización de los 11 loci en su conjunto nos da una probabilidad de exclusión combinada del 99,9%, lo que indica una gran eficacia para el chequeo de parentesco y por tanto su utilidad en asignaciones dudosas.

Referencias

AZNAR M.P., OSTA, R., MARTIN-BURRIEL, I. & ZARAGOZA, P. (1996). Evaluation of microsatellites markers for parentage identification in dogs. *XXVth International Conference on Animal Genetics.* Tours (France), 21-25 July 1996.

HOLMES, N.G., MELLERSH, C.S., HUMPHREYS, S.J., BINNS, M.M., HOLLIMAN, A., CURTIS, R. & SAMPSON, J. (1993). Isolation and characterization of microsatellites from the canine genome. *Animal Genetics* **24**, 289-292.

MELLERSH, C., HOLMES, N., BINNS, M. & SAMPSON, J. (1994). Dinucleotide repeat polimorphism at four canine loci (LEI 003, LEI 007, LEI 008 y LEI 015) *Animal Genetics* **25**, 125.

MOLYNEUX, K. & BATT, R.M. (1994). Five polimorphic canine microsatellites *Animal Genetics* **25**, 379.

PEURA T., HYTTINEN J.-M., TURUNEN M. & JANNE J. (1991). A reliable sex determination assay for bovine preimplantation embryos using the polymerase chain reaction *Theriogenology* **35**(3), 537-545.

PRIMMER, C.R. & MATTHEWS, M.E. (1993). Canine tetranucleotide repeat polimorphism at the VIAS-D10 locus. *Animal Genetics* **24**, 332.

EVALUACIÓN GENÉTICA DE LA FACILIDAD DE PARTO DE LOS SEMENTALES DE VACUNO LECHERO FRISÓN UTILIZADOS EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO.

Alday, S.[1] ; Ugarte, E.[2] y Ugarte, C.[1]

[1] ABEREKIN,S.A. Barrio Arteaga, 25. 48016 Derio (Vizcaya)

[2] IKT,S.A. Granja modelo de Arkaute. Apartado 46. 01080 Vitoria-Gasteiz (Álava)

1. Introducción

La dificultad al parto es un problema que incide sobre las características reproductivas y productivas del rebaño, aumentando los costes directos e indirectos de la explotación (*Groen et al, 1995*). La caracterización genética de los sementales en cuanto a la transmisión del carácter facilidad de parto (FP) permitiría la clasificación de estos animales para evitar apareamientos que den lugar a partos que ocasionen este tipo de problemas.

En este trabajo se aborda la puesta a punto de la metodología para la valoración genética de este carácter en los sementales de vacuno lechero utilizados en la Comunidad autónoma del País Vasco (CAPV). Para ello se han utilizado tanto la metodología lineal como la umbral.

2. Material y Métodos

Se ha trabajado con 31.548 datos procedentes de la CAPV recogidos en el período comprendido entre 1992 y 1995, ambos inclusive. El carácter se mide en una escala discreta de 5 puntos: 1- parto sin dificultad, 2- parto con asistencia del ganadero, 3- parto con asistencia veterinaria, 4- cesárea y 5- mala presentación del ternero.

Previamente, los datos han sufrido un proceso de depuración en el que, además de los datos erróneos, se han eliminado los partos gemelares y aquellos datos correspondientes a los partos difíciles debidos a presentación anómala del ternero (clase 5 de FP), lo cual no se debe a causas genéticas. Las clases 3 y 4 de facilidad de parto se han agrupado debido a su baja incidencia en la población con respecto a las clases anteriores y porque son las que reflejan los partos problemáticos que el ganadero trata de evitar. En cuanto a la información genealógica, se cuenta en total con 182 toros en el fichero de datos y un total de 368 machos en el de genealogía.

El modelo elegido, tanto para la realización de la valoración genética como en la estimación de las componentes de la varianza, es un modelo macho cuya ecuación es la siguiente:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\beta + \mathbf{Z}\mathbf{u} + \varepsilon$$

donde:

- $\mathbf{y}$ es el vector de valores fenótipicos;
- $\mathbf{X}$ y $\mathbf{Z}$ son las matrices de incidencia de los efectos fijos y genéticos aditivos, respectivamente;
- β es el vector de los efectos fijos, los cuales son:
  - el rebaño-año del parto-controlador, que cuenta con 2.849 niveles;

- el mes de parto, con 12 niveles;

- el número de parto, que tiene 2 niveles (primer parto y posteriores);

- el sexo del animal que nace, de 2 niveles;

- **u** es el vector de los valores genéticos de los toros, cuya distribución es $N(0, A\,\sigma_s^2)$, donde A es la matriz de parentesco de los toros y σ_s^2, la varianza genética de éstos;

- ε es el vector de los efectos aleatorios residuales, que siguen una distribución $N(0, I\,\sigma_e^2)$, en la que I es la matriz identidad y σ_e^2, la varianza residual.

En lo que se refiere a las metodologías a usar, las consultas bibliográficas realizadas reflejaron una mayor adecuación de los modelos umbrales al tratamiento de los caracteres discretos y categóricos (*Gianola and Foulley, 1983; Manfredi et al, 1991*). Sin embargo, son numerosos los países que utilizan la metodología lineal en el tratamiento del carácter FP (*Pedersen et al, 1995; Wade, 1991; Weller et al, 1988*). Por ello, en el presente trabajo se han utilizado ambas metodologías y se han comparado entre sí.

En cuanto a la metodología lineal, se ha utilizado el software desarrollado por *Carabaño (1988)* para la estimación de las componentes de la varianza y el programa PEST *(Groeneveld et al, 1990)* para la estimación de valores genéticos. En lo que se refiere a la metodología umbral, para ambos trabajos se recurrió al programa CMMAT (*Misztal et al, 1989*).

3. Resultados y discusión.

Las estimas de las componentes de la varianza que se obtuvieron a partir de ambos modelos se muestran en la tabla nº3.

Tabla nº3. Estimas de las componentes de la varianza mediante un modelo lineal y un modelo umbral.

MODELO	σ_s^2	σ_e^2	h^2
lineal	0,000768	0,108	0,028
umbral	0,0395	1,000	0,152

La heredabilidad obtenida mediante el modelo lineal es inferior a la resultante del modelo umbral, así como la varianza genética. Este hecho ha sido constatado en otros trabajos y puede ser debido a una mayor adecuación del modelo umbral al tratamiento de los caracteres discretos (*Gianola and Foulley, 1983; Weller et al, 1988*) o a la propia definición de las clases de FP en las que podría existir cierta confusión en la asignación de las clases 1 y 2 a determinados partos (*Manfredi et al, 1991*). Por otra parte, estos valores de la heredabilidad se encuentran entre los indicados por otros autores en el caso umbral (*Berger, 1994; McGuirk et al, 1995*), mientras que en el caso lineal es inferior a lo indicado por unos (*Averdunk et al, 1995; Weller et al, 1988*) o dentro de los límites mostrados por otros (*Manfredi et al, 1991; Pedersen et al, 1995*).

Las correlaciones de Pearson y de Spearman no son elevadas, tal y como se muestra en la tabla nº4.

Tabla nº4. Correlaciones entre los valores genéticos obtenidos mediante ambos métodos.

Correlación de Pearson	Correlación de Spearman
0,87	0,66

Este hecho supone que la ordenación por mérito genético de los animales variará sustancialmente según sea el método utilizado en la valoración genética de éstos, lo cual difiere de resultados observados en otras publicaciones (*Weller et al, 1988*).

A la vista de estos resultados se ha decidido la utilización del modelo umbral en las evaluaciones genéticas posteriores. La inclusión de un efecto genético materno en dicho modelo sería también conveniente, con el fin de evitar posibles sobreestimaciones de los parámetros genéticos directos (*Manfredi et al, 1991*).

Los valores genéticos obtenidos permitieron una ordenación de los sementales valorados, en la cual se ha basado la presentación de los resultados de la valoración de los sementales. A partir del ranking resultante se ordenan los toros valorados y con datos en 9 clases de FP (*Wade, 1991*), de forma que aquellos toros situados en las tres primeras clases (la 1,2 y 3) no serían los apropiados para utilizarlos sobre las novillas; los toros de las clases 7, 8 y 9, en cambio, se podrían usar sin riesgo en éstas.

Bibliografía

Averdunk, G.; Aumann, J.; Thaller, G.; Gierdziewicz, M. 1995. *Sire evaluation for fertility and calving ease in Germany.* INTERBULL open meeting, Prague.

Berger, P.J. 1994. *Genetic prediction for calving ease in the United States: Data, models and use by the dairy industry.* J. Dairy Sci. 77:1146-1153.

Carabaño, M.J. 1988. *Ph.D. Thesis.* Cornell University. N.Y.

Gianola, D.; Foulley, J.L. 1983. *Sire evaluation for ordered categorical data with a threshold model.* Gen. Sel. Evol. 15(2), 201-224.

Groen, A.F.; Brandts, A.G.B.M.; Jansen, H.H.; Kenis, E. 1995. *Economic value and genetic parameters for calving performance in Dutch dairy cattle breeding.* INTERBULL open meeting, Prague.

Groeneveld, E.; Kovac, M.; Wang, T. 1990. *PEST, a general purpose BLUP package for multivariate prediction and estimation.* Proceedings of 4th world congress on Genetics applied to livestock production, Vol.XIII, pp.488-491.

Manfredi, E.; Ducrocq, V.; Foulley, J.L. 1991. *Genetic analysis of dystocia in dairy cattle.* J. Dairy Sci. 74:1715-1723.

McGuirk, B.J.; Going, I.; Gilmour, A.R. 1995. *The evaluation of Holstein Friesian sires for calving ease in the UK.* INTERBULL open meeting, Prague.

Misztal, I.; Gianola, D. and Foulley. 1989. *Computing aspects of a nonlinear method of sire evaluation for categorical data.* J. Dairy Sci. 72:1557-1568.

Pedersen, J.; Jensen, J.; Madsen, P. 1995. *Evaluation of calving performance of Danish sires.* INTERBULL open meeting, Prague.

Wade, K. 1991. *The two sides of calving ease.* Holstein Journal/April, pp.56-57.

Weller, J.I.; Misztal, I.; Gianola, D. 1988. *Genetic analysis of dystocia and calf mortality in Israely-Holsteins by threshold and linear models.* J. Dairy Sci. 71:2491-2501.

EFECTO DE LA INTENSIDAD DE SELECCIÓN SOBRE LA RESPUESTA A UN ÍNDICE DE SELECCIÓN CUANDO VARÍA EL TAMAÑO DE POBLACIÓN

J. L. Campo y H. Turrado
Área de Genética Animal, CIT-INIA, Apartado 8111, 28080 Madrid

Después de una generación de selección el ritmo de respuesta depende de tres factores: intensidad de selección, varianza genética aditiva, y precisión de la evaluación genética. La respuesta en las siguientes generaciones depende además del tamaño de población y son necesarias dos modificaciones (VERRIER et al., 1991). La primera se debe al efecto sobre la intensidad de selección, y la segunda a la deriva genética (suma de los efectos debidos a consanguinidad y muestreo) actuando sobre la disminución de varianza genética. Esta disminución no es independiente del efecto de la selección, que actúa directamente (efecto Bulmer), e indirectamente a través de la consanguinidad. En los experimentos de selección a corto plazo, el efecto Bulmer es más importante que el efecto de la deriva, aunque este último depende del tiempo, y una población pequeña alcanza antes el largo plazo que una población grande. Para caracteres relacionados con la eficiencia reproductiva, habrá que considerar además la reducción causada por depresión consanguínea.

Hay pocos experimentos publicados que analicen simultáneamente los efectos de la intensidad de selección y el tamaño de población sobre la respuesta a la selección. FRANKHAM et al. (1968) estudiaron en *Drosophila* la respuesta a la selección individual para número de quetas, usando tres tamaños de población (10, 20, y 40 pares de reproductores) y cuatro intensidades de selección (10, 20, 40, y 80%). HANRAHAN et al. (1973) examinaron la respuesta a la selección dentro de familias para ganancia en peso postdestete en ratón, evaluando cinco tamaños de población (1, 2, 4, 8, y 16 pares) y dos intensidades de selección (25 y 50%). SILVELA et al. (1989) analizaron el efecto de la intensidad de selección (5 o 17%) y el tamaño de población (6, 10, o 50 plantas) sobre la selección para porcentaje de aceite en maíz. En general, las respuestas tendían a incrementarse con el tamaño de población, y no había efecto consistente de la intensidad de selección. Aunque suele considerarse que la intensidad de selección que maximiza la respuesta acumulada a la selección es el 50%, HOSPITAL y CHEVALET (1993) han demostrado que la intensidad óptima puede ser mucho menor excepto si el tamaño de población es pequeño.

En un experimento con *Tribolium* se ha tratado de estudiar el efecto de la intensidad de selección y el tamaño de población sobre la repuesta a la selección a corto plazo usando un índice de selección para dos caracteres (peso a los 21 y a los

28 días). Las discrepancias entre respuestas observadas y esperadas se analizaron considerando el efecto del diferencial de selección reducido, el ritmo de consanguinidad, y el desequilibrio de ligamiento.

El experimento consideró cuatro intensidades de selección distintas (20, 25, 33 y 50%) en cada uno de cinco tamaños de población (1, 2, 4, 8, y 16 pares de reproductores). Se hicieron cuatro generaciones de selección y tres repeticiones. En cada repetición había un control con 16 pares de reproductores y 160 individuos. La respuesta a la selección observada se calculó como el coeficiente de regresión de las medias sobre el número de generaciones, calculando previamente en cada repetición y generación la diferencia entre la línea seleccionada y la control. El error típico de la respuesta se calculó como la raíz cuadrada de la varianza entre repeticiones dividida por tres.

La respuesta esperada en cada carácter en la generación n+1 será:

$$\Delta_{n+1} = \frac{G_n bi}{\sqrt{b' P_n b}}$$

donde $\Delta' = (\Delta G_1 \quad \Delta G_2)$, G (P) es la matriz de varianzas genéticas (fenotípicas), i es el diferencial de selección tipificado corregido para tamaño y estructura de población, y b' = (1 1). La relación de recurrencia para las varianzas genéticas teniendo en cuenta el efecto de la selección es (TALLIS y LEPPARD, 1988):

$$G_{n+1} = (0.5G_n + 0.5K(b'P_n b)^{-1} G_n b b' G_n) + 0.5G_0 = G_{n+1}^{entre} + G_{n+1}^{dentro}$$

donde K = -i(i-a), es el cambio de la varianza debido a la selección, y a es el punto de truncación. El cambio en la matriz de varianzas fenotípicas es el mismo que el indicado para las varianzas genéticas ($P_n - P_0 = G_n - G_0$). Teniendo en cuenta los efectos de la deriva y de la selección, la matriz de varianzas genéticas entre familias es: $(1-1/N)G_n^{entre}$, siendo N el número de reproductores, mientras que la matriz de varianzas genéticas dentro de familias es: $(1-F_n)G_n^{dentro}$. El coeficiente de consanguinidad será:

$$F_n = \Delta F_n + (1 - \Delta F_n) F_{n-1}$$

siendo ΔF el incremento en consanguinidad:

$$\Delta F_n = \left(\frac{1}{2N_e} \right)_{n-1}$$

El tamaño de población efectivo será:

$$\frac{1}{N_e} = \frac{1}{N}\left(1 + 2i^2 h_I^2 \frac{1 - Kh_I^2}{1 - 0.5Kh_I^4} \right)$$

siendo la heredabilidad del índice:

$$h_I^2 = (b'Gb / b'Pb)$$

El efecto de la intensidad de selección sobre la respuesta para el objetivo de selección variaba de un tamaño de población a otro. Las líneas con el 20% de intensidad siempre tenían mayor respuesta que las restantes, aunque la diferencia no era igual en todos los tamaños de población. Cuando el tamaño de población era 16 pares: 20% > (25% = 33%) > 50%, siendo las respuestas respectivas: 2,72 > (1,78 = 1,84) > 1,15. Para 8 pares, la única diferencia significativa era la del 20% respecto al 33% (2,37 y 0,94, respectivamente). Para 4 pares y 1 par, sólo hubo diferencias significativas entre el 20% (2,22 y 1,49) y el 50% (0,69 y 0,73), mientras que para 2 pares no hubo diferencias significativas entre líneas. La concordancia entre las respuestas esperadas y las observadas era buena, excepto cuando la intensidad de selección era el 50% o el tamaño de población era 1 par. La heredabilidad realizada fue similar en todas las líneas, indicando que la influencia principal del tamaño de población es a través del diferencial de selección.

Frankham R., Jones L. P., Barker J. S. F., 1968. The effects of population size and selection intensity in selection for a quantitative trait in *Drosophila*. Genet. Res. 12, 237-248.

Hanrahan J. P., Eisen E. J., Legates J. E., 1973. Effects of population size and selection intensity on short-term response to selection for postweaning gain in mice. Genetics 73, 513-530.

Hospital F., Chevalet C., 1993. Effects of population size and linkage on optimal selection intensity. Theor. Appl. Genet. 86, 775-780.

Silvela L., Rodgers R, Barrera A., Alexander D. E., 1989. Effect of selection intensity and population size on per cent oil in maize. Theor. Appl. Genet. 78, 298-304.

Tallis G. M., Leppard P., 1988. The joint effects of selection and assortative mating on multiple polygenic characters. Theor. Appl. Genet. 75, 278-281.

Verrier E., Colleau J. J., Foulley J. L., 1991. Methods for predicting response to selection in small populations under additive genetic models: a review. Livest. Prod. Sci. 29, 93-114.

FACTORES DE VARIACIÓN DEL PESO VIVO EN OVEJAS DE RAZA CHURRA

S. Carravilla, L.F. de la Fuente, F. San Primitivo
Dpto. de Producción Animal I, Facultad de Veterinaria, Universidad de León, 24071-León

Introducción

El programa de mejora genética aplicado a la raza Churra tiene como objetivo de selección el incremento de la producción de leche normalizada a 120 días. Su desarrollo ha llevado a plantear el estudio de la evolución del tamaño de los animales. A continuación presentamos los resultados de un estudio preliminar de los factores ambientales que inciden sobre el peso vivo y la alzada a la cruz como indicadores del tamaño de los animales.

Material y Métodos

La experiencia se ha llevado a cabo sobre 10 rebaños comerciales de ovejas de raza Churra sometidos a control lechero oficial. Durante un periodo de 8 meses (febrero-septiembre de 1996) y con frecuencia bimensual, se determinó el peso, la condición corporal y la alzada a la cruz de los animales que se encontraban en ordeño en cada una de las explotaciones. El número de registros para cada variable fue de 3.254. La alzada a la cruz y la condición corporal (C.C.) fueron medidos inmediatamente antes del ordeño, empleándose una escala lineal de 1 a 9 puntos (Fernández de Sierra, G. 1995) para la determinación de la condición corporal. Los datos de peso vivo fueron tomados tras el ordeño.

Se realizó un análisis de varianza con el procedimiento GLM (SAS, 1992) utilizando el modelo: $Y_{ijklm} = \mu + R_i + E_j + M_l + C_m + e_{ijklm}$

donde Y_{ijklm} representa el valor del carácter estudiado (peso corporal), μ la media, R_i, el efecto del rebaño (10 explotaciones), E_j, la edad del animal (de 1 a 6 y >7), M_l, el mes de lactación (1 a 7), C_m, la condición corporal (9 niveles) y e_{ijklm} el residual. Así mismo, se determinaron las correlaciones existentes entre la alzada a la cruz, el peso corporal, la condición corporal y la producción láctea en los 120 primeros días post-parto calculada por el método Fleischman.

Resultados y Discusión

Tabla 1. Estadísticos básicos para los caracteres estudiados.

Variable	Media	D. E.	Mínimo	Máximo	C.V.	Error
Alzada a la cruz	67,63	3,42	54,00	79,00	5,06	0,06
Peso	61,38	9,86	32,00	98,50	16,07	0,17
Condición Corp.	5,56	1,48	1	9	26,65	0,02
Prod. Lact. (L120)	136,31	47,08	51,00	387,00	34,54	1,82

El peso medio observado (tabla 1) es muy superior a los 45-55 kg citados por Merino y Olmedo (1990) en ovejas de raza Churra y a los 53,4 de la oveja Latxa (Oregui y Garro,1989), similar al presentado por Molina et al. (1991) para ovejas de raza Manchega y un poco inferior a los 68,5 kg de la oveja Lacaune (Labussiere et al., 1983). También es destacable la gran variabilidad que presenta este carácter, cuyo rango es de 66,5 kg.

En la tabla 2 se observa que el efecto de todas las variables independientes consideradas resulta estadísticamente significativo sobre el peso. La condición corporal, junto con la edad, son los factores que en mayor medida determinan la variabilidad de este parámetro. También es muy significativo el efecto debido al rebaño, alcanzándose diferencias de hasta 8 kilogramos entre sus pesos medios.

Tabla. 2. Valores de F del análisis de varianza para el peso corporal.

Fuente variación	g.l.	C.M.	Valor de F	Significación
Condición Corp.	8	674,39	113,68	0,0001
Edad	6	277,10	94,08	0,0001
Rebaño	9	41,76	43,26	0,0001
Mes Lactación	6	43,66	10,44	0,0001

En la tabla 3 se muestran los pesos medios obtenidos para los 9 niveles de la condición corporal, encontrándose una importante correspondencia entre la evolución del peso y las puntuaciones asignadas por los calificadores. Así, los animales con condición corporal 1 son los que presentan pesos inferiores y al aumentar su engrasamiento también lo hace el peso corporal. Es notable el agrupamiento que presentan los datos alrededor de los valores centrales, de modo que el 82.2% se encuentran en el intervalo de puntuaciones que va de 4 a 7.

Tabla 3. Valores medios de peso en función de la condición corporal.

C.Corpor.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Peso	50,52	54,17	57,20	58,56	60,52	64,14	67,08	71,08	77,87
Error	2,16	0,88	0,49	0,42	0,33	0,31	0,33	0,53	1,94

En la tabla 4 se observa un incremento del peso de los animales hasta los 3 años, momento en que se puede considerar finalizado el desarrollo. Coulon et al. (1995) determinaron, en ganado bovino, que el peso en los animales de primer parto suponía entre el 86 y el 96% del que presentan en el tercero y que el principal aumento se daba entre el segundo y tercer parto. En nuestro caso, el peso de los animales menores de dos años fue el 89,64% del que presentan los de tres y el incremento entre el primero y el segundo año de edad fue del 59,2%. La fase de crecimiento se continúa con otra en que el peso manifiesta escasas variaciones.

Tabla 4. Valores medios de peso en función de la edad.

Edad	1	2	3	4	5	6	>7
Peso	55,64	60,91	64,54	64,69	65,42	63,06	63,27
Error	0,44	0,46	0,49	0,57	0,64	0,76	0,90

La tabla 5 muestra la evolución del peso corporal a lo largo de la lactación. En ella podemos ver como, tras una fase de estabilidad que se extiende a lo largo de los dos primeros meses post-parto, se produce un claro incremento de peso al recuperar los animales las reservas consumidas al final de la gestación y al inicio de la producción lechera.

Tabla 5. Valores medios de peso en función del mes de lactación.

Mes	1	2	3	4	5	6	>7
Peso	60,67	60,58	61,45	62,30	64,97[a]	62,88	65,61
Error	0,77	0,45	0,45	0,51	0,43	0,58	0,82

Las correlaciones obtenidas por el peso corporal resultaron positivas con todos los factores considerados (tabla 7), siendo especialmente llamativas con la alzada a la cruz y sobre todo con la condición corporal. Otros autores han estimado este último parámetro en ganado ovino, como Cruz Salcedo (1989) que obtuvo un valor de 0,74 en ovejas de raza Segureña y Oregui y Garro (1989) 0,47 para la raza Laxta. En 1991, Molina et al. obtuvieron, en un rebaño de raza Manchega, correlaciones que oscilaron entre 0,33 y 0,95 según el estado productivo en que se determinó.

Tabla 7. Coeficientes de correlación entre los caracteres estudiados.

	Alzada	Peso	C.C.	L120
Peso	0,30 ***			
C. C.	0,00	0,47 ***		
L120	-0,03	0,14 ***	-0,02	
Edad	0,12 ***	0,22 ***	-0,05 **	0,06 ***

*** P<0,001; ** P<0,01; * P<0,05

La correlación con la producción láctea (L120) alcanza un valor de 0,14, debido a que los animales inician su actividad productora cuando aún no han finalizado su desarrollo, de modo que, durante las primeras lactaciones, se produce un aumento en su peso, paralelo al que tiene lugar con la producción de leche. La misma explicación podría darse para la correlación entre la edad y la alzada la cruz.

Agradecimientos:

Este estudio ha sido financiado a través del proyecto AGF96-0819-CP (CICYT).

Bibliografía

Cruz Salcedo, J.M., Cruz Mira, M., Serradilla, J.M. 1989 .Estudio de las relaciones entre el peso vivo y el estado de engrasamiento en ovejas de raza segureña. I.T.E.A.

Coulon, J.B., Pérochon, L., Lescourret, F. 1995. Évolution de la production laitière et du poids vif des vaches laitières au cours de leur carriere. Ann. Zootech 44,189-199.

Fernández de Sierra, G., 1995. Valoración genética de la morfología de la ubre en ganado ovino de aptitud láctea. Aplicación al programa de selección de la raza Churra. Tesis doctoral. Dept. de Producción Animal I Universidad de León. 61-62

Labussiere,J., Bennemederbel,B., Caombaud, J.F. y De la Chevalerie,F. 1983. Description des - principaux paramètres caractérisant la production laitiere, la morphologie mammaire et la cinetique d'emission du lait de la brebis lacaune traite une ou deux fois par jour avec ou sans égoutteges. III Symp. Int. de Ordeño Mecánico en Pequeños Rumiantes. Valladolid: 625-652.

Merino y Olmedo. 1990. Mejora genética del ganado ovino de raza Churra. Hojas Divulgadoras. nº 20/90. MAPA.

Molina, A.,Gallego, L.,Sotillo, J.L. 1991. Evolución anual del peso vivo y de la nota de condición corporal de ovejas de raza manchega en diferentes estados productivos. Archivos de Zootecnia. 40:237-249.

Oregui, L.M., Garro, J. 1989. Evolución del estado de carnes del ovino de raza latxa durante el periodo de pastoreo estival y su relación con el peso vivo. I.T.E.A.

PESO ADULTO Y DIMORFISMO SEXUAL DE DOS LINEAS SINTÉTICAS DE CONEJO

M. Pla , M. Piles y J.J. Valdevira
Dpto. de Ciencia Animal. Universidad Politécnica. 46071 Valencia

INTRODUCCIÓN

Las referencias a las razas clásicas de conejo (Neozelandés blanco, California...) asumen que se conoce su dimorfismo sexual y su peso adulto. Cantier y col. (1969) consideraron que el dimorfismo sexual aparece a las 15 semanas de edad cuando los animales pesan 2000 g, siendo las hembras más pesadas que los machos. Pero este dimorfismo podría no aparecer en todas las líneas (Blasco y Gómez, 1993) y, además, en las líneas sintéticas es conveniente conocer su peso adulto si se utilizan para cruzamientos a tres vías. El estudio de estas características en dos líneas sintéticas, a partir de los datos de granja, es el objetivo del presente trabajo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante un año se pesaron semanalmente animales de diferentes edades pertenecientes a las líneas A y V del Departamento de Ciencia Animal de la UPV, seleccionadas por el tamaño de camada al destete. Ambas líneas estuvieron alojadas en las mismas instalaciones y con las mismas condiciones de manejo y alimentación, las que son habituales en la granja experimental de dicho Departamento. Los efectos de la estación se aleatorizaron controlando animales a lo largo de todo un año.

Antes de las 4 semanas los gazapos se escogieron al azar, sin sexar, ya que hasta esa edad no presentan dimorfismo sexual (Cantier *et al.*, 1969), sexándose entonces. Se pesaron todos los animales sanos de ambas líneas mayores de 9 semanas, habiéndose realizado cerca de 7000 pesadas. Desde los 6 meses todos los machos tuvieron actividad sexual como reproductores. Las hembras fueron presentadas por primera vez al macho a las 20 semanas y luego estuvieron sometidas a un régimen semiintensivo, con monta a los 12 días postparto. Como el peso de las hembras varía según su estado de gestación o lactación, todas las madres fueron pesadas en el mismo estado, a los 7 días postparto, que es el momento más adecuado para la estimación del peso adulto (Coudert y Lebas, 1985). Los gazapos lactantes se pesaron con una precisión de 1 g. Los demás animales lo fueron con una balanza de 10 g de precisión. Para el tratamiento de los datos se utilizó el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (SAS, 1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre las 3 y 4 semanas los gazapos modificaron su crecimiento (Figuras 1 y 2) como consecuencia del inicio de la ingestión de pienso sólido. La velocidad de crecimiento fué hasta ese momento de 14 y 13.3 g/día, para las líneas A y V respectivamente. Luego el crecimiento fué lineal entre las 4 y 9 semanas con una tasa de 38.1 g/día para ambas líneas. Después de las 9 semanas (momento de la selección) la tasa de crecimiento disminuyó lentamente, por lo que el momento del

sacrificio se podría retrasar hasta las 13 o 14 semanas, sin disminuir mucho dicha tasa, si hubiera demanda comercial de conejos más pesados (el peso comercial es ahora alrededor de 2 Kg). Comparando los pesos de ambos sexos puede apreciarse que el dimorfismo sexual en el peso vivo aparece hacia las 14 semanas en ambas líneas, siendo las hembras más pesadas que los machos.

La estimación del peso adulto en conejos ha sido hecha en períodos menores de 26 semanas (Fl'ak, 1982; Rudolph y Soto, 1984) o con pocos adultos (Blasco y Gómez, 1993). La razón puede ser la dificultad de garantizar a un grupo de gazapos el llegar al peso adulto, por lo que, para obviar este problema, en este experimento se ha utilizado un diseño *Cross-sectional* (Fitzhugh, 1976). Por otra parte dicha estima se ha hecho normalmente en animales sin actividad reproductora. Pero la idea de considerar a las hembras vírgenes como representativas de la población puede ser discutible y es por esto que se pesaron las hembras en un mismo estado de reproducción, a los siete días postparto, momento en que el peso tiene la máxima estabilidad (Coudert y Lebas, 1985).

La evolución de los pesos se muestra en la tabla 1. Entre las semanas 10 y 25 las tasas de crecimiento disminuyeron. A partir de la semana 30 el peso cambió lentamente y el peso adulto pareció alcanzarse después de la semana 60, siendo los adultos de la línea A unos 500 gramos más pesados que los de la línea V en ambos sexos. Las hembras de las líneas A y V fueron 300 y 400 g, respectivamente, más pesadas que los machos, diferencia que no debe ser explicada por el hecho de estar las hembras lactando, pues Blasco y Gómez (1993) con hembras vírgenes de la misma línea V ya encontraron una diferencia cercana a 600 g en el peso adulto de ambos sexos.

Tabla 1. Evolución del peso vivo de los conejos de las dos líneas.

	Edad	Machos			Hembras			P.
Línea	(semanas)	n	MMC(g)	e.t.	n	MMC(g)	e.t.	cola
A	14 a 15	19	2801	84	47	3037	54	0.019
	16 a 17	24	3027	75	63	3191	46	0.065
	18 a 19	22	3199	78	19	3294	84	0.409
	20 a 25	53	3496	51	32	3888	65	0.000
	26 a 30	52	3815	51	43	4339	56	0.000
	31 a 40	62	3940	47	95	4345	38	0.000
	41 a 50	55	4126	50	49	4373	53	0.000
	51 a 60	22	4241	78	27	4764	71	0.000
	61 a 80	47	4542	54	20	4853	82	0.000
V	14 a 15	18	2688	80	43	3150	52	0.000
	16 a 17	10	2973	109	38	3188	58	0.081
	18 a 19	32	3063	61	37	3246	56	0.027
	20 a 25	57	3266	45	88	3607	37	0.000
	26 a 30	39	3489	55	65	3975	43	0.000
	31 a 40	104	3636	34	70	3979	41	0.000
	41 a 50	64	3735	43	47	4013	50	0.000
	51 a 60	37	3905	56	21	4166	75	0.000
	61 a 80	27	3987	66	16	4375	86	0.000

BIBLIOGRAFÍA

BLASCO A., GÓMEZ E., 1993. Anim. Prod., 57, 332-334.
CANTIER J., VEZINHET A., ROUVIER R., DAUZIER L., 1969. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 9(1), 5-39.
COUDERT P., LEBAS F., 1985. Ann. Zootech., 34(1), 31-48.
ESTANY J., BASELGA M., BLASCO A., CAMACHO J., 1989. Lives. Prod. Sci., 21, 67-76.
FITZHUGH Jr. H.A., 1976. J. Anim. Sci., 42(4), 1036-1051.
FL' AK P., 1982. Proc. of the second Int. Congr. on the rabbit as a model of growth. Rostock, 75-78.
RUDOLPH W., SOTTO V., 1984. Proc. of the second World Rabbit Congr.(Roma), vol.II, 562-569.
SAS, 1990. SAS/STAT User's Guide, Version 6. SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA.

Agradecimientos: Este trabajo se ha hecho con financiación de la CICYT como parte del proyecto AGF95-0855

Figura 1: Evolución del peso (kg) con la edad (semanas) de los conejos de la línea A

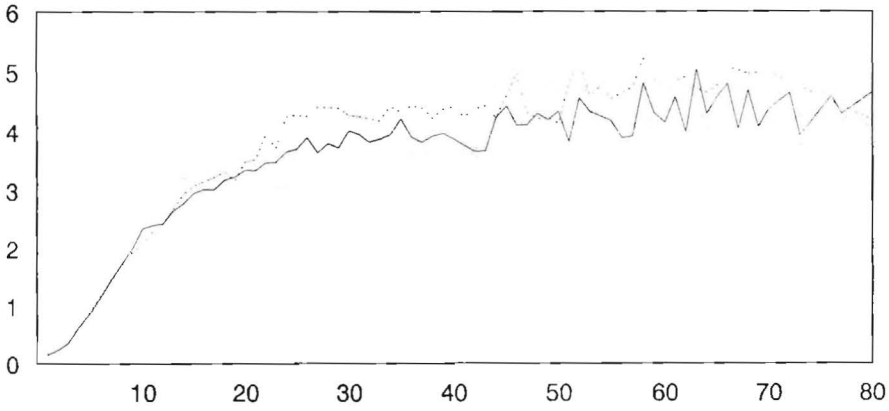
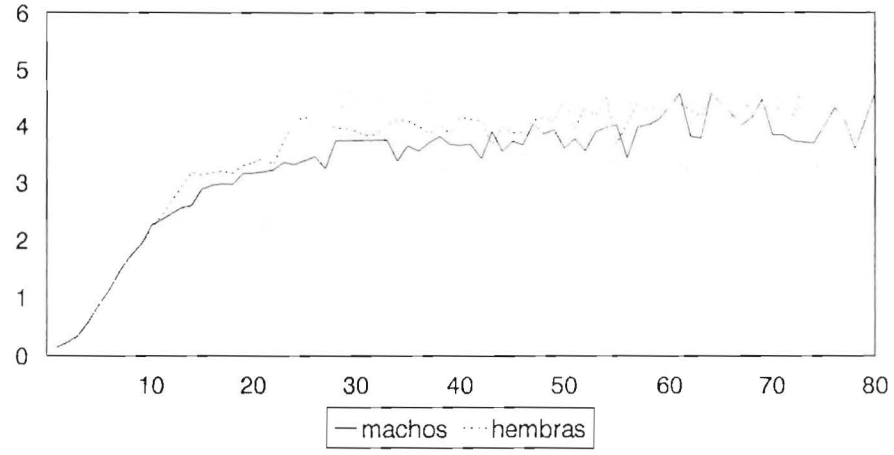


Figura 2: Evolución del peso (kg) con la edad (semanas) de los conejos de la línea V



PESOS AL NACIMIENTO Y AL DESTETE EN UNA LÍNEA DE CONEJOS FUNDADA SELECCIONANDO POR HIPERPROLIFICIDAD

J.Cifre, M.Baselga, M.L.García, F.García-Ximénez, J.S.Vicente
Departamento de Ciencia Animal Universidad Politécnica de Valencia
Apartado 22012 Camino de Vera, 14 46071 Valencia

INTRODUCCIÓN

La línea H es una nueva línea de aptitud maternal fundada mediante un esquema de selección por hiperprolificidad (García-Ximénez et al., 1996). Su rendimiento en caracteres de prolificidad es al menos igual al de la línea V y al de la hembra cruzada A x V (Cifre et al., 1996), dos tipos de animales muy comunes en la cunicultura española y de elevada aptitud maternal.

En estas líneas de elevada prolificidad son muy importantes también los caracteres relativos a la viabilidad de los gazapos al nacimiento y al destete y a la producción láctea de la hembra (De Blas y Gálvez, 1973; Lebas, 1969).

Por ello el objetivo del presente trabajo es la comparación de la línea H con la línea V en los caracteres de peso total de la camada al nacimiento y a 21 días de vida y el peso individual de los gazapos al destete.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han comparado animales de la línea H, considerando separadamente las generaciones H0, H1 y H2, con animales de la línea V (Estany et al., 1989) en la granja experimental de la Universidad Politécnica de Valencia. Las distintas generaciones de la línea H se han obtenido sin selección.

Los caracteres analizados han sido el peso total de la camada nacida viva en las primeras 24 horas post-parto, el peso total de la camada a 21 días de vida y el peso individual al destete (28 días de vida). El carácter peso de la camada a 21 días no se registró para la generación cero de la línea H.

Los caracteres de peso de las camadas se analizaron mediante un modelo animal cuyos efectos fijos eran el tipo de animal, el estado reproductivo de la hembra en el momento de la concepción y el año-estación en el que se producía el parto. Los efectos aleatorios fueron el valor aditivo del animal y su efecto ambiental permanente sobre todos sus partos. El carácter peso individual al destete se analizó también mediante un modelo animal en el que se incluyeron los efectos fijos de tipo

de animal, año-estación de nacimiento, orden de parto y tamaño de camada en que el animal había nacido. Los efectos aleatorios fueron el valor aditivo del animal y la camada en la que había nacido.

