

Fertilización agrícola y producción agraria sostenible

Razones para una producción agraria sostenible, en relación con la fertilización

Introducción

Las afecciones que la fertilización nitrogenada de los cultivos agrícolas (y cualquier otro efecto similar) han tenido sobre las aguas (contaminación por nitratos), fueron contempladas por la Directiva europea 91/676/CEE, desde ese año de 1991, y han sido recogidas igualmente en otras disposiciones como las que regulan las cargas ganaderas o la gestión de los residuos de todo tipo, entre los que se encontrarían los estiércoles y otros subproductos orgánicos susceptibles de ser utilizados como fertilizantes.

La dispersión de competencias o falta de coordinación entre los departamentos que actúan sobre estos temas, y el hecho de que en mi comunidad autónoma coincida que se van a renovar esas diversas normativas en un mismo momento, me lleva a lanzar esta reflexión. En un intento de síntesis, la resumiríamos en generalizar la obligación de fertilizar racionalmente y reconocer los límites de la agricultura (las zonas cultivadas anualmente) en su capacidad de admitir fertilizantes (o reciclar subproductos, como tales fertilizantes).

El razonamiento que vamos a plantear, parte de una situación particular de una comunidad autónoma, y sobre las cifras específicas de la misma, valoraremos el discurso, pero entendemos que el ejemplo podría extrapolarse a cualquier situación

Las propuestas actuales

Tratando de simplificar el razonamiento, incidiré en dos aspectos básicos que creo tenemos que redefinir, y asimilar, para avanzar en esta problemática de la producción agraria y el medio ambiente, como son:

- El concepto de fertilización, y
- Los límites de la agricultura (o superficie cultivada) como receptora de fertilizantes.

También aclararé, aunque se apreciará por el contenido del artículo, que de las dos vías sobre los que podemos actuar sobre la “contaminación por nutrientes” de origen agrario, sólo mencionaremos las relativas a los “aportes” de fertilizantes que ponemos a disposición de los cultivos, pero no de las relacionadas con el aporte del agua (según suelos, y técnicas de riego), que causan o pueden causar, el efecto final del lavado de nitratos y otros, en el caso de nuestras zonas de regadío.

El concepto de **fertilización** –salvo que nuestra acepción sea errónea– **entendemos que debería atender únicamente, la reposición de los nutrientes del suelo que hemos extraído con las cosechas agrícolas.** En un primer momento se podría aportar nutrientes, por encima de la simple reposición de las extracciones, pero únicamente, en una primera etapa que facilitara situar a un nivel medio los contenidos del propio suelo, acorde con las circunstancias agroclimáticas.

Las referencias que tomamos para fertilizar nuestro cultivos, han sido hasta el momento bastante holgadas, y casi nunca hemos tomado en cuenta los aportes indirectos de nutrientes, tales como el nitrógeno que cada año mineraliza la propia materia orgánica del suelo, los aportes del agua del riego (en los últimos años, ya empieza a conocerse cuáles son los contenidos de las mismas), o los restos de las raíces del cultivo anterior cuando se trataba de una leguminosa. Por tal motivo, se nos ocurre pensar que cuando las normativas nos indican los “aportes máximos” de nutrientes que podemos realizar, deberíamos hablar más bien –y especialmente en el caso del nitrógeno–, de una “disponibilidad máxima” para una determinada producción, y en una situación determinada. Y a partir de allí, en el proceso de cálculo de las necesidades de fertilización, y tras considerar todos los posibles aportes indirectos, obtendríamos por diferencia con la disponibilidad máxima, un aporte específico final, en forma de un/unos determinado/os fertilizante/es.

Los límites de la agricultura como receptora de subproductos orgánicos

La superficie que se cultiva anualmente tiene una capacidad limitada para asumir fertilizantes, si realmente no queremos causar impacto medioambiental (en aguas y/o suelos). Probablemente sea el momento de establecer la diferencia entre “fertilizar” (como hemos definido en el punto anterior) o realizar un “vertido”, cuando utilicemos los subproductos orgánicos de todo tipo: estiércoles, compost de residuos sólidos urbanos, lodos, harinas animales, lodos industriales (p. ejemp de papeleras, industrias agroalimentarias, etc), etc, y **no cuidemos el aspecto de las dosis aplicadas** (caso frecuente, por exceso). El aporte de estos subproductos orgánicos –y deberíamos resaltarlo–, debe hacerse siempre en calidad de fertilizantes, y no de otra manera, aportando los nutrientes principales (N, P, K), pero también micronutrientes, materia orgánica, etc.

Por todo lo anterior, debería calcularse **cuál es la capacidad real**, municipio a municipio, comarca a comarca, de la superficie de cultivo (anual) **de cada unidad territorial, como conjunto de los cultivos que allí se desarrollan, para recibir fertilizantes, y en especial de esos subproductos orgánicos que se ofertan como tales**. Y ese cálculo debe realizarse ya, sobre la base de todos los aportes: de los directos y de los indirectos. Los conocimientos que tenemos sobre algunos de los subproductos mencionados son todavía parciales y limitados, incluso de la cantidad producida y calidad de los estiércoles animales, por lo que se requiere un serio esfuerzo en investigación y experimentación-transferencia, que exigiría una coordinación presupuestaria como veremos más adelante.

También relacionado con lo anterior, estaría el concepto de “sobrecarga ganadera”, que alude a la situación de que con el estiércol producido por un determinado censo ganadero, de una unidad territorial determinada (municipio, comarca, etc.), se sobrepasa la capacidad de reponer los nutrientes extraídos de ese suelo (con una determinada combinación de cultivos)

Inicialmente, se ha definido respecto a los contenidos de nitrógeno, y el **valor límite que define la situación de sobrecarga** (kilos de N contenidos en los estiércoles producidos por todas las especies ganaderas, dividido por las hectáreas de superficie agrícola útil), se ha fijado (en nuestro caso concreto) por encima de los **220 kg de N/ha**, para las zonas que no están declaradas como vulnerables. En nuestra opinión, la cifra límite que indicara la sobre-

carga ganadera, no debería estar muy alejada de la capacidad real (suma de las extracciones de las cosechas) del municipio o comarca: un 15 ó un 20% por encima, si realmente queremos corregir el problema a corto plazo, o con un criterio un poco más pragmático, permitir hasta un máximo de 170 kg N/ha, en una primera etapa (no excesivamente larga) que posibilitara el reajuste del aprovechamiento de los estiércoles ganaderos.