Se estimaron los efectos fijos del modelo y sus contrastes por metodología del modelo mixto haciendo uso del paquete informático PEST (Groeneveld, 1990). Los componentes de varianza asociados a los efectos aleatorios del modelo se obtuvieron de la bibliografía. Los valores de heredabilidad y de efecto permanente de hembra fueron de 0.15 y 0.10 para el peso de la camada al nacimiento y de 0.20 y 0.10 para el peso de la camada a 21 días (Ferraz y Eler, 1994; Lukefahr et al., 1996). La heredabilidad y el efecto de camada de nacimiento para el peso al destete fueron de 0.13 y 0.14 (Camacho, 1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la TABLA I se presentan el número de datos y los promedios fenotípicos para los caracteres estudiados, en los 4 tipos de animales. Es de destacar el gran volumen de datos considerado, especialmente para el carácter peso al destete.

TABLA I.- Número de datos (N), media (AVG) y desviación típica (STD) fenotípicas para los caracteres estudiados en los distintos tipos de animales.

	$PTCN_1$ (g)			$PTC21_1$ (g)			PD_1 (g)		
T_2	N	AVG	STD	N	AVG	STD	N	AVG	STD
V	634	531	183.4	368	2493	843.9	5370	534	111.3
H0	291	574	194.7				2532	556	123.7
H1	364	544	162.8	356	2741	712.6	3119	547	121.1
H2	171	536	147.9	167	2695	655.6	1498	536	117.2
TO	1460	543	177.7	891	2630	768.9	12519	542	117.4

1.- Peso de la camada nacida viva (PTCN), peso de la camada a 21 días (PTC21) y peso individual al destete (PD).

2.- Tipo de animal: Línea V (V), generaciones 0 (H0), 1 (H1) y 2 (H2) de la línea H y total de datos (TO).

Las diferencias entre los distintos tipos de animales se muestran en la TABLA II. Como se desprende de dicha tabla los animales de la línea H presentan un peso al destete ligeramente superior a los de la línea V, no siendo significativas las diferencias para los caracteres de peso total de la camada al nacimiento o a 21 días.

Estos resultados ponen de manifiesto como en la nueva línea H la elevada prolificidad se ha conseguido sin detrimento en la posterior viabilidad de los gazapos y cómo la capacidad láctea es similar a la de la línea V.

No se observaron diferencias entre la generación cero y el promedio de las generaciones 1 y 2 en la línea H para los caracteres de peso total de la camada al nacimiento o peso individual al destete, lo que sugiere la escasa importancia de los efectos de heterosis que pudieran existir en H0 y que se irían perdiendo en H1 y H2 (García-Ximénez et al., 1996).

Así, podemos concluir que en la línea H se ha mantenido una elevada prolificidad sin deteriorar los caracteres de desarrollo de los gazapos hasta el final de la lactación.

TABLA II.- Contrastes entre distintos tipos de animales y errores típicos asociados para los caracteres estudiados (entre paréntesis la probabilidad de cola).

$CARÁCTER_1$	$V - 1/3(H0 + H1 + H2)_2$	$H0 - 1/2(H1 + H2)_3$
PTCN (g)	-37.4 ± 20.25 (0.065)	-15.16 ± 25.26 (0.548)
PTC21 (g)	-209.3 ± 121.00 (0.084)	
PD (g)	-23.5 ± 8.18 (0.004)	3.0 ± 7.31 (0.682)

1.- Peso de la camada nacida viva (PTCN), peso de la camada a 21 días (PTC21) y peso individual al destete (PD).
2.- Diferencia entre la línea V y la línea H. Para los carácteres PTCN y PD la línea H incluye las generaciones 0, 1 y 2, y para PTC21 sólo la 1 y 2.
3.- Diferencia entre la generación 0 de la línea H y el promedio de las generaciones 1 y 2.

REFERENCIAS

Camacho, J. 1989. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.

Cifre, J.; Baselga, M.; García-Ximénez, F.; Vicente, J.S. 1996. 6th. World Rabbit Congress, vol. 2: 265-268.

De Blas, J.C.; Gálvez, J.F. 1973. An. INIA Prod. Anim. nº 4: 25-30.

Estany, J; Baselga, M.; Blasco, A.; Camacho, J. 1989. Livest. Prod. Sci. 21: 67-75.

Ferraz, J.B.S.; Eler, J.P. 1996. 6th. World Rabbit Congress, vol. 2: 279-284.

García-Ximénez, F.; Vicente, J.S.; Cifre, J.; Baselga, M. 1996. 6th. World Rabbit Congress, vol. 2: 285-288.

Groeneveld, E. 1990. PEST user´s manual. FAL Germany.

Lebas, F. 1969. Ann. Zootech. 18 (2): 197-208.

Lukefahr, S.D.; Cheeke, P.R.; Patton, N.M. 1996. 6th. World Rabbit Congress, vol. 2: 319-323.

ESTADO ACTUAL DE RESULTADOS DEL PROGRAMA DE CONSERVACIÓN GENÉTICA EN LA *RAZA ASNAL CATALANA*

Folch, P. y Jordana, J.

Unitat de Genètica i Millora Animal. Departament de Patologia i Producció Animals. Facultat de Veterinària. Universitat Autònoma de Barcelona. 08193-Bellaterra, Barcelona.

INTRODUCCIÓN

"Cualquier extinción o desaparición de una especie o raza, representa un irremplazable elemento de la diversidad de la vida que se pierde" (Mason, 1974). *"Las razas domésticas son recursos genéticos que deben ser protegidos como parte de la herencia mundial de la biodiversidad"* (Hall, 1993).

A finales del año 1994 se materializó la necesidad de llevar a cabo un *"Programa de Conservación y Mantenimiento de Recursos Genéticos Animales"* en la Raza Asnal Catalana, promovido y financiado por el DARP (*Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca*) de la Generalitat de Catalunya, en colaboración con AFRAC (*Associació del Foment de la Raça Asinina Catalana*) y la Unidad de Genética y Mejora Animal de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Barcelona.

La *Raza Asnal Catalana* es una población en peligro de extinción. Los último datos censales (aprox. 90%) de animales inscritos en la AFRAC dan un total de 109 animales, distribuidos en 26 machos (de 3 a 14 años), 44 hembras (de 3 a 18 años) y 39 pollinos (< 3 años; 18 machos y 21 hembras). Estas cifras clasifican a la raza en la categoría de Raza Crítica (< 100 hembras) según propuesta del Comité de Expertos de la FAO (*Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*) (Anonymous, 1992). Esto indica que sin ningún tipo de acción, su tamaño efectivo de población es inadecuado para poder prevenir continuas pérdidas genéticas en generaciones futuras. Siguiendo las recomendaciones y el protocolo sugerido por la FAO para poner en marcha un Programa de Conservación, y después de haber realizado la recopilación de datos preliminares sobre tamaño censal, registro e identificación de individuos, estructuración reproductiva y datos genealógicos, se procedió a la caracterización de la población desde el punto de vista morfológico, clínico (bioquímico y hematológico) y genético (bioquímico y molecular). La información generada por todo este conjunto de datos, nos permitirá desarrollar y optimizar las estrategias técnicas para la conservación, promoción y mejora de la raza.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para proceder a la caracterización morfológica cualitativa de la raza nos basamos en las descripciones realizadas por diferentes autores (Romagosa, 1959; Torres y col., 1983; Sotillo y Serrano, 1985), en la información aportada por diferentes criadores y propietarios miembros de AFRAC, y por la nuestra propia. Para la caracterización morfológica cuantitativa, se tomaron un total de 26 medidas corporales (7 cefálicas, 13 troncales y 6 de las extremidades) en 69 animales adultos (> de 3 años), 25 machos y 44 hembras; obteniéndose así mismo un total de 12 índices corporales a partir de dichos datos. Las referencias anatómicas, la definición de los índices y sus rangos de referencia fueron los descritos para la especie equina (Sotillo y Serrano, 1985; Oom, 1992; Hevia y col., 1993), ya que no disponíamos de valores de referencia para la especie asnal. Los sexos se consideraron independientemente y se analizó dicho factor de variación (SAS, 1989).

Para la caracterización de parámetros clínicos se analizaron 16 variables hematológicas y 12 variables clínicas bioquímicas, en un total de 97 individuos: 26 machos adultos, 45 hembras adultas y 26 pollinos jóvenes (< 3 años) de ambos sexos. Los rangos de referencia y la influencia de los factores de variación sexo y edad, fueron analizados asimismo mediante programas de análisis multivariante del paquete SAS (1989).

Referente a la caracterización genética se procedió, mediante técnicas estándar de electroforesis, al análisis de 6 *loci* génicos bioquímicos: Transferrina (*TF*), Alfa 1-b glicoproteína (*A1B*), Albúmina (*ALB*), Proteína Gc (*GC*), 6-Fosfogluconato deshidrogenasa (*PGD*) y Glucosa fosfato isomerasa (*GPI*) (Bell, 1994), en un total de 95 individuos de ambos sexos. Asimismo, se analizó la variabilidad existente en 12 *loci* microsatélites aislados de caballo (Breen et al., 1994): *HMS1, HMS3, HMS5, HMS6, HMS7, HTG6, HTG8, HTG14, HTG15, MPZ001, MPZ002 y VHL20.*

Finalmente, utilizando la información aportada por los pedigrees, se procedió a un análisis de la estructura genealógica de la población (Hill, 1972), calculándose los siguientes parámetros: coeficientes de consanguinidad (F), intervalos generacionales de las diferentes vías (L) y número efectivo de reproductores (Ne).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según la sistemática de Baron, los individuos de esta raza presentan un formato hipermétrico, plástica longilínea, y perfil craneal concavilíneo. Son animales de gran talla, con una media de 140 cm de alzada a la cruz y pesos que oscilan entre los 350-450 Kg, de extremidades robustas y bien conformadas, adquiriendo grandes proporciones dentro de un conjunto harmónico. Esbeltos, de cuello largo y tórax redondeado. El color de la capa es negra, con decoloraciones blanquecinas características en el morro, zona orbital de los ojos, vientre, y cara interna de las extremidades (Jordana y Folch, 1996). El análisis de los caracteres biométricos mostró que existe poco dimorfismo sexual en esta raza; no obstante, se detectó una importante variabilidad fenotípica (parcialmente genética) en la gran mayoría de caracteres (elevados valores de coeficientes de variación, CV), lo cual podrá ser de gran interés en un futuro cercano cuando se planteen posibles objetivos de mejora (Folch y Jordana, 1997).

En el análisis clínico bioquímico y hematológico no se encontraron diferencias entre ninguna de las variables para el factor sexo (excepto concentración de fosfolípidos). En cambio, el factor edad sí pareció influir de forma más notable en nuestra población; 12 de las 28 variables analizadas mostraron diferencias significativas entre las subpoblaciones de jóvenes y adultos. Los rangos de referencia obtenidos en la *Raza Asnal Catalana*, fueron muy similares a otras razas y poblaciones asnales mundiales (Folch y col., 1997; Jordana y col., 1997).

En cuanto a la caracterización genética (bioquímica y molecular) los resultados obtenidos hasta el momento nos confirman la gran uniformidad genética existente en la población (Folch y col., 1996), lo cual no es sorprendente si tenemos en cuenta el reducido tamaño poblacional de la raza y el aislamiento reproductivo que ha mantenido con otras razas foráneas. Sólo tres de los seis *loci* génicos bioquímicos analizados resultaron ser polimórficos: *TF* (A_d=0,397; B_d=0,217; C_d=0,114 y D_d=0,272), *PGD* (F=0,974; S=0,000 y C_d=0,026) y *GC* (F=0,181 y S=0,819). Los sistemas *ALB* (C_d=1,000), *GPI* (I=1,000) y *A1B* (A_d=1,000), se mostraron monomórficos (d= variante específica de asno). Todos los *loci* mostraron equilibrio genético Hardy-Weinberg; siendo las probabilidades de exclusión (PE) de 0,504; 0,024 y 0,129 para los sistemas polimórficos *TF*, *PGD* y *GC* respectivamente.

Sólo tres de los doce *loci* microsatélites analizados resultaron ser polimórficos. Resultados publicados por Breen et al. (1994) de los mismos *loci*, no fueron demasiado predictivos del nivel de variabilidad esperado "*a priori*" en nuestra población. Las frecuencias alélicas obtenidas fueron las siguientes: *HTG6*, 4 alelos detectados

en un rango de tamaño entre 82 a 90 pb (A=0,094; B=0,094; C=0,338; D=0,474), con un contenido de información polimórfica (PIC) de 0,579 y un PE de 0,378; dos alelos para *MPZ002* con un tamaño de entre 80 y 89 pb (A=0,515; B=0,485), un valor de PIC de 0,374 y un PE de 0,187; y para *VHL20* se obtuvieron dos alelos de tamaño comprendido entre 86 y 104 pb (A=0,437; B=0,563), siendo el valor de PIC de 0,371 y el de PE de 0,185. Como conclusión final, cabe destacar que la PE combinada de estos seis marcadores polimórficos fue del 82,69% , siendo este valor todavía demasiado bajo para cumplir sus funciones de diagnóstico.

Analizando la estructura genealógica, el intervalo generacional promedio calculado a partir de las cuatro vías fue de L = 6,74 años; (L_m =6,16; L_f = 7,32). El número efectivo de reproductores (Ne), calculado según la fórmula descrita por Hill (1972), fue de 59,97. El incremento anual del coeficiente de consanguinidad (ΔF), calculado como el valor del coeficiente de regresión lineal (b) y obtenido a partir de la información de los pedigrees disponibles desde el año 1979, fue del 0,38%; siendo el promedio acumulado de consanguinidad de la población actual del 5,9%.

Para evitar la disminución del censo poblacional y mantener la variabilidad genética de la población se propone, en una primera etapa, un Programa de Conservación *"in situ"*, aplicando los siguientes criterios: a) aumentar el tamaño efectivo de población lo más rápido posible (igualando el ratio sexo, estandarizando el tamaño de familia y aumentando el intervalo generacional), b) igualar la representación de los animales fundadores, c) controlar la consanguinidad (programa de endogamia mínima), d) subdividir la población (enfermedades , accidentes, etc.) y e) evitar la selección.

BIBLIOGRAFÍA

Anonymous. (1992) *FAO Animal Production and Health*, Paper 104. Rome. pp: 1-24.

Bell, K. (1994) *Animal Genetics*, 25 (S1): 109-113.

Breen, M., Downs, P., Irvin, Z., Bell, K. (1994) *Animal Genetics* 25: 401-405.

Folch, P., Jordana, J. (1997) *Journal of Equine Veterinary Science*. (en prensa).

Folch, P., Jordana, J., Sánchez, A. (1996) *Animal Genetics*, 27 (S2): 34.

Folch, P., Jordana, J., Cuenca, R. (1997) *British Veterinary Journal*. (en prensa).

Hall, S.J.G. (1993) In:*World Agriculture*. (Cartwright, A. ed.), pp: 75-77, Sterling Publishing Group PLC, London.

Hill, W.G. (1972) *Theoretical Population Biology*, 3: 278-289.

Hevia, M.L., Fuentes, F.C., Quiles, A. (1993) *ITEA*, 89: 39-52.

Jordana, J., Folch, P. (1996) *Journal of Equine Veterinary Science*, 10: 436-441.

Jordana, J., Folch, P., Cuenca, R. (1997) *Research in Veterinary Science*. (en revisión).

Mason, I.L. (1974) In: *Proc. 1st World Congr. Appl. Livestock Prod.*, 2: 13-21.

Oom, M.M. (1992) *Tesis Doctoral*. Universidade de Lisboa. Lisboa.

Romagosa, J.A. (1959) *Tesis Doctoral*. Universidad de Madrid. Madrid.

SAS (1989) *SAS User's Guide*. Cary, North Carolina, USA.

Sotillo, J.L., Serrano, V. (1985) *Producción Animal I. Etnología Zootécnica*. Tebar-Flores. Madrid.

Torres, E., Querol, J., Bosch, E. (1983) In: *34 Reunión Anual de la Federación Europea de Zootecnia*, (Abstract) Madrid.

SUPERVIVENCIA DE ALELOS EN LA PIARA LARGE WHITE DE LA MISION BIOLOGICA DE GALICIA

J. Rodrigáñez, M.A. Toro , L. Silió y C. Rodríguez
Area de Mejora Genética Animal, CIT-INIA, Madrid

La piara Large White de la Misión Biológica de Galicia (CSIC) fue establecida en Febrero de 1931 en Salcedo, Pontevedra (Odriozola, 1976). Los reproductores importados de Inglaterra fueron 8: 3 machos y 3 hembras gestantes fueron directamente adquiridos por la Misión, que además adquirió a la Estación Pecuaria Central y a la Granja Monteporreiro 1 macho y 1 hembra importados *in utero*. Todos los animales procedían de individuos inscritos en el Herd Book de la raza Large White, indicando su genealogía que entre 4 de ellos existía relación de parentesco. A efectos de este análisis de supervivencia de alelos, se consideran fundadores de la población a aquellos individuos que no tienen relación genética con ningún animal excepto sus descendientes. Los 14 animales que cumplen este criterio se incluyen en la Tabla 1, así como su código y vía de importación.

Tabla 1. Nombre, sexo y código de los animales fundadores de la piara Large White de la Misión Biológica de Galicia importados vivos (V), in utero (U) o vía progenie (P)

VERRACOS		CERDAS	
Spalding Bob 9 th	2 (P)	Weston Belle 14 th	1 (P)
Histon Kitchener 2 nd	4 (P)	Histon Belle 152 nd	3 (P)
Westacre Bradbury 206 th	6 (P)	Histon Greenback 97 th	5 (P)
Histon Jay 17 th	8 (P)	Histon Beryl 178 th	7 (P)
Melburn King Dick 2 nd	9 P)	Melburn Jaybelle 15 th (Arcadia)	10 (V)
Vares	13 (U)	Aldenham Maid Matilda 13 th (Compostela)	11 (V)
Bramerton Emperor 5 th (Finisterre)	14 (V)	Queixa	12 (U)

La piara permaneció como una población cerrada hasta su clausura en 1992, con un número medio de 27,14 generaciones de genealogía controlada. A partir de los animales entonces disponibles se estableció un banco de semen en el Area de Reproducción Animal del CIT-INIA, que es la actual reserva de este material genético.

Para el análisis de la representación de alelos fundadores se ha utilizado la genealogía completa que incluye 410 verracos y 916 cerdas madres nacidos hasta 1990. La metodología empleada ha sido descrita por Lacy (1989), y conlleva el cálculo de los siguientes parámetros:

Número efectivo de fundadores, número de fundadores que tendría una población idealizada de la misma diversidad alélica en la que todos los fundadores hubieran contribuido igualmente a cada generación de descendientes

$$N_{fe} = 1 / \Sigma (p_i^2)$$

p_i, proporción de genes de la población descendiente contribuida por el fundador i.

Numero efectivo de genomas fundadores, es análogo a N_{fe} pero corrigiendo la contribución de cada fundador por la proporción de su genoma perdida por deriva genética

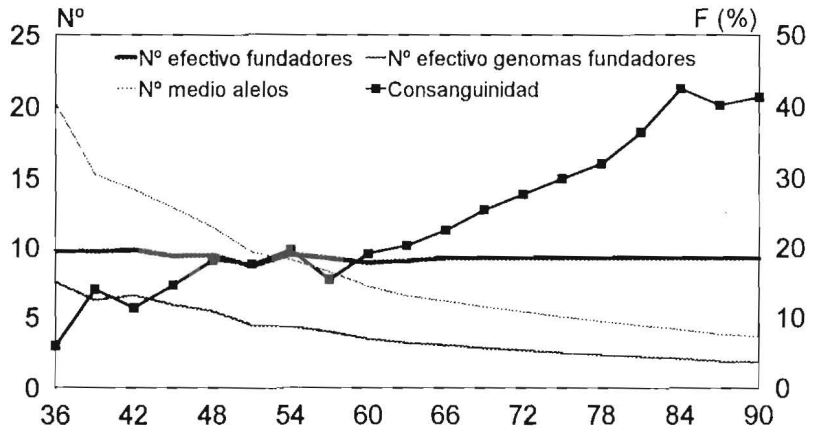
$$N_{ge} = 1 / \Sigma (p_i^2 / r_i)$$

r_i, probabilidad de que los alelos del fundador i se hayan conservado en la población descendiente.

Número medio de alelos, calculado a partir de la distribución de probabilidad de que en la población descendiente esté representado un número determinado de los alelos fundadores (1, 2, 3, ..., 27, 28).

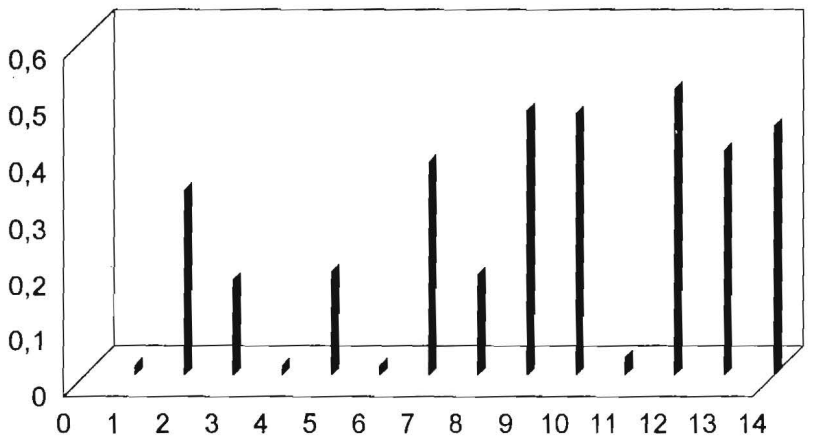
Estos parámetros fueron calculados por simulación (50.000 iteraciones), mediante la técnica de goteo de genes (Mc Cluer y col., 1986), en la que a cada fundador se le asignan 2 alelos distintos y se generan los genotipos de todos los descendientes siguiendo la genealogía real y de acuerdo a las reglas de la segregación mendeliana. Los cálculos se realizaron a partir de las distribuciones empíricas obtenidas para las sucesivas cohortes de reproductores nacidos en 19 periodos trianuales a lo largo de la historia de la piara.

En la siguiente figura se representan los números efectivos de fundadores y de genomas fundadores, el número medio de alelos fundadores y el coeficiente de consanguinidad (F, %) en esta piara desde 1936 a 1990.



Los resultados relativos al último trienio (1988-1990), con 69 reproductores nacidos, indican números efectivos de N_{fe} = 9,20 fundadores y N_{ge} = 1,80 genomas fundadores, y un número medio de 3,62 alelos supervivientes. El valor medio de la consanguinidad de esos animales era del 41,29%. La mayor reducción de la diversidad genética tuvo lugar en el período inicial, hasta 1954, en el que se mantuvo una estructura de 4 cuasi-familias, con apareamientos prácticamente restringidos al interior de las mismas (Odriozola, 1976).

Otro aspecto de interés es el de la supervivencia diferencial de los genes procedentes de los distintos fundadores. En la siguiente figura se presenta el número esperado de alelos de cada uno de los 14 fundadores en los reproductores nacidos en el último trienio (1988-1990), calculados a partir de la probabilidad de conservar 0, 1 o 2 alelos de cada uno de ellos.



Los resultados indican, que aun conservándose los linajes genealógicos de los 14 fundadores, cuatro de ellos (1 , 4, 6 y 11) pueden considerarse en una situación de virtual extinción, al ser inferior a 0,05 la probabilidad de supervivencia de 1 ó 2 alelos de los mismos. El análisis realizado para los sucesivas cohortes de reproductores permite datar, utilizando el criterio antedicho, la pérdida virtual de alelos procedentes de estos fundadores. Así para tres de ellos: Weston Belle 14 th (1), Histon Kitchener 2 nd (4) y Westacre Bradbury 206 th (6) dicha extinción es relativamente temprana (1958-1960), mientras que para la cuarta, Compostela (11), es posterior y puede datarse en 1973-75.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a Alfonso Solano e Ignacio López sus esfuerzos en favor de la conservación de esta piara cerrada y a Armando Ordás, director de la Misión Biológica de Galicia, sus facilidades para el archivo informático de los registros obtenidos en la misma en el marco de un convenio CSIC-INIA.

Referencias

Lacy R.C. (1989) Zoo Biology 8:111-123.

MacCluer J.W. y col. (1986) Zoo Biology 5: 147-160.

Odriozola M. (1976) *Investigación sobre los datos acumulados en dos piaras experimentales*, 146 pp, IRYDA, Madrid

Experimentos para la detección de QTLs en porcino: Situación y perspectivas

Miguel Pérez-Enciso

UdL-IRTA, Area de de Producción Animal, 25198 Lleida

Contexto

Si bien uno de los objetivos principales de la Genética ha sido tradicionalmente la identificación y localización de genes, es a partir del llamado proyecto "Genoma humano" cuando una gran cantidad de recursos se han invertido en identificar todos los genes de una especie, independientemente de que se conozca o no su función. El desarrollo de la técnica de la PCR y el descubrimiento de una gran cantidad de variación a nivel molecular (microsatélites, etc) han permitido un avance espectacular en esta área. Los mapas genéticos del resto de las especies se han visto impulsados, en mayor o menor medida, por el proyecto genoma humano.

La mayoría de los polimorfismos de ADN utilizados en la construcción de los mapas genéticos son neutros. Sin embargo, son una herramienta fundamental en la identificación de genes que pueden afectar a caracteres cuantitativos, los llamados "QTLs". Como tal, un QTL es un gen como otro cualquiera y el hecho de que caiga dentro de la categoría QTL depende exclusivamente del ojo del observador más que de su función o estructura. El gen Ryr1 sería un ejemplo clásico de QTL. Recientemente, sin embargo, QTL ha venido a significar, implícita o explícitamente, una zona del genoma en la cual un determinado modelo estadístico (normalmente aquél que asume un gen de efecto al menos moderado más un residuo infinitesimal) es más plausible que un modelo puramente infinitesimal. En este trabajo, utilizaré implícitamente la segunda acepción.

Situación

Uno de los "subproductos" del proyecto genoma humano ha sido, por tanto, la búsqueda de QTLs en las especies domésticas. Un aspecto a destacar de esta nueva línea de investigación es el renovado interés por los experimentos que se ha producido en mejora animal, frente al mero análisis de datos de campo que imperaba en la disciplina. Hay actualmente no menos de 12 cruces experimentales entre razas porcinas dispares, principalmente con la raza china Meishan, que se han desarrollado ex profeso para la construcción del mapa porcino y la identificación de QTLs.

La mayoría de los experimentos, sin embargo, no están concluidos y se han publicado sólo de forma parcial en congresos. No es posible, por tanto, realizar una discusión en profundidad, sino sólo apuntar las tendencias que se aprecian hasta la fecha. La tabla 1 muestra los principales experimentos y la tabla 2, un sumario del efecto de los QTLs detectados. La tecnología empleada es en la mayoría de los casos similar, se trata de hacer un barrido, más o menos intensivo, con marcadores en la generación donde se produce segregación y de correlacionar la presencia o ausencia de un determinado alelo con el aumento o decremento en un carácter determinado. Un enfoque alternativo, aunque no excluyente, es la evaluación de polimorfismos en genes candidato, tales como el RN (3, 5) o el ER (4, 8, 16, 19). El número de animales genotipados en la mayoría de los experimentos oscila entre 200 y 500, con la excepción de los experimentos francés (2) y holandés (13), de mayor envergadura.

Gran parte de los trabajos han detectado QTLs significativos en al menos algún cromosoma. La evidencia más clara es el efecto del gen RN (cr. 15) sobre caracteres de calidad de la carne (3, 5), aunque el polimorfismo en este QTL parece limitarse, de todas formas, a la raza Hampshire. En general, sin embargo, la coincidencia entre experimentos para otros QTLs es muy dispar. Por ejemplo, el complejo principal de histocompatibilidad (SLA) parece influir sobre grasa dorsal en (7) y sobre crecimiento en (2). Respecto al modo de acción génica, ésta parece ser muy variada, desde aditivos a completamente dominantes.

El estudio de Janss et al. (13) es prometedor en cuanto que sugiere que que la variación de una gran parte de caracteres puede deberse a un solo gen. Se sugiere que la variación explicada por un solo QTL, promediando para el conjunto de caracteres estudiado, era 5 veces mayor que la explicada por el residuo poligénico en un cruce F2 Meishan x Landrace o Large White. El rango oscila entre 1 y 15 veces. Sin embargo, el hecho de que el estudio sea mediante análisis de segregación, y no con marcadores, y el que, consistemente, se encuentren resultados parecidos independientemente del carácter estudiado, hacen dudar de la validez de su análisis.

Un enfoque alternativo es el del gen candidato, aunque también algunos de los resultados son controvertidos. La identificación del gen homólogo al *Obese* de ratón en cerdos (11, 15) abre una nueva vía para el estudio de la obesidad en porcino. Respecto a prolificidad, el polimorfismo encontrado en el gen ER por Rothschild et al. (8) merece especial atención. Hasta el momento, y a pesar de los esfuerzos de distintos equipos, es el único gen candidato para prolificidad. Su efecto es muy controvertido. Un reciente estudio de Short et al (J. Anim. Sci., en revisión) confirma el efecto previamente descrito en (8). Sin embargo, este efecto no se ha podido confirmar en poblaciones francesas (2, 4) y sólo parcialmente en británicas (16). Para terminar, en una población española se ha detectado una fuerte interacción genotipo del ER y origen genético (19).

Perspectivas

Es previsible que situaciones similares a la ocurrida con el gen ER se repitan en el futuro. Esta situación será, es de esperar, una etapa transitoria mientras se va clarificando el origen de la variación genética en las distintas especies domésticas. Es fundamental, por tanto,que los resultados de los experimentos sean replicables, contrastándose en diversas poblaciones. Es indudable que los experimentos que ahora mismo están en marcha van a proporcionar una información muy valiosa para el estudio de los efectos de la domesticación y la selección sobre la variación genética. En particular, permitirán dilucidar si los cambios en caracteres similares en distintas especies y razas se deben a modificaciones en los mismo genes. Un estudio en plantas (21) tendería a apoyar esta hipótesis.

La gran cantidad de información que se está acumulando en las bases de datos de los distintos proyectos genoma, junto con experimentos en otras especies, ayudarán a identificar posibles genes candidato en especies distintas mediante mapeo comparado (22).

Desde un punto de vista más aplicado, es fundamental confirmar que los QTLs identificados en cruces también presentan un efecto dentro de población. Si no, no parece plausible la utilización de marcadores en esquemas comerciales de mejora, puesto que la introgresión asistida con marcadores no parece una estrategia que se pueda generalizar en el futuro. Mientras tanto, la principal ventaja de los marcadores para las compañías comerciales es la derivada del marketing.

Agradecimientos: Agradezco a Joan Tibau la amabilidad en invitarme a presentar esta ponencia y a Leo Alfonso sus comentarios. Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CICYT AGF96-2510.

Referencias

1, Andersson et al. (1994) Science 263:1771; Andersson-Eklund L. et al., 1996. Proc. ISAG Meet. p. 176.
2, Bidanel J.P. et al., 1996. Proc. EAAP Meet.
3, Le Roy et al., 1996. Proc. EAAP Meet.
4, Legault C. et al. 1996. Jour. Rech. Porc. 28:9.
5, Reinsch N. et al., 1996. Proc. EAAP Meet.
6, Geldermann H. et al., 1996. J. Anim. Breed. Genet. 113:381.
7, Rotshchild M. et al, 1994 J. Anim. Sci. 72:36 (Suppl. 1); Rotshchild et al, 1995, J. Anim. Breed. Genet. 112:341.
8, Rotshchild et al, 1996. Proc. Natl. Acad. Sci. 93:201.
9, Wilkie P.J. et al., 1996. Proc. ISAG Meet. p. 187.
10, Casas E. et al, 1996. Proc. ISAG Meet. p. 177.
11, Clutter A.C. et al. 1996. Proc. ISAG Meet. p. 178.
12, Rathje T.A. et al., 1996. J. Anim. Sci. 74(Suppl. 1):122.
13, Van Oers et al. 1996. Proc. ISAG Meet. p. 186; Janss L. 1997 PhD Diss.
14, Te Pas et al., 1996. Proc ISAG Meet. p. 186.
15, Neuenschwander S. et al., 1996. Anim. Genet. 27:275.
16, Southwood O.I. et al., 1995 Proc. EAAP Meet.
17, Nezer C. et al., 1996. Proc. ISAG Meet. p. 183.
18, Kuryl J. et al. 1996. Proc. ISAG Meet. p. 180.
19, Pérez-Enciso M. et al., 1997. ITEA, este volumen.
20, Pérez-Enciso M. et al., Proyecto CICYT AGF96-2510.
21, Patterson A.H. et al., 1995. Science 269:1714.
22, Miklos GL, Rubin GM, 1996. Cell 86:521; Andersson L. et al., 1996. Mamm. Genome 7:717.

Tabla 2: Efecto aditivo (a) y dominante (d), expresado en desviaciones típicas, del QTL detectado, así como la fracción de la varianza explicada (λ). Cr., cromosoma; nd, no disponible.; GMD, ganancia media diaria.

Carácter	a	d	λ (x100)	Cr.	Ref.
Grasa dorsal	0.47	0.30	18	4	1
	0.15-0.65	nd	nd	7	2
	0.04-0.1	nd	nd	7	7
	0.45	0.25	nd	15 (RN)	3
	0.77	-	0.38	?	12
Crecimiento					
hasta 70kg	0.48	0.01	12	4	1
150 días	0.1 - 0.8	nd	nd	14	2
GMD	nd	nd	13	2,8,12	10
GMD	0.06	0.30	nd	15 (RN)	3
Calidad carne					
general	nd	nd	28 - 57	6	6
pH	0.83	0.91	nd	15 (RN)	3
pH	1.23	-1.23	0.59	?	12
Ret. agua	0.37	0.39	nd	15 (RN)	3
RTN	1.5	1.5	nd	15 (RN)	3
grasa intram.	0.62	-0.59	0.48	?	12
Long. intestino	0.46	0.01	11	4	1

Tabla 1. Principales experimentos en porcino para la detección y confirmación de QTLs y de genes candidatos.

País	Ref.	Diseño	Razas	Np	N	Carácter	Cr. (gen)
Suecia	1	F2	JB, LW	2,7	200	EG, CR	4
						CAL	2, 12
Francia	2	F2	MS, LW	6,6	1000	EG	14
						CR	7 (SLA)
	3	IP	ST	–	278	RTN, CR, EG	15 (RN)
	4	IP	LW			TC	1 (ER)
Alemania	5	F1	HS, PI, LD, LW		350	CAL, pH	15 (RN)
	6	F2	Jab, PI, MS	3,30	>300	CAL, CC	6
EE.UU.	7	F2	MS, DU, HS, LD	4	37-95	EG, CR	7
	8	IP	ST, LW			TC	1 (ER)
	9	F2	MS, YS	3,7	304	CR, EG, TC	8
	10	IP	ST		124,115	CR	2,8,12
	11	F2	MS, LW			EG	18 (OBS)
	12	F2	ST	10,26	114	TO	8
Holanda	13	F2	MS, LD, LW	18,120	1293	CAL, EG, TC	
	14	IP	MS, LD, DU			CR	(MyoD)
Suiza	15					EG	18 (OBS)
G. Bretaña	16	IP	ST, LW	-	62-333	TC	1 (ER)
		F2	MS, LD			CAL, CR	
Bélgica	17	F2	PI, LW		600	CR, CC, CAL	
Polonia	18	F2	LW, Zlotnicka		250-300*	CR, CC	
España	19	IP	LD		135	TC	1 (ER)
	20	F2	IB,LD	3,34	600*	CAL, CR	

Diseño: F1, cruce F1; F2, cruce F2; IP, análisis dentro de población.
Raza: DU, Duroc; HS, Hampshire; IB, Ibérico; JB, jabalí; LD, Landrace; LW, Large White; MS, Meishan; PI, Pietrain; ST, sintética; YS, Yorkshire.
Np: Número de animales fundadores, machos y hembras. N: Número de animales medidos y genotipados.
Carácter: EG, espesor de grasa; CR, crecimiento; RTN rendimiento tecnológico Napole; CAL, caracteres de calidad; pH: pH último; CC, composición de la canal; TC, tamaño de camada
Cr. (gen): se refiere al cromosoma donde se han detectado efectos significativos o al gen candidato en cuestión.
* Previstos.

CARACTERIZACION DE DOS LINEAS DE CERDO IBERICO NEGRO LAMPIÑO MEDIANTE MARCADORES PCR-RAPD

C. Castellanos, C. Ovilo y L. Silió

Area de Mejora Genética Animal, CIT-INIA, Madrid

INTRODUCCIÓN

Entre los tipos tradicionales de cerdo ibérico, los negros lampiños, asociados a canales extremadamente grasas, experimentaron el mayor rechazo por parte de los ganaderos durante el período de crisis de esta raza a partir de 1960. La línea Guadyerbas, representativa de los cerdos negros lampiños de la vega del Guadiana, conservada como una población cerrada desde 1945 constituye la principal reserva de este material genético (Rodrigáñez y col., 1994). La alta consanguinidad acumulada en esta línea ($F \approx 0,35$) dificulta su conservación como población de animales vivos. Existe una creciente demanda de verracos de tipo negro lampiño destinados al cruce con hembras Duroc, que hace aconsejable la obtención de una línea compuesta a partir de Guadyerbas y de negros lampiños de otros orígenes conservados en muy pequeño número por ganaderos privados. En el desarrollo inicial de esta línea, y para atenuar las pérdidas de variabilidad genética por deriva, se utilizarían métodos de conservación asistida por marcadores, que requieren disponer de marcadores moleculares de los genotipos utilizados.

La amplificación de ADN genómico usando como cebadores oligonucleótidos cortos de secuencia aleatoria en condiciones de baja astringencia produce patrones complejos de fragmentos de ADN (RAPDs, Randomly Amplified Polymorphic DNAs). Estos patrones pueden detectar polimorfismos entre genomas relacionados y son útiles en estudios de mapeo genético, taxonomía, filogenética y detección de mutaciones. El estudio de su potencial aplicación a la caracterización de genotipos de negro lampiños es el objetivo del presente trabajo.

MATERIAL Y METODOS

Animales

Se han utilizado para este estudio muestras de 18 animales de ambos sexos de la línea Guadyerbas y de 5 verracos de la línea Coronado, principal representante actual de los negros lampiños de la comarca de La Serena. Como referencia se han utilizado muestras de otras poblaciones de cerdo ibérico: Torbiscal, compuesta de los principales tipos tradicionales (20 animales) y Retinto Extremeño, (10 animales de dos líneas procedentes de la antigua ganadería Montero de Espinosa).