Consecuencias

Si realmente, estamos de acuerdo con estas concepciones de fertilización y de la capacidad (limitada) de la agricultura (global de una comunidad, comarca, o específica de un municipio), llegaríamos al planteamiento de los siguientes aspectos que recogen las normativas en revisión:

- La primera de ellas sería una propuesta de generalizar el tema del ajuste de la fertilización (reponer únicamente las extracciones), no sólo en las zonas vulnerables sino en todas las áreas cultivadas, si realmente queremos evitar este tipo de afecciones de la agricultura al medio ambiente.
- Y que el planteamiento de estas normativas en revisión bajo las nuevas premisas, se centraría básicamente en:
 - Considerar la fertilización de los cultivos, no sólo respecto al nitrógeno (como se hace en las zonas vulnerables), sino incluyendo también al fósforo y la potasa. Esta fertilización completa, permitiría razonar con mejor criterio técnico el conjunto de necesidades y aprovechar mejor todos los recursos disponibles.
 - Calcular los aportes/disponibilidades de fertilizantes, no como hasta ahora, estableciendo unos topes máximos generalizables a cualquier situación (como los 170 kg de N/ha en forma de estiércol/orgánicos en las zonas vulnerables, o los 210 kg de N/ha, en el resto de las zonas), sino como aportes/disponibilidades proporcionales a la producciones medias (o de cada explotación) en cada situación agroclimática.

Otros aspectos colaterales

A nuestro juicio, el tema de los efectos medioambientales de la fertilización agrícola, se ha contemplado con distintas ópticas desde los Departamentos de Agricultura, y los de Medio Ambiente. Desde los Organismos de investigación (Ciencia y Tecnología), probablemente, la excesiva fragmentación y el esquema multilateral de la financiación y ejecución específica de los proyectos no haya permitido observar una visión global de las afecciones medioambientales de la agricultura. El resultado final, de una falta de coordinación, impide obtener mejores y más rápidos resultados.

El avance en estos temas requiere un tratamiento en común (empezando con la normativa) y siguiendo con el aprovechamiento de los recursos, especialmente en el tema de la investigación y transferencia de tecnología, pues es la única y más rápida vía para perfeccionar esa normativa, e incluso de convencer al agricultor de que podrá probablemente mantener sus producciones actuales, ajustando más los fertilizantes, e incluso reducir el coste de dicho capítulo.

Un problema añadido es el hecho de que muchos de los planteamientos que buscan la sostenibilidad del sistema agropecuario, se vean desde el sector productor, como un ataque frontal que no puede consentirse. En la mayoría de ocasiones, se interpreta como una limitación a la producción agropecuaria, a los propios agricultores y/o ganaderos, o se contesta con la fórmula de: *“si otros sectores contaminan tanto o más que la agricultura, para qué vamos a esforzarnos nosotros primero...?”* A nuestro entender, la sostenibilidad de la producción agraria no debe causar ningún trastorno al sector productor, y puede por el contrario, mejorar la imagen del mismo. Otra cosa es, que los primeros pasos en este proceso de reconversión sean complicados y no encontremos de momento fórmulas para simplificar la burocracia general en la que estamos inmersos. Las limitaciones que puedan producirse para la producción agraria no serán distintas a las que tiene o tendrá cualquier producción industrial o de servicios, o la propia sociedad urbana (para sus residuos en las aguas/lodos o en las basuras), si realmente pretendemos la supervivencia para las futuras generaciones. Para nosotros está claro, que precisamos cambiar el actual modelo productivo.

Una impresión final

El planteamiento presentado puede parecer a algunos, radical, adelantado en el tiempo, o incluso complicado para el agricultor, al generalizar las “limitaciones” a todas las zonas.

En nuestra opinión, volveríamos a insistir en que, si el diagnóstico no es equivocado, es el camino más sencillo y más corto para corregir los problemas y entendemos que no más costoso que cualquier otro. Y por supuesto, que no tiene ninguna intención de complicar más la vida a la sufrida sociedad agraria, aunque pueda parecerlo en una primera impresión. El subsector de la ganadería intensiva, y/o cualquier otro productor de subproductos orgánicos deberá asumir, si no tuviera tierras de cultivo para reciclarlos, que tiene un coste ambiental ineludible, como ya hemos indicado anteriormente para cualquier actividad.

Fernando Orús Pueyo
Noviembre 2008

Sumario

Producción Animal

- Descripción del crecimiento de tres tipos genéticos de gallinas españolas y una línea comercial sasso. Efecto del tipo de alojamiento
Growth modelling in three Spanish chicken genetics types and a COMMERCIAL line SASSO. Effect of the type of housing
J.A. Miguel, B. Asenjo, J. Ciria y J.L. Calvo 7
- Factores de Riesgo de la Retención de Placenta en la Vaca: Estudio retrospectivo en el Noroeste de España
Risk factors for retained placenta in the cow: A retrospective study in the North West of Spain
J.J. Becerra, L.A. Quintela, C. Díaz, P.G. Herradón 17
- Efecto del peso de la canal sobre la calidad de la carne de "Chivo Lechal Malagueño"
"Chivo Lechal Malagueño" meat quality as affected by carcass weight
M. Juárez, J.M. Micheo, E. García, F. Peña, O. Polvillo 28

Producción Vegetal

- Rentabilidad económica del regadío de los canales de Urgell (Lleida, España)
Economic profitability in the Urgell Canals (Lleida, Spain) irrigation area
M.M. Clop, Ll. Cots, M. Esteban, J.D. Barragán 36
- Estrategias comerciales para el vino ecológico de Castilla-La Mancha
Some commercial strategies carried out for Castilla-La Mancha Organic Wines
R. Bernabéu, M. Díaz, R. Olivas 49
- Evaluación de parámetros de calidad del azafrán del Jiloca (Teruel)
Evaluation of quality parameters in the saffron from Jiloca (Teruel)
J.M. Álvarez, C. Mallor 61
- Situación del material vegetal de melocotonero utilizado en España
Plant material of peach, situation in Spain
G. Llácer, J. M. Alonso, M.J. Rubio, I. Batlle, I. Iglesias, F.J. Vargas, J. García-Brunton, M.L. Badenes 67

Descripción del crecimiento de tres tipos genéticos de gallinas españolas y una línea comercial sasso. Efecto del tipo de alojamiento

J.A. Miguel¹, B. Asenjo, J. Ciria y J.L. Calvo

Área de Producción Animal. E.U. de Ingenierías Agrarias de Soria (Universidad de Valladolid).
Campus Universitario. 42004 Soria

¹ Autor para correspondencia: telf.: 975129404, email: jangel@agro.uva.es

Resumen

En este trabajo se estiman los parámetros de las curvas de crecimiento según el modelo de Gompertz-Laird de pollos de raza Castellana Negra (CN), la Penedesenca Negra (PN) y la Empordanesa Roja (ER), dos tipos genéticos mejorados en la Unidad de Genética Avícola del IRTA en Mas Bové que se emplean en aquella zona para la producción de pollo label, y además de una línea semipesada SASSO (SS), todos ellos criados en cautividad y en libertad en la provincia de Soria. Se controló el peso individual de 90 pollos de cada tipo genético hasta las 14 semanas de vida. La Castellana Negra presentó un menor crecimiento relativo por semana que los otros tres tipos estudiados ($0,579 \text{ semanas}^{-1}$ vs $0,737\text{-}0,805 \text{ semanas}^{-1}$) también el peso estimado a la madurez fue inferior (2583 g vs 3195-4050 g). El decrecimiento relativo de L tras el punto de inflexión fue superior en PN ($0,184 \text{ semanas}^{-1}$), el menor en CN ($0,140 \text{ semanas}^{-1}$) e intermedio SS y ER ($0,163$ y $0,172 \text{ semanas}^{-1}$, respectivamente). La edad de máximo crecimiento se alcanzó antes en PN y ER (8,0 y 8,7 semanas) que en SS y CN (9,2 y 10,1 semanas). El peso a la madurez fue más elevado en animales criados en cautividad en PN y SS (+267 g y +180 g, respectivamente), mientras que fue superior cuando se criaban con acceso a parques exteriores para CN y ER (+140 g y +47 g, respectivamente).

Palabras clave: Calidad diferenciada, curvas de crecimiento, medio ambiente, razas autóctonas.

Summary

Growth modelling in three Spanish chicken genetics types and a COMMERCIAL line SASSO. Effect of the type of housing

The growth rate of chickens from the Castellana Negra (CN), two genetics types of indigenous Catalonian breeds improved in the Unit of Genetic Poultry from IRTA in Mas Bové, the Penedesenca Negra (PN) and the Empordanesa Roja (ER), and a commercial semi-heavy SASSO line (SS) were compared by means of the Gompertz-Laird growth curve. Experiment was conducted in the province of Soria (North Central Spain). Birds were reared either in captivity or in free-range systems. It was controlled the individual weight of 90 chickens of each genetic type until 14 life weeks. Castellana Negra showed a lower initial growth rate than the other 3 genotypes (0.579 wk^{-1} vs $0.737\text{-}0.805 \text{ wk}^{-1}$) and reached a lower asymptotic weight (2583 g vs 3195-4050 g). Decrease of growth rate after inflection was greater in PN (0.184 wk^{-1}), lower in CN (0.140 wk^{-1}) and intermediate in SS and ER (0.163 wk^{-1} and 0.172 wk^{-1}). Maximum growth rate was reached at a lower age in PN and ER birds (8.0 wk and 8.7 wk) than in SS and CN birds (9.2 wk and 10.1 wk). Weight at maturity was higher for birds reared in captivity in PN and SS (+267 g and +180 g), for birds reared in free-range in CN and ER (+140 g and +47 g).

Key words: Differential quality, growth curve, environment, indigenous breeds.

Introducción

En los últimos años observamos una tendencia a la diversificación de los productos de origen animal como consecuencia de la segmentación en el mercado y del desarrollo de políticas de calidad impulsadas por la U.E. Los intereses del consumidor, la seguridad alimentaria, el respeto por el medio ambiente por parte de los procesos productivos, el bienestar animal o el desarrollo rural son los componentes más importantes de las políticas nacionales y de la U.E. en materia de producción animal. En este contexto la utilización de razas autóctonas se plantea como una alternativa interesante para lo que se vienen denominando producciones alternativas (label, ecológico, capones ...)

Desde hace varios años, en el Área de Producción Animal de la E.U. de Ingenierías Agrarias de Soria (Universidad de Valladolid) se está desarrollando un proyecto de caracterización genética y productiva de la raza autóctona de gallinas Castellana Negra (Miguel, 2003), ya que por sus características puede constituir una base genética importante para las explotaciones alternativas; puesta campera y ecológica, producción de pollo label y ecológico, producción de capones, etc. (Ciria *et al.*, 1999; Ciria *et al.*, 2000; Ciria *et al.*, 2001; Miguel *et al.*, 2001; Miguel *et al.*, 2002; Miguel 2003). Otras razas autóctonas como la Penedesenca Negra y la Empordanesa Roja están siendo mejoradas desde la Unidad de Genética Avícola del IRTA (Reus, Tarragona) para ser usadas, especialmente en Cataluña, en este tipo de producciones.

El uso de modelos matemáticos para estimar y evaluar el crecimiento ha sido puesto de manifiesto por diferentes autores (Knizetova *et al.* 1991) y la comparación de diferentes modelos de crecimiento revisada y analizada recientemente por Mignon-Grasteau y Beaumont (2000a). El de Gompertz-Laird (Laird *et al.*, 1965) es uno de los modelos matemáticos

más utilizado por los investigadores para describir del crecimiento de aves de corral, sobretodo en líneas comerciales (Tzeng y Becker, 1981; Pasternak y Shalev, 1983; Barbato, 1991; Knizetova *et al.*, 1991; Hancock *et al.*, 1995; Gous *et al.*, 1999; Aggrey, 2002).