Métodos

Se obtuvieron muestras de 5ml de sangre de todos los animales, recogidas en tubos estériles

con anticoagulante (EDTA). La extracción de ADN se realizó a partir de alícuotas de 1ml de sangre mediante una adaptación de la técnica de Wu y col. (1995). Cada ADN individual se cuantificó y se diluyó a una concentración de 15 ng/μl. Para el análisis inicial por grupos se mezclaron cantidades iguales de ADN de distintos animales de la misma población, obteniéndose lotes de ADN compuestos por 5 individuos cada uno.

Se han analizado 100 cebadores (Operon Technologies, Kits R, T, X, Y, Z) de 10 pares de bases, secuencia aleatoria y contenido G+C de 60 a 70%. Cada cebador se probó mediante la amplificación por PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) de mezclas de ADN específicas de las distintas líneas, realizándose el análisis individual de aquellos que presentaron polimorfismos a nivel de grupo.

Las reacciones de amplificación se prepararon en volúmenes de 10 μl con concentraciones de 0,3 μM cebador, 0,2 mM dNTPs, 2,5 mM Cl_2Mg, 20 ng ADN y 0,3U Taq polimerasa (Biotaq, Ramón Cornet). Las amplificaciones se realizaron en un termociclador Perkin-Elmer 2400, siguiendo un programa de 40 ciclos con las siguientes temperaturas: 94°C durante 30 seg, 35°C durante 30 seg y 72°C durante 60 seg. Los productos de PCR se separaron por electroforesis a 160V en geles de agarosa al 1.3% en tampón TBE, y se observaron con luz UV después de teñirlos con bromuro de etidio.

RESULTADOS

El 89% de los cebadores probados produjeron patrones de fragmentos definidos con tamaños comprendidos entre 0.3 y 3 Kb. Se analizaron individualmente 11 cebadores que habían presentado polimorfismos en el primer análisis de lotes y 7 de ellos se confirmaron como marcadores de una de las líneas.

CEBADOR	SECUENCIA	Tamaño del Marcador (pb)
OPR-0	CCCGTAGCAC	700
OPR-14	CAGGATTCCC	1110
OPR-19	CCTCCTCATC	700
OPT-16	GGTGAACGCT	875
OPX-02	TTCCGCCACC	700
OPY-15	AGTCGCCCTT	650
OPZ-12	TCAACGGGAC	1350

Los cebadores OPR-14, OPR-19, OPX-02, OPY-15 y OPZ-12 amplificaron marcadores presentes en individuos de estirpe Coronado (en distintos porcentajes) y ausentes en Guadyerbas . Los cebadores OPR-04, y OPT-16 produjeron bandas polimórficas presentes en Guadyerbas y ausentes en Coronado. La proporción de estos marcadores en las líneas Guadyerbas y Coronado, así como en las poblaciones de referencia estudiadas es la siguiente:

CEBADOR	Guadyerbas	Coronado	Torbiscal	Retinto
OPR-04	18/18	0/5	18/20	10/10
OPR-14	0/18	3/5	6/18	3/10
OPR-19	0/18	5/5	0/20	0/10
OPT-16	11/17	0/5	5/20	0/10
OPX-02	0/18	5/5	14/20	5/10
OPY-15	0/18	3/5	0/20	0/10
OPZ-12	0/18	4/5	0/20	0/10

Estos resultados indican que los 2 marcadores de Guadyerbas están ausentes en Coronado pero no en las otras poblaciones de cerdo ibérico. De los 5 marcadores de Coronado, 2 de ellos (OPR-14 y OPX-2) asimismo amplifican tanto en Torbiscal como en Retinto, mientras los otros 3 (OPR-19, OPY-15 y OPZ-12) no amplifican en estas poblaciones. Curiosamente, se ha comprobado que 2 de ellos (OPR-19 y OPZ-12) sí amplifican en muestras de ADN de cerdos de raza Duroc.

Como conclusión de este trabajo, podemos afirmar que es posible identificar marcadores PCR-RAPD característicos de distintas líneas de cerdos negros lampiños. Sin embargo, para disponer de un mínimo de 1-2 marcadores por cromosoma, sería necesario ensayar de 300 a 600 cebadores en análisis por grupos. Existen actualmente nuevas técnicas de detección de marcadores, que permiten visualizar un mayor número de fragmentos de ADN amplificados (AFLP, Amplified Fragment Length Polymorphisms) o que posibilitan la detección directa de secuencias de ADN diferentes a partir de dos muestras iniciales (RDA, Representational Difference Analysis). Probablemente, estas técnicas sean más potentes para obtener el número de marcadores necesario en un programa de conservación apoyado en marcadores moleculares.

REFERENCIAS

Cushwa, W.T., Medrano, J.F. (1996). Animal Biotechnology, 7(1), 11-31.

Gwakisa, P.S., Kemp, S.J., Teale, A.J. (1994). Animal Genetics, 25, 89-94.

Kemp, S.J., Teale, A.J. (1994). Animal Genetics, 25, 83-88.

Michelmore, R.W., Paran, I., Kesseli, R.V. (1991). Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 88, 9828-9832.

Rodrigáñez, J., Silió, L., Toro, M. y Rodríguez, C. (1994). Proc. 5th World Congress Genetics Applied Livestock Production 21: 524-527.

Williams, J.G.K., Kubelik, A.R., Livak, K.J., Rafalski, J.A., Tingey, S.V. (1990). Nucleic Acid Research, 18(22), 6531-6535.

Wu, Q., Chen, M., Buchwald, M., Phillips, R.A. (1995). Nucleic Acids Research, 23(24), 5087-5088.

Asociación entre el polimorfismo del receptor de estrógenos (ER) y la variación en prolificidad en una línea de cerdos Landrace

M. Pérez-Enciso, J.L. Noguera, D. Babot, L. Alfonso, J. Estany, L.A. Messer [1], M.F. Rothschild [1]

Centre UdL-IRTA, Area de Producción Animal, 25198 Lleida
[1] Iowa State University, Department of Animal Science, Ames, IO 50011 (EE. UU.)

Introducción

Rothschild et al. (1996) identificaron un polimorfismo, RFLP, en el receptor de estrógenos porcino (ER) asociado con la variación en tamaño de camada. Este polimorfismo es dialélico, con alelos denominados "A" y "B". Los resultados de estos autores y análisis posteriores en unos 4500 registros de tamaño de camada (Rothschild et al., 1996; Short et al., en preparación) indican que el efecto del polimorfismo es aditivo, con un aumento promedio de 0.8 lechones nacidos vivos a favor del genotipo BB. Estos análisis se han realizado en líneas sintéticas Meishan x Large White, así como en Large White puras. Análisis en poblaciones sintéticas y Large White británicas (Southwood et al., 1996) y en Large White francesas (Legault et al., 1996) han arrojado resultados menos espectaculares. Hasta la fecha, el polimorfismo se había descrito también en otras razas, tales como Yorkshire, Minzhu y Fengjing, pero no en Landrace.

Material y Métodos

Los animales genotipados provienen del experimento de selección para el número de nacidos vivos (NV) descrito en Noguera et al. (1997). Una fracción de las hembras de la línea seleccionada (H), asi como de la línea control (C), fueron genotipadas. Se utilizó genotipado selectivo, con el objeto de aumentar la potencia del experimento con un número razonable de animales. Se caracterizaron molecularmente las 70 mejores hembras en valor de BLUP para NV de 230 cerdas disponibles en la línea H, y las peores 65 de 157 disponibles en la línea C. La diferencia entre las dos colas en valor BLUP fue de 0.76 lechones. El genotipado se realizó en la Universidad de Iowa mediante un test PCR estándar. En total, se disponía de 157 partos de los animales control, y 130 de los seleccionados (Tabla 1). Los resultados se analizaron utilizando dos modelo mixtos. El primero, estrictamente aditivo, fue:

$$Y = M + OP + LINEA + ER + A + PERM + E, \qquad (1)$$

donde Y es el registro fenotípico (NV), M es la media general, OP es el orden de parto (1er, 2º, y 3er - 5º parto), LINEA es la línea de origen (H o C), ER es el genotipo del locus ER (AA o AB), A es el efecto aditivo infinitesimal (aleatorio), PERM es el efecto ambiental común entre partos de un mismo individuo (aleatorio), y E es el residuo. El segundo modelo incluía la interacción entre la línea y el genotipo ER:

$$Y = M + OP + (LINEA \times ER) + A + PERM + E. \qquad (2)$$

La heredabilidad y repetibilidad asumidas fueron las estimas REML en la población: 0.07 y 0.14, respectivamente (Alfonso et al., 1997). Se utliizó todo el pedigrí de la población (6016 individuos), pero sólo los datos fenotípicos de los animales genotipados. Las estimas de los parámetros y los test de hipótesis (prueba F) se realizaron con el programa PEST (Groeneveld et al., 1990).

Resultados y Discusión

El número de hembras por genotipo y línea se muestra en la tabla 1. No hay diferencias en las frecuencia alélicas entre líneas. Si acaso, y contrariamente a lo esperado, la frecuencia del alelo B es mayor en la línea no seleccionada. En principio, la diferencia observada entre las dos colas genotipadas (0.76 en valor genético) no se debe a un cambio en las frecuencias alélicas del locus ER. Sólo se encontró un animal con genotipo BB, por lo que el efecto de este genotipo no se incluyó en el resto de los análisis.

Los resultados del análisis con el modelo mixto se presenta en la tabla 2. Los resultados con ambos modelos, (1) y (2), son claramente distintos. Si se analiza el efecto del locus ER sin tener en cuenta el origen de los animales, no se detecta ningún efecto. En cambio, sí hay un efecto dentro de línea, pero diferente según el origen genético. La interacción ER x línea fue significativa. Hay, al menos, cuatro posibles explicaciones, no mutuamente excluyentes, para los resultados encontrados en esta población.

Azar: Debido al escaso número de animales genotipados y a la baja frecuencia del alelo B, la asociación encontrada es fortuita. En principio, la probabilidad de una interacción espúrea es el nivel de significación, que es inferior al 5 % en este trabajo (Tabla 2). No se puede descartar, sin embargo, que la baja frecuencia del alelo B en la población haya favorecido una asociación fortuita debida originalmente a deriva genética.

El locus ER es un marcador neutro: Esta hipótesis vendría apoyada por los resultados recientes de Legault et al. (1996) y de Bidanel et al. (1996), pero no por los de Rothschild et al (1996), Southwood et al. (1995) o de Short et al. (en preparación). No es de esperar que un marcador neutro sea responsable de una interacción entre ER y línea.

Pleiotropía: el gen ER se mantiene a frecuencias intermedias debido a efectos pleiotrópicos negativos sobre otros caracteres de interés económico, tales como crecimiento o espesor de tocino dorsal. Sin embargo, en ninguno de los trabajos citados ni en nuestros datos se han detectado efectos negativos en otros caracteres.

Epistasis: No es realista pensar que un solo gen es responsable de las diferencias en prolificidad para el conjunto de las razas porcinas. Los resultados encontrados en este trabajo se explican mejor si se asume que el gen ER interacciona con otros genes, cuyos haplotipos no tienen por qué ser los mismos en la línea seleccionada que en la control. Asimismo, la existencia de epistasis permitiría explicar, al menos parcialmente, las diferencias en el efecto del gen ER en distintas poblaciones o que el gen ER esté segregando a frecuencias intermedias en líneas con niveles de prolificidad muy diferentes.

Agradecimientos

Agradecemos a A. Sánchez y a L. Altet la extracción de ADN de las muestras de sangre y a P. Borràs y a E. Ramells su inestimable colaboración en la granja. Este trabajo se ha financiado gracias al IRTA, al INIA (proyecto 9084), y a la "Iowa Agriculture and Home Economics Experiment Station", Ames (EE.UU.).

Bibliografía

Alfonso L., Noguera J.L., Babot D. & Estany J. (1996) Livest. Prod. Sci. (en prensa).
Bidanel, J.P., Milan, D., Chevalet, et al. (1996) Proc 47th EAAP Meet., p. 40.
Groeneveld E., Kovac M. & Wang T. (1990) Proc. 4th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod. **12,** 488-491.
Legault C., Gruand J., Lebost J., et al. (1996). Journ. Rech. Porcine **28,** 9-14.
Noguera et al. (1997). ITEA (este volumen).
Rothschild M., Jacobson C., Vaske D., et al. (1996) Proc. Nat. Acad. Sci.U.S.A. **93,** 201-205.
Southwood O.I., Hoste S., Short T.H., et al. (1996) Anim. Sci. 62:625.

Tabla 1. Número de registros por orden de parto y de animales de cada genotipo en ambas líneas.

	Orden de parto			Genotipo		
Línea	1	2	≥3	AA	AB	BB
H	63	38	29	56	14	0
C	61	47	49	44	20	1

Tabla 2. Contrastes obtenidos con los modelos mixtos aditivo y con interacción descritos en las ecuaciones (1) y (2), respectivamente; Prob (F) es el nivel de significación.

Modelo	Contraste	Valor	Prob (F)
Aditivo	$ER_{AA} - ER_{AB}$	0.26±0.41	0.52
	$LINEA_H - LINEA_C$	1.74±0.41	0.00
Interacción	$(ER_{AA}-ER_{AB})xLINE_H$	-0.93±0.64	0.04
	$(ER_{AA}-ER_{AB})xLINE_C$	1.08±0.53	

COMPARACION DE CARACTERES REPRODUCTIVOS EN LAS PRIMERAS ETAPAS DE LA GESTACION EN LARGE WHITE , MEISHAN Y SUS CRUZAMIENTOS

A. Blasco[a] , M.A. Santacreu[a] , J.P. Bidanel[b]

[a]Dep. de Ciencia Animal. Universidad de Valencia. Apartado 22012. Valencia 46071

[b]SGQA. INRA. Domaine de Vilvert. Jouy-en-Josas. Francia

Se compararon distintos cruzamientos de Large White (LW) con Meishan (MS) para los caracteres siguientes: TO: Tasa de ovulación, NE: Número de embriones, SE: Supervivencia embrionaria (100 x NE/TO), POV: Peso de los ovarios (g), PUT-E: Peso del útero (g) dividido por NE, LUT-E: Longitud del útero (cm) dividida por NE. Los datos se recogieron alrededor de los 30 y 50 días de gestación. Los efectivos se encuentran en la tabla 1. Los datos fueron recogidos entre 1983 y 1989 en la estación de Le Magneraud (INRA). Los detalles de las poblaciones y el manejo se encuentran en Bidanel et al. (1989).

Se realizaron análisis de mínimos cuadrados con modelos que incluyeron el tipo genético de la hembra. Se incluyeron además los efectos de estación, orden de parto y las covariables peso a la monta (sólo para TO), peso al sacrificio (para el resto de las variables) y duración de la gestación en días (sólo para PUT-E y LUT-E). El efecto estación fue posteriormente excluido al no salir significativo en ningún análisis.

Tabla 1. Número de hembras de los distintos cruces, a 30 y 50 días de gestación.

Madre	LW		MS		LWxMS		MSxLW	
Padre	30	50	30	50	30	50	30	50
LW	17	7	32	13	10	7	18	5
MS	41	9	33	7	15	8	20	4

La interpretación de estos cruces según el modelo de Dickerson (1969) se encuentra en Bidanel et al. (1989). En una primera aproximación se han estimado las diferencias entre efectos directos (g^0), maternos (g^1) y de abuela (g^2) entre las dos razas, así como la heterosis directa (debido a que la hembra es cruzada) y materna (debido a que la madre de la hembra es cruzada) de la siguiente forma:

(A) $g^0_{LW} - g^0_{MS}$ = LWxLW - MSxMS - (MSxLW - LWxMS)

(B) $g^1_{LW} - g^1_{MS}$ = [LW(MSxLW) + MS(MSxLW) - LW(LWxMS) - MS(LWxMS)] / 2

(C) $g^2_{LW} - g^2_{MS}$ = LWxLW - MSxMS - ($g^0_{LW} - g^0_{MS}$) - ($g^1_{LW} - g^1_{MS}$)

(D) h_0 = [LWxMS + MSxLW - MSxMS - LWxLW] / 2

(E) h_1 = [LW(MSxLW) + LW(LWxMS) + MS(MSxLW) + MS(LWxMS) -

LWxMS - MSxLW -MSxMS - LWxLW] / 4

En la tabla 2 se presentan las medias por mínimos cuadrados de LW y MS y su F1 para los caracteres estudiados. La raza Meishan presenta una mayor tasa de ovulación que Large White que se debe a la diferencia entre los efectos directos (tabla 3). En estudios previos de estas poblaciones en Francia, se había encontrado que las hembras MS tenían una tasa de ovulación similar a las LW (Bolet et al., 1986; Bazer et al., 1988; Bidanel et al, 1990) en desacuerdo con los resultados encontrados por Haley y Lee (1990) en Gran Bretaña. Los cruces LWxMS y MSxLW presentan valores intermedios a las dos razas, no se ha detectado heterosis para este carácter de acuerdo con los resultados de la revisión de Blasco et al. (1993). Con el carácter peso del ovario ocurre lo mismo que lo descrito para la tasa de ovulación.

El número de embriones a los 30 días es superior en la raza Meishan en parte debido a las diferencias entre las dos razas para la tasa de ovulación. Cuando se calcula la diferencia entre ambos tipos genéticos corrigiendo por tasa de ovulación, la estima del contraste para los efectos directos es menor -1.8 frente a -3.32 embriones. Cuando se incluye la tasa de ovulación como covariable, la heterosis directa es de 0.84 ($p = 0.04$) para el número de embriones a los 30 días. Estos resultados están de acuerdo con lo que se obtiene para el carácter supervivencia hasta los 30 días de gestación, la raza Meishan presenta una mayor supervivencia. Bazer et al. (1988) también encuentran que las hembras MS presentan una mejor supervivencia hasta los 30 días que las hembras LW. En un estudio realizado entre los 20 y 22 días de gestación, Galvin et al. (1993) observan una mayor supervivencia en MS pero la heterosis directa en las hembras cruzadas (LWxMS) no es significativa.

A los 50 días de gestación, no hay diferencias entre las razas LW y MS para los efectos directos del número de embriones y la supervivencia. En ambos caracteres, se ha detectado heterosis directa en los cruces. Estos resultados deben considerarse con precaución debido al pequeño número de datos disponibles a los 50 días y a que todos son de la primera gestación. En estudios de estas poblaciones, MS presenta un tamaño de camada superior a LW (Bidanel et al., 1989).

El peso y la longitud del útero se han relacionado con la capacidad de la hembra para gestar con éxito más embriones. No se han encontrado diferencias significativas entre las razas LW y MS ni a los 30 ni a los 50 días de gestación para ninguno de los dos caracteres estudiados, peso y longitud del útero por embrión. La heterosis directa para PUT-30 y LUT-E-50 es negativa y no parece muy importante.

Los efectos maternos y de abuela no fueron significativos para ninguno de los caracteres estudiados.

Tabla 2. Medias por mínimos cuadrados de los caracteres estudiados a 30 y 50 días.

	TO	POV	NE-30	SE-30	PU30	LU30	NE-50	SE-50	PU50	LU50
LW	18.5	17.8	12.6	67.5	115	30	10.8	69.9	165	36
MS	22.8	22.4	18.5	78.4	118	27	11.1	65.7	177	34
LWxMS	19.5	20.5	17.3	86.3	97	24	12.9	82.9	158	25
MSxLW	20.5	20.6	16.5	79.6	105	26	13.4	81.7	138	23

Tabla 3. Contrastes (Large White - Meishan) para los efectos directos (g^0), maternos (g^1) y de abuela(g^2) y los efectos de heterosis directa y materna, h_0 y h_1, respectivamente.

	$g^0_{LW} - g^0_{MS}$	$g^1_{LW} - g^1_{MS}$	$g^2_{LW} - g^2_{MS}$	h_0	h_1
TO	-1.65 **	-0.67	0.15	-0.33	0.10
POV	-2.24 **	0.35	-0.40	0.21	0.06
NE-30	-3.32 **	0.62	-0.25	0.66	-0.17
SE-30	- 8.8 +	4.9	-1.5	5 *	-1.3
PUT-E-30	2.30	-7.24	3.5	-7.58 *	-0.45
LUT-E-30	2.77	-2.30	1.25	-1.51	-0.28
NE-50	0.17	-1.35	1.08	1.11+	0.51*
SE-50	1.5	-4.8	5.4	7.2*	1.6
PUT-E-50	-16	26	-16	-12	-8+
LUT-E-50	0.12	3.36	-2.31	-5.58*	-1.47

Referencias

Bazer, FW; Thatcher, WW; Martinat Botte, F; Terqui, M. 1988. J. Reprod. Fert. 84:37-42.

Bidanel, JP; Caritez JC; Legaut C. 1989. Genet. Sel. Evol. 21:507-526.

Bidanel, JP; Caritez, JC; Lagant, H. 1990. Symposium sur le Porc Chinois, 109-110.

Blasco, A; Bidanel, JP; Bolet, G:; Haley, CS; Santacreu, MA. Livest. Prod. Sci. 37:1

Bolet, G; Martinat Botte, F; Locatelli, A; Gruand, J; Terqui, M; Berthelot, F. 1986. Genet. Sel. Evol. 22:431-455.

Dickerson, GE. 1969. Anim. Breed. Abstr. 37:191-202.

Galvin, JM; wilmut, Y; Day, BN; Ritchie, M; Thompson, M; Haley, CS. 1993. J. Reprod. Fert. 98:377-384.

Haley, CS; Lee, GJ. 1990. Proceedings of the 4th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Edinburgh, XV:458-481.

ETH 5001: Un microsatélite asociado a un QTL porcino.

Calvo, J.H.; Martín-Burriel, I.; García-Muro, E.; Osta, R. y Zaragoza, P.
Laboratorio de Genética Bioquímica. Facultad de Veterinaria. 50013 Zaragoza.

INTRODUCCION

En la actualidad el desarrollo del subsector porcino en España es manifiesto. En España desde 1990 hasta 1995, la evolución de la producción de carne porcina ha supuesto un incremento del 13%, debido a una intensificación del sector porcino (Buxade, 1995). Sin embargo, la intensificación del sector porcino y el no cumplimiento de las normas establecidas por la UE en relación al bienestar animal en muchas explotaciones de España, así como las grandes distancias que pueden llegar a recorrer los lechones con destino a cebo y los cerdos con destino a matadero, produce estrés en los animales que conlleva canales DFD y PSE en animales genéticamente susceptibles. Esto hace necesaria la búsqueda de estrategias para minimizar los problemas derivados del estrés, y encontrar estrategias de trabajo que puedan favorecer la selección a favor de caracteres productivos y de calidad de carne.

En este sentido la utilización de la biotecnología del DNA en el diagnóstico del Síndrome de Estrés Porcino (SSP) presenta grandes ventajas de aplicación sobre la metodología clásica del diagnóstico del SSP mediante el test del halotano y la determinación indirecta mediante grupos de ligamiento (Calvo, 1996). Asimismo, la biotecnología del ADN puede utilizarse para la localización a nivel del ADN de loci relacionados con características cuantitativas, como son los QTL's. Una vez localizados los QTL's se puede realizar una selección en favor de genotipos favorables a características productivas y de calidad de carne, este tipo de trabajo se conoce como Selección Asistida por Marcadores (MAS) (Chevalet y Boichard, 1992). Uno de los nuevos QTL's hasta ahora conocido y estudiados en la especie porcina es el gen responsable del SSP.

El Síndrome de estrés porcino (SSP) conocido, también como Síndrome de Hipertermia maligna es un conjunto de síntomas, lesiones y alteraciones bromatológicas de la canal, que se ponen de manifiesto cuando el animal es sometido a estrés o le es suministrado el anestésico halotano, que puede acabar con la muerte de los animales genéticamente susceptibles a presentar la enfermedad. La lesión más característica de la enfermedad es la aparición de carnes PSE (pálidas, blandas y exudativas). La enfermedad, hoy se conoce, que está controlada por un gen autosómico recesivo denominado ryr-1 o gen receptor de la ryanodina. Este gen puede tener dos expresiones o alelos, siendo el alelo normal (C) dominante sobre el alelo mutado (T) que es responsable de la susceptibilidad de los animales a padecer la enfermedad (Fujii y cols., 1991).

En la zona intrónica del gen se encuentra situado el microsatélite ETH 5001 (Bolt y cols.,1993). Vögeli y cols.(1994), asocian un genotipo del microsatélite ETH 5001 con la susceptibilidad de algunos animales a presentar la enfermedad.

En este trabajo presentamos los resultados encontrados para los loci ryr-1 y ETH 5001 y la relación encontrada entre ambos con el fin de utilizar el microsatélite como medio de detección de los animales genéticamente susceptibles a presentar la enfermedad.

MATERIAL Y METODOS

Para la realización del presente estudio fueron testados 81 animales pertenecientes a las razas Pietrain, Landrace, Large White y Hampshire. La extracción de ADN se realizó a partir de sangre y de semen (Osta y cols., 1994).

Para llevar a cabo el diagnóstico del SSP se amplificó mediante PCR, un fragmento de 199 bp del gen ryr-1 que contenía la mutación causante de la susceptibilidad de los animales a presentar la enfermedad. Cada mezcla de amplificación presentó un volumen final de 50 µl que contienen 200 ng de ADN, 200 mM de cada dNTP, 0.2 pmol de cada oligonucleótido cebador, 10 mM de TRIS HCl, 50 mM KCl, 0.1 % Tritón X-100, 1.5 mM de $MgCl_2$ y 1.25 U de Taq DNA polimerasa. Se realizarón 30 ciclos por medio de la PCR, destacando una temperatura de 62ºC de hibridación de los oligonucleótidos cebadores. El producto amplificado se digirió con la enzima BsiHKA I, la cual reconoce una secuencia en el alelo mutado (T) y por lo tanto corta originando dos fragmentos mientras que en el alelo normal (C) no corta apareciendo un único fragmento.

La caracterización del microsatélite ETH 5001 en la población estudiada, se llevo a cabo mediante la realización de la técnica PCR, en la que la mezcla de amplificación presentó un volumen de 25 µl que contienen 150 ng de ADN, 200mM de cada dNTP, 85 pmol de cada oligonucleótido cebador, 10 mM de Tris HCl, 50 mM KCl, 0.1% Tritón X-100, 1.5 mM $MgCl_2$ y 1.25 U de Taq ADN polimerasa. Se realizaron 30 ciclos por medio de la PCR, destacando una temperatura de 62ºC de hibridación de los oligonucleótidos cebadores. Tras la amplificación los distintos alelos fueron visualizados mediante la separación en gel desnaturalizante de poliacrilamida al 9% y posterior tinción con plata.

RESULTADOS Y DISCUSION

En nuestro estudio obtuvimos un nuevo fragmento del locus ryr-1 de 199 bp que contenía la mutación causante de la enfermedad. Tras la digestión con la enzima BsiHKA I se pudieron diferenciar los siguientes genotipos en función de los distintos patrones de bandas encontrados: Animales sanos y no portadores de la enfermedad (C/C): una banda de 199 bp; animales sanos y portadores de la

enfermedad (C/T): tres bandas de 199, 165 y34 bp; animales susceptibles de presentar la enfermadad y transmisores de la misma (T/T/): dos fragmentos de 165 y 34 bp.

En relación al microsatélite ETH 5001 se encontraron para el mismo 3 alelos, todos ellos con herencia mendeliana y codominantes. Las tallas encontradas para dichos microsatélite fueron de 401, 389 y 349 bp que podrían ser los equivalentes a los alelos encontrados por Bolt y col. (1993) con tallas de 148, 136 y 96 bp.

Vögeli y col. (1994), encontraron una relación entre el microsatélite ETH 5001 y el locus ryr-1. De forma que los animales que presentan genotipo T/T para el locus ryr-1 presentan el genotipo 96/96 (349/349 en nuestro estudio) para el locus ETH 5001, es decir, todos los animales T/T eran animales 349/349. Sin embargo, en nuestro estudio animales con genotipo T/T mostraron genotipos 349/349, 349/389 y 401/349. Aunque si se encontró una relación entre la aparición de animales con genotipo 349/349 para el locus ETH 5001 y el T/T para el locus ryr-1, pero sin poder concluir que todos los animales con genotipo 349/349 iban a ser animales susceptibles de presentar la enfermedad (T/T), con lo cual se hubiera simplificado y abaratado el diagnóstico al no tener que utilizar enzimas de restricción.

Podemos concluir que no se puede utilizar únicamente el microsatélite ETH 5001 como método de diagnóstico del SSP, sin embargo el diagnóstico mediante la amplificación de un fragmento de 199 bp del gen ryr-1 que contenga la mutación responsable de la enfermedad y posterior digestión con enzimas de restricción resulta el método de elección por su eficacia y rapidez en el diagnóstico.

BIBLIOGRAFIA

BOLT, R., VÖGELI, P. y FRIES,R. (1993). A polimorphic microsatellite at the RYR1 locus in swine. Anim. Genet. **24**: 72.

BUXADE, C. (1995). La ganadería en la Unión Europea. En: "Zootecnia, bases de la producción animal. Tomo I, Capítulo III. C. Buxadé (coordinador) Ed. Mundi-Prensa.

CALVO, J.H. (1996). Estudio de marcadores moleculares para la identificación individual y la detección de portadores del Síndrome de Estrés Porcino. Memoria de Licenciatura. Facultad de Veterinaria de Zaragoza.

CHEVALET, C. y BOICHARD, D. (1992).Utilisation des marqueus pour localiser les gènes responsables de la variabilité des caractères quantitatifs (QTL). Productions animales. Génétique quantitative. INRA.

FUJII, J., OTSU, K., ZORZATO, F., DeLEON, S., KHANNA, V.K., WEILER, J.E., O'BRIEN, P.J. y MacLENNAN, D.H. (1991). Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with Malignant Hyperthermia. *Science* **253**: 448-453.

OSTA, R., ZARAGOZA, P., RODELLAR, C., MARTIN, I., MARCOS, S. y ZARAZAGA, I. (1994). Tipificación rápida mediante PCR/RFLPs de variantes génicas de lactoproteínas en 7 poblaciones españolas de ganado vacuno. ITEA, **90**.

VÖGELI, P., BOLT, R., FRIES, R. y STRANZINGER, G. (1994). Cosegregation of the Malignant Hyperthermia and the arg615-cys615 mutation in the skeletal muscle calcium realase channel protein in five European Landrace and Pietrain pig breeds. *Anim. Genet.* **25** (Suppl.1) 59-66.

CARACTERÍSTICAS Y APLICACIONES DE LA TRANSGÉNESIS EN ANIMALES DOMÉSTICOS

Josep M. Folch Albareda

Unitat de Genètica i Millora, Departament de Patologia i Producció Animals, Facultat de Veterinária, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra

1. INTRODUCCIÓN

En 1980 Gordon *et al.* describieron por primera vez la creación de ratones transgénicos por microinyección de ADN exógeno en el pronúcleo de embriones en estadio de una célula. Inmediatamente después, otros cuatro grupos lograron también obtener ratones transgénicos y demostraron que el ADN introducido se transmitía a la descendencia y se expresaba.

La primera demostración de la posibilidad de alterar el fenotipo en los animales transgénicos fue obtenida por Palmiter *et al.* (1982), que microinyectó en ratones el gen que codifica la hormona de crecimiento de rata fusionado con el promotor de la metalotioneína. Los ratones transgénicos expresaban la hormona de crecimiento en diversos tejidos y mostraban un tamaño corporal mucho mayor (de 2 a 4 veces el tamaño normal de un ratón).

Un animal transgénico se puede definir como aquel cuyo genoma ha sido modificado por la introducción de un ADN exógeno o por la deleción de un fragmento de ADN propio. El ADN exógeno puede ser un gen de otra especie o una secuencia nucleotídica manipulada de la misma especie. El nuevo gen introducido se denomina transgén y, normalmente, se encuentra integrado de forma estable en el genoma del animal transgénico.

2. TÉCNICAS DE TRANSFERENCIA DE GENES

Diferentes métodos han sido desarrollados para la obtención de animales transgénicos:

2.1. Microinyección de ADN en pronúcleo de embriones

Consiste en la microinyección de ADN en el pronúcleo (normalmente el masculino debido a su mayor tamaño) de embriones en estadio de una célula y la posterior transferencia de estos embriones al oviducto de hembras receptoras sincronizadas hormonalmente. Es una técnica relativamente simple y ha sido utilizada extensamente en ratones y en casi todos los animales transgénicos obtenidos en especies productivas. La eficiencia de integración del transgén (animales transgénicos/embriones microinyectados y transferidos) es muy variable, siendo como promedio del 1% en animales domésticos y del 3% en animales de laboratorio (Wall, 1996). La microinyección en animales domésticos se ve dificultada por la opacidad de los óvulos, que impide la visualización de los pronúcleos, y hace necesario centrifugar los óvulos o utilizar técnicas de microscopia especiales. El número de embriones que se pueden recuperar por superovulación es limitado y se están desarrollando técnicas que permiten la obtención de embriones mediante la maduración y fecundación *in vitro* de óvulos de ovarios de animales sacrificados en matadero. Además, en especies poco prolíficas es necesario disponer de un elevado número de madres receptoras para implantar los embriones microinyectados. Uno de los mayores inconvenientes de este método es la imposibilidad de controlar el número de copias y el lugar de integración del transgén.

2.2. Vectores retrovíricos.

Los retrovirus pueden ser modificados para clonar fragmentos de ADN y ser utilizados como vectores para infectar embriones animales. Son potencialmente interesantes debido a la elevada eficiencia de integración del transgén observada en ratones y a la inserción de una única copia intacta del transgén en una determinada localización cromosómica. Presentan, sin embargo, algunos inconvenientes como son la limitación en el tamaño de los insertos de ADN que pueden ser introducidos en los retrovirus (menor de 10 kb), la integración del transgén en sólo una fracción de las células del embrión generándose animales mosaico que no transmiten o lo hacen con una frecuencia baja el transgén a la descendencia, los problemas en el control de la expresión del transgén debido a la presencia de secuencias reguladoras propias del retrovirus y las dudas sobre la seguridad de estos vectores debido a la posibilidad de que sean activados por recombinación con provirus existentes en el genoma huésped. La utilización de retrovirus en animales productivos ha sido muy escasa y sólo se ha descrito la obtención de transgénicos en ratones y en aves. En cerdos y ovejas se han utilizado retrovirus salvajes, pero no se han encontrado evidencias de la integración del ADN en línea germinal.

2.3. Células embrionarias totipotentes

Las células ES (*Embryonic Stem Cells*) son células totipotentes derivadas de blastocitos que pueden ser cultivadas *in vitro* manteniendo su totipotencia. Es decir, pueden implantarse en un embrión receptor en desarrollo y formar parte de diferentes tejidos, incluyendo la línea germinal. Los animales obtenidos serán por tanto quimeras. Su principal ventaja es la capacidad de ser transformadas con un ADN de interés y posteriormente seleccionadas *in vitro* para un determinado genotipo antes de ser implantadas en un embrión. Es una técnica compleja, pero es la única que permite dirigir por recombinación homóloga la integración del transgén en una localización genómica concreta. Permite inactivar la expresión de un gen (knock-out), sustituir un gen por una versión modificada en el laboratorio y controlar mejor la expresión de un transgén al poder integrarlo en un lugar específico del genoma. El mayor inconveniente de esta técnica es la ausencia del transgén en la línea germinal de muchos de los animales. Se ha utilizado sólo en la manipulación del genoma del ratón porque no se ha logrado todavía obtener células ES en especies domésticas a pesar del enorme esfuerzo dedicado.

2.4. Otros métodos

Transfección de espermatozoides. Consiste básicamente en incubar con ADN los espermatozoides, utilizados como vehículo para la transgénesis, y realizar una fecundación *in vitro*. La obtención de ratones transgénicos mediante esta técnica fue descrita por Lavitrano *et al.* en 1989, sin embargo, diferentes grupos no pudieron reproducir estos experimentos. Posteriormente, se ha demostrado que los espermatozoides de diferentes especies son capaces de incorporar ADN y recientemente, se han obtenido cerdos transgénicos (Sperandio *et al.*, 1996). Uno de los mayores problemas de esta técnica es la presencia de reordenaciones en los transgénes introducidos.

Adenovirus como vectores. Este nuevo método (Tsukui *et al.*, 1996) ha sido descrito para la obtención de ratones transgénicos y consiste en la utilización de adenovirus como vectores para transferir genes a embriones de ratón en estado de pronúcleos a los que se retira la zona pelúcida.

3. CARACTERÍSTICAS DE LOS ANIMALES TRANSGÉNICOS

Los transgenes contienen normalmente secuencias reguladoras y estructurales. Las secuencias reguladoras son las que determinarán el tipo de tejido y momento de expresión del transgén. El elemento estructural es la secuencia de ADN que codifica para la proteína que se quiere expresar.

En la técnica de microinyección, el ADN se integra normalmente en forma de múltiples copias del transgén y en una única localización cromosómica. Se desconoce el mecanismo molecular de integración de los transgenes y parece no existir límite en el tamaño del fragmento de ADN. La mayoría (>62%) de los animales transgénicos fundadores son mosaicos (sólo una proporción de sus células son portadoras del transgén). Se cree que este fenómeno se produce por la integración del transgén en el genoma después de la primera replicación del ADN cromosómico (Whitelaw *et al.*, 1993). Los animales fundadores son hemicigotos y, por tanto, es de esperar que transmitan el transgén al 50% de su descendencia. No obstante, algunos animales transgénicos no transmiten el transgén o lo hacen con frecuencias inferiores al 50%. La explicación más probable de este fenómeno es el mosaicismo en las células de la línea germinal.

No siempre se produce la expresión del transgén y, a veces, se observa en tejidos o en momentos del desarrollo no específicos (expresión ectópica). En general, la expresión del transgén depende del lugar de integración en el genoma, por lo que diferentes líneas de transgénicos pueden tener patrones de transcripción muy diferentes. Este efecto posicional puede ser debido a la estructura de la cromatina o a la presencia de elementos reguladores próximos. En algunos transgenes se ha descrito una expresión independiente del lugar de integración, encontrándose una correlación entre los niveles de expresión y el número de copias del transgén. Se han identificado algunos elementos responsables de esta expresión independiente (LCR, MAR, SAR) y se cree que tienen una actividad *enhancer* y/o crean dominios funcionales que aíslan el transgén de la estructura de la cromatina propia del lugar de integración.