Así pues, el objetivo de este trabajo es la descripción del crecimiento de tres tipos genéticos procedentes de razas autóctonas españolas (Castellana Negra, Penedesenca Negra mejorada y Empordanesa Roja mejorada) y el del tipo genético más utilizado en Europa para la producción de pollo label (SASSO de cuello pelado), cuando los animales se crían en cautividad o con acceso al aire libre (en condiciones de alojamiento cercanas a las exigidas por la normativa para la producción ecológica) en la provincia de Soria. Para ello se utilizó el modelo de Gompertz-Laird para explicar los pesos obtenidos a lo largo del crecimiento de los pollos en función de la edad.

Materiales y Métodos

Material animal y manejo

Se utilizaron 90 pollos de cada uno de los cuatro tipos genéticos; Castellana Negra (CN), SASSO L-451N (SS) y los productos mejorados en el Centro Mas Bové del IRTA (Francesch *et al.*, 1997); Penedesenca Negra mejorada (PN), Empordanesa Roja mejorada (ER). Los pollitos de las razas españolas nacieron el mismo día en las instalaciones del IRTA y los de SASSO fueron suministrados por un criador de la provincia de Soria. Los animales de cada tipo genético se dividieron al azar en dos grupos, uno para cría en cautividad, con una densidad aproximada de 6 animales/m², y otro con salida a parques exteriores una vez alcanzaban las 6 semanas de edad, con una disponibilidad de superficie exterior de 2 m²/animal.

La alimentación fue *ad libitum* desde el primer día de vida e idéntica en todos los lotes, utilizándose un pienso desde el nacimiento hasta las 6 semanas y otro hasta el final de estudio, con las composiciones comerciales que aparecen recogidas en la tabla 1.

Desde el nacimiento hasta las 4 semanas de vida, los animales se pesaron individualmente cada dos días con el fin de ajustar la curva de crecimiento, y desde las 4 hasta las 14 semanas el control de pesos individual se realizó bisemanalmente.

Análisis estadístico

Se utilizó la fórmula de Gompertz-Laird (Laird et al., 1965) para describir el crecimiento de los animales. Los pesos individuales de los animales se ajustaron al modelo

por el procedimiento de regresión no lineal del programa informático SPSS (1999).

$$W_t = W_0 \times \exp\left[\frac{L}{K}(1 - \exp(-Kt))\right]$$

Donde: W_t : peso vivo en un momento t (g). W_0 : peso vivo inicial (g). L : máximo crecimiento relativo (por unidad de tiempo) (t^{-1}). K : máximo decrecimiento relativo de L tras el punto de inflexión (t^{-1}).

Del modelo se derivan los siguientes parámetros: t_i : edad en el punto de inflexión (semanas). W_i : peso vivo en el punto de inflexión (g). W_A : peso vivo a la madurez, peso vivo asintótico (g). Se calculó también el grado de madurez de los animales a las 14 semanas de vida (G_m), se pretendía que este parámetro fuera una estimación de cuanto les quedaba a los animales para alcanzar su peso adulto.

Tabla 1. Ingredientes y composición química del alimento
Table 1. Ingredients and chemical composition of food

Ingredientes	0-6 semanas	6-14 semanas
Trigo	10,00%	-
Maíz	47,40%	63,90%
Gluten 60	11,90%	8,80%
Soja extrusionada	15,00%	20,00%
Soja 48	11,20%	3,30%
Carbonato cálcico	1,40%	1,20%
Fosfato bicálcico	2,00%	1,60%
Sal	0,36%	0,36%
Corrector mineral	0,20%	0,20%
DL-Metionina	0,002%	-
L-Lisina HCl	0,31%	0,35%
Cloruro de colina 50%	0,05%	-
Corrector vitamínico	0,4%	0,4%
Nicarbazín	55,00 mg/kg	55,00 mg/kg
Composición química real		
Proteína bruta	22,52%	18,17%
Fibra bruta	3,37%	2,79%
Extracto etereo	5,21%	5,74%
Cenizas	5,77%	4,49%
Energía metabolizable	3.181 kcal/kg	3.292 kcal/kg

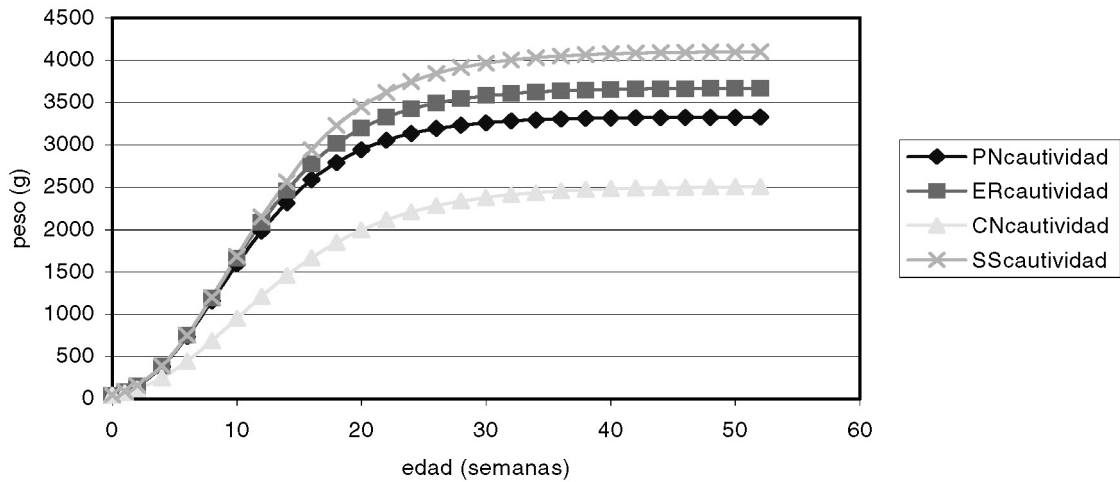


Figura 1. Curvas de crecimiento, estimadas según el modelo, para los pollos criados en cautividad.
 Figure 1. Growth curves, estimate according to the model, for the chickens bred in captivity.

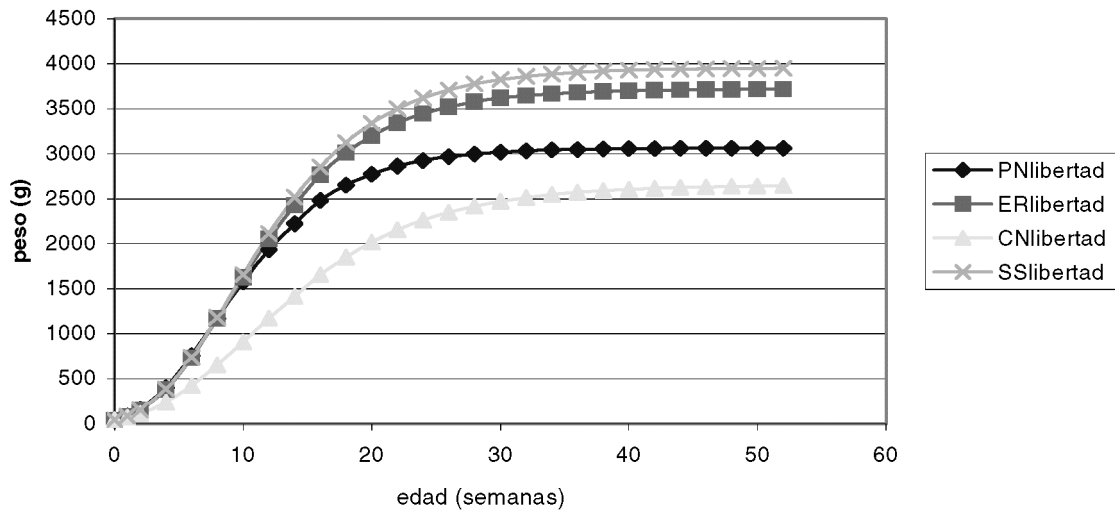


Figura 2. Curvas de crecimiento, estimadas según el modelo, para los pollos criados en libertad.
 Figure 2. Growth curves, estimate according to the model, for the chickens bred in in free-range.

Resultados

En la tabla 2 se presentan los parámetros estimados y derivados para el modelo utilizado en función de los cuatro tipos genéticos y su sistema de alojamiento (en cautividad o con posibilidad de acceder al aire libre), pudiendo observarse el alto grado de ajuste del modelo (R^2).

Los pollos de Castellana Negra criados en libertad presentaron menor crecimiento antes del punto de inflexión, pero también fue menor el decrecimiento de este después de ese punto, llegando a él con mayor edad y mayor peso lo que hizo prever un peso a la madurez también superior a los pollos criados en cautividad.

En lo que respecta a los genotipos catalanes, en la raza Penedesenca Negra se observó que el máximo crecimiento relativo por semana antes del punto de inflexión, fue ligeramente superior en los animales criados en libertad, y que también resultó superior el máximo decrecimiento tras ese punto en los animales criados con posibilidad de salida al aire libre. Respecto a la raza Empordanesa Roja, se observó que tampoco hubo diferencias en el máximo crecimiento relativo por semana antes del punto de inflexión, pero sí en el decrecimiento de este después de ese punto, siendo superior en los animales criados en cautividad.

Los valores para el punto de inflexión (edad y peso) y para el peso a la madurez fueron ligeramente superiores en los animales criados en libertad que en los que lo eran en cautividad, siendo el grado de madurez ligeramente inferior. En lo que respecta a la estimación del peso adulto, hay que señalar que para tener una aproximación más real a este, quizás sería conveniente tener valores de peso vivo más allá de las 14 semanas.

Para la línea semipesada SASSO se observó que fue ligeramente inferior la edad y el peso con el que llegan al punto de inflexión del crecimiento, siendo igualmente ligeramente inferior el peso que se estimó a la madurez para los animales criados en libertad.

Respecto a la cría en cautividad, se observa que la raza Castellana Negra presentó la menor velocidad de crecimiento relativo por semana antes del punto de inflexión. También en la Castellana fue donde menos disminuyó esta velocidad de crecimiento después de ese punto, seguida de la línea SASSO, de la Empordanesa Roja y por último de la Penedesenca Negra.

A las 14 semanas los animales de la raza Castellana Negra criados en cautividad fueron los que menor grado de madurez presentaron (se trata de una raza de animales de crecimiento lento), y los que más los de los dos genotipos catalanes.

Respecto a la cría en libertad se observó algo similar a lo comentado para la cría en cautividad, acentuándose la diferencia en el decrecimiento de la velocidad de crecimiento tras el punto de inflexión en las razas catalanas. Fue la raza Penedesenca Negra la que presentó mayor valor, seguida de la Empordanesa Roja. El grado de madurez a las 14 semanas fue superior en la raza Penedesenca que en la Empordanesa, mientras que en la cría en cautividad estos eran iguales. A la vista de estos datos parece ser que la raza Empordanesa Roja se adaptó mejor a la cría en libertad que la Penedesenca Negra.

Como puede observarse en la tabla 3, los pesos observados se fueron ajustando mejor a los estimados según el modelo a medida que los animales tenían más edad.

Tabla 2. Parámetros estimados y derivados del modelo para los cuatro genotipos estudiados en cautividad o con acceso a parques exteriores

Table 2. Estimate of growth curve parameters for the four genotypes when reared in captivity or in free-range systems

	W_0 (g)	L (semanas ⁻¹)	K (semanas ⁻¹)	t_i (sem.)	W_i (g)	W_A (g)	Gm	R ²
CN-C	40,9 ± 1,0	0,593 ± 0,007	0,144 ± 0,009	9,82	923	2513	0,58	0,95
CN-Lb	41,7 ± 1,1	0,565 ± 0,007	0,137 ± 0,010	10,47	975	2653	0,53	0,96
PN-C	40,3 ± 1,7	0,791 ± 0,014	0,179 ± 0,002	8,25	1224	3329	0,68	0,97
PN-Lb	40,2 ± 2,1	0,819 ± 0,019	0,189 ± 0,002	7,75	1125	3062	0,70	0,97
ER-C	40,3 ± 1,6	0,785 ± 0,013	0,174 ± 0,001	8,65	1348	3670	0,68	0,96
ER-Lb	41,3 ± 1,6	0,765 ± 0,013	0,170 ± 0,002	8,84	1366	3717	0,66	0,97
SS-C	44,9 ± 0,4	0,736 ± 0,04	0,163 ± 0,005	9,24	1508	4140	0,62	0,98
SS-Lb	44,0 ± 1,4	0,738 ± 0,020	0,164 ± 0,003	9,17	1454	3960	0,63	0,98