4. APLICACIONES DE LOS ANIMALES TRANSGÉNICOS

El interés de los animales domésticos transgénicos se ha centrado en cuatro áreas principales (Pursel, 1995): la mejora de caracteres productivos, la resistencia a enfermedades, la utilización de estos animales como modelo de enfermedades humanas y la síntesis de productos biomédicos.

4.1. Mejora de caracteres productivos

La tecnología de animales transgénicos es potencialmente útil para modificar caracteres de importancia económica de una forma rápida y precisa. A diferencia de las técnicas de selección, es

necesario un conocimiento de los genes que controlan estos caracteres y su regulación.

Crecimiento. En muchos de los primeros trabajos en especies domésticas se utilizó la hormona de crecimiento dirigida por el promotor de la metalotioneína para controlar su expresión. En estudios posteriores se utilizaron, además de la hormona de crecimiento, el factor liberador de la hormona de crecimiento, IGF-I, cSKI y un receptor de estrógenos (revisado en: Cameron *et al.*, 1994; Pursel, 1995), dirigidos por diversos promotores. Se obtuvieron cerdos y ovejas transgénicas que mostraban niveles elevados de la hormona de crecimiento en el suero. Sin embargo, no se consiguió incrementar la tasa de crecimiento y sólo en algunas líneas se aumentó la ganancia media diaria cuando se suplementó la dieta con proteínas. Los mayores efectos se observaron en la reducción de grasa en la canal. Sin embargo, un número elevado de diferentes patologías y una reducción de la capacidad reproductiva fueron descritas en estos animales. Los promotores utilizados no han permitido un control eficiente de la expresión del transgén y, actualmente, se está trabajando con construcciones más complejas que activen o repriman la expresión del transgén de una forma más precisa.

Producción de lana. Los objetivos son mejorar la producción de lana de oveja y modificar las propiedades de su fibra. Debido a que la cisteína parece ser el aminoácido limitante en la síntesis de lana, la primera aproximación para incrementar su producción consistió en transferir genes bacterianos de biosíntesis de cisteína al genoma ovino. Sin embargo, en esta aproximación no se logró la expresión de estos enzimas en el rumen de las ovejas transgénicas. Otra estrategia consistió en dirigir la expresión de IGF-I al folículo de la lana mediante la utilización de un promotor específico (Damak *et al.*, 1996). Se logró incrementar la producción de lana (expresada como peso neto de lana) en un 6,2 % como promedio con respecto a los animales no transgénicos. Fue la primera demostración de la mejora de un carácter productivo en especies domésticas por transgénesis, sin que se observaran efectos deletéreos en los animales.

Composición de la leche. Las proteínas lácteas están codificadas por genes de copia única que pueden ser manipulados para modificar la composición y propiedades de la leche. Entre las diferentes aplicaciones (revisado en Bawden *et al.*, 1994) de la modificación de la leche en animales transgénicos, cabe destacar las siguientes:

a) Maternizar la leche de vaca para hacerla más apropiada al consumo de los bebés. Las principales diferencias entre la leche humana y la bovina son la ausencia de β-lactoglobulina (β-LG), una relación proteínas séricas/caseínas mayor, y un elevado contenido de lactoferrina y lisozima. La lactoferrina es responsable del transporte de hierro e inhibe el crecimiento bacteriano. Para introducir la lactoferrina humana en la leche bovina, se obtuvieron vacas transgénicas (Krimperfort *et al.*, 1991), pero no se ha descrito la producción de lactoferrina en la leche de estos animales. La eliminación de la β-LG en la leche de vaca sería otro objetivo interesante debido a que es uno de los principales determinantes de alergia a la leche.

b) Reducir el contenido de lactosa en la leche para permitir su consumo a las personas con intolerancia a la lactosa. Se estima que un 70% de la población mundial es deficiente en lactasa intestinal, enzima necesaria para digerir la lactosa. La reducción en lactosa se podría conseguir expresando β-galactosidasa en la leche o disminuyendo el contenido de α-lactalbúmina (α-LA; proteína láctea implicada en la síntesis de lactosa). En ratones transgénicos en los que se inactivó el gen de la α-LA (Stinnakre *et al.*, 1994), se obtuvo una leche sin α-LA y lactosa. Sin embargo, ésta era muy viscosa y no era secretada fuera de la glándula mamaria debido a la importancia de la lactosa en la osmoregulación de la leche.

c) Variar el contenido de caseínas de la leche para incrementar su valor nutricional y el rendimiento en la producción de queso. Algunas de las líneas de investigación en las que se está trabajando para mejorar el rendimiento quesero son el incremento en el número de copias del gen de la k-CN, la reducción del tamaño de las micelas y la modificación de la κ-CN para hacerla más susceptible a la digestión con quimosina.

4.2. Resistencia a enfermedades

Las aproximaciones que se están realizando incluyen la transferencia de genes de resistencia naturales, de anticuerpos y de proteínas de la membrana vírica (Pursel, 1995). Así, un alelo del gen Mx del ratón, que le confiere resistencia al virus *influenza*, fue transferido al genoma porcino. No obstante, no se obtuvo expresión del mismo. También, diferentes anticuerpos fueron utilizados para generar cerdos y ovejas transgénicas, pero se formaron siempre anticuerpos quiméricos constituidos por cadenas ligeras codificadas por el transgén y cadenas pesadas codificadas por genes del propio animal, que no demostraron la especificidad deseada. La expresión de un transgén que codifica una proteína de la envuelta del virus de la leucemia avícola permitió obtener aves de corral resistentes al subgrupo A de este virus, pero no al subgrupo B. En ovejas se introdujo el gen de la envuelta proteica del

retrovirus *visna* y los animales transgénicos obtenidos expresaron el gen, pero no se ha demostrado todavía su resistencia a la infección vírica.

4.3. Modelo animal para enfermedades humanas

Los ratones transgénicos han sido utilizados como modelo de enfermedades genéticas humanas, para ello se elimina el gen o se reemplaza por una forma mutada del mismo. También, sería útil disponer de animales de mayor tamaño como modelo, aunque sería necesario desarrollar la metodología de células ES en especies domésticas.

4.4. Síntesis de productos biomédicos y órganos para transplantes

Es la aplicación de la transgénesis en los animales domésticos que ha dado mayores éxitos y ha permitido la síntesis de proteínas terapéuticas humanas de muy difícil obtención por otros medios.

La glándula mamaria ha demostrado ser el órgano ideal para la expresión de proteínas recombinantes por su elevada capacidad de síntesis, los escasos riesgos que presenta la expresión del transgén sobre la salud del animal y la facilidad de recolección y purificación del producto. La estrategia seguida para expresar proteínas en la glándula mamaria en lactación consiste en la utilización de construcciones que contienen la región codificante del gen que se desea expresar, fusionado con las regiones reguladoras de los genes que codifican las proteínas lácteas. Se han empleado los promotores de diversos genes de proteínas lácteas, incluyendo la β-LG ovina, la αS1-CN bovina, la β-CN de vaca, rata y conejo y la WAP de ratón y conejo. Se han obtenido ovejas, cabras, vacas, cerdos y conejos transgénicos (Tabla I) para diversos productos terapéuticos. El resultado más espectacular corresponde a la expresión de α_1 antitripsina (α_1AT) humana controlada por el promotor de la β-LG ovina. Así, ovejas transgénicas para esta construcción produjeron hasta 37,5 g/l de α_1AT, es decir, más del 50% del contenido total de proteína de la leche. Resultados comercialmente interesantes fueron también descritos en la expresión, en cabras transgénicas, del activador tisular plasminógeno dirigido por el promotor de la β-CN caprina y en la expresión, en cerdos transgénicos, de la proteína C humana controlada por la WAP de ratón.

En fase preliminar, se encuentra la producción de hemoglobina humana en cerdos y la modificación de órganos en animales transgénicos, principalmente cerdos, para disminuir el rechazo en el transplante de estos órganos a humanos (revisado en Wall, 1996).

Tabla I

Expresión de proteínas terapéuticas en la glándula mamaria de animales domésticos transgénicos.

Animal transgénico	Gen regulador	Proteínas humanas producidas	Nivel de expresión (ml^{-1})	Referencia
Oveja	β-LG ovina	FIX (cDNA)	25 ng	Clark *et al.*, 1989
Oveja	β-LG ovina	α_1AT (cDNA)	5 µg	Simons *et al.*, 1988
Oveja	β-LG ovina	α_1 AT (gen)	1,5-37,5 mg	Wright *et al.*, 1991
Cabra	WAP ratón	tPA (cDNA)	3-6 µg	Ebert *et al.*, 1991
Cabra	β-CN caprina	tPA (cDNA)	1-3 mg	Ebert *et al.*, 1994
Vaca	αS1-CN bovina	LF (cDNA)	N.D.	Krimpenfort *et al.*, 1991
Vaca	αS1-CN bovina	EPO (gen)	N.D.	Hyttinen *et al.*, 1994
Cerdo	WAP ratón	Proteína C (cDNA)	0.001-1 mg	Velander *et al.*, 1992
Conejo	β-CN conejo	IL-2 (gen)	50-430 ng	Bühler *et al.*, 1990

N.D.: no determinado.

α_1AT: α_1 antitripsina; EPO: eritropoyetina; FIX: factor IX de coagulación; IL-2: interleukina 2; LF: lactoferrina; tPA: activador tisular plasminógeno

5. PERSPECTIVAS FUTURAS

Las técnicas para la obtención de animales transgénicos en especies de interés productivo son todavía ineficientes. Algunas aproximaciones que podrían incrementar esta eficiencia son la selección de embriones transgénicos antes de su implantación en madres receptoras, el desarrollo de células embrionarias totipotentes y el transplante de núcleos de células embrionarias a óvulos.

Para tener mayores garantías de éxito, es importante probar la eficiencia y especificidad de expresión de una construcción en ratones transgénicos antes de ser transferida a una especie doméstica. Aunque no siempre los resultados obtenidos en ratones son extrapolables a otras especies. Una alternativa reciente consiste en la transformación de tejidos somáticos de animales desarrollados, mediante técnicas similares a las utilizadas en terapia génica.

La utilización, en el futuro, de la transgénesis en la mejora de caracteres productivos se encuentra limitada por nuestro desconocimiento sobre la identidad y regulación de los genes que determinan estos caracteres. El avance en la elaboración de mapas genéticos permitirá disponer de un número mayor de genes candidatos susceptibles de ser manipulados.

Una de las aplicaciones más prometedoras a corto plazo es la síntesis de productos biomédicos o de elevado interés comercial en animales transgénicos. La primera generación de productos terapéuticos sintetizados en la glándula mamaria está siendo evaluada en pruebas clínicas para su pronta comercialización. Un mayor conocimiento sobre los mecanismos que determinan la integración de los transgenes y sobre la regulación génica permitirá un control más preciso de la expresión de los transgenes.

6. BIBLIOGRAFÍA

Bawden W.S., Passey R.J. y Mackinlay A.G. (1994) Biotech. Genet. Eng. Rev., 12:89-137.

Bühler Th. A., Bruyère Th., Went D.F., Stranzinger G. y Bürki K. (1990) Bio/Technology, 8:140-143.

Cameron E.R., Harvey M.J.A. y Onions D.E. (1994) Br. Vet. J., 150:9-24.

Clark A.J., Bessos H., Bishop J.O., Brown P., Harris S., Lathe R., McClenaghan M., Prowse C., Simons J.P., Whitelaw C.B.A. y Wilmut I. (1989) Bio/Technology, 7:487-492.

Damak S., Su H., Jay N. P. y Bullock D. W. (1996) Bio/Technology, 14:185-188.

Ebert K.M., Selgrath J.P., DiTullio P., Denman J., Smith T.E., Memon M.A., Schindler J.E., Monastersky G.M., Vitale J.A. y Gordon K. (1991) Bio/Technology, 9:835-838.

Ebert K.M., DiTullio P., Barry C.A., Schindler J.E., Ayres S.L., Smith T.E., Pellerin L.J., Meade H.M., Denman J. y Roberts B. (1994) Bio/Technology, 12:699-702.

Gordon J.W., Scangos G.A., Plotkin D.J., Barbosa J.A. y Ruddle F.H. (1980) Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 77:7380-7384.

Hyttinen J.M., Peura T., Tolvanen M., Aalto J., Alhonen L., Sinervirta R., Halmekytö M., Myöhänen S. y Jänne J. (1994) Bio/Technology, 12:606-608.

Krimperfort P., Rademakers A., Eyestone W., Van Der Schans A., Vand Der Boek S., Kooiman P., Kootwijk E., Platenburg G., Pieper F., Strijker R. y De Boer H. (1991) Bio/Technology, 9:844-847.

Lavitrano M., Camoaioni A., Fazio V.M, Dolci S., Farace M.G. y Spadafora C. (1989) Cell, 57:717-723.

Palmiter R.D., Brinster R.L., Hammer R.E., Trumbauer M.E., Rosendfeld M.G., Birnberg N.C. y Evans R.M. (1982) Nature, 300:611-615.

Pursel V.G. (1995) K.H. Engel, G.R. Takeoka y R. Teranishi (eds). Genetically modified foods: safety issues. ACS Symposium series, 605. American Chemical Society, pag. 211-229.

Simons J.P., Wilmut I., Clark A.J., Archibald A.L., Bishop J.O. y Lathe R. (1988) Bio/Technology, 6:179-183.

Sperandio S., Lulli V., Bacci M.L., Forni M., Maione B., Spadafora C. y Lavitrano M. (1996) Anim. Biotechnol., 7:59-77.

Stinnakre M.G., Vilotte J.L, Soulier S. y Mercier J.C. (1994) Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 91:6544-6548.

Tsukui T., Kanegae Y., Saito I. y Toyoda Y. (1996) Nature BioTechnol., 14:982-985.

Velander W.H., Johnson J.L., Page R.L., Russell C.G., Subramanian A., Wilkins T.D., Gwazdauskas F.C., Pittius C. y Drohan W. (1992) Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 89:12003-12007.

Wall, R.J. (1996) Theriogenology, 45:57-68.

Whitelaw C.B.A., Springbett A.J., Webster J. y Clark J. (1993) Transgenic Res., 2:29-32.

Wright G., Carver A., Cottom D., Reeves D., Scott A., Simons P., Wilmut I., Garner I. y Colman A. (1991) Bio/Technology, 9:830-834.

RESULTADOS DE OCHO GENERACIONES DE SELECCION DIVERGENTE POR CAPACIDAD UTERINA EN CONEJO

Argente, M.J; Santacreu, M.A; Climent, A; Blasco, A.
Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia.
Apartado 22012. Camino de Vera, 14. 46071 Valencia.

INTRODUCCION

La pequeña respuesta a la selección por tamaño de camada obtenida en la mayor parte de los experimentos llevados a cabo en cerdo y en conejo (Blasco et al., 1993) ha motivado la búsqueda de métodos alternativos. La selección por capacidad uterina ha sido propuesta como una alternativa a la selección directa en cerdo (Bennett y Leymaster, 1989), en ratón (Clutter et al., 1990), y en conejo (Blasco et al., 1994; Bolet et al., 1994). Christenson et al. (1987) definen la capacidad uterina como el máximo número de fetos que una hembra es capaz de llevar al término de la gestación cuando el número de óvulos no es el factor limitante. La capacidad uterina depende: del número de embriones implantados y de la supervivencia postimplantación. La histerectomía-ovariectomía unilateral ha sido propuesta como una técnica adecuada para medir la capacidad uterina en cerdo (Dziuk, 1968; Christenson et al., 1987). La ovariectomía unilateral provoca la duplicación de la tasa de ovulación sobre el ovario remanente. En conejo no hay transmigración embrionaria, por lo cual se duplica el número de embriones con posibilidad de implantarse en el cuerno uterino remanente. En conejo, a diferencia con el cerdo y el ratón, es posible contabilizar el número de cuerpos lúteos y el número de embriones implantados mediante una laparoscopía sin dañar el tamaño de camada (Santacreu et al., 1990). Blasco et al. (1994) proponen el tamaño de camada en hembras ovariectomizadas unilateralmente (ULO) para estimar la capacidad uterina.

El objetivo de este trabajo es analizar la respuesta a la selección por capacidad uterina en las ocho primeras generaciones de selección.

MATERIAL Y METODOS

Animales

Los animales procedieron de una línea sintética seleccionada por tamaño de camada al destete. Cada línea divergente constó de unas 40 hembras y unos 12 machos por generación. Se extirpó el ovario izquierdo a todas las hembras antes de alcanzar su pubertad. Las hembras se llevaron a la monta por primera vez alrededor de las 18 semanas de vida. Se les siguió llevando a la monta a los 10 días después de cada parto. A todas las hembras se les practicó una laparoscopía a los 12 días de su segunda gestación. Con esta técnica se contabilizó el número de cuerpos lúteos y el número de embriones implantados. El criterio de selección fue incrementar y disminuir el tamaño de camada en las hembras ovariectomizadas unilateralmente (ULO). Los animales se seleccionaron por sus valores aditivos, estimados a través de metodología BLUP. Se utilizó un modelo animal con repetibilidad, y los efectos fijos de la generación y del orden de parto. Se dispuso de un grupo de hembras intactas en la generación quinta, sexta, séptima y octava. Estas hembras estaban emparentadas con las hembras seleccionadas por capacidad uterina.

Caracteres

Los caracteres analizados fueron:TO:tasa de ovulación. EI:número de embriones implantados. SE:supervivencia preimplantación (EI/TO). SF:supervivencia postimplantación (NT/EI). SP:supervivencia prenatal (NT/TO). NM:número de fetos muertos desde la implantación al parto (EI-NT). Todos estos caracteres fueron medidos a los 12 días de la segunda gestación. NT: tamaño de camada medido en los cuatro primeros partos.

Análisis Estadísticos

El modelo utilizado para calcular las diferencias entre las medias por mínimos cuadrados consideró los efectos fijos generación, línea jerarquizada a generación, y el orden de parto-lactación.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las diferencias entre líneas en el tamaño de camada se mantienen a lo largo de las ocho primeras generaciones de selección (figura 1). Las diferencias en el tamaño de camada parecen estar asociadas con las diferencias entre las líneas en el número de embriones implantados. El resto de los componentes del tamaño de camada no parece seguir un patrón claro. La tabla 1 muestra las diferencias entre las líneas de capacidad uterina en el tamaño de camada y sus componentes en las hembras INTACTAS. Las diferencias en el tamaño de camada encontradas en las hembras ULO se mantienen en las hembras INTACTAS. Los factores que inciden sobre estas diferencias son difíciles de determinar, debido al pequeño tamaño muestral.

En ratón, la selección por capacidad uterina ha tenido éxito en mejorar el tamaño de camada, aunque ésta no fue más efectiva que la selección por tamaño de camada (Kirby y Nielsen, 1993).

La selección divergente por capacidad uterina ha tenido éxito en aumentar y disminuir el tamaño de camada en hembras unilateralmente ovariectomizadas. Estas diferencias estuvieron asociadas a diferencias en el número de embriones implantados. No se ha observado que las diferencias en el número de embriones implantados se debieran a diferencias entre las líneas en tasa de fecundación (Fayos et al., 1994), en la uniformidad del desarrollo embrionario (Santacreu et al., 1996) o diferencias en la proporción de embriones de mala calidad. Tal vez, dichas diferencias se deban a diferencias entre las líneas en el ambiente uterino.

Tabla 1. **Diferencias entre la línea de alta y de baja capacidad uterina en hembras INTACTAS.**

NT	TO	EI	NM	SE	SF	SP
$1.53\pm0.28^{**}$	0.63 ± 0.64	0.72 ± 0.71	$-1.45\pm0.80^{+}$	0.02 ± 0.04	$0.15\pm0.06^{**}$	$0.13\pm0.06^{*}$

**P<0.01. *P<0.05. +P<0.10.

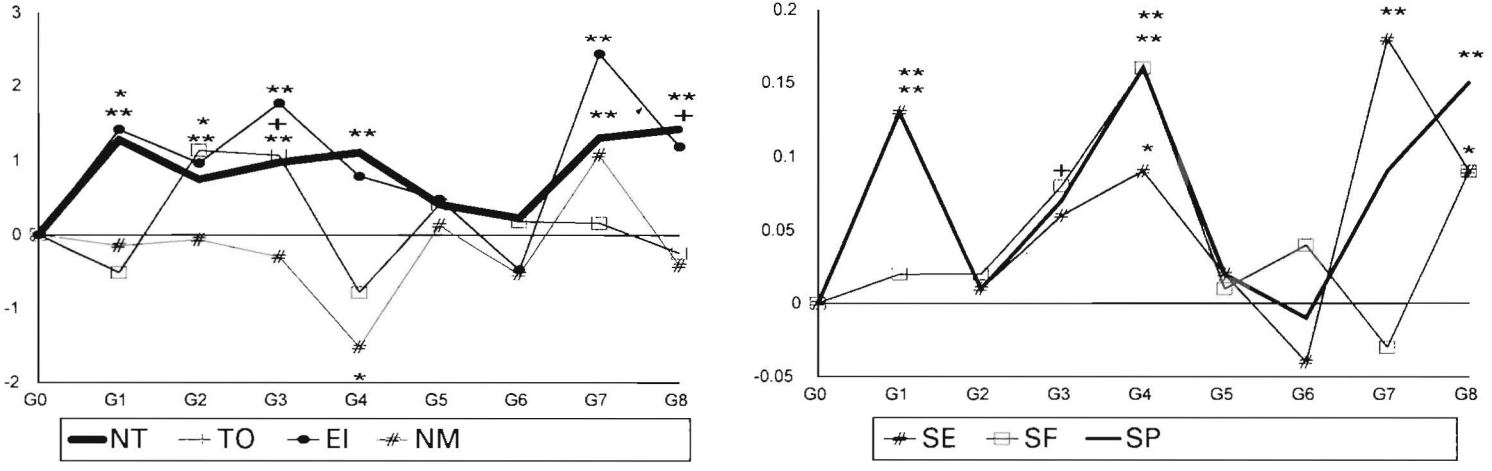


Figura 1. Evolución de las diferencias entre la línea de alta y de baja capacidad uterina a lo largo de las ocho primeras generaciones de selección en el tamaño de camada (NT), la tasa de ovulación (TO), el número de embriones implantados (EI), el número de fetos muertos (NM), la supervivencia preimplantación (SE), la supervivencia postimplantación (SF) y la supervivencia prenatal (SP).P<0.01.*P<0.05.+P<0.10.**

REFERENCIAS

Bennett, G.L; Leymater, K.A. 1989. J. Anim. Sci. 67, 1230-1241.
Blasco, A; Bidanel, J.P; Bolet, G; Haley, C.S; Santacreu, M.A. 1993. Livest. Prod. Sci. 37, 1-21.
Blasco, A; Argente, M.J; Haley, C.S; Santacreu, M.A. 1994. J. Anim. Sci. 72, 3066-3072.
Bolet, G; Santacreu, M.A; Argente, M.J; Climent, A; Blasco, A. 1994. 5th WCGALP. 19, 261-264.
Christenson, R.K; Leymaster, K.A; Young, L.D. 1987. J. Anim. Sci. 65, 738-744.
Clutter, A.C; Nielsen, M.K; Johnson, R.K. 1990. J.Anim. Sci. 68, 3536-3542.
Dziuk, P.J. 1968. J. Anim. Sci. 27, 673-676.
Fayos, L; Climent, A; Santacreu, M.A; Gallego, M; Molina, I; Blasco, A. 1994. 6èmes Journées de la recherche cunicole en France. 1:211-215.
Kirby, I.L; Nielsen, M.K. 1993. J. Anim. Sci. 71, 571-578.
Santacreu, M.A; Viudes, M.P; Blasco, A. 1990. Reprod. Nutri. Dev. 30, 583.
Santacreu,M.A; Climent,A; Gallego,M; Fayos,L; Blasco,A.1996.6th World Rabbit Congress.Toulouse.2,355-357.

ESTUDIO DE LA TASA DE FECUNDACIÓN Y LA CALIDAD DE LOS EMBRIONES EN DOS LINEAS SELECIONADAS DE FORMA DIVERGENTE POR CAPACIDAD UTERINA.

Santacreu, M.A.;Climent, A.; Gallego, M.; Blasco, A.
Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica de Valencia.
Apartado 22012. Camino de Vera, 14. 46071 Valencia.

INTRODUCCION

En las primeras generaciones, las líneas seleccionadas para aumentar (CU+) y disminuir (CU-) la capacidad uterina presentaban una diferencia de alrededor de un gazapo al nacimiento (Santacreu et al., 1994). El estudio de la tasa de ovulación y el número de embriones implantados permitía concluir que las diferencias en tamaño de camada se debían a diferencias en la tasa de implantación. El objetivo de este trabajo es estudiar si la diferencia en número de embriones implantados se debe a una diferente tasa de fecundación entre las dos líneas o a una diferente calidad de los embriones en las primeras etapas de la gestación. También se estudió el efecto de la ovariectomía unilateral sobre estas variables.

MATERIAL Y METODOS

Se han utilizado un total de 160 hembras pertenecientes a tres líneas de selección de la granja experimental de la Unidad de Mejora Genética. Ciento veintinueve hembras proceden de las generaciones 4, 5, 6 y 7 de un experimento de selección divergente por capacidad uterina. Las dos líneas son la línea CU+ seleccionada para aumentar la capacidad uterina y la línea CU- seleccionada para disminuirla. El criterio de selección de estas líneas era el tamaño de camada al nacimiento en hembras unilateralmente ovariectomizadas (ULO). De las 129 hembras, 101 eran hembras ULO y 28 eran hembras intactas. El resto de las hembras (31) pertenecen a la generación 16 de la línea V seleccionada por tamaño de camada al destete. Una descripción más detallada de estas líneas se encuentra en Argente et al. (1996).

Todas las hembras fueron sacrificadas 30 horas post-coito. El oviducto se lavó con 5ml. de tampón fosfato (PBS). El conteo del número de óvulos (OV) y embriones (EMB) recogidos en el lavado se realizó con lupa. El número de células de los embriones (NCEL) se estimó por observación con un microscopio de contraste de fases. La calidad de los embriones (CAL) se determinó a partir de la observación de las diapositivas obtenidas para cada uno de los embriones. En la calidad del embrión se distinguieron tres categorias: 1, embriones que no presentan fragmentación citoplasmática o con inicio de fragmentación; 2, embriones con las células desestructuradas y que presentan al menos el 50% de las células con fragmentación; 3, embriones con más del 50% de las blastómeras con fragmentación, desestructuradas y con los bordes mal definidos. Además, se estimó la tasa de ovulación (TO) por enucleación de los cuerpos lúteos y el número de folículos hemorrágicos presentes en el ovario. La tasa de

recuperación se calculó como TR= 100x(EMB+OV)/ TO y la tasa de fecundación como TF= 100xEMB/(EMB+OV).

Las medias por mínimos cuadrados de las variables TO, EMB, TR y TF fueron calculadas con el GLM del paquete estadístico SAS (1989). El modelo analizado incluía los factores: orden de parto con siete niveles, tipo de hembra con dos niveles (hembras ULO y hembras intactas) y línea jerarquizada a tipo de hembra (cinco niveles, ULO CU+, ULO CU-, Intacta CU+, Intacta CU- e Intacta V). El peso de la hembra se introdujo como covariable en el análisis de la tasa de ovulación. Para estudiar el desarrollo del embrión (NCEL) y la calidad de los embriones se utilizó un test Chi-Cuadrado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La técnica de ovariectomía no tiene ningún efecto ni sobre la tasa de recuperación ni sobre la tasa de fecundación. La ovariectomía unilateral no parece tener el efecto de aumentar el número de óvulos inmaduros y modificar la tasa de fecundación como Lamberson et al. (1989) sugieren en ratón.

La tasa de fecundación es similar en las dos líneas seleccionadas (tabla 1) y está dentro del rango de valores obtenidos en otros experimentos en conejo (Adams, 1960; Bolet y Theau-Clement, 1994). La línea CU- presenta un 3.6% más de tasa de fecundación que la línea CU+, lo que no explicaría la menor tasa de implantación estimada en CU- en las generaciones de selección previas.

El desarrollo (número de células) y la calidad del embrión se ha relacionado con la supervivencia embrionaria. A las 30 horas post-coito, la mayor parte de los embriones presentan cuatro células (tabla 2), lo que está de acuerdo con la revisión de Brackett et al. (1974). La línea CU- es la que presenta el menor porcentaje de embriones con 4 células y por tanto una menor uniformidad en el desarrollo del embrión respecto a la línea CU+ y el grupo de hembras intactas. En cerdos, los embriones de la raza prolífica Meishan tienden a ser más uniformes que los de la raza Large White (Bazer et al., 1988; Anderson et al., 1993). En ratón, Al-Shorepy et al. (1992) observan una mayor uniformidad en los embriones de líneas seleccionadas para aumentar el tamaño de camada utilizando diferentes criterios frente a la control. En ambas especies, el tamaño de la muestra era pequeño y las diferencias no fueron significativas. La calidad de los embriones fue similar para las líneas seleccionadas de forma divergente por capacidad uterina y el grupo de hembras intactas.

El estudio de tasa de fecundación, y las características de los embriones sugiere que las diferencias encontradas en tasa de implantación entre las dos líneas seleccionadas podrían deberse a diferencias en capacidad uterina en las primeras etapas de la gestación.

REFERENCIAS

Adams,C.E: 1960 J. Reprod. Fertil. 3:315-317

Al-Shorepy, S. A.; Clutter, A.C.; Blair, R.M.; Nielsen, M.K. 1992. Biol. of Reprod. 46:958-963.

Anderson, L.H.; Christenson, L.K.;Christenson, R.K.; Ford, S.P. 1993. J. Anim. Sci. 71:1566-1571.

Argente, M.J.; Santacreu, M.A.; Climent, A.; Blasco, A. 1996. 6th World Rabbit Congress. II:241-244.

Bazer. F.W.; Thatcher, W.W.; Martinat-Botte, F.; Terqui, M. 1988. J. Reprod. Fert. 84:37-42.

Bolet G.; Theau-Clement, M. 1994. Anim. Reprod. Sci.

Lamberson, W.R.; Blair, R.M.; Long, C.R. 1989. Anim. Reprod. Sci. 20:49-55.

Santacreu, M.A.; Argente, M.J.; Climent, A.; Blasco, A.; Bolet, G. 1994. 5th Congress on Genetics Applied to Livestock Production. 19:265-267.

Ulberg, L.C.; Rampacek, G.B. 1974. J. Anim. Sci. 38:1013-1017.

Tabla 1. Medias por mínimos cuadrados (m) con su error estándar (ee) para la tasa de ovulación (TO), número de embriones recuperados (EMB), tasa de recuperación (TR) y tasa de fecundación (TF) en hembras ovariectomizadas unilateralmente (ULO). (CU+: línea seleccionada para aumentar la capacidad uterina; CU-: línea seleccionada para disminuir la capacidad uterina; dt: desviación típica; cv: coeficiente de variación; Sig. : nivel de significación).

	ULO			INTACTAS-ULO			ULO (CU+) - (CU-)		
	m (ee)	dt	cv	Contraste	ee	Sig.	Contraste	ee	Sig.
TO	12.4 (0.65)	2.2	18	1.5	0.67	0.03	0.45	0.54	0.03
EMB	10.9 (0.75)	3.1	30	1.04	0.77	0.18	0.37	0.62	0.55
TR%	88 (2.1)	9	11	0.79	2.3	0.73	4.52	2.36	0.06
TF%	99.4 (1.7)	21	23	-1.42	1.9	0.45	-3.62	1.49	0.02

Tabla 2. Porcentaje de embriones en función de su estado de desarrollo y calidad para las dos líneas seleccionadas para aumentar (CU+) y disminuir (CU-) la capacidad uterina y el grupo de hembras intactas.

	Número de Células por Embrión			Calidad del Embrión		
	>4	4	>4	1 - 2	3	4 - 5
CU+	16.16%	80.55%	3.29%	85.75%	8.77%	5.48%
CU-	17.99%	75.40%	6.61%	88.89%	8.73%	2.38%
INTACTAS	10.21%	82.20%	7.59%	85.08%	9.42%	5.50%
			P=0.003			P =0.203

Diseño de una experiencia para la optimización de un esquema de cruzamiento a tres vías en cunicultura. I.- Madres cruzadas

Gómez E.A., Rafel O., Ramon J., Perucho O.
Unitat de Cunicultura. I.R.T.A. Torre Marimon. 08140 Caldes de Montbui

Introducción

Diversos organismos públicos (Universidad Politécnica de Valencia (U.P.V.) y el Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias de Cataluña (I.R.T.A.)) han realizado un esfuerzo orientado al desarrollo de líneas de conejo de carne especializadas. Caracteres reproductivos (tamaño de la camada al destete) y de crecimiento (velocidad de crecimiento entre el destete y una edad determinada) son los objetivos de selección.

Un esquema de cruzamiento a tres vías se ha propuesto para aprovechar, por un lado, la heterosis de caracteres reproductivos en las madres cruzadas y, por otro, el uso de un macho terminal cárnico, que complemente con una elevada velocidad de crecimiento al producto final.

Se ha diseñado una experiencia cuyo principal objetivo es definir el mejor cruzamiento para la producción de la madre cruzada, tanto en composición como en dirección. Los parámetros de cruzamiento deben ser estimados.

El empleo de modelos mixtos, permite reducir los errores típicos de las estimas de los parámetros de cruzamiento, y contribuye a eliminar el sesgo causado por la confusión entre efectos animales y de grupo o por selección (Komender& Hoeschele, 1989).

De forma clásica para el estudio de cruzamientos se emplea la descomposición genética de Dickerson (1969). En experiencias con líneas parentales y cruces dialélicos son estimables los efectos de línea (individual directos y materno+abuela) y el efecto del aumento de heterozigosis. El efecto del tipo genético materno incluye una parte del efecto de dirección del cruce (Fimland, 1983).

El tamaño de camada se ha analizado habitualmente como carácter del producto considerando la existencia del efecto del tipo genético del padre sobre puntos de implantación y número de embriones (en conejo Hulot y Matheron, 1979; Matheron, 1982). En conejo, el tipo genético de la camada no es significativo para tamaño de la camada al nacimiento, pero sí al destete, por un efecto de heterosis en la supervivencia nacimiento-destete (Brun y Rouvier, 1988, Brun et al., 1992). Hay diferencias entre tipos genéticos maternos en nacidos totales y nacidos vivos (Brun y Rouvier, 1988), y heterosis maternal en nacidos y destetados (Brun y Rouvier, 1988; Brun et al., 1992). En cruzamientos ente Large White y Meishan en porcino, para Bidanel et al. (1989) el efecto tipo genético del padre no fue significativo en ninguno de los caracteres de prolificidad estudiados, pero sí lo fue el tipo genético de la madre. Haley et al. (1995) también presentan la importancia del genotipo materno (directo y heterosis) y no del genotipo de la camada sobre nacidos vivos.

Este trabajo se enmarca en el Proyecto SC96-024 financiado por el Programa Sectorial de I+D Agrario y Alimentario del M.A.P.A.

Material y métodos

Material animal

Se van a utilizar las líneas seleccionadas por el Departamento de Ciencia Animal de la U.P.V. y la Unitat de Cunicultura del I.R.T.A. Tres son las líneas de aptitud maternal en selección, todas ellas seleccionadas por tamaño de la camada al destete (Tabla 1):

Tabla 1 - Información acerca de las líneas de aptitud maternal seleccionadas

Línea	Criterio de selección	Año	Referencia
A	Indice de información variable	1980	Baselga et al., 1984
P	BLUP	1992	Gómez et al., 1996
V	BLUP reducido	1984	Estany et al.,1989

Caracteres a estudiar

Se procederá a la estimación de los parámetros del cruzamiento heterosis para los caracteres número de nacidos totales, vivos y destetados. Además, se recogerán datos de comportamiento en cubrición y de fertilidad, así como la vida productiva de las hembras y las mortalidades de los gazapos en los diferentes períodos.

Tabla 2 - Valores medios (μ), varianza fenotípica (σ^2_P), heredabilidad (h^2) y proporción de varianza fenotípica explicada por efectos permanentes (c^2) para los caracteres número de nacidos vivos (NV) y destetados (ND)

	μ	σ^2_P	h^2	c^2
NV	8.2	8.5	0.10	0.05
ND	7.0	7.6	0.09	0.06

Dimensión de la experiencia

Se empleó la expresión propuesta por Blasco y Sorensen (1991) para modelos de repetibilidad, empleando los parámetros que se presentan en la Tabla 2 (fuentes propias). Debido a la variabilidad de este tipo de caracteres, sería necesaria una gran inversión para poder detectar pequeñas diferencias entre grupos. Se propuso 0.7 gazapos como diferencia a detectar, equivalente al salto esperado al trabajar con un esquema de hiperprolíficas. Una potencia mayor del 60% con un grado de significación de 0.05 se puede alcanzar con 10 abuelos y 24 abuelas por grupo, no relacionados entre sí. El número de madres cruzadas a controlar sería de 80-100 (unas 60 jaulas nido) que producirían 360-480 registros de parto por grupo.

Los grupos a comparar son el resultado del cruce dialélico entre las tres líneas

	Línea de Abuelas		
Línea Abuelos	Línea A	Línea P	Línea V
Línea A	AA	AP	AV
Línea P	PA	PP	PV
Línea V	VA	VP	VV

Las hembras de estos grupos se aparearán con dos tipos de machos terminales (Líneas C y R), seleccionadas por velocidad de crecimiento en el periodo de cebo.

Modelo

Para el análisis de los caracteres reproductivos se plantea el uso de un modelo animal de repetibilidad $y = Xb + Zu + e$

donde

y = vector de observaciones, asumiendo el tamaño de la camada como carácter de la hembra. $E(y) = Xb$

b = vector de efectos fijos, con los subvectores siguientes.

AE = efecto fijo lote en que se produce el parto.

EF = efecto fijo estado fisiológico de la hembra. Considera el estado de la hembra en el momento de la concepción (nulípara, lactante o no) y el tamaño de la camada del parto anterior (7 niveles).

g = efecto genético aditivo de línea (3 niveles).

h = efecto de heterosis individual (3 niveles).

m = efecto tipo de madre de la hembra que produce el parto (3 niveles).