CN: Castellana Negra; PN: Penedesenca Negra; ER: Empordanesa Roja; SS: SASSO

C: cautividad, Lb: libertad

W_0 : peso vivo inicial (g)

L: máximo crecimiento relativo (por semana) (t^{-1})

K: porcentaje de decrecimiento de L (por semana) (t^{-1})

t_i : edad en el punto de inflexión (semanas) = $(1/K)\ln(L/K)$

W_i : peso vivo en el punto de inflexión (g) = $W_0 \exp[(L/K)^{-1}]$

W_A : peso vivo a la madurez (g) = $W_0 \exp(L/K)$

Gm: grado de madurez a las 14 semanas = $\text{Peso } 14 \text{ semanas}/W_A$

Tabla 3. Pesos observados y estimados según el modelo (en gramos) de los cuatro genotipos criados en cautividad o con acceso a parques exteriores
 Table 3. Weight in grams observed and estimated liveweights (in grams) of the four genotypes when reared in captivity or in free-range systems

Edad (sem.)	CN-C		CN-Lb		PN-C		PN-Lb		ER-C		ER-Lb		SS-C		SS-Lb	
	PO	PE	PO	PE	PO	PE	PO	PE	PO	PE	PO	PE	PO	PE	PO	PE
4	243,1	248,2	240,3	237,6	344,7	385,9	352,3	396,4	362,7	387,1	363,1	370,3	392,4	390,4	414,2	393,4
6	405,8	442,9	385,1	401,6	689,7	739,2	710,1	759,7	702,7	719,6	687,2	733,7	754,4	751,2	765,9	736,6
8	634,3	683,9	595,4	637,1	1155,3	1164,4	1167,3	1178,3	1197,2	1195,6	1140,1	1191,3	1169,5	1204,8	1192,3	1179,8
10	991,1	947,2	972,3	963,5	1595,4	1599,7	1600,1	1599,7	1623,4	1662,3	1608,3	1633,9	1707,0	1699,9	1624,4	1654,5
12	1240,2	1209,1	1197,5	1161,8	2068,0	1997,3	1995,9	1995,9	2159,9	2097,5	2133,7	2070,9	2148,3	2167,2	2110,3	2111,4
14	1477,3	1452,1	1405,4	1406,4	2258,2	2232,7	2169,5	2252,2	2519,4	2472,6	2473,3	2451,3	2541,2	2568,5	2516,1	2517,9

CN: Castellana Negra; PN: Penedesenca Negra; ER: Empordanesa Roja; SS: SASSO
 C: cautividad, Lb: libertad, PO: peso observado, PE: peso estimado

Discusión

No ha sido fácil encontrar trabajos con razas autóctonas en los que se haya utilizado el modelo de Gompertz-Laird para describir y predecir el crecimiento, sí se han encontrado más trabajos realizados con líneas industriales.

Se observa que la raza Castellana Negra se comporta como una raza ligera, tanto en el crecimiento relativo inicial, deceleración del crecimiento tras el máximo y peso final. Miguel (2003) trabajando con pollos de esta raza alojados en cautividad hasta las 20 semanas encontró valores algo inferiores tanto en la L (0,576) como en la K (0,136), acercándose más estos valores a los encontrados en este estudio con los animales alojados en libertad. También la edad en el punto de inflexión del crecimiento fue inferior en este estudio que en aquel (10,61 semanas), siendo también los pesos en este punto y a la madurez inferiores aquí.

Respecto a los tipos genéticos catalanes hay que recordar que se trata de productos mejorados y que en la bibliografía consultada se han encontrado referencias en algunos casos a las razas, así Francesch *et al.* (1993) trabajando con las razas Penedesenca Negra y Empordanesa Roja en cautividad, obtuvieron a las 14 semanas 1.669 y 2.224 gramos para la Penedesenca Negra, antes y después de realizado un programa de mejora genética en peso y de 1.750 y 2.337 para la Empordanesa Roja, antes y después de la mejora, respectivamente. Los resultados de las poblaciones mejoradas están en la línea de los encontrados en este trabajo. Francesch (1998) encontró pesos de 2.190 gramos a las 14 semanas en pollos de la raza Penedesenca negra y de 2.335 gramos en la Empordanesa Roja. También Muriel *et al.* (1997 y 1999) para las razas catalanas Penedesenca Negra y Empordanesa Roja, obtuvieron pesos similares a los encontrados en este trabajo.

Respecto al grado de madurez, Villalba et al. (2001) trabajando con la raza Penedesenca Negra seleccionada por peso vivo y ángulo de pechuga obtuvieron un grado de madurez a las 20 semanas del 95% y con la misma raza seleccionada por puesta y peso del huevo del 87%. Villalba et al. (2001) obtienen un grado de madurez a las 20 semanas para pollos broiler del 98%, resultados similares a los encontrados por Knizetova et al. (1991).

Sí se han encontrados algunos trabajos referentes a la modelización del crecimiento con la fórmula de Gompertz-Laird en poblaciones de animales utilizados en la producción industrial.

Aggrey (2002) señala que aquellos individuos que presenta un menor crecimiento relativo inicial (L) alcanzan la edad de máximo crecimiento antes (t_c) y por lo tanto presentan una mayor deceleración de la velocidad de crecimiento (K) que los animales cuyo máximo crecimiento relativo es superior, cuando se utiliza el modelo de Gompertz-Laird para ajustar los datos. Esto ocurre en este caso donde son las hembras las que presentan un menor valor de L, alcanzando antes la edad de máximo crecimiento y con una K mayor que los machos. Aggrey (2002) utilizó el modelo de Gompertz-Laird (Laird et al., 1965) para describir el crecimiento de pollos de raza Athens-Canadian (raza que alcanza a las 20 semanas pesos de 2.100 g los machos y 1.600 g las hembras, aproximadamente) hasta los 170 días de edad. Obtuvo un peso inicial de los animales superior al nuestro (44,6 g).

En otros estudios realizados, todos ellos con líneas comerciales de pollos para carne, se obtienen unos valores de L muy superiores a los encontrados por nosotros para la raza Castellana. Así, algunos autores como Tzeng y Becker (1981) encuentran un valor de 1,323 para machos; Pasternak y Shalev (1983) valo-

res entre 1,246 y 1,428 para machos; Barbato (1991) indica valores de 1,281; Hancock et al. (1995) de 1,197-1,239. Laird (1966) obtiene resultados más próximos a los encontrados por nosotros (aunque también superiores), de 0,104 para animales de tipo cárnico (tanto machos como hembras) y de 0,749 en animales de puesta. Sólo este equipo encuentra mayores valores de L en hembras que en machos, cosa que no ocurrió en la raza Castellana Negra.

También los valores de K en estas líneas comerciales son superiores a los encontrados en este estudio, Barbato (1991), Gous et al. (1999) y Hancock et al. (1995) no encuentran diferencias entre sexos para este parámetro y lo sitúan entre 0,252 y 0,266. Para Pasternak y Shalev (1983) K toma valores de 0,217-0,287, lo mismo ocurre en el estudio realizado por Laird (1966) que obtiene valores de 0,182. Cuando este mismo autor trabaja con líneas de puesta (Laird, 1966) también obtiene valores similares (0,196). Barbato (1992) también en líneas seleccionadas por peso y trabajando con animales pesados sin sexar hasta los 42 días obtiene resultados de 0,602 para L y de 0,070 para K.

Los resultados recogidos de la bibliografía más parecidos a los recogidos en este trabajo son los obtenidos con animales autóctonos que no han sido seleccionados. Barbato (1991) obtiene 0,714 en lo que respecta al máximo crecimiento relativo (L) y de 0,154 para la deceleración de este (K). Mignon-Grasteau et al. (1999) indican valores de 0,700 para L y de 0,161 para K. Mignon-Grasteau et al. (2000b) obtienen resultados algo inferiores (0,672 para el valor de L y de 0,154 para K).

Todos los estudios realizados con líneas comerciales obtuvieron edades de máximo crecimiento mucho más tempranas, así trabajando con tipos cárnicos de estas líneas, Laird (1966) obtiene valores de 7,67 sema-

nas; Paternak y Shalev (1983) de 5,58-6,64; Barbato (1991) de 5,85; Knizetova et al. (1991) de 6,88-7,95. Con tipos de puesta comerciales, Laird (1966) obtiene 7,01 semanas. Solamente los resultados obtenidos por Knizetova et al. (1985) son similares a los obtenidos en nuestro estudio, observando valores de 9,1 semanas para machos de tipo cárnico comercial y de 10,54 para animales de puesta.

En los trabajos realizados con líneas mejoradas por peso, Zelenka et al. (1986) obtienen una edad de máximo crecimiento en hembras de 7,14 semanas para líneas pesadas y de 17,14 para líneas ligeras. Mignon-Grasteau et al. (1999) indican valores para machos de 8,25-10,27. Mignon-Grasteau et al. (2000b) obtienen 8,45-11,97 semanas. En líneas no seleccionadas, Leclercq et al. (1989) observaron 7,75 semanas en líneas magras y 7,72 semanas en líneas grasas; Barbato et al. (1991) de 9,75 semanas, Mignon-Grasteau et al. (1999) de 9,37 semanas y Mignon-Grasteau et al. (2000b) de 9,8 semanas.

A la vista de los resultados, se puede concluir que los pollos de la raza Castellana Negra (con un crecimiento cercano al descrito para genotipos no mejorados) y los del tipo genético mejorado de Empordanesa Roja (en ambos casos animales de gran temperamento y actividad) se adaptaron mejor a la cría en la libertad, aunque existen otras muchas variables en este tipo de producción que se deben tener en cuenta (mortalidad, por ejemplo). Por el contrario, los pollos de Penedesenca Negra y SASSO parece ser que se adaptaron mejor a la cría en cautividad.

Referencias bibliográficas

Aggrey SE, 2002. Comparison of three nonlinear and spline regression models for describing chicken growth curves. *Poultry Sci.*, 81, 1782-1788.

Barbato GF, 1991. Genetic architecture of growth curve parameters in chickens *Theor. Appl. Genet.*, 83, 24-32.

Barbato GF, 1992. Divergent selection for exponential growth rate at fourteen or forty-two days of age. I. Early responses. *Poultry Sci.*, 71, 1985-1993.

Ciria J, Francesch A, Asenjo B, Gómara R, Pérez R, Ribas M, 1999. Crecimiento, características de la canal y aceptación organoléptica de tres tipos de pollo campero en la provincia de Soria. VII Jornadas sobre Producción Animal. ITEA Volumen Extra, Número 20- Tomo I, 176-178.

Ciria J, Asenjo B, Miguel JA, Casado AB, 2000. Caracterización de la carne de la raza Castellana Negra. Actas del XXXVII Symposium de la Sección Española de la WPSA, Barcelona, 143-147.

Ciria J, Asenjo B, Miguel JA, Acevedo E, Andrés C, 2001. Caracterización instrumental de la carne de pollo procedente del cruce de gallos de la raza Penedesenca Negra y gallinas de la raza Castellana Negra. IX Jornadas sobre Producción Animal. ITEA Volumen Extra, Número 22- Tomo II, 673-675.

Francesch A, Pardo C, Esteve-García E, Alamirall M, 1993. Resultados de la mejora genética de las razas de gallinas Penedesenca Negra y Empordanesa Roja en producción de carne. Crecimiento y rendimientos de los productos finales. XXX Symposium de Avicultura Científica. Sección Española de la WPSA. 289-297.

Francesch A, Estany J, Alonso L, Iglesias M, 1997. Genetic parameters for egg number, egg weight, and eggshell color in three Catalan poultry breeds. *Poultry Sci.*, 76, 1627-1631.

Francesch A, 1998. Funcionamiento de la conservación de razas de gallinas autóctonas en Cataluña. *Archivos de Zootecnia*, 47, 141-148.