X = matriz de diseño de efectos fijos. Existen coeficientes diferentes de 0 o 1 para los efectos genéticos aditivos de línea.

u = vector de efectos aleatorios.

a = efecto animal, genético aditivo directo. La matriz de parentesco establece las relaciones entre los individuos con o sin datos. $V(a) = G$

p = efecto permanente de una hembra sobre sus registros de parto.

e = vector de residuos. $V(e) = R$. $cov(a,e) = 0$.

Es posible considerar la heterogeneidad de varianzas entre grupos (genéticas y residuales) si conocemos la estructura de la población (Henderson, 1984). Inicialmente consideraremos que existe homogeneidad ($G = A\,\sigma^2_a$ y $R = I\,\sigma^2_e$). Arnold et al. (1992) presentan una extensión del modelo mixto para la evaluación genética de poblaciones de composición genética diversa, considerando la estructura heterogénea de medias y varianzas, y utilizando las recomendaciones de Elzo (1990).

Referencias

Arnold J.W., Bertrand J.K., Benyshek L.L. 1992. *Journal of Animal Science*, **70**: 3322-3332.
Baselga M., Blasco A., Estany J. 1984. *III World Rabbit Congress*, **Vol 1**: 62-65.
Bidanel J.P., Caritez J.C., Legault C. 1989. *Genetique, Sélection Evolution*, **21**: 507-526.
Blasco A y Sorensen D. 1991. *ITEA*, **87A**: 84-89.
Brun J.M., Rouvier R. 1988. *Genetique, Sélection Evolution*, **20**: 367-378.
Brun J.M., Bolet G., Ouhayoun J. 1992. *Journal of Applied Rabbit Research*, **15**: 181-189.
Dickerson G. 1969. *Animal Breeding Abstracts*, **37**: 191-202.
Elzo M.A. 1990. *Journal of Animal Science*, **68**: 1215-1228.
Estany J., Baselga M., Blasco A., Camacho J. 1989. *Livestock Production Science*, **21**: 67-75.
Fimland E. 1983. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, **100**: 3-8.
Gómez E.A., Rafel O., Ramon J., Baselga M. 1996. *VI World Rabbit Congress*, **Vol 2**: 289-292.
Haley C., Lee G.J., Ritchie M. 1995. *Animal Science*, **60**: 259-267.
Hulot F., Matheron G. 1979. *Annales de Génétique et Sélection animal*, **11**: 53-57.
Komender P., Hoeschele I. 1989. *Livestock Production Science*, **21**: 101-113.
Matheron G. 1982. *II W.C.G.A.L.P.* **Vol 6**: 481-493.

EFECTO DE LA SELECCIÓN POR VELOCIDAD DE CRECIMIENTO EN LA CANAL DEL CONEJO

Miriam Piles , M. Pla, A. Blasco
Departamento de Ciencia Animal. Universidad de Politécnica de Valencia.
Apartado 22012. Valencia 46071

En este trabajo se pretende determinar los efectos de la selección por velocidad de crecimiento en la composición de la canal en una línea de conejos. Se han realizado algunos trabajos para determinar si diferencias en el grado de madurez al sacrificio influyen en el rendimiento y la composición de la canal (Feki et al. 1.996) así como en las características de la carne (Pla et al., 1.996) pero se basan en la comparación entre líneas y no en los efectos de la selección.

Se dispuso de 268 conejos de una línea sintética seleccionada por incremento de peso (DG) entre el destete (a los 28 d de vida) y el sacrificio (a los 63 d de vida). Embriones de las generaciones tres y cuatro de selección fueron descongelados y transferidos para que fuesen contemporáneos con los animales de la generación 10 de selección. La descendencia de estos embriones constituyó el grupo control (C), contemporáneos de descendientes de las generaciones 10 y 11 de selección tomados al azar (grupo seleccionado S). Cuatro machos y dos hembras de la tercera generación y un macho y tres hembras de la cuarta generación originaron el grupo C mientras que 38 hembras y 16 machos originaron el grupo S. En ambos casos se evitó el apareamiento entre parientes. Tras el destete los gazapos se alojaron en jaulas de 8 individuos y se alimentaron *ad libitum* con un pienso comercial (16.0% proteína, 15.5% fibra , 3.4% grasa). Se sacrificaron 131 conejos (66 del grupo C y 65 del grupo S), las canales se pesaron y trocearon de acuerdo con la disección tecnológica de la WRSA (Blasco y Ouhayoun, 1.996). Se midieron las siguientes variables: LW peso vivo en el momento del sacrificio, CCW peso de la canal refrigerada 24 h después del sacrificio, RCW peso de la canal de referencia, DoP rendimiento de la canal refrigerada, M/B relación carne/hueso, DFaP porcentaje de grasa disecable, TP porcentaje de la caja torácica, LoP porcentaje de la parte intermedia, HPP porcentaje de la parte posterior, FLP porcentaje de las extremidades anteriores incluyendo los músculos de inserción.

Los caracteres LW, y DG fueron analizados con un modelo animal teniendo en cuenta los efectos grupo, sexo, granja-estación, orden de parto (fijos), tamaño de camada (covariable) y valor aditivo del animal. Los caracteres CCW, RCW, DoP fueron analizados bajo un modelo animal considerando los efectos grupo y sexo (fijos), LW (covariable) y

valor aditivo del animal. Las variables TP, FLP, LoP y HPP fueron analizados siguiendo el mismo modelo anterior pero utilizando la canal de referencia (RCW) como covariable. Todos los modelos se resolvieron usando el programa informático PEST (Groeneveld, 1990).

La tabla 1 muestra las diferencias entre los grupos C y S. Los animales del grupo S presentaban una mayor DG. Podemos afirmar pues, que la selección ha tenido éxito aunque la respuesta estimada sea relativamente pequeña (0.4 g/d por generación, un 1% de la media por generación, equivalente a un 2% anual). Las diferencias entre C y S se acentúan con la edad, dando lugar a animales de mayor peso adulto (figura 1), lo que puede conducir a la larga a problemas de manejo, aparte de un mayor coste de mantenimiento de los machos. No hubieron diferencias entre sexos salvo para TP.

El menor grado de madurez del grupo S al mismo peso al sacrificio que el C, no ha dado lugar a modificaciones apreciables de la composición de la canal. Esto contrasta con las diferencias obtenidas por (Feki et al. 1.996) y Pla et al. (1996) comparando líneas de distinto peso adulto y seleccionadas por objetivos diferentes, aunque éstas podrían deberse tanto a diferencias en el crecimiento, mayores que las observadas por nosotros (Gómez y Blasco 1.992), como a la distinta composición genética de las líneas.

La selección por DG es económicamente interesante porque mejora el índice de conversión (fenómeno bien conocido en todas las especies y del que hay pruebas indirectas en conejo Torres et al. 1.992). Los esquemas de selección de conejo son típicamente de cruces a tres vías, en los que la selección por DG se produce en la línea que da lugar al macho terminal. En un futuro es posible que machos terminales gigantes ocasionen problemas de manejo, pero el rápido desarrollo de la inseminación artificial superará probablemente sin dificultad estos problemas.

REFERENCIAS

BLASCO, A.; OUHAYOUN, J. 1.996. World Rabbit Science, 4 (2), 93-99.

GÓMEZ, E.A.; BLASCO, A. 1.992. 5th World Rabbit Congress. Vol B. 872-878.

FEKI, S; BASELGA, M.; BLAS, E.; CERVERA, C.; GÓMEZ, E.; 1.996. Livest. Prod. Sci., 45: 87-92.

GROENEVELD, E. 1.990. PEST User's Manual. Institute of Animal Husbandry and Animal Behaviour, FAL. Germany.

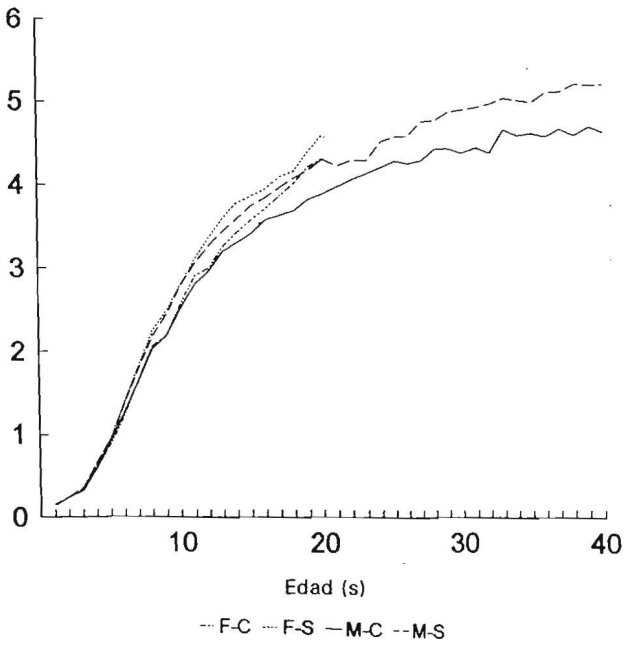
PLA, M.; HERNÁNDEZ, P; BLASCO, A. 1996. Meat Science. Vol 44, Nos 1-2, 85-92.

TORRES, C.; BASELGA, M.; GOMEZ, E. 1992. Proc. V World Rabbit Congress Corvallis, 1992. vol B, 884-888.

Tabla 1. Contrastes entre los Grupo C y S. Variables en el texto.

variable	contraste ± e.s.			
	grupo C - grupo S	N	media	dt
LW	-89.7 ± 55.7	268	2268.7	277.3
DG	-3.03 ± 1.13	268	48.14	5.28
RCW	-4.62 ± 16.44	131	992.32	148.9
DoP	-0.14 ± 0.78	131	56.44	2.40
M/B	0.001 ± 0.14	131	5.03	0.57
DFaP	0.43 ±0.28	131	3.29	0.77
FLP	0.026 ± 0.20	131	16.55	0.61
TP	-0.20 ± 0.32	131	11.96	1.0
LoP	-0.45 ± 0.31	131	30.52	1.14
HPP	0.38 ±0.48	131	37.27	1.62

Figura 1: Medias semanales de peso vivo (Kg) de machos (M) y hembras (F) de los grupos control y seleccionado (S)



TECNICAS ESTADISTICAS DE VALORACION DE REPRODUCTORES

J Altarriba, LA García Cortés, C Moreno, L Varona y G Yagüe
Unidad de mejora genética. Facultad de Veterinaria
Miguel Servet 177. 50013-Zaragoza
e-mail: altarrib@posta.unizar.es

Modelos lineales

La estimación del valor genético de los candidatos a la selección se ha venido realizando durante la última decada a partir de las ecuaciones de modelo mixto de Henderson (BLUP). Es bien conocido que, al igual que el índice clásico de selección, este procedimiento predice los valores genéticos a partir de una transformación lineal de los datos. Sin embargo, el método de Henderson se ha adoptado debido a que las asunciones que el mejorador debe hacer sobre la distribución de los datos afectan solamente a su varianza, en tanto que los procedimientos anteriores debían realizar también asunciones sobre las medias de los datos.

Si bien el método de Henderson supone un avance respecto al índice clásico de selección, ambos proporcionan ordenaciones de los animales que son susceptibles de modificación según los componentes de varianza asumidos por el mejorador. Los componentes de varianza verdaderos pueden ser reemplazados por estimadores con buenas propiedades estadísticas (REML), y los predictores BLUP así obtenidos, aunque se carezca de un análisis que garantice sus propiedades estadísticas, son útiles a efectos prácticos. No debe olvidarse que los estimadores REML han de ser suficientemente precisos para que las ordenaciones de los animales no se vean sustancialmente alteradas.

Así, pueden cometerse errores importantes si se utiliza esta técnica en doble etapa REML-BLUP para analizar experimentos de selección de tamaño reducido, poblaciones autóctonas de tamaño pequeño, etc. Sin embargo, para analizar datos de poblaciones grandes este procedimiento dará buenos resultados.

Por otro lado, asumir como verdaderos los componentes de varianza REML lleva a una reducción aparente de los errores de predicción de los valores genéticos, lo que puede traducirse en una falsa y peligrosa sensación de seguridad cuando se aborden planes de selección sobre poblaciones pequeñas. No olvidemos que lo mismo ocurre cuando se comparan los errores de predicción del índice clásico frente al índice BLUP. El error de predicción del índice clásico es menor que el de BLUP debido a que asume más información conocida.

Siguiendo el mismo argumento, predecir los valores genéticos por procedimientos que no asumen conocidos los componentes de varianza proporcionará errores de predicción mayores que BLUP, pero ello sólo será debido al mayor número de asunciones en BLUP y no a una mayor eficiencia estadística del método. Por estos motivos, la inferencia bayesiana, al permitir análisis en los que los componentes de varianza son estimados conjuntamente con los efectos fijos y aleatorios, presentará mejores propiedades que REML-BLUP, y será tanto mejor cuanto menor sea la información con la que se estimen los componentes de varianza.

Los estimadores de Monte Carlo

Debido a la dificultad de cálculo que presenta la integración multidimensional en la inferencia bayesiana. Las distribuciones marginales posteriores no se calculan explícitamente sino que se obtienen sus estimadores de Monte Carlo, generalmente a partir de la técnica conocida como *Gibbs sampler*. Está técnica, ampliamente descrita en la bibliografía (Gelfand y Smith, 1990; Wang et al, 1994), se basa en cadenas de Markov que convergen hacia las distribuciones marginales posteriores de cada variable del análisis.

Esta estimación por Monte Carlo es computacionalmente más eficiente que la integración explícita, más aún, es la única posibilidad viable hasta el momento. Sin embargo, presenta el problema de que su convergencia es lenta en general y en algunos casos tan díficil de determinar que puede mover a tomar por buenos los estimadores de Monte Carlo calculados a partir de cadenas que no han convergido todavía (Gelman y Rubin, 1992). Una aportación interesante que resuelve este problema para el caso de los modelos lineales es el procedimiento conocido como cadenas emparejadas (Johnson, 1996). Valga como ejemplo el siguiente: usando este procedimiento, se demuestra que la convergencia de un modelo lineal que asuma los componentes de varianza conocidos (el equivalente de un BLUP), el Gibbs sampler converge a la misma velocidad que un Gauss-Seidel al resolver el sistema de las ecuaciones de modelo mixto (García Cortés et al, 1997).

Modelos no lineales

A nuestro juicio, la inferencia bayesiana aventaja a la inferencia frecuentista en sencillez y flexibilidad, lo que ha permitido desarrollar en pocos años la estimación de valores genéticos en modelos no lineales con carácter general. Nuestro grupo ha centrado su actividad durante los últimos años en modelos relacionados con funciones de producción (Varona et al, 1996) y en modelos categóricos (Moreno et al, 1997).

Funciones de producción.

En producción animal existen caracteres que se manifiestan a lo largo del tiempo como una función de producción. En ocasiones, alguno de los

parámetros corresponde a una característica, por ejemplo, el parámetro c de la función de Wood indica la persistencia en la curva de lactación. La importancia de la evaluación genética de los animales para parámetros de estas funciones radica principalmente en que permite orientar la selección hacia el ritmo de producción en lugar de hacia el total de producción. Por ejemplo, puede permitir la selección de animales que tengan un pico bajo en su curva de lactación, una mayor persistencia, o pesos al nacimiento bajos con altos crecimientos.

Los planes de selección que incluyen caracteres medidos a lo largo del tiempo y que están sujetos a funciones de producción son normalmente difíciles de diseñar ya que animales en diferentes fases de producción que conviven en la explotación deben ser controlados a la vez. Por ejemplo, en el caso del crecimiento, los animales han de ser pesados cuando el controlador visita la explotación, independientemente de la edad que tengan. Un retraso o adelanto de pocos días en el control del rendimiento de un animal puede favorecer o perjudicar su valor genético predicho. Tradicionalmente esto se ha resuelto ajustando los datos antes de ser analizados, aunque esto puede provocar sesgos sensibles en algunos parámetros, como es el caso de las correlaciones genéticas y principalmente residuales entre caracteres (Varona et al, 1997).

La inferencia bayesiana permite abordar este problema haciendo una estimación conjunta de los datos observados sin corregir, si se incluye información en el modelo acerca del momento en el que ha sido hecho el control de cada animal. El análisis bayesiano que permite incluir toda esta información conjuntamente corresponde a lo que técnicamente se conoce como modelo bayesiano jerárquico (Berger, 1985; Wakefield et al, 1994). Se denomina así porque incluye dos modelos jerarquizados, el primero el que ajusta los datos de un animal a su función de producción, y el segundo el que considera la función de producción de un animal como un carácter heredable.

El análisis bayesiano jerárquico se ha mostrado como una herramienta flexible para analizar diferentes funciones que afectan a diversos tipos de producción (leche, carne) y sencilla de aplicar, aunque cuando se aplique a funciones de producción no lineales, las distribuciones condicionales pueden tomar formas no conocidas. En general, se ha detectado una convergencia lenta de las cadenas.

Otra caracteristica que conviene resaltar es que atempera el efecto de controles de rendimientos mal registrados (*outliers*). Esto ocurre porque el ajuste de las funciones se realiza dentro del análisis genético y por tanto incluye información de parientes o de otros datos que compartan los mismos efectos fijos.

Caracteres categóricos.

Una técnica tan interesante como útil cuando se combina con el Gibbs sampler es la llamada *data augmentation*. Consiste en introducir en el modelo

unas variables latentes adicionales que corresponden a variables no observadas. Por ejemplo, siguiendo esta técnica los datos pueden ser aumentados para equilibrar los modelos, rellenando las casillas vacías del diseño para que las distribuciones posteriores sean más sencillas de manejar; también puede ser utilizada en un modelo categórico para incluir las variables subyacentes y aligerar así el análisis.

Si se utiliza el Gibbs sampler conjuntamente con data augmentation permite predecir los valores genéticos en caracteres categóricos utilizando modelos animales (Sorensen et al, 1995). El data augmentation aporta al modelo unas variables adicionales que corresponden a los valores genéticos de los animales en la escala subyacente. De este forma los valores genéticos de los animales y los componentes de varianza se estiman en la escala subyacente de una forma más cómoda.

El análisis proporciona resultados sesgados cuando el número de observaciones por efecto fijo es pequeño (Moreno et al, 1997), si bien puede utilizarse cuando el diseño incluye efectos fijos con suficientes observaciones (Altarriba et al, 1997). Moreno et al (1997) proponen también un procedimiento basado en Bootstrap para corregir el sesgo de las estimaciones que ha dado buenos resultados en modelos animales en los que los efectos fijos tengan pocas observaciones por nivel.

Citas Bibliográficas

ALTARRIBA, MORENO, VARONA y GARCIA CORTES, 1997, J. Anim. Sci (enviado)

BERGER, 1985. Statistical Decision and Bayesian Analysis. 2nd Ed. Springer Verlag.

GARCIA CORTES, RICO y GROENEVELD. 1997. J.Anim.Sci (enviado)

GELFAND y SMITH, 1990. J. Am. Stat. Assoc. 85:398-409.

GELMAN y RUBIN. 1992. (Bernardo, J. M., J. O. Berger, A. P. Dawid, and A. F. M. Smith, eds.), Oxford Univ. Press, UK, 169

JOHNSON. 1996. J. Amer. Stat. Assoc. 91:154

MORENO, SORENSEN, VARONA, GARCIA y ALTARRIBA, 1997. Genet. Sel. Evol. (en prensa)

SORENSEN, ANDERSEN, GIANOLA y KORSGAARD, 1995. Genet. Sel. Evol. 27:229.

TANNER y WONG. 1987. J. Amer. Statis. Assoc. 82:528-550

VARONA, MORENO, GARCIA CORTES y ALTARRIBA, 1997. Lives. Proc. Sci. (en prensa).

VARONA, MORENO, GARCIA CORTES y ALTARRIBA. J. Dairy Sci. (enviado)

WANG, RUTLEDGE Y GIANOLA, 1994. Genet. Sel. Evol. 26:91-115.

WAKEFIELD, SMITH, RACINE-POON y GELFAND, 1994. Appl. Statist. 43:201-221.

RESULTADOS DE UN EXPERIMENTO DE SELECCION DEL TAMAÑO DE CAMADA MEDIANTE UN ESQUEMA HIPERPROLIFICO EN PORCINO

J. L. Noguera, L. Alfonso, D. Babot, M. Pérez-Enciso, J. Estany

Area de Producción Animal. Centro UdL-IRTA.
Alcalde Rovira Roure, 177. 25198 Lleida.

Introducción

La prolificidad es el carácter más importante para mejorar genéticamente la eficiencia reproductiva en la producción porcina. La mejora de la prolificidad a través de la selección se ha considerado una tarea difícil, y los resultados experimentales no han sido, en general, concluyentes. Sin embargo, posteriores estrategias de selección desarrolladas teóricamente han permitido ser más optimistas respecto de la respuesta esperada (Avalos y Smith,1987), de ahí que sea necesaria su contrastación experimental. El objetivo de este trabajo es presentar los primeros resultados experimentales de un proceso de selección por tamaño de camada, de una población *Landrace,* mediante la aplicación de una elevada intensidad de selección y la utilización de la metodología del modelo mixto.

Material y Métodos

Los datos disponibles sobre la población *Landrace*, al iniciar el experimento en 1993, consistían en 38.047 partos pertenecientes a 10.612 hembras. El número de reproductoras vivas era de 3.537. Los animales estaban distribuidos en cinco explotaciones; dos de selección, y con unos efectivos de aproximadamente 650 hembras y 15 machos, y tres de multiplicación. Se identificaron dos grupos genéticos, por su origen, el grupo GG1 con 2935 hembras y el grupo GG2 con 602 cerdas, éstas últimas presentes únicamente en el estrato de multiplicación y repartidas por las tres explotaciones.

Los 3.552 reproductores activos de la población base fueron evaluados mediante un modelo animal con repetibilidad. Las estimas (REML) utilizadas de heredabilidad (h^2) y repetibilidad (r) fueron 0,06 y 0,13, respectivamente (Alfonso et al., 1997). El criterio de selección fue el valor genético para el número de lechones nacidos vivos (NV).

A partir de esta población se establecieron tres líneas genéticas. Los animales fundadores (G0) de cada una de ellas se eligieron de la siguiente manera. De las 2935 hembras del grupo GG1 se seleccionaron las 160 hembras mejor evaluadas por NV, constituyendo la línea H. Los 25 machos de esta línea se seleccionaron de las 25 mejores camadas por NV, de entre las 961 camadas *Landrace* existentes en ese momento. Se constituyó una línea control C eligiendo 160 hembras al azar de entre las 2.935 hembras del grupo GG1. Los 15 machos *Landrace* de la población base cubrieron a las hembras C.

Dado que entre los grupos GG1 y GG2 la diferencia predicha era de 0,73 NV (Estany et al, 1993), se quiso contrastar experimentalmente si esa diferencia era de origen genético. Por tanto, del grupo GG2 se eligieron al azar 160 hembras, formando la línea E. Los machos de la línea H cubrieron a las hembras de la línea E.

Todas las hembras de la G0 elegidas fueron trasladadas de su explotación a nuestra granja experimental. Los animales de la generación siguiente (G1), que son los que se utilizaron para evaluar el resultado de la selección, se eligieron de la siguiente forma. De la G0 de la línea H se escogieron al azar 240 hijas y 25 machos (un hijo de cada padre). De las 160 G0 de la línea C se dejaron al azar 180 hijas y 15 machos (cada padre dejó un hijo). De las 160 G0 de la línea E se dejaron 220 hijas. La reproducción se realiza mediante inseminación artificial. Una muestra al azar de descendientes de la G1, de cada una de las tres líneas, pasaron a la nave de engorde donde se les controló el peso (PES) y el espesor de tocino dorsal (ETD), con ultrasonidos, a los 175 días de edad.

Los datos de NV y nacidos totales (NT), de cada una de las líneas en la G1, se analizaron mediante un modelo animal con repetibilidad que considera los efectos Línea x Ordinal de Parto (fijos), Animal, Permanente y Error (aleatorios). Se consideran tres niveles de ordinal de parto: 1er; 2º ; y ≥3º (agrupa 3er, 4º y 5º parto). La h^2 y r asumidas fueron las del modelo de evaluación. Los datos de PES y ETD, se analizaron con un modelo de efectos fijos con los efectos línea, sexo, lote, línea x sexo, y las covariables edad (para PES) o peso (para ETD). La covariable edad no era significativa en el modelo para ETD.

Resultados

En la tabla 1 y 2 se presentan las estimas de los efectos línea para NV y NT, junto con los errores estándar. La diferencia media estimada entre la línea H y C es de 0,54 NV ($p<0,05$) a favor de la línea H, seleccionada por prolificidad. La diferencia entre la línea E y la C es de 0,66 NV ($p<0,05$). No se detectan diferencias significativas entre la H y la E. No obstante, para todos los casos contrastados, la respuesta es diferente según el orden de parto. Así, mientras que en el primer parto no se detectan diferencias significativas en ninguno de los casos analizados, las diferencias estimadas en el segundo parto y en el conjunto ≥3º parto, entre las líneas H y C, fueron de 0,82 NV y 0,65 NV respectivamente, siendo significativas a favor de la línea H. La misma situación se observa cuando analizamos los resultados de las diferencias estimadas entre la línea E y C en el segundo parto y en el conjunto ≥3º parto. Las diferencias en NT, entre las tres líneas, siguen una pauta muy similar a las obtenidas para NV. La respuesta correlacionada en NT, en la línea H, ha sido del 72% de la obtenida en NV.

En la tabla 3 se presentan las estimas del PES en Kg. (a edad fija) y del ETD en mm. (a peso fijo) para las líneas H, C y E. No se detectan diferencias significativas entre las líneas para el peso a edad fija. Sin embargo, la línea H, seleccionada por prolificidad, y la línea E tienen un ETD significativamente más profundo que el de la línea C.

Tabla 1.- Estimas del efecto línea para número de nacidos vivos (NV) (± error estándar), por ordinal de parto, siendo N el número de camadas analizadas por línea y ordinal de parto.

Ordinal de parto	Línea			N		
	C	H	E	C	H	E
1er Parto	8,91 ± 0,26	9,18 ± 0,23	9,34 ± 0,22	160	202	183
2º Parto	9,64 ± 0,27 a	10,45 ± 0,24 b	10,72 ± 0,24 b	127	173	151
≥ 3er Parto	10,03 ± 0,29 c	10,68 ± 0,25 d	10,61 ± 0,21 d	111	156	230

Los valores sobre una misma fila con letras distintas son diferentes significativamente.
a, b : p< 0,05 ; c, d: p< 0,10

Tabla 2.- Estimas del efecto línea para número de nacidos totales (NT) (± error estándar), por ordinal de parto.

Ordinal de parto	Línea		
	C	H	E
1er Parto	9,88 ± 0,27	9,89 ± 0,24	10,08 ± 0,22
2º Parto	10,41 ± 0,29 a	11,20 ± 0,26 b	11,57 ± 0,25 b
≥ 3er Parto	11,02 ± 0,31 a	11,52 ± 0,27 ab	11,73 ± 0,23 b

Los valores sobre una misma fila con letras distintas son diferentes significativamente.
a, b : p< 0,05

Tabla 3.- Estimas mínimo-cuadráticas (± error estándar) del peso en Kg. (Pes) y espesor de tocino dorsal en mm. (ETD) de las líneas H, C y E. Entre paréntesis número de animales controlados.

Carácter	Líneas		
	C	H	E
PES (Kg.)	105,07 ± 0,52 a (609)	104,35 ± 0,47 a (783)	105,40 ± 0,47 a (892)
ETD (mm.)	11,10 ± 0,13 a (609)	11,88 ± 0,11 b (777)	11,73 ± 0,12 b (887)

a, b: los valores sobre una fila con letras distintas difieren con un nivel de significación de p<0,01

Referencias

Alfonso L., Noguera J.L., Babot D., Estany J. 1997. *Livest. Prod. Sci.* (en prensa)
Avalos E., Smith C.1987. *Anim. Prod.* 44, 153-164
Estany J., Babot D., Alfonso L., Noguera J.L. 1993. V J. Producción Animal. Zaragoza

Agradecimientos

A Pere Borrás y Eva Ramells por su inestimable colaboración. Este trabajo ha sido financiado por el proyecto INIA 9084.

ESTIMA DE LA TENDENCIA GENÉTICA EN EL ESQUEMA DE SELECCIÓN DE LA RAZA OVINA MANCHEGA, INCLUYENDO GRUPOS GENÉTICOS

Pérez-Guzmán*, M.D.; Serrano, M.**; Montoro, V*. y Jurado, J.J.**
* C.E.R.S.Y.R.A. Avda. del Vino s/n, Valdepeñas. Ciudad Real
** C.I.T.- I.N.I.A. Area de Mejora Genética Animal. Apdo. 8111. Madrid

INTRODUCCIÓN

El esquema de selección de la raza ovina manchega (E.S.R.O.M.) se basa fundamentalmente en el testaje de machos por descendencia en los rebaños pertenecientes al esquema, mediante inseminación artificial (IA) y difusión de los genéticamente mejores en toda la población. Debido a que un gran número de partos provienen de monta natural de moruecos de los propios rebaños, donde los padres se consideran desconocidos, la genealogía paterna de los animales del esquema es escasa.

La ausencia de gran cantidad de información genealógica de los animales conduce a estimas sesgadas de los valores genéticos de los animales que carecen de información genealógica, ya que la metodología BLUP asume que los animales sin padre ni madre pertenecen a la generación base cuya media genética es cero. Esto determina fundamentalmente una subestima de la tendencia genética realizada a lo largo del proceso de selección.

Por ello se ha considerado necesaria la definición e inclusión de los grupos genéticos en el modelo de evaluación genética de los animales de esta raza, con el fin de suplir la genealogía faltante tanto por vía paterna como materna, e incorporarlos de un modo sistemático en la elaboración del catálogo de sementales y valoración de hembras que se realiza anualmente en el esquema de selección.

Es importante a la hora de definir los grupos genéticos no adoptar estrategias muy complejas ya que la constitución de numerosos grupos con pocas observaciones puede conducir a confusión entre los grupos y otros efectos fijos del modelo y a que las diferencias entre las predicciones de los valores genéticos de los animales no sean invariantes a éstos (Pollack y Quaas, 1983).

El objetivo de este trabajo es obtener una estima de la tendencia genética que se está produciendo en el E.S.R.O.M. incluyendo grupos genéticos en la valoración genética de los animales, y compararla con la obtenida cuando éstos no son considerados. Asímismo se pretende averiguar si la utilización del Muestreo de GIBBS en el contexto de la estima de la tendencia genética con grupos genéticos supone alguna ventaja frente a la metodología más clásica del BLUP.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio ha sido realizado con los datos de producciones del control lechero oficial de la raza ovina manchega acumulados en el esquema de selección hasta el año 1996 para el carácter kilogramos de leche en 120 días de lactación. Las lactaciones incompletas fueron extendidas mediante los coeficientes de extensión calculados por Serrano y col. en 1996. Las carácteristicas de los datos productivos y genealógicos de los animales incluídos en el estudio se presentan en la Tabla 1.

La valoración genética de los animales se realizó mediante dos metodologías: la clásica BLUP-Modelo Animal con medidas repetidas utilizando el programa BLUPAM-VERROR (Jurado y Hernández, 1990) y Muestreo de GIBBS usando también software propio (Jurado y col., 1995).

La valoración con BLUP-Modelo animal incluyendo grupos genéticos se realizó siguiendo el modelo descrito por Serrano y col., 1994, cuya ecuación es la siguiente:

$$y_{ijklm(g)n} = \mu + rem_i + nped_j + tp_k + int_l + G_g + U_{m(g)} + Ep_n + \varepsilon_{ijklm(g)n}$$

donde:

$y_{ijklm(g)n}$ = kilogramos de leche tipificada o extendida a 120 días de lactación.
μ = media poblacional.
rem_i = grupo de comparación rebaño-época de parto móvil (1414 niveles).
$nped_j$ = efecto número de parto-edad al parto (114 niveles).
tp_k = número de corderos nacidos (4 niveles).
int_l = intervalo entre el parto y el primer control productivo (3 niveles).
G_g = grupo genético al que pertenece el animal m, considerado como un efecto fijo.
$U_{m(g)}$ = valor genético del animal que produce el dato.
Ep_n = efecto permanente.
$\varepsilon_{ijklm(g)n}$ = residuo.

La ecuación del modelo para la valoración genética con BLUP-Modelo Animal sin grupos genéticos fue igual a la anterior pero suprimiendo el efecto de grupo.

Tabla 1: Características de los datos de producción de leche y genealógia de la población utilizada en el estudio.

Número de ovejas y Número de moruecos	47.383 y 270
Número de lactaciones tipificadas	47.469
Número de lactaciones extendidas	12.001
Número de rebaños	136
Número de ovejas con dato	39.943
Nº animales con padre y madre conocidos	3.505
Nº animales con madre conocida	15.606
Nº animales sin padre ni madre conocidos	28.542

Se utilizaron las reglas de Quaas (Quaas, 1988) para la creacción de la matriz de parentesco con grupos genéticos. De esta forma las estimas del valor genético de los animales llevan incluídas las del efecto de su grupo genético.

Los grupos genéticos fueron definidos en función del año de nacimiento y del sexo de los padres y/o madres desconocidos. Así, se construyeron 15 grupos genéticos, 5 para machos y 10 para hembras. Los grupos de hembras se definieron para cada uno de los años desde 1986 hasta 1994, incluyéndose en el grupo de 1986 los animales nacidos en este año y en años anteriores. Cada grupo de machos incluyó los nacidos en periodos de tres años consecutivos, comenzando en 1985 con un grupo de machos nacidos en este año y años anteriores. Se creó un grupo especial tanto para padres como para madres faltantes de animales de año de nacimiento desconocido.

La heredabilidad y repetibilidad utilizadas para la valoración BLUP del carácter kg. de leche tipificada o extendida a 120 días de lactación fueron de 0.19 y 0.35, respectivamente (Serrano y col., 1996).

La metodología y programas para el Muestreo de Gibbs fueron los utilizados por Jurado y col., en 1995, adaptados para la inclusión de grupos genéticos, con el mismo modelo de evaluación genética citado anteriormente para el caso del BLUP.

A efectos de poder comparar las tendencias genéticas predichas con y sin grupos genéticos, se estableció como año de referencia (media genética en este año igual a cero) el año 1990, con lo que las estimas de las medias geneticas anuales se hacen invariantes al grupo genético que se debe eliminar para que exista solución.

Finalmente se analizaron las posibles diferencias entre las ordenaciones de los machos valorados mediante BLUP Modelo animal con y sin grupos genéticos, y se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson y Spearman entre ellas.

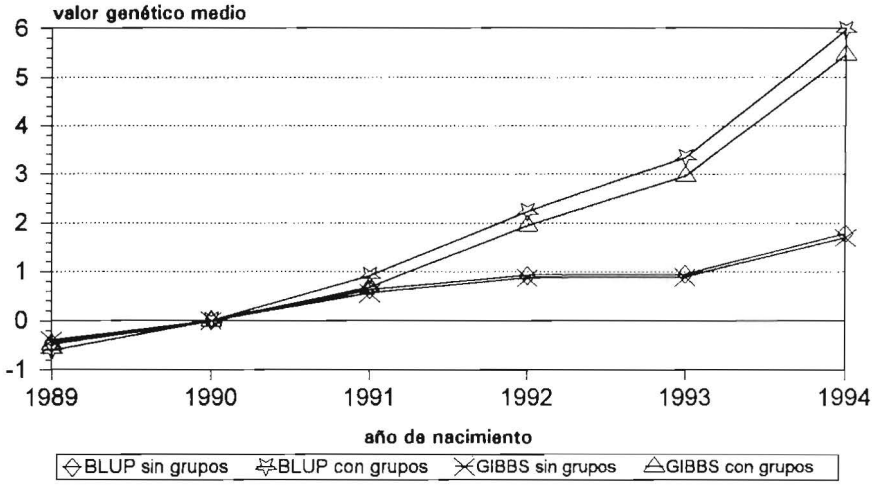
RESULTADOS Y DISCUSION

En la Figura 1 se muestran las tendencias genéticas obtenidas mediante la metodología clásica BLUP Modelo Animal con y sin grupos genéticos, así como las obtenidas utilizando la metodología del muestreo de GIBBS. En el segundo caso, es posible obtener una estima del progreso genético anual cifrado en 1.194±0.189 en el caso de considerar grupos genéticos, frente a 0.386±0.062 en el caso de no utilizar grupos genéticos de valoración. Esto indica que el E.S.R.O.M. presenta una tendencia genética anual del 1% de la media fenotipica

Con la metodología de muestreo de GIBBS incluyendo grupos genéticos, se estimó una heredabilidad para el carácter Kg. de leche en 120 días de lactación de 0.171±0.009 y una repetibilidad de 0.426±0.005.

Los resultados anteriores ponen de manifiesto que la utilización de grupos genéticos permite la detección de la tendencia genética de la población de modo mucho más eficiente que cuando la genealogía no se completa con éstos. No se observan diferencias apreciables entre las estimas del progreso genético bajo la metodología clásica y el muestreo de Gibbs, sin embargo este último permite una estima del progreso genético anual con su error típico asociado.

Figura 1: Tendencia genética para el carácter leche real en la raza ovina Manchega



Los coeficientes de Pearson y de rango de Sperman entre los valores genéticos obtenidos para machos mediante metodología BLUP con y sin grupos genéticos son de 0.965±.0001 y de 0.917±.0001 respectivamente. En el grupo de los 30 mejores machos evaluados con grupos genéticos, se produce un 73,3% de cambios de posición en total, un 50% de cambios en mas/menos dos puestos y un 13,3% de cambios en mas/menos 5 puestos, en relación a la evaluación sin grupos, de tal modo que solo un macho abandona este grupo de los 30 mejores. Esto indica que la incorporación de grupos genéticos no altera de forma sustancial la clasificación de los sementales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Jurado, J.J. y Hernández, D. 1990. Catálogo de Software de Interés en Agricultura. M.A.P.A. Programa nº 113, Pag: 81.

Jurado, J.J.; Serrano, M.; Montoro, V. y Pérez-Guzmán, M.D. 1995. Estima de componentes de varianza y de respuesta a la selección en la raza ovina Manchega mediante Muestreo de Gibbs. ITEA, Vol. Extra, Nº 16 Tomo I, Pags: 245-247.

Pollack, E.J. y Quaas, R.L. 1983. Definition of group effects in sire evaluation models. J. Dairy Sci. 66: 1503-1509.

Quaas, R.L. 1988. Additive genetic model with groups and relationships. J. Dairy Sci. 71: 1338-1345.

Serrano, M.; Pérez-Guzmán, M.D.; Montoro, V. y Jurado, J.J. 1994. Mejora del modelo de evaluación genética en el esquema de selección de la raza ovina Manchega. Actas de la VII Reunión Nacional Sobre Mejora Genética Animal. Lérida. Pags: 145-147.

Serrano, M.; Jurado, J.J.; Pérez-Guzmán, M.D. y Montoro, V. 1996. Cálculo de los factores de extensión de la lactación a 120 días en ganado ovino Manchego. Investigación Agraria. Producción y Sanidad Animales. INIA Publicaciones del M.A.P.A. Vol. 11(1), Pags: 69-83.

INTRODUCCION DE GRUPOS GENETICOS EN LA EVALUACION DE OVEJAS LATXA CARA NEGRA

Ugarte, E., Urarte, E., Arranz, J., Arrese, F., Rodríguez, C.*, Silió, L.*

CIMA, Granja Modelo,Vitoria-Gasteiz

* Area de Mejora Genética Animal, CIT-INIA, Madrid

INTRODUCCION

Los programas de control lechero y selección de la raza Latxa se iniciaron en 1982 y 1985, respectivamente, siendo la lactación tipificada a 120 días el criterio de selección adoptado y realizándose la evaluación genética mediante BLUP-Modelo Animal (Hanocq y col., 1993).

La coincidencia del período anual de cubriciones con el aprovechamiento veraniego de los pastos de montaña dificulta el control genealógico en esta raza, por lo que, tras una década de funcionamiento del esquema, resulta aconsejable la inclusión de grupos genéticos en el modelo de evaluación, que permitan tener en cuenta el posible mayor nivel genético de los parentales no conocidos de los animales nacidos en los últimos años. El efecto de esta modificación del modelo sobre las inferencias respecto a los valores mejorantes y el progreso genético alcanzado ha sido analizado con técnicas bayesianas en el ecotipo Latxa Cara Rubia (Ugarte y col., 1996). Un análisis similar del ecotipo Latxa Cara Negra (LCN) se aborda en el presente trabajo.

MATERIAL Y METODOS

Las lactaciones analizadas son 268.988 registradas hasta 1996 en 117.373 ovejas LCN. La genealogía incluye 123.643 animales, de los que 67.037 son de genealogía totalmente desconocida (00), 49.776 de padre desconocido (0M) y 6.830 de padre y madre conocidos (PM), en su mayoría procedentes de inseminación artificial.

El modelo de análisis con grupos genéticos es:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\beta + \mathbf{Z}_1\mathbf{u} + \mathbf{Z}_2\mathbf{c} + \mathbf{e}$$

siendo $\mathbf{y}$ = vector de 268.988 observaciones, β = vector de efectos sistemáticos (9.930 niveles), que incluye los efectos rebaño-año (3.182), rebaño-mes de parto-número de parto-edad (6.737), número de corderos paridos vivos (3) e intervalo parto-primer control (8); $\mathbf{u}$ = vector de 123.643 efectos genéticos aditivos; $\mathbf{c}$ = vector de 117.373 efectos de ambiente permanente; $\mathbf{e}$ = vector de residuos. $\mathbf{X}$, $\mathbf{Z}_1$ y $\mathbf{Z}_2$ son las correspondientes matrices de incidencia. Se supone:

$$\mathbf{u} \mid \sigma^2_u, \mathbf{A}, \mathbf{Q}, \mathbf{g} \sim N(\mathbf{Qg}, \mathbf{A}\,\sigma^2_u); \quad \mathbf{c} \mid \sigma^2_c \sim N(0, \mathbf{I}_c\,\sigma^2_c); \quad \mathbf{e} \mid \sigma^2_e \sim N(0, \mathbf{I}_e\,\sigma^2_e)$$

siendo $\mathbf{A}$ = matriz de relaciones aditivas, $\mathbf{Q}$ = matriz de elementos q_{ij}, proporción de genes del animal i procedente del grupo j y $\mathbf{g}$ = vector de efectos de grupos genéticos.

La población base incluye a los ascendientes desconocidos de animales nacidos antes de 1990. Los otros 6 grupos genéticos considerados corresponden a los padres (g_{P1}, g_{P2}, g_{P3}) o madres (g_{M1}, g_{M2}, g_{M3}) desconocidos de animales nacidos entre 1990 y 1995 en rebaños con 3 grados de utilización de inseminación artificial: escasa (≤10%), media (11 al 35%) o alta (>35%).

Los métodos de análisis bayesiano aplicados, vía muestreo de Gibbs, han sido previamente descritos (Ugarte y col., 1996), aunque en el presente trabajo solamente se han utilizado a priori uniformes acotados para los componentes de varianza. En el muestreo de Gibbs se realizaron 100.500 iteraciones, descartándose las 500 iniciales y un intervalo de muestreo de 1/10, salvándose por tanto 10.000 muestras de cada parámetro de interés.

RESULTADOS

Las medias (y desviaciones típicas) de las distribuciones marginales posteriores (d.m.p.) de los componentes de varianza de la producción en litros de leche tipo son: σ^2_u = 207,0 (6,8), σ^2_c = 288,3 (7,2), σ^2_e = 680,3 (3,1), σ^2_p = 1175,7 (3,8), $h^2 = \sigma^2_u/\sigma^2_p$ = 0.176 (0,006) y $c^2 = \sigma^2_c/\sigma^2_p$ = 0,245 (0,006).

Los resultados que se presentan en la Tabla 1 corresponden a los efectos de los grupos genéticos sobre la producción de leche tipo, calculados como diferencia respecto a la población base y confirman el superior nivel genético de los progenitores desconocidos de los animales nacidos a partir de 1990.

Tabla 1. Media, desviación típica e intervalo del 95% de mayor densidad posterior de las distribuciones marginales posteriores del efecto sobre la producción de leche a 120 dias (litros) de los grupos genéticos considerados en el modelo de evaluación

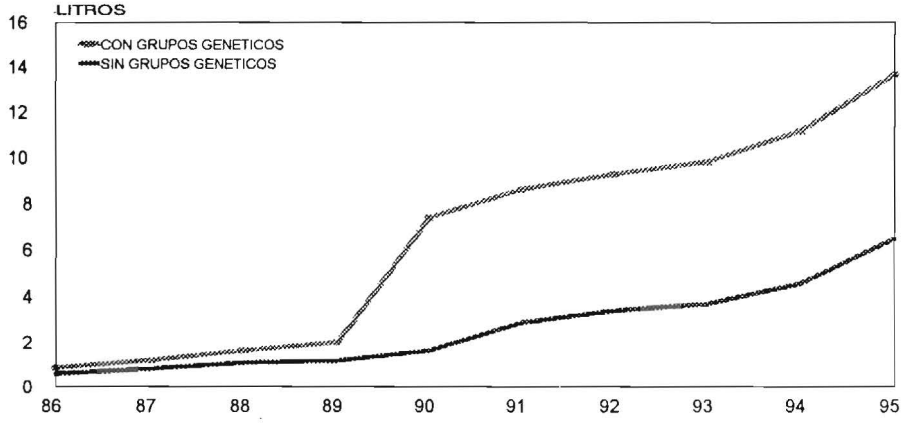
INSEMINACION	PADRES DESCONOCIDOS				MADRES DESCONOCIDAS			
EN REBAÑO		Media	DT	95% MDP		Media	DT	95% MDP
≤ 10 %	g_{P1}	8,83	1,23	6,40-11,27	g_{M1}	6,05	1,72	2,67- 9,43
11-35 %	g_{P2}	11,58	0,87	9,86-13,29	g_{M2}	8,30	1,34	5,68-10,99
>35 %	g_{P3}	13,91	2,09	9,89-18,10	g_{M3}	13,01	3,39	6,36-19,70

Asimismo, se han obtenido las medias (y desviaciones típicas) posteriores de las diferencias entre efectos de grupos genéticos que presentan mayor interés. Los resultados de la comparación entre progenitores desconocidos del mismo sexo empleados en rebaños con diferente grado de uso de inseminacion artificial son: $g_{P2} - g_{P1}$ = 2,75 (1,48) y $g_{P3} - g_{P1}$ = 5,08 (2,37), para los padres y $g_{M2} - g_{M1}$ = 2,25 (2,14) y $g_{M3} - g_{M1}$ = 6,95 (3,78), para los grupos de madres desconocidas. En cuanto a la comparación entre grupos de padres y madres dentro de rebaños de un mismo tipo: $g_{P1} - g_{M1}$ = 2,78 (2,51) y $g_{P2} - g_{M2}$ = 3,27 (1,83).

En la Figura 1 se presentan los valores de las medias genéticas por año de nacimiento de los animales nacidos desde el inicio del programa de selección, obtenidos con modelos con y sin grupos genéticos. El progreso genético total alcanzado en este período puede calcularse como la diferencia entre las medias genéticas de los animales nacidos en 1995 y 1986. En el modelo sin grupos genéticos, todos los progenitores desconocidos se asignan a la población base, siendo la media (y desviación típica) posterior de la respuesta total 5,93 (0,53) litros. Los valores

corrrespondientes, obtenidos con el modelo con grupos genéticos son 12,83 (0,63) litros y de la d.m.p. de este parámetro se infiere Prob [Respuesta Total> 11,78 litros]= 0,95.

Figura1. Medias genéticas anuales de ovejas Latxa Cara Negra nacidas en el período 1986-1995 obtenidas con modelos con y sin grupos genéticos



La respuesta anual se calcula como el coeficiente de regresión (b) sobre el año de nacimiento de las medias genéticas anuales. En la Tabla 2 se resumen los estadísticos principales de las d.m.p. de este parámetro obtenidas, con el modelo con grupos genéticos, para animales de los diferentes tipos de genealogía (00, 0M y PM) y para el conjunto de la población. Estos resultados indican el superior progreso genético obtenido en los animales con genealogía completa.

Tabla 2. Resumen de estadísticos de las distribuciones marginales posteriores de las respuestas anuales (litros por año) entre 1986 y 1995 según tipos de genealogía.

	Media	Moda	Mediana	DT	95% MDP
b_{PM}	1,74	1,74	1,74	0,11	1,52-1,95
b_{0M}	1,29	1,28	1,29	0,07	1,17-1,43
b_{00}	1,09	1,08	1,09	0,15	0,80-1,38
b_{TOTAL}	1,51	1,52	1,51	0,06	1,40-1,63

A partir de la d.m.p. de la respuesta anual en el conjunto de la población se infiere Prob [b_{TOTAL}> 1,41 litros por año]= 0,95, lo que corrobora la efectividad de la selección practicada en el esquema de mejora genética de las ovejas Latxa Cara Negra.

REFERENCIAS

Hanocq y col. (1993) ITEA, Vol 89A (2): 143-161.

Ugarte y col. (1995) ITEA, Vol Extra 16 (I): 309-311.

Ugarte y col. (1996) Journal Dairy Science, 79 (12): (en prensa).

ANALISIS BAYESIANO DE LA HETEROGENEIDAD DE LA VARIANZA RESIDUAL DURANTE LA LACTACION UTILIZANDO LA TECNICA DE LOS PUNTOS DE CAMBIO

R. Rekaya; M. J. Carabaño y M. A. Toro
Departamento de Producción Animal CIT- INIA

I/ INTRODUCCION

Problemas en los que interesa identificar puntos de cambio surgen en muchas aplicaciones prácticas especialmente aquellas en los que los datos se han recogido de forma cronológica (modelos multifásicos de crecimiento, producción de leche, etc) y se han desarrollado muchas técnicas estadísticas que permiten identificar los puntos de cambio en una secuencia de datos y como consecuencia los posibles cambios en los parámetros del modelo asumido (Stephens, 1994).

Para modelos no-lineales, con varios puntos de cambio y un gran volumen de datos los problemas computacionales suelen ser prohibitivos y sólo recientemente han podido ser abordados. El análisis bayesiano utilizando el muestreo de Gibbs y algoritmos que permiten muestrear de distribuciones condicionales no estándar es quizás la metodología más prometedora. Esta metodología es la que hemos aplicado al estudio de la heterogeneidad de la varianza residual en las diferentes fases de la curva de lactación, fenómeno que ha sido demostrado en muchos trabajos de análisis de controles diarios (Schaeffer et al., 1994; Jamrozik et al., 1996). En un estudio de la persistencia con datos españoles (130601controles diarios) hemos detectado un aumento de la varianza residual a partir del inicio de la lactación hasta los días 40-50, momento en que alcanza un valor máximo y después empieza a disminuir, primero de una manera brusca hasta los días 80 -90 y después de forma más atenuada. A partir de los días 230-240 se observa una aumento importante hasta alcanzar valores parecidos a los encontrados en la primera fase (figura (a)).

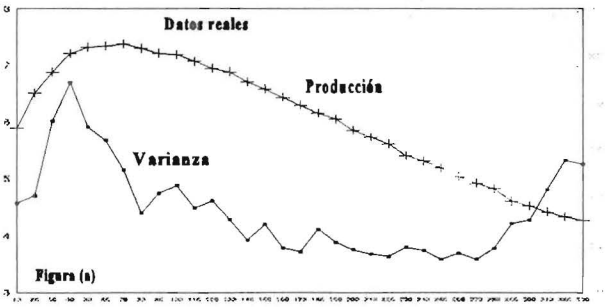


Figura (a)

II/ METODOS

1. Modelo

Se ha adoptado un modelo bayesiano jerárquico con tres puntos de cambio. En el primer nivel de la jerarquía se asume que la distribución de las observaciones en cada intervalo de la secuencia es

$$Y|\theta,\lambda_1,\lambda_2,\lambda_3,\lambda_4,\sigma_{e1}^2,\sigma_{e2}^2,\sigma_{e3}^2,\sigma_{e4}^2 \sim \begin{cases} N(X\beta+\eta(\theta), t^{\lambda 1}\ \sigma_{e1}^2) & i=1,.....T_1 \\ N(X\beta+\eta(\theta), t^{\lambda 2}\ \sigma_{e2}^2) & i=T_1+1,.....T_2 \\ N(X\beta+\eta(\theta), \eta(\theta)^{\lambda 3}\ \sigma_{e3}^2) & i=T_2+1,.....T_3 \\ N(X\beta+\eta(\theta), \eta(\theta)^{\lambda 4}\ \sigma_{e4}^2) & i=T_3+1,.....t_{max} \end{cases}$$

$\eta(\theta)$ es la parte no lineal del modelo descrita por la formula de Wood (1967) y cuya expresión en el día t es, $\eta_t(\theta) = a_1 t^{a2}\exp(-a_3 t)$. $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ son unos exponentes que relacionan la varianza residual en cada tramo de la lactación con el día del control (λ_1 y λ_2) o con la media de producción calculada a partir de la curva de la lactación (λ_3 y λ_4).

En el segundo estrato de la jerarquía se especifican las distribuciones a priori de los parámetros del modelo definidos en el primer estrato.

$\beta \sim \beta_{min} < \beta < \beta_{max}$

$T \sim 1 < T < t_{max}$

$\sigma_{e1}^2 \sim \chi^{-2}(\upsilon_e, \upsilon_e s_o^2)$

$a \mid \sum_0 \sim NMV(m, I \otimes \sum_0)$

$\sum_0$ es la matriz de (co)varianzas residuales entre los parámetros de la función de Wood y $m = Wb + Zu$, la media de estos parámetros, siendo b el efecto lactación-edad-época de parto y u el valor genético aditivo de cada animal para los parámetros de la curva de la lactación. W y Z son las correspondientes matrices de incidencias.

El tercer estrato de la jerarquía consiste en asignar distribuciones a **b, u y** $\sum_0$ definidos en el estrato anterior.

$b \sim b_{min} < b < b_{max}$

$u \mid \sum_g \sim NMV(0, A \otimes \sum_g)$

$\sum_0 \mid \upsilon_0 S_0^2 \sim W^{-1}(\upsilon_0, \upsilon_0 S_0^2)$

la estructura jerarquizada termina asignando una distribución a priori para la matriz de (co)varianzas genéticas $\sum_g$.

$\sum_g \mid \upsilon_g S_g^2 \sim W^{-1}(\upsilon_g, \upsilon_g S_g^2)$

S_0^2 y S_g^2 son matrices 3 x 3 de hiperparámetros conocidos para $\sum_0$ y $\sum_g$, respectivamente.

2 . Inferencia bayesiana

Para implementar el algoritmo de Gibbs sampling se requieren las distribuciones condicionales de todos los parámetros desconocidos del modelo. Estas distribuciones condicionales son normales para β, b y u, chi-cuadrado invertida para σ_{ei}^2 y Wishart invertida para las matrices Σg , Σ_0. Para los demás parámetros del modelo ($T_1, T_2, T_3, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, a_1, a_2, a_3$) las distribuciones condicionales no son formas estandard por lo que el muestreo se ha realizado utilizando el algoritmo "adaptive rejection metropolis sampling" (Gilks et al.,1995)

3. Simulación

Para contrastar esta metodología, se ha aplicado inicialmente a datos simulados con la misma estructura de los datos reales y con valores conocidos de los parámetros. La relación entre la media

de producción y la varianza residual para los datos simulados se indica en la figura (b).

III/ RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 1 se presenta un sumario de las distribuciones marginales de los puntos de cambio (fechas de cambio) y de los exponentes que relaciona la producción o los días en lactación y la varianza residual. Se observa un ajuste razonablemente satisfactorio entre las modas a posteriori y los valores verdaderos y éstos están en todos los casos en el intervalo del 95% de HPD. La figura (c) que representa la relación entre la media de producción o los días en lactación y la varianza residual confirma la adecuación de la metodología utilizada.

Queda por aplicar esta metodología a los datos reales de vacuno lechero así como analizar su posible impacto en el análisis de los controles diarios y la evaluación genética de la producción de leche y de la persistencia de la curva de lactación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

Gilks et al., 1995. Appl. Statist. 4:455-472.

Jamrozik et al.,1996. Interbull Open Meeting, Veldhoven, The Netherlands, June 23-24. 1996.

Schaeffer et al, 1994. 5th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod. , Guelph, Vol. XVIII:443

Stephens, 1994. Appl Statist. 1:159-178.

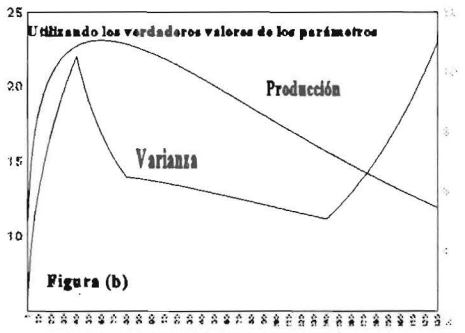




Tabla 1: Sumario de las distribuciones marginales de las fechas de cambio y de las exponentes

Parámetro	Verdadero	Media	Moda	Mediana	HPD
$\sigma_{\epsilon 1}^2$	2.40	2.351	2.372	2.346	2.17 - 2.572
Fecha de cambio					
T_1	40	38.54	39.13	38.92	29.87 - 48.44
T_2	80	84.76	81.27	82.80	67.29 - 103.19
T_3	240	246.42	248.25	248.97	226.74 - 258.48
Exponentes					
λ_1	0.40	0.423	0.413	0.418	0.298 - 0.544
λ_2	-0.70	-0.671	-0.694	-0.683	-0.792 --0.492
λ_3	0.60	0.624	0.618	0.634	0.508 - 0.767
λ_4	-2.50	-2.675	-2.651	-2.686	-2.934 - -2.312

RESPUESTA CORRELACIONADA EN CARACTERES DE CRECIMIENTO Y CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DESPUÉS DE UN CICLO DE SELECCIÓN HIPERPROLÍFICA EN CERDOS

J.ESTANY [1] , J.TIBAU [2] , J.SOLER [2] y J.L. NOGUERA [1]

[1] Àrea de Producció Animal. Centre UdL- IRTA. Rovira Roure, 177. 25198 Lleida
[2] Centre de Control Porcí. IRTA. Veïnat de Sies s/n 17121 Monells. Girona

Introducción

La denominada vía hiperprolífica ha mostrado ser una estrategia eficiente para mejorar la prolificidad en porcino (Herment et al., 1994; Sorensen y Vernessen, 1991; Noguera el al., 1997). En este trabajo se ofrecen las primeras estimaciones de la respuesta correlacionada en caracteres de crecimiento en estación y de calidad de la canal y de la carne después del ciclo de selección hiperprolífica descrito en Noguera et al. (1997). La respuesta genética directa en este experimento fue superior a 0.5 lechones por parto, respuesta lo suficientemente relevante como para detectar cambios correlativos en otros caracteres de interés económico.

Material y métodos

Los animales utilizados proceden de la línea *Landrace* seleccionada por prolificidad (línea H) y de la línea control (línea C) descritas en Noguera et al. (1997). El experimento ha consistido en controlar una muestra aleatoria de 21 machos y 21 hembras de cada una de las líneas (de un total de 60 previstos por sexo y línea) para el conjunto de caracteres que se describen más adelante.

A los 23.1±4.7 días de edad los lechones se destetaron y trasladaron al Centre de Control Porcí de Monells (CCP). El peso al destete (PD) fue de de 6.28±1.47 kg y la diferencia media de edad entre líneas de 1.5 días. Desde los 21.19±3.70 kg (57.1 días), peso de entrada en control (PE), hasta los 100.34±9.61 kg (161.1 días), los animales se engordaron en una nave equipada con el sistema automático IVOG® para el control individual de la ingesta. Durante el período de engorde los animales consumieron *ad libitum* un pienso concentrado (3088 Kcal EM y 17.5% de proteína bruta) y se pesaron 9 veces. A partir de los 80 kg de peso se registraron semanalmente dos medidas ultrasónicas del espesor de tocino dorsal a 4 cm de la línea media del animal. La primera medida se tomó a la altura de la última costilla (GD) y la segunda a nivel de la última vértebra lumbar (GR). Los

animales se pesaron por última vez 24 h antes del sacrificio (PF). El peso (P158) y las medidas de grasa se analizaron a los 158±1 días de edad.

Los animales fueron sacrificados en un matadero comercial. Antes de 1 h después del sacrificio se pesó la canal caliente, sobre la cual se tomaron las medidas de espesor de grasa (G3/4) y de profundidad del músculo del lomo (L3/4), ambas registradas mediante la sonda *Fat-o-Meater* a 6 cm de la línea media entre la tercera y cuarta costilla. Para obtener el peso de la canal (PC) y el rendimiento a la canal (RC) se tuvo en cuenta un 3% de pérdidas de oreo. La conformación de la canal (CC) se evaluó visualmente de 1 (buena) a 4 (mala) de acuerdo con el patrón fotográfico de la UE para clasificación de canales por tipo. La longitud del la canal (LC) se midió desde el borde anterior de la sínfisis púbica hasta la parte anterior de la primera costilla. A las 24 h se realizó un despiece comercial estandarizado, registrándose para cada mitad de la canal el peso de las siguientes piezas: jamón (J), espalda (E), chuletero (CH), recorte de costillar (CO) y panceta (PA). La distribución del peso de la canal se calculó como el peso de cada pieza por unidad de peso de canal. Con la suma de J, E y CH se obtuvo el rendimiento de las piezas nobles (RP). A los 45 min y 24h *post-mortem* se midió el pH del músculo (pH45 y pH24; *Scharlau, HI-9025*) y la conductividad eléctrica (CE45 y CE24;*PQM, Giralda*) en *m. longissimus dorsi* (LD) y *m. semimembranosus* (SM).

Los datos se analizaron de acuerdo con un modelo de efectos fijos que incluyó la línea (H y C), el sexo (macho, hembra) y, dentro de línea y sexo, la covariable edad (caracteres de crecimiento) o peso de la canal (caracteres de la canal y de la carne).

Resultados

Los resultados expuestos en la Tabla 1 indican que la selección por prolificidad no ha penalizado la velocidad de crecimiento, pero ha conducido a obtener animales más grasos, lo que coincidiría con otros experimentos similares (Herment et al., 1994) y con la tendencia observada en los datos de campo para estas mismas poblaciones (Noguera et al.,1997). Según la vigente ecuación de predicción del porcentaje de magro de la canal (Gispert y Diestre, 1994), la línea H tendría un 1.3% ($P<0.05$) menos de magro que la línea C. Por otra parte, la selección por prolificidad también ha repercutido en la distribución del peso de las piezas en la canal, de tal forma que los animales de la línea H muestran una menor

proporción de piezas nobles y mayor proporción de panceta, lo que explicaría en parte su menor conformación. No parece que la diferencia entre líneas sea tan importante para los caracteres relacionados con la calidad de la carne, si bien es necesario contrastar estos resultados una vez se conozca el genotipo de todos los animales respecto al gen del halotano. Los resultados expuestos deben entenderse como preliminares, puesto que el experimento todavía no ha finalizado; sin embargo, de confirmarse, indicarían que la selección por prolificidad afecta principalmente a los caracteres relacionados con la calidad de la canal.

Tabla 1. Estimas mínimo-cuadráticas y error típico por línea

Caracteres de crecimiento

	PD (kg)	PE (kg)	P158 (kg)	PF (kg)	GR (mm)	GD (mm)
Linea H	6.22±0.14	21.18±0.36	98.60±1.32	101.51±1.33	14.48±0.39**	12.24±0.27**
Linea C	6.44±0.14	21.33±0.37	97.15±1.37	99.60±1.30	12.82±0.40	10.62±0.27

Caracteres de la canal

	PC (kg)	RC (gr/kg)	LC (cm)	CC	G3/4 (mm)	L3/4 (mm)
Linea H	72.48±0.29	724.8±2.9	82.05±0.32	2.66±0.10*	19.57±0.38*	53.96±0.64
Linea C	72.85±0.31	726.5±3.0	81.74±0.34	2.35±0.10	18.35±0.39	55.33±0.67

Distribución de piezas en la canal

	J (g/kg)	E (g/kg)	CH (g/kg)	CO (g/kg)	PA (g/kg)	RP (g/kg)
Linea H	313.5±1.4	151.2±0.8 **	178.7±1.2**	49.2±0.5	65.7±0.8**	643.4±2.2**
Linea C	317.2±1.4	157.4±0.8	183.8±1.3	49.3±0.6	59.9±0.8	658.4±2.3

Caracteres de calidad de la carne

	pH45LD	pH24LD	CE45LD (µs)	CE45SM (µs)	CE24LD (µs)	CE24SM (µs)
Linea H	6.12±0.06	5.84±0.02	5.37±0.44 *	4.74±0.35	4.95±0.41	6.90±0.51
Linea C	6.18±0.06	5.85±0.02	3.96±0.46	4.38±0.36	4.05±0.42	5.86±0.53

* P<0.05 ** P<0.01

Referencias

Gispert, M y Diestre, A. 1994. Techniporc 17:2

Herment, A., Runavot,J.P. y Bidanel,J.P.1994. Jour. Rech. Por. France, 26: 315-320

Noguera et al. 1997. VII Jornadas sobre Producción Animal. Zaragoza

Sorensen, D. y Vernessen, A.H. 1991.42th Annual Meeting of EAAP, Berlín

Agradecimientos. Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CICYT AGF94-1016. Los autores desean agradecer la colaboración de M. Arbonés, M.J. Bautista, X. Puigvert y R. Ramis en la toma y preparación de los datos de matadero, así como a A. Diestre y M. Gispert sus comentarios.

HETEROGENEIDAD DE VARIANZAS ENTRE GRANJAS PARA EL PESO AL CONTROL EN PORCINO. APLICACIÓN DE UN MODELO MIXTO MULTIPLICATIVO.

M.R. Pujol[1], J. Piedrafita[1], R. Quintanilla[1], J. Tibau[2]
[1]Dpt. de Patologia i de Producció Animals, UAB. 08193 Bellaterra (Barcelona)
[2]Centre de Control Porcí, IRTA. 17121 Monells (Girona)

INTRODUCCIÓN

Las evaluaciones genéticas del porcino se realizan habitalmente asumiendo homogeneidad de varianzas entre niveles de efectos fijos. En vacuno, numerosos trabajos han puesto de manifiesto la presencia de heterogeneidad de varianzas entre distintos ambientes productivos (p.e. Boldman y Freeman, 1990; San Cristobal et al., 1993; Ibáñez et al., 1996), aunque son menos frecuentes los relativos al porcino (Rook, 1982). El hecho de ignorar la heterocedasticidad puede conducir a una sobrevaloración de los animales con mejores fenotipos que producen en los ambientes más variables. Entre los métodos propuestos para tener en cuenta la heterogeneidad de varianzas se ha considerado el basado en un modelo mixto multiplicativo (Kachman y Everett, 1993), que ha sido aplicado en poblaciones de vacuno por Meuwissen et al. (1996) y Reverter et al. (1997).

El objetivo de este trabajo es analizar la posible existencia de heterogeneidad de varianzas entre granjas, así como valorar la utilidad de escalar los datos mediante un modelo mixto multiplicativo para la evaluación genética del peso al control.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han utilizado datos de peso al control de 7494 animales procedentes de 1640 camadas originadas por apareamientos entre 110 machos y 635 hembras. Esta información fue recogida en 4 núcleos de selección de raza Large White adheridos a la Asociación Catalana de Porcino Selecto, durante los años 1990 y 1994. Los controles de los animales se realizan a una edad aproximada de 160 días. El número de registros para cada una de las granjas, así como los valores fenotípicos para el carácter peso se presentan en la tabla 1.

Inicialmente se estimaron los componentes de varianza considerando el conjunto de todos los datos y paralelamente se realizaron análisis independientes para cada uno de los núcleos. En todos los análisis la metodología de estimación fue la de Máxima Verosimilitud Restringida (Patterson y Thompson, 1971) y los cálculos se hicieron mediante el paquete VCE (Groeneveld 1994).

Para la obtención de los datos escalados se asumió un modelo mixto multiplicativo, donde se sonsidera que las observaciones son homogéneas dentro de granja y heterogéneas entre ellas. Las observaciones pertenecientes a la granja *i* se modelizaron como sigue:

$$\mathbf{y}_i = (\mathbf{X}_i\mathbf{b} + \mathbf{P}_i\mathbf{c} + \mathbf{Z}_i\mathbf{a} + \mathbf{e}_i) \lambda_i$$

donde **X** es una matriz de incidencia que relaciona las observaciones con los efectos fijos incluidos en el vector **b** (granja-año-banda de control, sexo y la covariable edad al final del control); **P** i **Z** son las matrices de incidencia que relacionan las observaciones con los efectos aleatorios de camada **c** y animal **a**, con (co)varianzas $I\sigma^2_c$ y $A\sigma^2_a$ respectivamente; **e** es el vector aleatorio de residuos y λ_i es el factor de escala asociado a la granja *i*.

Siguiendo el desarrollo expuesto por Meuwissen et al. (1996), el vector de factores de escala se obtiene a partir de $\lambda = \exp(\beta/2)$, donde β es un vector de efectos granja desconocidos que se asume fijo. Los niveles en β se estimaron, usando un programa cedido por A. Reverter, a partir del siguiente algoritmo Fisher Scoring:

$$\mathbf{W}^{[m]}\beta^{[m+1]} = \mathbf{W}^{[m]}\beta^{[m]} + \mathbf{z}$$

donde

$$z_i = \frac{1}{2}\left(\frac{\mathbf{y}_i'\mathbf{y}_i - \mathbf{y}_i'\hat{\mathbf{y}}_i}{\sigma^2_e} - n_i \right)$$

siendo n_i el número total de observaciones de la granja *i*; y **W** una matriz diagonal con los siguientes elementos:

$$Var(z_i) = \frac{1}{2}\frac{\hat{\mathbf{y}}_i'\hat{\mathbf{y}}_i}{\sigma_e^2} + \frac{1}{2}n_i$$

El vector $\hat{\mathbf{y}}_i$ se obtiene a partir de la resolución de las ecuaciones de modelo mixto, donde las observaciones están escaladas por el factor λ_i correspondiente a cada nivel del efecto granja .

Los componentes de varianza asumidos fueron los resultantes del análisis del conjunto de los datos. A partir de estas estimaciones se llevó a cabo una primera evaluación genética asumiendo homogeneidad entre ambientes a través del paquete PEST (Groeneveld,1990). Una vez escaladas las observaciones se procedió a una reestimación de los componentes de varianza con la finalidad de comprobar posibles cambios en éstos consecuencia del ajuste de los datos. Además se realizó una predicción de los valores mejorantes con los nuevos parámetros y las observaciones escaladas con la intención de valorar el impacto que tiene en la evaluación genética la corrección por heterogeneidad entre granjas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestran las medias y varianzas fenotípicas de cada una de las granjas para el carácter peso al control. Dichos parámetros presentan cierta variabilidad entre núcleos, siendo los núcleos con mayores medias los que poseen varianzas más elevadas. No obstante, al calcular la varianza de las observaciones una vez ajustadas por los efectos fijos correspondientes, sólo el núcleo C presenta una diferencia relevante respecto al resto.

Los componentes de varianza estimados intranúcleo (tabla 2) muestran un paralelismo con los valores fenotípicos, siendo el núcleo más variable (C) el que presenta componentes de varianza superiores. Sin embargo, este tendencia no se observó en el núcleo B, que aún siendo de baja variabilidad obtuvo una varianza aditiva similar al núcleo C. A pesar de las diferencias entre las estimaciones de componentes de varianza, éstas sólo fueron significativas a nivel residual respecto al núcleo C, puesto que la escasez de información condujo a unas elevadas varianzas de los estimadores. Los cocientes de varianza obtenidos (tabla 2) fueron similares para todos los núcleos analizados y, atendiendo a las precisiones de los estimadores, no se consideraron significativamente distintos, hecho que apoyaría la corrección de varianzas heterogéneas por el método propuesto, donde se asume parámetros homogéneos entre ambientes. De nuevo el núcleo B fue el que presentó resultados más dispares, debido a que el componente aditivo absorbe gran parte de la variabilidad.

Las estimaciones para los factores de escala fueron 0.9321, 0.9345, 1.0867 y 0.9338 para los núcleos A, B, C y D respectivamente. Éstos resultados concuerdan con la variabilidad observada al ajustar los datos por los efectos fijos, siendo el núcleo C el que presenta un factor de corrección de mayor magnitud, mientras que el resto son prácticamente iguales.

El escalado de los datos de cada núcleo a partir de los factores correspondientes conduce a una dispersión de varianzas fenotípicas incluso superior a la original, pero las varianzas de las observaciones corregidas por efectos fijos alcanzan una mayor estabilidad (tabla 3). Resultados similares fueron obtenidos por Reverter et al. (1997) al aplicar un modelo mixto multiplicativo en vacuno de carne. Estos resultados indican que el efecto granja explica gran parte de la heterogeneidad observada entre granjas; las diferencias de variabilidad restantes pueden deberse a fuentes adicionales de heterogeneidad como pueden ser el sexo u otros efectos ambientales.

La reestimación de componentes de varianza posterior a la corrección de las observaciones por la heterogeneidad intranúcleo dio como resultado un ligero incremento de cada uno de los componentes, manteniéndose los parámetros constantes (tabla 4).

Los predicciones de valores genéticos derivadas de los datos escalados y los nuevos parámetros no sufrieron cambios sustanciales respecto a las obtenidas ignorando la heterogeneidad de varianzas: el coeficiente de correlación de Pearson entre los valores genéticos obtenidos fue 0.997, y la correlación de Spearman 0.999; estas correlaciones tan elevadas están en la línea de las encontradas en otros trabajos (Boldman y Freeman, 1990; Reverter et al., 1997). No obstante, cabe esperar que los individuos más afectados sean los que ocupan posiciones extremas en el orden de mérito. De este modo, al analizar el 10% de los animales mejor evaluados se comprobó que un 8% de éstos quedaban fuera de este grupo, perdiendo un promedio de 178 posiciones en el orden de mérito global; todos ellos pertenecían al nucleo C (el más variable), mientras que los animales que los reemplazaron provenían de los otros tres núcleos en igual proporción. De hecho, lo que se observó fue una regresión hacia valores medios

de los animales del ambiente más variable. Ésto sugiere que ignorar la heterogeneidad podría conllevar sesgos importantes al comparar animales de ambientes que muestren distinta variabilidad. Asimismo, el escalado muestra su eficacia en la corrección de la tendencia a seleccionar un mayor número de animales de los ambientes más variables.

Tabla 1. Número de observaciones, media, varianza fenotípica y varianza de las observaciones ajustadas por los efectos fijos del carácter peso al control para cada granja a partir de los datos brutos.

granja	N	media	σ^2_p	σ^2(y-Xb)
A	1762	93.2	121.7	71.4
B	1534	92.5	115.6	72.9
C	2128	100.0	141.1	107.8
D	2070	94.8	135.3	78.0

Tabla 2. Estimaciones de los componentes de varianza intranúcleo (error estándar) del peso al control.

	A	B	C	D
σ^2_a	15.9 (5.1)	30.8 (7.6)	30.4 (6.3)	17.3 (3.4)
σ^2_c	9.0 (1.8)	6.3 (1.6)	14.3 (2.1)	14.2 (1.7)
σ^2_e	53.6 (2.9)	48.1 (4.2)	69.7 (3.8)	51.5 (2.3)
h^2	0.20 (0.06)	0.36 (0.08)	0.27 (0.05)	0.21 (0.04)
c^2	0.11 (0.02)	0.07 (0.02)	0.12 (0.02)	0.17 (0.02)

Tabla 3. Media, varianza fenotípica y varianza de las observaciones ajustadas por los efectos fijos a partir de los datos del peso al control escalados .

granja	media	σ^2_p	σ^2(y-Xb)
A	100.0	139.9	82.3
B	98.9	132.2	83.3
C	92.0	119.5	91.5
D	101.5	155.3	89.5

Tabla 4. Componentes de varianza (error estándar) del peso al control antes y después de corregir respecto a la heterogeneidad de varianzas.

	datos brutos	datos escalados
σ^2_a	21.50 (2.50)	22.61 (2.73)
σ^2_c	11.18 (0.92)	12.22 (1.00)
σ^2_e	57.96 (1.54)	60.02 (1.63)
h^2	0.237 (0.02)	0.238 (0.03)
c^2	0.123 (0.01)	0.129 (0.01)

BIBLIOGRAFÍA

Boldman K.G. y Freeman A.E. 1990. *J. Dairy Sci.* 73: 503.
Groeneveld E., Kovac M., Wang T. 1990. *IV WCGALP.* Edinburgh. Vol. 25: 468.
Groeneveld E. 1994. *V WCGALH.* Guelph, Canada. Vol. 22: 47.
Ibáñez M.A., Carabaño M.J., Foulley J.L., Alenda R. 1996. *Livest. Prod. Sci.* 45: 137.
Kachman S.D. y Everett R.W. 1993. *J. Dairy Sci.* 76: 859.
Meuwissen T.H.E., De Jong G., Engel B. 1996. *J. Dairy Sci.* 79: 310.
Patterson H.D. y Thompson R. 1971. *Biometrika.* 58: 545.
Reverter A., Tier B., Johnston D., Graser H.U. 1997. *J. Anim. Sci.* (en prensa).
Rook A.J. 1982. *Ph.D. Thesis.* Wye College, Univ. London.
San Cristobal M., Foulley J.L., Manfredi E. 1993. *Genet. Sel. Evol.* 25: 3.

Una parte de este trabajo ha sido realizada gracias a la financiación de las becas F.I. y A.D.1 otorgadas a R.Q. y M.R.P. respectivamente por la *Direcció General de Recerca de Catalunya.*

ANÁLISIS DEMOGRÁFICO Y GENEALÓGICO DE LA *BRUNA DELS PIRINEUS*

M.M. Mujal, R. Quintanilla, J. Piedrafita
Unitat de Genètica i Millora Animal. Facultat de Veterinària, U.A.B. 08193 - Bellaterra.

INTRODUCCIÓN

La *Bruna del Pirineus* es una población bovina de aptitud cárnica cuyas principales características son la rusticidad y la buena aptitud materna. Su explotación se realiza en condiciones extensivas, pastando en los puertos de montaña durante los meses de verano y en los valles durante el resto del año. La población *Bruna* proviene de la fusión entre la antigua vaca autóctona de las comarcas pirenaicas de Catalunya y animales de la raza Pardo Alpina que fueron importados a principios de siglo. Dadas las características favorables del nuevo cruce, se produjeron nuevas importaciones que sustituyeron, en ocasiones por cruce absorbente, a los animales locales.

El objetivo de este trabajo es llevar a cabo un estudio demográfico y genealógico de la *Bruna dels Pirineus* que permita caracterizar y describir la estructura y funcionamiento de esta población, como paso previo a la adecuada gestión de su patrimonio genético. Metodológicamente se seguirá el esquema propuesto en la revisión de Vu Tien Khang (1983).

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA POBLACIÓN

Desde el inicio del programa de control en 1989 se han recogido datos, tanto productivos como genealógicos, de un total de 242 explotaciones, muchas de las cuales se han dado de baja a lo largo de estos años. Actualmente el programa de control de la *Bruna dels Pirineus* dispone de una base de datos con información referida a un total de 7871 vacas, 383 toros, 11385 partos y 3538 registros de peso al destete.

En el año 1996 el tamaño de la población, entendido como el número de vacas en reproducción, fue de 2861 animales distribuidos en 101 explotaciones pertenecientes a nueve comarcas de las zonas pirenaicas y prepirenaicas de Catalunya: Pallars Sobirà, Pallars Jussà, Alta Ribagorça, Alt Urgell, Cerdanya, Solsonès, Berguedà, Ripollès y Osona. El tamaño medio de la explotación fue por tanto de 28 vacas, si bien hubo bastantes explotaciones que tuvieron menos de 10 vacas registradas y algunas que disponían de alrededor de 200 madres.

ESTUDIO DE LAS EXPLOTACIONES

Intensidad de circulación de los reproductores

En la población *Bruna*, los hatos no se comportan como entes aislados, siendo frecuente la práctica de intercambio de toros entre las distintas explotaciones. La intensidad de intercambio de reproductores se valoró en términos de porcentaje de reproductores utilizados en ganaderías diferentes de su ganadería de origen. De un total de 7782 partos que tenían el padre registrado, el 12,04% tenían como padre un toro procedente de otra explotación de *Bruna*, el 78,20% procedían de un toro propio y el 9,75% tenían un padre de fuera de la asociación *Bruna*.

Estratificación de las ganaderías y contribuciones genéticas

La estructura piramidal de la población *Bruna dels Pirineus* puede catalogarse como núcleo abierto, donde los rebaños de selección intercambian reproductores, se introducen toros del exterior y en ocasiones se integran algunos reproductores de estratos inferiores (multiplicación y comercial). Un total de 38 explotaciones han cedido toros para la monta a

otras explotaciones, si bien sólo 10 de éstas podrían considerarse explotaciones que han sido o son en la actualidad núcleos de selección. La situación geográfica de los "núcleos" se limita prácticamente a tres comarcas, debiéndose destacar una evolución en el tiempo: mientras que las explotaciones de las comarcas pirenaicas, especialmente el Ripollès y el Pallars Sobirà, constituyeron el principal origen de reproductores de la población *Bruna* hace unos años, actualmente son las explotaciones de la comarca de Osona, especialmente una de ellas (*La Tria*), las que actúan como principales proveedoras de reproductores al resto de explotaciones de la población registrada.

Un estudio más pormenorizado de la contribución genética de las diversas ganaderías al conjunto de la población mediante los índices propuestos por Barker (1957) y por Wiener (1953) (resultados no mostrados en tablas) corroboró en gran medida estas observaciones, mostrando que de las 41 explotaciones que tuvieron alguna aportación genética por las vías paternas al conjunto de la población, sólo 11 tuvieron una aportación importante, debiéndose destacar de nuevo el claro predominio de la explotación *La Tria* mencionada anteriormente.

Tamaño real y efectivo de rebaños

Se analizó el número de padres y abuelos registrados, así como el número de rebaños que proporcionan estos antepasados. Se calcularon además los índices C_s y C_{ss} descritos por Robertson (1953), y definidos como la probabilidad de que dos animales tomados al azar de la población tengan padres o abuelos descendientes de una misma explotación, así como el número de rebaños efectivos que proporcionan padres (H_s) y abuelos (H_{ss}) siguiendo la metodología propuesta por el mismo autor. Todos estos resultados se muestran en la tabla 1. Cabe destacar que el número efectivo de rebaños que proporcionan padres o abuelos fue siempre inferior al número real, si bien se debe tener en cuenta que el cálculo se realizó considerando solamente aquellos individuos cuyo padre y/o algún abuelo eran animales registrados, lo cual suponía un pequeño porcentaje de la población total (un 12,71% y un 6,72%, respectivamente), por lo que el número efectivo de rebaños estimado es seguramente inferior al que se hubiera obtenido si se conociese el origen de los padres y abuelos de todos los individuos de la población.

PIRÁMIDE DE EDADES

La pirámide de edades de los machos y las hembras se calculó a partir de los animales presentes en el mes de diciembre de 1996, y se encuentra representada en la figura 1. Ésta nos muestra que se trata de una población cuyas hembras son longevas, ya que en algunos casos se mantienen hasta los 19 años de edad, si bien la esperanza de vida media de las hembras estimada fue 9,87 años. Esta alta longevidad puede justificarse por el hecho de que las vacas sólo se eliminan cuando no quedan gestantes.

El mayor número de vacas se encuentra en la franja comprendida entre los 4 y 12 años y existe un ligero descenso del censo entre los 8 y 10 años, circunstancia que puede explicarse por la estrategia de selección practicada por los ganaderos: las hembras de reposición se mantienen durante cinco o seis partos y , en función de su rendimiento, algunas son eliminadas como madres. En lo que respecta a los machos, su edad al inicio de la reproducción es menor que la de las hembras (aproximadamente 14-15 meses) y son también retirados a una edad más temprana, habiendo una selección de los animales alrededor de los 6 años de edad.

ESTUDIO REPRODUCTIVO

Carrera reproductiva de las hembras

Se estimó que la edad media al primer parto era 2,74 años y la duración de la carrera reproductiva promedio 4,20 años. El intervalo medio entre partos fue de 360,28 días. El número medio de descendientes por progenitor fue de 5 descendientes por vaca y 46 descendientes por toro.

Intervalos generacionales

El intervalo generacional fue calculado como la edad media de los progenitores de los reproductores actualmente activos, en el momento del nacimiento de éstos, distinguiéndose las cuatro vías de transmisión del progreso genético. Los resultados se muestran en la tabla 2. Se puede observar que la edad a la que los animales tuvieron la descendencia seleccionada fue siempre mayor en el caso de las hembras. Teniendo en cuenta la esperanza de vida media (9,87 años), el intervalo entre partos y que la edad al primer parto está en torno a los 3 años, se deduce que la descendencia seleccionada se toma en promedio de los últimos partos de las vacas.

TABLAS

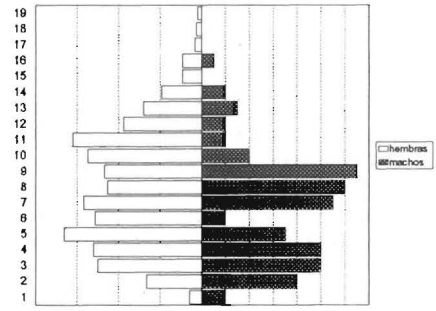
Tabla 1. Padres y abuelos registrados, número real de explotaciones de procedencia, e índice y número de rebaños efectivos calculados siguiendo la metodología de Robertson (1953).

	PADRES de			ABUELOS		
	Toros	Vacas	Total	Paternos	Maternos	Total
Nº Individuos registrados	36	93	99	14	30	37
Nº Explot. procedencia	16	40	41	9	15	15
Índice de Robertson	0,142	0,098	0,098	0,354	0,287	0,311
Nº Efectivo de rebaños	7,06	10,16	10,17	2,83	3,48	3,21

Tabla 2. Intervalos generacionales (en años)

Vía	N	media
padre-hijo	17	5,20±1,62
padre-hija	226	4,45±1,73
madre-hijo	16	6,49±2,16
madre-hija	286	5,94±2,59

Figura 1. Pirámide de edades



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barker J.S.F. 1957. *Aust. J. agric. Res.*, 8, 561-586.
Robertson A. 1953. *J. agric. Sci.* (Cambridge), 43, 334-336.
Vu Tien Khang J. 1983. *Génét. Sél. Evol.*, 15 (2), 263-298.
Wiener G. 1953. *J. agric. Sci.* (Cambridge), 43, 123-130.

Este trabajo ha sido realizado gracias a convenios suscritos con el DARP de la Generalitat de Catalunya y a los proyectos CICYT AGF95-0576 y FAIR1-CT95-0702.

ESTIMACIÓN DE LOS COMPONENTES DE VARIANZA DEL PESO AL DESTETE EN PRESENCIA DE UN ANTAGONISMO NO GENÉTICO ENTRE EFECTOS DIRECTOS Y MATERNOS

R. Quintanilla, M.R. Pujol, J. Piedrafita
Unidad de Genética y Mejora. Facultad de Veterinaria. U.A.B. 08193 Bellaterra (Barcelona)

INTRODUCCIÓN

El modelo animal con efectos directos y maternos reposa en la descomposición de los efectos de los genes formalizada por Willham (1963), con la hipótesis simplificatoria de estricta aditividad de los efectos genéticos e ignorando algunos posibles factores de (co)variación, como la covarianza ambiental entre efectos directos y maternos. Esta descomposición simple del fenotipo en efectos genéticos directos y maternos y unos efectos ambientales maternos, arbitrariamente independientes, permitía partir de un modelo sencillo para estimar parámetros genéticos, si bien se podría afirmar que este modelo se justifica esencialmente por sí mismo.

La existencia de una covarianza ambiental entre los efectos directos y maternos sobre el peso al destete en vacuno de carne, que intervendría básicamente en la relación madre-descendiente, ha sido una hipótesis ampliamente tratada en la bibliografía (Koch, 1972; Cantet, 1990; Meyer, 1992; Robinson, 1996). Paralelamente, diversos trabajos experimentales han puesto de manifiesto una influencia del ambiente aportado por la madre durante el periodo de cría sobre el futuro comportamiento materno de sus hijas, en relación inversa a la influencia sobre el fenotipo directo (Mangus y Brinks, 1971; Koch, 1972). Entre las explicaciones fisiológicas que se han dado para este antagonismo entre los efectos directos y maternos, podríamos destacar el síndrome de engrasamiento precoz de la ubre en las terneras (Griggs, 1986). Ignorar esta fuente de covariación en el análisis podría causar un sesgo que afectase principalmente a la estimación de la correlación genética entre efectos directos y maternos, lo cual constituiría una explicación razonable a las numerosas estimaciones altamente negativas que para este parámetro se encuentran en la bibliografía.

Por todo lo expuesto, se consideró que la simulación de este mecanismo biológico debía establecer una relación negativa entre el efecto materno global recibido de la madre y el futuro ambiente permanente aportado por las hijas a su descendencia. El primer objetivo de este trabajo fue analizar las consecuencias que esta relación antagónica entre efectos directos y maternos pudiera tener sobre la estimación de parámetros genéticos con los modelos clásicos asumidos en la bibliografía. Un segundo objetivo fue, tomando el planteamiento del modelo de Falconer (1965) y tal y como propone Robinson (1996), analizar la utilidad de incluir en el modelo el fenotipo de la madre como covariable para paliar o eliminar el sesgo producido por esta relación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Simulación de los datos. Los registros fueron simulados tomando un modelo animal con cinco efectos fijos (sexo, edad de la madre al parto, rebaño-año de nacimiento y tipo de parto), un efecto genético directo atribuible al propio individuo (u_d) y otro materno atribuible a su madre (u_m), un efecto ambiental permanente materno (u_p) y dos efectos residuales asociados al efecto materno de la madre y al propio registro (e_m y e_d). Los valores genéticos directos y maternos de los animales se simularon independientes, siguiendo ambos una distribución normal del modo $\mathbf{u_d} \sim N(0, \mathbf{A}\cdot\sigma_d^2)$ y $\mathbf{u_m} \sim N(0, \mathbf{A}\cdot\sigma_m^2)$. El ambiente permanente materno fue generado forzando una relación antagónica entre el componente materno recibido y el ambiente permanente aportado posteriormente a la descendencia, creando una covarianza negativa a nivel de: $Cov(u_{m(madre)}+u_{p(madre)}+e_m\ ,\ u_{p(hija)})$. Los efectos residuales se generaron como variables normales independientes $e_d \sim N(0, \mathbf{I}\cdot\sigma_{ed}^2)$ y $e_m \sim N(0, \mathbf{I}\cdot\sigma_{em}^2)$.

Se simularon 3 poblaciones con distintos parámetros genéticos y nivel de antagonismo entre efectos directos y maternos, generando para cada una de ellas 30 réplicas de 8000 registros que partían de una población base de 520 animales (500 hembras y 20 machos), con generaciones solapadas, apareamiento al azar, selección fenotípica y una vida reproductiva de 1 a 5 años en machos y de 2 a 7 años en hembras.

Estimación de componentes de varianza. Los análisis se realizaron tomando tres modelos que, de mayor a menor complejidad, son los siguientes:

- Modelo 1. Modelo animal con efectos genéticos directos (ED) y maternos (EM) y ambiente permanente materno (APM). Respecto al modelo de simulación, éste difiere básicamente en la estructura de dispersión: los efectos genéticos se asumen distribuidos según una normal bivariante $(u_d,u_m)\sim N(0, \mathbf{A}\otimes\mathbf{G_o})$, siendo $\mathbf{G_o}$ la matriz de varianzas y covarianzas de los efectos genéticos directos y maternos: $\mathbf{G_o} = [\ \sigma_d^2\ \sigma_{dm}\ ;\ \sigma_{dm}\ \sigma_m^2\ ]$, y los efectos ambiental permanente materno y residual como dos normales independientes: $\mathbf{u_p}\sim N(0, \mathbf{I}\cdot\sigma_{Ep}^2)$ y $\mathbf{e}\sim N(0, \mathbf{I}\sigma_e^2)$.
- Modelo 2, que sobre el modelo 1 además ignora el APM.
- Modelo 3, que sobre el modelo 2 además asume independencia entre los ED y los EM ($\sigma_{dm}=0$).

Para la segunda parte de este trabajo, los análisis fueron realizados incluyendo además el fenotipo de la madre (FM) como covariable en cada uno de estos tres modelos. La metodología de estimación fue la Máxima Verosimilitud Restringida (Patterson y Thompson, 1971), basando su resolución en un algoritmo Libre de Derivadas a través del programa VCE (Groeneveld, 1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla I muestra la media y la desviación estándar de las estimaciones obtenidas en 30 réplicas de dos de las tres poblaciones simuladas con distintos parámetros, así como los componentes considerados en cada simulación. Mientras que en los modelos 1 y 2 las estimaciones de la varianza de los ED y del efecto residual no parecen estar afectadas por la presencia de esta influencia negativa del EM de la madre sobre el APM de sus hijas, todos los componentes maternos mostraron sesgos de distinta magnitud en función del valor de la covarianza ambiental.

Si bien era de esperar que una antagonismo de origen no genético entre ED y EM provocase un sesgo en la estimación de la covarianza genética, puesto que ambos componentes afectan de forma similar al parecido entre parientes, este sesgo no tomó valores significativamente distintos de cero en la población simulada con menor antagonismo no genético (-25), si bien si se hizo patente en las poblaciones simuladas con un antagonismo de mayor magnitud (-50 y -70), aunque sin llegar nunca a tomar las dimensiones de la covarianza simulada. En esta línea Meyer (1992) concluyó que la correlación ambiental negativa, establecida en este trabajo a nivel de covarianza entre el APM y el residuo, debía alcanzar valores elevados para que su efecto fuera significativo, mientras que Robinson (1996), simulando los registros con una regresión de -0.2 sobre el FM y correlación genética nula, obtuvo sesgos a la baja superiores a los mostrados en tablas.

En lo que respecta a los otros componentes maternos, en todos los análisis realizados con el modelo 1 se obtuvo una infraestimación del componente genético materno y una sobreestimación del componente ambiental materno, de distinta magnitud en función del valor de covarianza ambiental simulado. Robinson (1996) también observó que, en ausencia de APM y de antagonismo genético entre ED y EM, la existencia de una covarianza negativa con el FM inflaba la varianza estimada para el APM. Esta autora concluye que esta covarianza negativa entre el fenotipo de madre e hijo está siendo absorbida en parte por la correlación genética negativa entre ED y EM y en parte por el APM de la madre.

Cuando no se tuvo en cuenta el APM (modelo 2), se obtuvo sin embargo una importante sobreestimación del componente del EM, que debe explicarse por la confusión de éste con el APM ignorado en el modelo y el ajuste de parte del antagonismo no genético. En este análisis se obtuvieron además sesgos para la covarianza genética siempre superiores a los obtenidos con el modelo 1, si bien al haber también una sobreestimación del componente genético materno, en términos de correlación genética las diferencias no fueron tan destacables (-0.098 *vs* -0.082 en la población 1 y -0.302 *vs* -0.252 en la población 3). En las estimaciones con el modelo 3 el componente genético directo se vio también afectado, mostrando un claro sesgo a la baja, mientras el componente materno presentaba un sesgo al alza inferior al de los análisis con el modelo 2.

La inclusión del FM como covariable en el modelo 1 para la estimación de componentes en la población 3 condujo a resultados (no mostrados en tablas) prácticamente idénticos a los obtenidos sin esta covariable. Estos resultados difieren de los obtenidos por Robinson (1996), que al incluir el FM en el modelo 1 observó una reducción del sesgo en la estimación de la correlación genética entre ED y EM y de la varianza del APM. Se debe tener en cuenta no obstante que en el trabajo de Robinson (1996) el antagonismo no genético entre ED y EM fue simulado introduciendo una covarianza negativa con el FM, por lo que al incluir esta covariable el modelo de estimación coincidía con el modelo real, a excepción de que este último no incluía el término APM.

En el modelo que no tenía en cuenta el APM (modelo 2), la inclusión del FM como covariable sí condujo a una cierta reducción del sesgo: la correlación genética negativa entre ED y EM se redujo a aproximadamente la mitad (-0.148 *vs* -0.302), y el sesgo del estimador del componente genético materno disminuyó en un 14,57%. En el análisis con el modelo 3 y el FM hubo una reducción del sesgo solamente para el componente directo de un 60.5%. Los resultados obtenidos con estos modelos sí estarían en la línea de lo observado por Robinson (1996) en sus poblaciones simuladas con el FM como covariable.

En cuanto a los coeficientes de regresión sobre el FM que se estimaron para las distintas réplicas de la población, si bien la media fue siempre negativa, éstos fueron en todos los casos inferiores a -0.08 y en el modelo 1 el intervalo de confianza establecido para este parámetro incluía el cero, alcanzando valores más negativos en los modelos 2 y 3. Estos resultados indicarían que en el modelo 1 el efecto del APM absorbería en gran parte la relación negativa con el FM, por lo que la inclusión de esta covariable no aporta en este caso una mejora sustancial de la precisión de las estimaciones de los parámetros genéticos cuando existe un antagonismo entre el efecto materno y el futuro ambiente permanente aportado por sus hijas a la descendencia.

Considerando estos resultados y dentro del rango de valores estudiados podríamos concluir que: **1)** la existencia de una relación negativa entre el efecto materno de madres e hijas produce un sesgo a la baja en la estimación de la correlación genética entre efectos directos y maternos, si bien este antagonismo debe tomar valores elevados para que este sesgo sea significativo; **2)** la covarianza genética no es el único parámetro del modelo que se ve afectado, apareciendo también sesgos en los otros componentes maternos; **3)** la inclusión del fenotipo de la madre como covariable reduce, si bien no elimina, el sesgo introducido en la estimación de la covarianza genética por la existencia de este antagonismo no genético entre efectos directos y maternos, siempre y cuando el ambiente permanente materno no sea incluido en el modelo.

TABLA I. Media ± desviación estándar de las estimaciones obtenidas en 30 réplicas de las poblaciones 1 y 3, simuladas con unos valores de covarianza entre el efecto materno y el futuro ambiente permanente materno aportado por la hija a su descendencia de -25 y -70 respectivamente.

POBLACIÓN 1	$\sigma_d^2 = 145$	$\sigma_m^2 = 95$	$\sigma_{dm} = 0.0$	$\sigma_{Ep}^2 = 30$	$\sigma_e^2 = 200+100$
Modelo 1	145.05 ± 19.21	77.18 ± 15.87	-8.63 ± 11.58	43.74 ± 8.84	297.64 ± 10.03
Modelo 2	142.09 ± 19.63	138.48 ± 15.83	-13.72 ± 14.78	----	305.34 ± 9.99
Modelo 3	131.40 ± 14.67	129.31 ± 11.78	----	----	311.13 ± 8.55

POBLACIÓN 3	$\sigma_d^2 = 130$	$\sigma_m^2 = 80$	$\sigma_{dm} = 0.0$	$\sigma_{Ep}^2 = 75$	$\sigma_e^2 = 200+100$
Modelo 1	130.00 ± 16.69	46.42 ± 11.59	-19.56 ± 10.07	100.61 ± 8.86	298.03 ± 11.69
Modelo 2	137.97 ± 19.63	204.85 ± 19.79	-50.75 ± 16.56	----	307.22 ± 13.08
Modelo 3	103.11 ± 13.16	169.42 ± 12.11	----	----	326.20 ± 10.89

BIBLIOGRAFÍA

Cantet R.J.C. 1990. *Ph.D. Thesis. University of Illinois*, Urbana-Champaign.
Falconer D.S. 1965. *Proc. XIth. International Congress of Genetics.* The Hague. Vol. 3, 763-774.
Griggs K.M. 1986. *B. Rur. Sci. Thesis. University of New England*, Armidale, NSW 2351, Australia.
Groeneveld E. 1994. *V WCGALP.* Guelph, Canada. Vol. 22, 47-48.
Koch R.M. 1972. *J. Anim. Sci.* 35, 1316-1323.
Mangus W.L. y Brinks J.S. 1971. *J. Anim. Sci.* 32, 17-25.
Meyer K. 1992. *Genet. Sel. Evol.* 24, 487-509.
Meyer K., Garrick M.J., Donnelly B.J.P. 1994. *J. Anim. Sci.* 72, 1155-1165.
Patterson H.D. y Thompson R. 1971. *Biometrika* 58, 545-554.
Robinson D.L. 1996. *Livest. Prod. Sci.* 45, 111-122.
Willham R.L. 1963. *Biometrics* 19, 18-27.

Este trabajo ha sido realizado en parte gracias a la financiación de sendas becas de F.I. y de A.D.1 otorgadas por la *Direcció General de Recerca de Catalunya* a R.Q. y M.R.P. respectivamente.

PRECISIÓN DE LA EVALUACIÓN GENÉTICA DE LOS EFECTOS DIRECTOS Y MATERNOS SOBRE EL PESO AL DESTETE EN LA POBLACIÓN *BRUNA DELS PIRINEUS*

R. Quintanilla, J. Piedrafita, M.R. Pujol
Unidad de Genética y Mejora. Facultad de Veterinaria U.A.B. 08193 Bellaterra (Barcelona)

INTRODUCCIÓN

Dada la importancia de los efectos directos y maternos en la expresión del carácter peso al destete en la población *Bruna dels Pirineus* (Quintanilla y col. 1995), éstos deberían ser explotados conscientemente y de forma específica en la selección, aprovechando una nueva fuente de variabilidad genética. Según Van Vleck (1970), la respuesta genética para el carácter peso al destete se maximizaría con la selección de todos los animales, machos y hembras, para un objetivo de selección compuesto que incluyese simultáneamente las evaluaciones genéticas para los efectos genéticos directos y maternos, ponderadas por sus coeficientes económicos. La precisión de estas evaluaciones será por tanto un factor determinante de la respuesta a la selección.

Los objetivos de este trabajo son, en primer lugar, analizar la correspondencia entre las evaluaciones genéticas obtenidas en la población *Bruna dels Pirineus* asumiendo distintos modelos distributivos y, en segundo lugar, analizar la precisión de estas evaluaciones a partir de los resultados obtenidos en poblaciones simuladas con la estructura de datos disponible.

MATERIAL Y MÉTODOS

Datos reales. Tras una depuración previa de los datos, se dispuso de 1638 registros de peso al destete estandarizado a 185 días, procedentes de tres explotaciones y recogidos entre los años 1985 y 1996, descendientes de 34 toros y 470 vacas. La información genealógica disponible constaba de un total de 2121 animales.

Datos simulados. Las simulación se realizó sobre la propia estructura de datos y genealogía disponible para la *Bruna*. Los registros se simularon según un modelo que consideraba cuatro efectos fijos (sexo, edad de la madre al parto, rebaño-año de nacimiento y tipo de parto), los efectos genéticos directo (ED) y materno (EM) y el ambiente permanente materno (APM). El modelo expresado en notación matricial sería: $\mathbf{y} = \mathbf{X\beta} + \mathbf{Z_d u_d} + \mathbf{Z_m u_m} + \mathbf{Z_p u_p} + \mathbf{e}$; los efectos aleatorios se generaron como $(\mathbf{u_d},\mathbf{u_m}) \sim N(0, \mathbf{A}\otimes\mathbf{G_o})$, $\mathbf{u_p} \sim N(0, \mathbf{I}\cdot\sigma_{Ep}^2)$ y $\mathbf{e} \sim N(0, \mathbf{I}\cdot\sigma_e^2)$, siendo $\mathbf{G_o}$ la matriz de varianzas y covarianzas de los ED y EM: $\mathbf{G_o} = [\sigma_d^2 \ \sigma_{dm} \ ; \ \sigma_{dm} \ \sigma_m^2]$. Los valores de efectos fijos fueron las soluciones a las ecuaciones de modelo mixto con los datos reales, y como parámetros de dispersión se tomaron valores próximos a los estimados en la población *Bruna dels Pirineus*: σ_d^2=150, σ_m^2=100, σ_{dm}=-50, σ_{Ep}^2=30 y σ_e^2=300. Se generaron 30 réplicas de 1638 registros, todas con idéntica estructura.

Evaluación genética. La estimación de los componentes de (co)varianza del carácter analizado y la posterior evaluación genética se realizaron considerando cinco modelos operativos que, expresados en notación matricial y de mayor a menor nivel de complejidad, son los siguientes:

- Modelo 1 (Modelo de simulación) $\mathbf{y} = \mathbf{X\beta} + \mathbf{Z_d u_d} + \mathbf{Z_m u_m} + \mathbf{Z_p u_p} + \mathbf{e}$
- Modelo 2 y Modelo 3 (Ambos ignoran el APM) $\mathbf{y} = \mathbf{X\beta} + \mathbf{Z_d u_d} + \mathbf{Z_m u_m} + \mathbf{e}$
  (El modelo 3 ignora además la covarianza entre ED y EM, asumiendo σ_{dm}=0)
- Modelo 4 (Ignora el EM de origen genético) $\mathbf{y} = \mathbf{X\beta} + \mathbf{Z_d u_d} + \mathbf{Z_p u_p} + \mathbf{e}$
- Modelo 5 (Modelo Animal) $\mathbf{y} = \mathbf{X\beta} + \mathbf{Z_d u_d} + \mathbf{e}$

La evaluación genética se realizó mediante Metodología BLUP (Henderson, 1974) utilizando el programa *tkblup* incluido en el paquete ABTK (Golden y col., 1992). Como componentes de (co)varianza se tomaron las estimaciones REML obtenidas previamente en la propia muestra y con el mismo modelo de evaluación, mediante el programa VCE (Groeneveld, 1994). En el caso de las poblaciones simuladas se realizaron dos evaluaciones más por réplica, considerando como componentes de (co)varianza los componentes reales de simulación en vez de las estimaciones; a estos casos se les ha denominado Modelo 1 real y Modelo 2 real.

El contraste de las evaluaciones genéticas obtenidas con los datos reales para los distintos modelos se realizó en términos de la correlación entre las evaluaciones y entre los órdenes de mérito establecidos, y de la media de las diferencias al cuadrado entre los valores genéticos (VG) predichos.

El análisis de la bondad de las predicciones obtenidas con los cinco modelos analizados se realizó en las poblaciones simuladas según los siguientes criterios: **1)** correlación de Pearson con los valores genéticos reales; **2)** correlación entre los órdenes de mérito según su valor genético real y predicho; **3)** varianza del error de predicción promedio (VEP) y **4)** error cuadrático medio (ECM).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla I muestra la correspondencia entre las evaluaciones genéticas para los ED y los EM obtenidas en la población *Bruna* con los distintos modelos de evaluación. Cabe destacar en primer lugar la elevada correlación entre los VG predichos por los distintos modelos, tomando valores en ocasiones próximos a la unidad y en cualquier caso siempre superiores a 0,82. La correlación entre órdenes de mérito presentó siempre valores muy próximos a los de la correlación de Pearson, por lo que los resultados no se muestran en tablas.

La elevada relación existente entre las predicciones con los modelos 1 y 2 nos indican que, en particular en este caso en que el componente ambiental sólo representa un 5% de la varianza total, ignorar el APM prácticamente no afecta la predicción de los ED. En lo que respecta a las predicciones de los EM, si bien la correlación también es elevada indicando que el orden de mérito de los animales no varía sustancialmente cuando se ignora el APM (modelo 2 *vs* modelo 1), las diferencias al cuadrado son mayores que para los ED. La razón probablemente estriba en la confusión existente entre los efectos maternos de origen genético y ambiental, dado el paralelismo entre sus matrices de incidencia, así como la escasa densidad de información genealógica de las madres y que un 24,2% de éstas tan solo tenían 1 descendiente con registro.

El ignorar la covarianza entre ED y EM (modelo 3) da lugar a un aumento de las diferencias con las evaluaciones de modelos más completos. Los modelos 3 y 4 sin embargo ofrecen predicciones para el ED bastante próximas, lo cual indicaría que, disponiendo de una información genealógica limitada, ignorar el parentesco entre las hembras no afecta de forma relevante la predicción del VG directo. Por último, el modelo 5 es el que parece aportar evaluaciones que difieren más del resto, mostrando las menores correlaciones y las mayores diferencias cuadráticas con los valores predichos por los otros modelos, especialmente con los modelos más complejos.

La tabla II muestra, para las predicciones de los VG directos y maternos obtenidas en las poblaciones simuladas, la correlación con los VG reales, el ECM y la VEP. Las correlaciones entre los órdenes de mérito, si bien tomaron siempre valores algo inferiores a las correlaciones entre VG, siguieron exactamente el mismo patrón, por lo que los resultados no se han presentado en tablas.

La correlación de los VG predichos con los reales fue siempre inferior a 0.5, para los tres efectos aleatorios y en todos los modelos. Considerando esta correlación como medida de la precisión media de la evaluación, ésta sería inferior a la esperada en una simple selección fenotípica para un carácter con una heredabilidad de 0.25, como es el caso del ED en las poblaciones simuladas. Este dato no resulta sorprendente si tenemos en cuenta la estructura de los datos analizados: de los 2121 individuos evaluados, sólo 1638 eran individuos con registro, y el resto era evaluado a partir de su información familiar que en ocasiones se limitaba a algún nieto con registro; de los 34 toros con descendientes registrados, sólo 15 tenían más de 20 hijos y 6 disponían de registro propio; de las 470 madres, sólo un 28,1% disponían de registro propio.

En cuanto a la comparación de la precisión obtenida con las distintas evaluaciones, cuando se tomaron los parámetros de dispersión simulados (Modelos 1 real y 2 real) las correlaciones con los VG reales fueron superiores. Entre los análisis que tomaron las estimaciones REML como componentes de (co)varianza, la máxima precisión para la predicción de los ED se obtuvo cuando se ignoraba el APM y la covarianza genética entre ED y EM (modelo 3), si bien para los EM se obtenía una precisión mayor cuando se consideraba esta covarianza en el análisis (modelo 2). Estos resultados contrastan con los obtenidos por Benyshek y col. (1988), los cuales observaron que la predicción de los VG para el ED no se vería afectada por la presencia de una covarianza entre ED y EM, y que una covarianza genética inadecuada afecta principalmente a la predicción del VG materno de los machos. No obstante se debe tener en cuenta que las diferencias en precisión entre los tres primeros modelos que consideran los EM fueron siempre inferiores al 2%, indicando que a efectos prácticos el ordenamiento de los animales no se vería notablemente afectado por el modelo considerado en la evaluación.

Cabe también destacar que la correlación con los VG reales tomó siempre valores superiores para los ED que para los dos efectos maternos (genético y ambiental), lo cual parece razonable si pensamos que es el efecto que determina en mayor medida el registro, para el cual se dispone de más

información puesto que se dispone del fenotipo propio, y que no hay una generación de retraso en su manifestación. No obstante la diferencia en precisión entre las evaluaciones de ED y EM no es demasiado acusada, y es notablemente inferior a la que se encontró en otras poblaciones simuladas con genealogía completa y mayor cantidad de datos (resultados no mostrados en tablas), en las que la precisión para la predicción de los ED alcanzaba valores de 80-90% y para los EM fluctuaba entre 50 y 70% según los parámetros de simulación y el modelo.

En lo que respecta a la VEP, se debe tener en cuenta que ésta sólo coincide con la VEP real cuando el modelo de análisis y el real coinciden, lo cual sólo ocurre en los modelos 1 real y 2 real. Se observa por tanto una infraestimación de la VEP en los dos modelos equivalentes que parten de las estimaciones REML para los componentes de varianza (modelos 1 y 2), lo cual podría estar explicado por la infraestimación que asimismo se obtuvo del componente residual. En cuanto al ECM fue siempre superior a la VEP, indicando un sesgo en la predicción de los efectos aleatorios del modelo que fue especialmente destacable para el ED predicho con el modelo 5, probablemente debido a la confusión de éste con los otros factores no considerados en el modelo. Cuando se tomaron los parámetros de dispersión reales se obtuvo un menor ECM , además de una VEP superior, indicando una reducción del sesgo respecto a los análisis que consideraban los parámetros estimados.

TABLA I. Correlaciones (R) y media de las diferencias al cuadrado (D^2) entre las evaluaciones genéticas para los efectos directos y maternos obtenidas en la población *Bruna dels Pirineus* con los distintos modelos.

EFECTO DIRECTO	Mod. 2	Mod. 3	Mod. 4	Mod. 5	
Mod. 1	0,999	0,935	0,901	0,823	R
	0,032	3,110	3,903	27,839	D^2
Mod. 2		0,934	0,897	0,825	R
		3,399	4,256	27,230	D^2
Mod. 3			0,986	0,935	R
			0,581	27,093	D^2
Mod. 4				0,951	R
				22,454	D^2

EFECTO MATERNO	Mod. 2	Mod. 3	
Mod. 1	0,993	0,911	R
	1,391	3,826	D^2
Mod. 2		0,949	R
		2,923	D^2

TABLA II. Correlación con los con VG reales, ECM y VEP promedio, de las predicciones de los efectos directos y maternos obtenidas asumiendo distintos modelos en las 30 réplicas simuladas.

EFECTO DIRECTO	Correlación	ECM	VEP
Modelo 1	0,437	123,28	62,40
Modelo 1 real	0,470	116,86	70,64
Modelo 2	0,438	122,86	66,22
Modelo 2 real	0,470	116,91	70,79
Modelo 3	0,446	122,08	61,50
Modelo 4	0,420	133,23	81,28
Modelo 5	0,378	195,83	116,55

EFECTO MATERNO	Correlación	ECM	VEP
Modelo 1	0,366	84,71	46,42
Modelo 1 real	0,409	80,61	52,75
Modelo 2	0,383	85,03	60,89
Modelo 2 real	0,406	82,13	68,16
Modelo 3	0,376	84,10	48,58

BIBLIOGRAFÍA

Benyshek L.L., Johnson M.H., Little D.E., Bertrand J.K. y Kriese L.A. 1988. *J. Dairy Sci.* 71, s2, 35-53.

Golden B.L., Snelling M.W., Mallinckrodt C.H. 1992. *Exp. Sta. Tech. Bull. LTB92-2.* Colorado State University.

Groeneveld E. 1994. *V WCGALP.* Guelph, Canada. Vol. 22, 47-48.

Henderson C.R. 1974. *J. Dairy Sci.* 57, 963-972.

Quintanilla R., Pujol M.R., Piedrafita J. 1995. *VI Jor. Prod. Animal. AIDA,* Zaragoza. *ITEA* 16, Vol. extra, 230-232.

Van Vleck L.D. 1970. *Biometrics* 26, 477-483.

Este trabajo ha sido realizado en parte gracias a la financiación de sendas becas de F.I. y de A.D.1 otorgadas por la *Direcció General de Recerca de Catalunya* a R.Q. y M.R.P. respectivamente.

Valores económicos de varios caracteres productivos y longevidad en vacuno de leche bajo situación de cuota láctea

N. Charffeddine*, R. Alenda**, Mª. P. Santamaria*** y P. Guerrero***
* CIT-INIA Madrid ** ETSIA Madrid *** IKT, S. A. Arkaute Victoria

I - ≺ Introducción ≻

El objetivo de un programa de mejora genética es hacer que las nuevas generaciones produzcan de forma mas eficiente que la generación actual bajo unas condiciones económicas y sociales futuras (Pieters et al. 1996). En vacuno de leche la eficiencia depende de varios caracteres, caracteres funcionales y caracteres productivos (Groen, 1996). La combinación de los dos tipos de caracteres de una forma proporcional a su importancia económica en un agregado genotípico que define el mérito genético de un animal, ha sido el objetivo de varios trabajos en los últimos años (Groen, 1989 a y b; Bekman y Van Arendonk, 1993; Colleau et al. 1994; Visscher et al. 1994 y Pieters et al. 1996). El objetivo de este trabajo es obtener los valores económicos de los caracteres: Kg. de leche, kg. de grasa, Kg. de proteína y longitud de vida productiva, asi como estudiar la robustez de estos valores.

II - ≺ Datos Utilizados ≻

El estudio se basa en la información de 239 explotaciones que participan en los programas de Gestión Tecnico-economica en la Comunidad Autónoma del País Vasco, correspondiente al año 1995, cedida por IKT. Los datos del control lechero (Kg. de leche, grasa y proteína a 305 días) han sido cedidos por CONAFE. Los datos utilizados en este estudio corresponden a animales que tuvieron lactaciones en los 239 rebaños. El fichero confeccionado cuenta con 18.248 registros. Se usaron las fechas de parto para calcular la longitud de la vida productiva (L). Los parámetros técnicos y económicos mas relevantes que han sido utilizados en este análisis, están resumidos en la tabla 1.

Tabla 1: Precios y parámetros de producción utilizados

Factores de Producción:	
- Leche (Kg. a 305 días) (PL)	7850 ±1168
- Grasa (kg. a 305 días) (G)	298 ±53
- Proteína (kg. a 305 días) (P)	235 ±41
- Peso de las vacas de desecho (P_{VD}) (Kg.)	635 ±42
- Longitud de la vida productiva " L " (años)	4,02 ±1,95
- Intervalo entre partos (días)	402 ±69,6
- Porcentaje de grasa de referencia ($\%G_0$)	3,7
- Edad al primer parto (meses)	28 ±3,7
Precios :	
- Precio base de la leche (ptas./ Kg.)	42,4 ±3,17
- Precio del ternero (ptas. / ternero) (p_T)	34.000 ±10.000
- Precio de las vacas de desecho (ptas. / kg. de Peso vivo) (p_{VD})	194 ±70
- Coste de la unidad forrajera de la ración de las vacas (ptas. / UFL)	27,40 ±1,38
- Coste de la unidad forrajera de la ración de recría (ptas. / UFL)	25,90 ±1,35
Gastos de recría (ptas. / Novilla)	218.941
Gastos considerados como fijos por vaca (ptas. / vaca / año) GF_{VP}	88.238

III - ≺ Métodos ≻

El modelo utilizado es un modelo estático (Groen, 1988), en el cual el beneficio anual de cada rebaño ha sido descrito en función del numero de animales (N) y de los caracteres productivos, Kg. de grasa (G), Kg. de proteína (P) y el Volumen de leche (V= Leche - G - P) y del carácter funcional, Longitud de la vida productiva (L).

La ecuación general del beneficio anual (ß) dentro de cada rebaño es similar a las desarrolladas en los trabajos de Groen (1988, 1989 a y b), Gibson (1989), Van Arendonk y Brascamp (1990) y Bekman y Van Arendonk (1993). $ß = N (I_a - G_a) - g_f$ (1)
Donde : N : es el numero de vacas presentes en el rebaño, I_a : son los ingresos de una vaca durante un año, G_a : son los gastos de una vaca durante un año, g_f : son los gastos fijos a nivel del rebaño. El beneficio anual a nivel de cada animal $ß_a$ es igual a: $ß_a = I_a - G_a$

Los ingresos relacionados con la actividad de vacuno de leche son de 2 tipos: ingresos por venta de leche y ingresos por venta de carne. Los ingresos por venta de carne consisten en la venta de vacas de desecho y terneros recién nacidos.

Los gastos han sido definidos como gastos de producción y gastos de recría. Para cada tipo de gasto se ha considerado los gastos de alimentación y otros gastos llamados gastos fijos por animal. Son los gastos de inseminación, de medicinas y veterinario, de mano de obra y otros gastos de funcionamiento. Los gastos de alimentación han sido definidos en términos de necesidades energéticas. Las necesidades energéticas de las vacas en producción se han calculado en energía neta de leche y se han expresado en Unidades Forrajeras Leche (UFL), distinguiendo las diferentes necesidades Mantenimiento, Gestación, Crecimiento y Lactación.

Las necesidades energéticas de producción de leche son iguales a la cantidad de energía contenida en la leche producida. Según Wilmink (1988) y Colleau et al. (1994), la energía necesaria para producir un kg. de leche (0,43 UFL) está destinada a producir la grasa, la proteína y el volumen en una proporción de 55%, 22.5% y 22.5%, respectivamente. Para producir un kg. de cada uno de los constituyentes de la leche, los gastos energéticos son entonces: C_G=5,91, C_P=2,89 y C_V=0,11 UFL. Los gastos de recría considerados son los gastos directos desde el nacimiento hasta el primer parto incluido el precio de la ternera. Estos gastos son: gastos de alimentación, inseminación, medicinas y veterinario, mano de obra y otros gastos denominados gastos variables.

El peso económico (a_i) de un carácter x_i en una situación de libre mercado se calcula mediante la siguiente ecuación: $a_i = (1/N).\delta\beta / \delta x_i = (\delta Ia / \delta x_i - \delta Ga / \delta x_i)$ (2)

Donde el signo δ representa el cambio marginal entre la situación base y la nueva situación en la cual el mérito genético del carácter x_i ha cambiado en una unidad.
En el caso de un mercado saturado, cualquier cambio en el mérito genético de un carácter bajo cuota afecta el numero de animales de forma que la cantidad final del producto permanezca constante. Según Gibson et al. (1992), el peso económico de un carácter x_i bajo cuota se calcula mediante la siguiente ecuación :

$$a_i = (1/N).\ \delta\beta / \delta x_i = (\delta Ia / \delta x_i - \delta Ga / \delta x_i) + (1/N).\ (\delta N/\delta x_i).\ \beta a \quad (3)$$

El régimen de cuota esta compuesto por dos elementos: una cantidad de referencia de leche a producir y un porcentaje de grasa de referencia que tiene que contener como máximo esa leche producida. El volumen de leche equivalente se calcula mediante la siguiente ecuación: $V = PL (1 + K (\%G - \%G_0)$ (4)

K : es un coeficiente que traduce la diferencia entre el porcentaje de grasa (%G) de la leche producida y el porcentaje de grasa de referencia ($\%G_0$) en volumen de leche. (según la U.E. K=18)

Según Colleau et al. (1994), la cuota múltiple impuesta sobre la producción de leche se traduce en la forma matemática siguiente: $Q = N\sum q_i x_i = N(PL(1+k(\%G - \%G_0))$ (5)

$\delta Q/\delta x_i = \delta N/\delta x_i . \sum q_i x_i + N q_i \rightarrow \delta N/\delta x_i = - N q_i / \sum q_i x_i$ (6)

Sustituyendo (6) en (3) tendremos : $a_i = (1/N).\delta\beta/\delta x_i = \delta Ia/\delta x_i - \delta Ga / \delta x_i - (q_i/\sum q_i x_i).\beta$ (7)

Para llevar a cabo el análisis de sensibilidad de los valores económicos calculados en la situación base, han sido definidos situaciones extremas (bajo cuota) en las cuales se ha variado el nivel de producción de los 3 caracteres productivos, la longitud de la vida

productiva ,el precio de base de la leche y el coste de la unidad forrajera en la ración de las vacas. La magnitud de la variación es de ± 50 % de la desviación típica de cada uno de los parámetros.

IV - ≺ Resultados y Discusión ≻

Los pesos económicos de kg. de Volumen, Grasa, Proteína y Longitud de vida productiva se reflejan en la tabla 2. El sistema de cuota múltiple impuesto por la Unión Europea reduce el peso económico de los caracteres productivos, especialmente el de la grasa. El margen obtenido al producir un kg. de leche extra se reduce también a casi la mitad. La importante reducción del peso económico de la grasa en situación de cuota, muestra que la cuota láctea bajo las condiciones de producción y de mercado actuales en España, es mas bien una cuota sobre la grasa que sobre el volumen de leche producido. El valor económico de la longitud de la vida productiva no le afecta la cuota láctea debido a que esta última es operativa solamente sobre los caracteres productivos. El análisis de sensibilidad muestra que el sistema de pago de la leche (situaciones 9 y 10) y el nivel de producción tanto de la leche como la proteína (situaciones 1,2,5 y 6) son los que más afectan los pesos económicos. Groen (1990) y Pieters et al. (1996) afirman que tanto en las condiciones holandesas como italianas, los factores que más influyen sobre los pesos económicos son, el precio de la leche, el precio de la proteína y en menor medida el nivel de producción. Aunque esa variación en el precio de la leche y en el nivel de producción afecta de forma menos importante el margen obtenido al producir un Kg. de leche extra en cada una de las situaciones citadas. El peso económico de la longitud de la vida productiva está solamente afectado por la variación en la longitud de la vida productiva y en menor medida por la variación en el precio de la alimentación. La sensibilidad de los pesos económicos a los cambios del nivel de producción dificulta la elaboración de un índice de selección valido para distintas regiones con distintos niveles de producción. Así mismo, la sensibilidad de los pesos a los cambios en los precios exige su comprobación cada vez que varían las condiciones del mercado.

Tabla 2: Pesos económicos del Volumen de leche, de la Grasa, de la Proteína y de la longitud de la vida productiva, asi como el margen obtenido por kg. de leche extra producido y el margen anual por animal (β_a), bajo diversas circunstancias de niveles de producción y de mercado.

	Sin cuota	Con cuota	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Volumen[a]	7,5	3,2	2,8	3,7	3,2	3,2	2,8	3,6	3,0	3,5	4,3	2,2	3,3	3,1
Grasa[a]	258,4	25,5	2,4	52,4	24,3	26,9	4,2	47,9	14,8	43,1	-1,4	52,5	32,0	19,0
Proteína[a]	471,2	467,0	466,6	467,5	467,0	467,0	466,7	467,4	466,8	467,4	468,1	466,9	465,2	468,8
L.[b]	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	10,5	28,4	16,2	16,2	16,9	15,6
Margen[c]	30,9	18,0	16,7	19,5	18,0	18,0	16,8	19,2	17,4	19,0	18,0	18,0	18,3	17,7
β_a [d]	101,6	101,6	119,9	83,2	108,1	94,9	110,8	91,8	93,9	106,2	89,1	114,0	96,9	106,2

1 : + 50% dt Leche, 2: -50% dt Leche, 3: + 50% dt Grasa, 4: -50% dt Grasa, 5: +50% dt Proteína, 6: -50% dt Proteína, 7: +50% dt longitud de vida Productiva, 8: -50% dt longitud de la vida productiva, 9: +50% dt precio de base de la leche, 10: -50% dt precio de base de la leche, 11: +50% dt coste de UFL, 12: -50 %dt coste de UFL.[a] ptas./ kg. [b] ptas./ día,[c] ptas/Kg. de leche,[d] miles de ptas

≺ Bibliografía≻

Bekman,H. and J. A. M. Van Arendonk, 1993. Livest. Prod., 34: 35-56

Colleau, J. J., D. Regaldo and P. L. Gastinel, 1994. INRA Prod. Anim., 7(3): 151-167

Harris, B. L. and A. E. Freeman. 1993. J. Dairy Sci. 76: 868-879.

Gibson, J. P., 1989. Anim. Prod. , 49: 171-181

Gibson, J. P., N. Graham and E. B. Burnside, 1992. Can. J. Anim. Sci. 72: 477-491

Groen, A. F., 1988. Agricultural Systems, 27: 195-213.

Groen, A. F., 1989a. Livest. Prod. Sci., 22: 1-16

Groen, A. F., 1989b. Livest. Prod. Sci., 22: 17-30

Groen, A. F., 1996. Int. workshop on Gen. Imp. of functional trait in cattle, January 21-23, Gembloux.

Pieters,T and A.Bagnato.1996. Int. workshop on Gen. Imp. of functional trait in cattle, January 21-23, Gembloux.

Van Arendonk,J.K. and Brascamp,E.W.1990.Proc,4th World cong. Genet. Appl. Livest Prod., Edimburg.

Visscher, P. M., P. J. Bowman and M. E. Goddard, 1994. Livest. Prod. Sci. 40: 123-137

Wilmink, J. B. M. 1988, Livest. Prod. Sci., 20: 299-316.

EFECTO DE DIVERSOS FACTORES DE VARIACION SOBRE LA PRODUCCION Y COMPOSICION DE LA LECHE, EN LA RAZA CAPRINA MURCIANO-GRANADINA

M. ZARAGOZA*, I. BURGUETE** y M. VALLEJO***
* Unión de Pequeños Agricultores. C/ Santa Teresa, 10, 6ª. 30005 Murcia. ** Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. 30071 Espinardo. Murcia.
*** Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense. 28040 Madrid.

INTRODUCCION.- Consecuencia de las comprobaciones cariológicas que se vienen realizando en las hembras reproductoras de la raza Murciano-Granadina, de un rebaño experimental explotado en Guadalupe (Murcia), fué el hallazgo de dos hembras portadoras de una fusión céntrica. Como una de ellas sólo poseía los registros de la primera lactación, y no se ha terminado todavía el análisis citogenético para establecer el tipo de fusión, ha parecido conveniente realizar el estudio del posible efecto de dicha anomalía, sobre diferentes parámetros productivos lecheros, cuando se complete el estudio citogenético, y se disponga de más lactaciones registradas. En el presente trabajo, previo al definitivo, se analiza el efecto que sobre los caracteres productivos y de composición lechera, ejercen los factores de variación que se controlan en este rebaño experimental.

MATERIAL Y METODOS.- A partir de los controles oficiales de rendimiento lechero del rebaño experimental, de raza Murciano-Granadina, de la Estación de Mejora Ganadera (EMEGA) de Guadalupe (Murcia), y previa depuración de los datos, se han utilizado 177 lactaciones normalizadas a 210 días, correspondientes a 82 hembras de diferentes edades, y realizadas durante cuatro años (1990:35, 1991:43, 1992:66, 1993:33). Los parámetros lecheros registrados han sido: cantidad total de leche producida, cantidades acumuladas y porcentajes de grasa, proteina y extracto seco; y los factores de variación estudiados: número, tipo, año y época de parto. El análisis de la influencia de estos factores de variación sobre los parámetros lecheros normalizados, productivos y de composición, se realizó mediante un modelo matemático en el que los diferentes factores de variación se consideraron como efectos fijos:

$x_{ijklm} = \mu + N_i + T_j + A_k + E_l + (NxT)_{ij} + (NxA)_{ik} + (NxE)_{il} + (TxA)_{jk} + (TxE)_{jl} + (AxE)_{kl} + e_{ijklm}$; en donde x_{ijklm}: variable productiva analizada; μ: media aritmética de la población; N_i: Número de parto, con las clases ($i = 1,2,3,4, \geq 5$), T_j: Tipo de parto, con las clases (j = simple, múltiple: ≥ 2 cabritos); A_k: Año de parto, con las clases ($k = 1990,1991,1992,1993$); E_l: Epoca de parto, con las clases (l = primavera, otoño e invierno); $(NxT)_{ij}, (NxA)_{ik}, (NxE)_{il}, (TxA)_{jk}, (TxE)_{jl}, (AxE)_{kl}$: son las interacciones de primer grado; e_{ijklm}: error del modelo.

RESULTADOS Y DISCUSION.- De la tabla 1, resumen de los análisis de varianza realizados, pueden extraerse las siguientes consideraciones. Los modelos matemáticos han presentado unos aceptables ajustes, al estimarse sus correspondientes R^2 entre 0.3974 (extracto seco) y 0.5432 (grasa acumulada), teniendo en cuenta que se han establecido a partir de un sólo rebaño. El número de parto ha sido el factor más importante, al influir significativa y mayoritariamente sobre todos los parámetros lecheros, con excepción del porcentaje de proteina. Por otro lado, los porcentajes de

grasa y proteina han sido los más afectados por los factores, al influir todos menos el tipo de parto en el porcentaje de grasa, y el número de parto en el porcentaje de proteina. De las seis interacciones introducidas en los modelos, sólo han resultados significativas dos: NxT que ha influido sobre los parámetros lecheros acumulados y la NxA, que ha influido sobre los porcentajes respectivos. La interacción NxT podría deberse a que la producción máxima y las mayores cantidades de los componentes lecheros se manifiestan a partir de la tercera lactación, siendo a partir de esta lactación cuando disminuyen los partos simples, predominando los partos dobles que son, en general, más productivos. Sin embargo, no se ha encontrado una adecuada justificación a la interaccion NxA, sobre la que podría haber incidido las diferentes calidades nutritivas de los forrajes, según los años. En general estas observaciones son coincidentes con las de los autores que analizan producciones ajustadas o normalizadas (Peris, 1994; García-Atance, 1995).

Tabla 1.- Resolución de los modelos matemáticos, que analizan el efecto de los factores de variación N,T,A y E sobre los parámetros lecheros acumulados y sus correspondientes porcentajes.

Caracteres lecheros		Leche (kg)	Grasa (kg)	Proteina (kg)	E. seco (kg)	Grasa (%)	Proteina (%)	E. seco (%)
R^2 modelo		0.4807	0.5432	0.4850	0.4904	0.4519	0.5259	0.3974
N	R^2 %	53.73	63.37	50.30	57.26	32.82	5.43	32.64
	P>F	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**0.000**	0.099	**0.000**
T	R^2 %	3.37	1.36	1.21	2.38	0.46	7.13	0.43
	P>F	**0.044**	0.146	0.221	0.084	0.482	**0.001**	0.542
A	R^2 %	1.01	0.47	3.86	0.87	9.94	36.98	0.74
	P>F	0.746	0.861	0.192	0.776	**0.015**	**0.000**	0.886
E	R^2 %	0.24	3.54	2.60	0.89	8.03	15.10	2.77
	P>F	0.862	0.065	0.203	0.569	**0.014**	**0.000**	0.303
NxT	R^2 %	11.90	8.44	10.40	9.44	5.55	1.07	3.42
	P>F	**0.007**	**0.012**	**0.014**	**0.020**	0.203	0.813	0.563
NxA	R^2 %	9.92	7.32	7.71	9.88	30.01	20.29	48.18
	P>F	0.443	0.492	0.651	0.411	**0.002**	**0.005**	**0.000**
Resto	R^2 %	19.83	15.50	23.92	19.28	13.19	14.00	11.82

R^2: Coeficiente de determinación en % del R^2 del modelo matemático; N: Número de parto; T: Tipo de parto; A: Año de parto; E: Estación de parto; NxT: Interacción número de parto x tipo de parto; NxA: Interacción número de parto x año de parto

La tabla 2 relaciona los valores medios de los diferentes parámetros lecheros estudiados, según el factor de variación analizado. Respecto al **número de parto**, ha podido comprobarse que la primera lactación presenta unos valores, significativamente más bajos que las restantes. Mientras que en éstas, aunque se observa una tendencia a incrementarse los valores de todos los parámetros lecheros, conforme el número de parto es más elevado, las diferencias observadas no son significativas. Esta situación podría deberse a que en cada lactación se genera un determinado

número de alvéolos mamarios, que persisten en la lactacion siguiente, a la que se añaden los de nueva formación; y así sucesivamente hasta que la cabra va envejeciendo, y consecuentemente deja de aumentar la producción lechera (Knight y Peaker, 1982). Estos resultados son similares a los anotados por los numerosos autores que han estudiado la raza Murciano-Granadina, y otras varias.

Tabla 2.- Efecto del número, tipo y época de parto sobre los parámetros acumulativos y porcentuales lecheros, de la raza caprina Murciano-Granadina.

Parámetros	Número de parto		Tipo de parto		Epoca de parto		
lecheros	1°	≥2°	Simple	Múltiple	Otoño	Invierno	Primavera
Leche (kg)	253.51 b	>357.89 a	310.08 b	368.25 a	379.11 a	360.41 ab	328.31 b
Grasa (kg)	10.26 b	>16.43 a	14.27 b	16.99 a	19.15 a	16.60 b	14.30 c
Proteina (kg)	7.99 b	>11.63 a	10.18 b	11.68 a	12.66 a	11.28 b	10.57 b
E.Seco (kg)	31.51 b	>49.42 a	40.99 b	49.26 a	52.65 a	48.06 ab	42.74 b
Grasa (%)	4.07 b	>4.64 a	4.56 a	4.62 a	4.99 a	4.66 b	4.31 c
Proteina (%)	3.14 b	>3.14 a	3.27 a	3.16 b	3.30 a	3.15 b	3.19 b
E.Seco (%)	12.45 b	>13.38 a	13.17 a	13.31 a	13.69 a	13.36 ab	12.98 b

E.Seco: Extracto seco; Letras distintas indican diferencias significativas ($P<0.05$)

En relación con el **tipo de parto**, los valores de todos los parámetros lecheros, acumulados y porcentuales, son significativamente más elevados en los partos múltiples que en los simples, a excepción del porcentaje de proteina que ha presentado, por el contrario unos valores superiores ($P<0.05$) en los partos simples. Estas observaciones son coincidentes con las anotadas en la bibliografía, pudiendo deberse este fenómeno a que, por un lado, la presencia de más fetos en el útero gestante induce una mayor producción de lactógeno placentario (Hayden et al., 1979), y por otro el mayor número de cabritos amamantándose, ocasionan el efecto físico de un vaciado mayor de la ubre, y el incremento del gradiente de presión negativa intra-alveolar (Herrera et al., 1988; Rota, 1990).

El factor **año** también ha influido significativamente sobre los distintos parámetros lecheros, si bien no se ha apreciado ninguna clara tendencia a favor de un determinado año. El otoño es la **época de parto**, en la que aparecen los valores significativamente más altos para todos los parámetros lecheros, seguido del invierno y finalmente de la primavera. En estas dos últimas estaciones, los únicos parámetros que han mostrado diferencias significativas han sido las cantidades de grasa acumulativa y porcentual. No se ha introducido el verano, porque en el rebaño experimental-oficial, los partos no se programan para esa época. Nuevamente estas observaciones coinciden, en general, con la de los restantes autores que han abordado esta temática.

BIBLIOGRAFIA.- Peris, S. 1994. Características de la curva de lactación y aptitud al ordeño mecánico de cabras de la raza Murciano-Granadina. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad Autónoma de Barcelona.
García Atance, M.A. 1995. Análisis de la variable intervalo entre partos en la cabra Murciano-Granadina. Tesis de Licenciatura. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid.
Knight, C.H.& Peaker, H. 1982. Development of the mammary gland. J. Reprod. Fert., 65:621-626.
Hayden, T.J.; Thomas, C.R. 1979. Effect of number of young born (litter size) on milk yield of goats: role of placental lactogen. J. Dairy Sci., 62:53-57.
Herrera, M., Peña, F., Aparicio, J.B., Subieres, J. 1988. Curva de lactación y composición de leche en régimen semiintensivo. En: La cabra Malagueña. Excma. Diputación de Málaga.
Rota, A.M. 1990. Contribución al estudio de la producción, composición, contenido y tipos celulares de la leche de cabra de raza Verata. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad de Cáceres.

HETEROSIS EN EL CRUZAMIENTO DE ESTIRPES DE RAZAS DE GALLINAS AUTÓCTONAS CATALANAS [1]

A. Francesch, P. Casanovas y A. Fontgibell

IRTA - Centre de Mas Bové - Unitat de Genètica Avícola
Apartat 415 - 43280 REUS

INTRODUCCIÓN

Las bases y algunos resultados de la mejora genética de caracteres reproductivos en estirpe cerrada de una población de cada una de las razas Pendesenca Negra (MN), Prat Leonada (MP) y Empordanesa Roja (MR), ha sido presentada por Francesch (1992) y Francesch y Iglesias (1995). El objetivo de este trabajo fue empezar a conocer la heterosis en dichos caracteres al cruzar gallos de la estirpe MP con gallinas de las estirpes MN y MR.

MATERIAL Y MÉTODOS

a) Material biológico y metodología experimental. Se tomaron 70 gallinas y 7 gallos de cada estirpe. La reproducción se realizó por inseminación artificial apareando en pureza un gallo con 10 gallinas. Cada gallo de la estirpe MP a su vez se cruzó con 10 gallinas de la MN y 10 de la MR, que eran las mismas que se apareaban en pureza, de manera que de cada gallina MN y MR surgían simultáneamente descendientes puros y cruzados que se podían distinguir por el color del plumaje los MPxMN (NP); y por el color de patas los MPxMR (RP).

Se realizaron dos nacimientos en Diciembre de 1994, separados 15 días, se obtuvieron 865 gallinas distribuidas por grupos genéticos de la siguiente forma: 204 MP, 130 MR, 98 MN, 234 NP y 199 RP.

La iluminación y alimentación fue la estandar para ponedoras semipesadas. Se criaron en el suelo. A las 13 semanas fueron alojadas en baterías individuales. Se controló la puesta hasta las 72 semanas de vida. Fueron pesadas a las 11 y 20 semanas, se tomó el peso de tres huevos consecutivos a las 25 y 39 semanas, se determinó en semanas la edad a la postura del primer huevo y la edad en que cada grupo conseguía el peso medio del huevo de 52 gr. (inicio de la puesta útil de una manada de reproductoras).

b) Análisis estadístico. Cada uno de los parámetros fue analizado con un modelo mixto : $y_{ijklm} = \mu + G_i + N_j + G^*L_{ij} + P_{i(k)} + M_{ik(l)} + e_{iklm}$. Donde el grupo genético (G) y el nacimiento (N) son factores fijos cruzados y el padre (P) y la madre (M) son aleatorios y jerarquizados, el primero al grupo genético y el segundo al padre y al grupo genético.

La heterosis de cada animal expresada como porcentaje de la desviación de su valor fenotípico respecto de la media fenotípica de los grupos parentales ha sido analizada con un modelo mixto: $y_{ijklm} = \mu + G_i + N_j + G^*L_{ij} + P_k + P^*G_{ki} + P^*N_{kJ} + P^*G^*N_{kij} + M_{ik(l)} + e_{iklm}$. Donde el grupo genético (G), el nacimiento (N) y el Padre (P) son factores cruzados, fijos los dos primeros y aleatorio el tercero. La madre (M) es aleatorio y jerarquizado al grupo genético y al padre.

[1] Estudio financiado por INIA mediante el proyecto SC95-051

Ambos modelos se resolvieron por el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS. La separación de medias se realizó con un test Duncan. Las diferencias de cero de la heterosis promedio de cada carácter dentro de cada grupo de cruzamiento se han probado mediante un test de la t de Student.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan las medias por grupo genético de cada uno de los caracteres considerados y en la Tabla 2 los valores de heterosis en cada grupo de cruzados.

Tabla 1. Medias (desviación estándar) de caracteres de puesta y peso en las estirpes MN de Penedesenca Negra, MP de Prat Leonada, MR de Empordanesa Roja y de los cruces NP (Prat x Penedesenca) y RP (Prat x Empordanesa).

CARÁCTER	GRUPOS GENÉTICOS				
	MN	MP	MR	NP	RP
Precocidad (semanas)	22.6 a (1.7)	23.8 b (2.0)	22.7 a (2.0)	22.7 a (2.0)	22.4 a (1.5)
Puesta a 39 sem. (huevos)	75.9 a (23.8)	67.0 b (20.1)	87.4 c (17.6)	84.0 c (18.7)	85.3 c (15.9)
Puesta a 72 sem. (huevos)	203.8 a (67.9)	171.6 b (56.3)	221.8 c (37.7)	214.2 ac (51.5)	222.4 c (34.9)
Puesta útil a 39 sem. (huevos)	48.5 a (17.7)	50.4 a (16.4)	62.4 b (11.2)	64.7 b (13.6)	74.4 c (12.2)
Puesta útil a 72 sem. (huevos)	168.1 a (61.7)	152.6 b (51.9)	197.0 c (35.2)	195.1 c (48.4)	212.4 d (35.4)
Peso vivo a 11 sem. (gr)	888.4 ab (82.7)	868.6 a (76.7)	916.2 b (87.7)	950.2 c (74.2)	920.6 bc (75.1)
Peso vivo a 20 sem. (gr)	1707.6 ab (200.5)	1631.4 b (179.2)	1719.8 ab (209.5)	1769.0 a (187.5)	1727.3 ab (173.1)
Peso del huevo a 25 sem. (gr)	49.3 a (3.8)	50.2 ab (3.9)	50.7 ab (3.9)	51.4 b (4.0)	52.1 b (4.3)
Peso del huevo a 39 sem. (gr)	56.5 a (4.5)	60.1 b (4.6)	57.8 a (4.3)	59.9 b (4.2)	60.4 b (4.1)

Letras distintas en una fila indican diferencias significativas ($P < 0.05$)

La precocidad sexual ha sido significativamente una semana inferior en la estirpe MP, no habiéndose diferenciado los cruzados entre ellos, ni de las otras dos estirpes puras, de ahí que la heterosis, aunque pequeña, ha sido negativa (menos tiempo), significativa y nos se ha diferenciado entre grupos.

La puesta total, tanto considerada a 39, como a 72 semanas ha sido significativamente inferior en la estirpe MP. Los cruzados no se han diferenciado entre sí a ninguna de las edades consideradas, ni tampoco lo han hecho respecto de la estirpe MR. La estirpe MN ha quedado situada entre la MP y la MR. Es de destacar que al año de puesta todos los grupos han superado los 200 huevos, excepto el MP que ha quedado considerablemente por debajo con unos 170. La heterosis en este carácter ha sido interesante en ambos grupos de cruzamiento y sólo se han diferenciado a las 39 semanas de vida a favor del NP.

Lo que hemos denominado puesta útil ha destacado significativamente en el grupo cruzado RP manteniéndose por encima de los 200 huevos. Ha sido el carácter con mayor heterosis, siendo del orden del 30 % a las 39 semanas de vida en ambos grupos cruzados. Al año de puesta, aun manteniéndose la más alta, ha descendido 10 unidades en ambos grupos.

En puesta útil, ambas reproductoras cruzadas, destacando la RP, están a niveles competitivos en la producción de pollitos para pollo de piel blanca con pata oscura y quedan muy por encima de las estirpes MN y MP que se vienen utilizando en este momento. La estirpe MR también lo haría cara a la producción de pollo de piel amarilla, como fruto de su respuesta a la selección (Francesch y Iglesias 1995).

Tabla 2. Medias ± std-err de la heterosis (%) de caracteres de puesta y peso en los cruces NP (Prat Leonada x Penedesenca Negra) y RP (Prat Leonada x Empordanesa Roja).

CARÁCTER	NP	RP
Precocidad	- 2.22 ± 0.50 a	-3.93 ± 0.45 a
Puesta a 39 sem.	17.53 ± 1.71 a	10.71 ± 1.47 b
Puesta a 72 sem.	14.10 ± 2.36 a	13.03 ± 1.77 a
Puesta útil a 39 sem.	30.76 ± 2.24 a	32.21 ± 2.15 a
Puesta útil a 72 sem.	21.69 ± 2.57 a	21.50 ± 1.94 a
Peso vivo a 11 sem.	8.16 ± 0.55 a	3.16 ± 0.59 b
Peso vivo a 20 sem.	5.95 ± 0.73 a	3.08 ± 0.73 a
Peso del huevo a 25 sem.	3.31 ± 0.53 a	3.16 ± 0.60 a
Peso del huevo a 39 sem.	2.82 ± 0.48 a	2.59 ± 0.50 a

Letras distintas en una fila indican diferencias significativas ($P < 0.05$)

En peso vivo ambos grupos cruzados han destacado tanto a las 11, como 20 semanas, pero sólo a las 11 el NP lo hecho significativamente. A las 20 han resultado más similares. En este caso la heterosis ha sido pequeña y superior en el NP de forma significativa en peso vivo a 11 semanas. Con la edad parece que tiende a disminuir, lo que nos podría indicar que la heterosis se habría manifestado más en la velocidad de crecimiento, que en conseguir pesos adultos más altos.

El peso del huevo es el que ha manifestado heterosis más bajas, aunque significativas, y muy similares entre grupos.

La mayor heterosis que hemos obtenido en caracteres reproductivos, frente a productivos ha sido mostrada por multitud de autores en otras razasm, véase Fairfull (1990) para aves como revisión, pero en ella, y más concretamente en puesta útil deben ser considerados como efectos añadidos las conseguidas en productivos, como peso del huevo y peso vivo que revertiría sobre aquél, así como precocidad sexual.

REFERENCIAS

Fairfull, R.W. (1990). Poultry Breeding and Genetics. Elsevier. Chap 27 : 913 - 933

Francesch, A. (1992). XXIX Symp. de Avicultura Científica. p.p. 243 - 252.

Francesch, A y M. Iglesias (1995). ITEA. Vol. Ex. nº 16. Tomo I: 260 -262.

CENTRO INTERNACIONAL DE ALTOS ESTUDIOS AGRONÓMICOS MEDITERRÁNEOS
INSTITUTO AGRONÓMICO MEDITERRÁNEO DE ZARAGOZA

CIHEAM/IAMZ - Cursos 1996-97-98

CIHEAM

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
MEDIO AMBIENTE	BASES LIMNOLÓGICAS PARA LA GESTIÓN DE LOS CAUDALES Y LA CALIDAD ECOLÓGICA DE LOS RÍOS	9-20 Sep. 96	Zaragoza	IAMZ/ Univ. Barcelona
	*CURSO SUPERIOR DE ORDENACIÓN RURAL EN FUNCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	1 Oct. 96/ 6 Jun. 97	Zaragoza	IAMZ
	ECONOMÍA DE LOS RECURSOS NATURALES	10-21 Feb. 97	Zaragoza	IAMZ
	DEGRADACIÓN DE SUELOS EN LAS REGIONES AGRICOLAS MEDITERRÁNEAS: IMPACTO Y MEDIDAS DE CORRECCIÓN	12-23 Mayo 97	Meknès	IAMZ/ENA Meknès/ ICARDA
	EVALUACIÓN Y MANEJO DE RECURSOS PESQUEROS EN EL MEDITERRÁNEO	26-30 Mayo 97	Palma de Mallorca	IAMZ/IEO/ FAO-COPEMED
	GESTIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS	24 Nov./ 5 Dic. 97	Zaragoza	IAMZ
	ASIGNACIÓN DE USOS Y PRECIOS DEL AGUA. CRITERIOS DE DECISIÓN	12-23 Ene. 98	Zaragoza	IAMZ
	ANÁLISIS CUANTITATIVO INTEGRADO DE AGRO-ECOSISTEMAS	16-27 Feb. 98	Zaragoza	IAMZ/WAU
	DEFENSA CONTRA INCENDIOS FORESTALES	4-15 Mayo 98	Zaragoza	IAMZ/MIMAM/FAO.
COMERCIALIZACIÓN	MODELIZACIÓN ECONOMÉTRICA DE LOS MERCADOS AGRARIOS	11-22 Nov.. 96	Adana	IAMZ/ Univ. Çukurova
	ESTABLECIMIENTO Y GESTIÓN DE EMPRESAS ACUÍCOLAS	11-15 Nov. 96	Zaragoza	IAMZ
	MARKETING INTERNACIONAL DE PRODUCTOS AGRARIOS MEDITERRÁNEOS	9-20 Dic. 96	Zaragoza	IAMZ
	LA CALIDAD EN LA COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS AGROALIMENTARIOS	10-21 Mar. 97	Zaragoza	IAMZ
	DISTRIBUCIÓN AGROALIMENTARIA	7-18 Abr. 97	Zaragoza	IAMZ
	DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO	5-16 Mayo 97	Zazagoza	IAMZ
	*CURSO SUPERIOR DE COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS AGRARIOS Y ALIMENTARIOS	29 Sep. 97/ 12 Jun. 98	Zaragoza	IAMZ

(*) Los cursos de larga duración se desarrollan cada dos años en las áreas de:

- MEDIO AMBIENTE: 96-97/98-99
- PRODUCCION VEGETAL
  - MEJORA GENETICA VEGETAL: 96-97/98-99
  - OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA: 97-98/99-00
- PRODUCCION ANIMAL
  - PRODUCCIÓN ANIMAL: 97-98/99-00
  - ACUICULTURA: 97-98/99-00
- COMERCIALIZACIÓN: 97-98/99-00

Los cursos de larga duración se destinan primordialmente a titulados superiores en vías de especialización postuniversitaria. No obstante, se estructuran en ciclos independientes para facilitar la asistencia de profesionales interesados en aspectos parciales del programa. El plazo de inscripción para los cursos de larga duración de Olivicultura y Elaiotecnia y Acuicultura finaliza el 1 de Mayo de 1997. El plazo de inscripción para los cursos de larga duración de Producción Animal y Comercialización de Productos Agrarios y Alimentarios finaliza el 15 de Mayo de 1997. El plazo de inscripción para los cursos de larga duración de Ordenación Rural en Función del Medio Ambiente y Mejora Genética Vegetal finaliza el 15 de Mayo de 1998.

Los cursos de corta duración están orientados preferentemente a investigadores y profesionales relacionados en el desarrollo de sus funciones con la temática de los distintos cursos. El plazo de inscripción para los cursos de corta duración finaliza 90 días antes de la fecha de inicio del curso.

Para mayor información dirigirse a: **Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza**
Apartado 202 - 50080 ZARAGOZA (ESPAÑA)
Teléfono 976 57 63 13 - Fax 976 57 63 77 - e-mail:iamz@ciheam.mizar.csic.es