Gous RM, Morán ET, Stilborn HR, Bradford GD, Emmans GC, 1999. Evaluation of the parameters needed to describe the overall growth, the chemical growth, and the growth of feathers and breast muscles of broilers. *Poultry Sci.*, 78, 812-821.

- Hancock E, Bradford GD, Emmans GC, Gous RM, 1995. The evaluation of the growth parameters of six strains of commercial broiler chickens. *Br. Poultry Sci.*, 36, 247-264.
- Knizetov, H, Hyanek J, Hajkova H, Knize B, Siler R, 1985. Growth curves of chickens with different type of performance. *Z. Tierz. Züchtungsbiol.*, 102, 256-270.
- Knizetova H, Hyanek J, Knize B, Roubicek J, 1991. Analysis of growth curves in fowl. I: Chickens. *Br. Poult. J.*, 32, 1027-1038.
- Laird AK, Tyler SA, Barton AD, 1965. Dynamics of normal growth. *Growth*, 29, 233-248.
- Laird AK, 1966. Postnatal growth of birds and mammals. *Growth*, 30, 349-363.
- Leclercq B, Guy G, Rudeaux F, 1989. Growth characteristics and lipid distribution in two lines of chickens selected for low or high abdominal fat. *Genet. Sel. Evol.*, 21, 69-80.
- Mignon-Grasteau S, Beaumont C, Le Bihan-Duval E, Poivey JP, De Rochambeau H, Ricard, FH, 1999. Genetics parameters of growth curve parameters in male and female chickens. *Br. Poultry Sci.*, 40, 1, 44-51.
- Mignon-Grasteau S, Beaumont C, 2000a. Les courbes de croissance chez les oiseaux. *INRA Prod. Anim.*, 13, 337-348.
- Mignon-Grasteau S, Piles M, Varona L, Poivey JP, De Rochambeau H, Blasco A, Beaumont C, Ricard FH, 2000b. Genetics analysis of growth curve parameters for male and female chickens resulting from selection on shape of growth curve. *J. Anim. Sci.*, 78, 2515-2524.
- Miguel JA, Ciria J, Asenjo B, Calvo JL, Ruiz MT, 2001. Comparación de la composición de la canal de pollos de la raza Castellana Negra con pollos procedentes del cruce de gallos de la raza Penedesenca Negra y gallinas de la raza Castellana Negra. IX Jornadas sobre Producción Animal. ITEA Volumen Extra, Número 22- Tomo II, 670-673.
- Miguel JA, Asenjo B, Ciria J, De Casas C, Martínez R, 2002. Study of the sensorial quality of the meat in non-castrated and castrated male of the native breed of chicken Castellana Negra. *Actas del 46th Congreso de ICoMS. Roma.*
- Miguel JA, 2003. Caracterización productiva y genética de una población de gallinas de raza Castellana Negra. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid.
- Muriel A, Solana J, Cancho M, 1997. Resultados productivos y composición de la canal de dos cruces de pollos de carne criados en libertad. *Archivos de Zootecnia.* 46, 239-247.
- Muriel A, Martín M, Pascual MR, 1999. Producción de pollos criados en libertad en Extremadura. Publicaciones de la Secretaria General Técnica de la Junta de Extremadura, Consejería de Agricultura y Medio Ambiente.
- Muriel A, 2003. Primeros resultados de la producción de capones de la raza Extremeña Azul criados en libertad. X Jornadas sobre Producción Animal. ITEA. Vol. Extra Número 24- Tomo I, 229-231.
- Pasternak H, Shalev BA, 1983. Genetic-economic evaluation of traits in a broiler enterprise: reduction of food intake due to increased growth rate. *Br. Poultry Sci.*, 24, 531-536.
- Sánchez B, 2001. Valoración de los parámetros productivos para la tipificación del capón de Villalba. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.
- SPSS base 10.0 for windows user's guide (1999). SPSS Inc., Chicago IL.
- Tzeng RY, Becker WA, 1981. Growth patterns of body and abdominal fat weight in male broilers chickens. *Poultry Sci.*, 60, 1101-1106.
- Villalva D, Cubiló MD, Tor M, Solanes X, Molina E, Francesch A, Estany J, 2001. Diferencias de crecimiento entre dos líneas de gallinas de raza Penedesenca Negra y un broiler. ITEA. IX Jornadas sobre Producción Animal. Volumen Extra, Número 22- Tomo I, 93-95.
- Zelenka DJ, Dunnington EA, Siegel PB, 1986. Growth to sexual maturity of dwarf and non-dwarf White Rock chicken divergently selected for juvenile body. *Theor. Appl. Genet.*, 73, 61-65.

(Aceptado para publicación el 9 de septiembre de 2008)

Factores de Riesgo de la Retención de Placenta en la Vaca: Estudio retrospectivo en el Noroeste de España

J.J. Becerra*, L.A. Quintela, C. Díaz, P.G. Herradón

Departamento de Patología Animal. Reproducción y Obstetricia. Facultad de Veterinaria, Universidad de Santiago de Compostela, 27002 Lugo, Spain

* E-mail: juanjose.becerra@usc.es

Resumen

Se han estudiado los factores de riesgo de la retención de placenta, considerando como tal cuando no se producía la expulsión de las membranas fetales en las primeras 24 horas tras el parto. Para ello hemos analizado 1951 vacas, y el mismo número de partos, de 79 granjas localizadas en la provincia de Lugo (Galicia, Noroeste de España). Los datos procedían de registros recopilados por veterinarios o ganaderos colaboradores. Los potenciales factores de riesgo considerados en este estudio han sido: Tamaño y localización de la granja, estación de parto, tipo de raza, número de parto, duración de la gestación, dificultad de parto, presencia de partos gemelares y aparición de hipocalcemia.

La incidencia media de retención de placenta en este trabajo fue del 6,6%. El análisis de regresión logística demostró que los partos gemelares (odds ratio: OR=2,53, $p<0,01$), la distocia (OR=2,28, $p<0,05$) y que las vacas se localizasen en la región centro de la provincia (OR=2,23, $p<0,01$) fueron factores de riesgo para la presentación de retención de membranas fetales. Sin embargo, la mayor duración de la gestación (OR=0,96, $p<0,01$) se asoció con un menor riesgo de padecer esta patología.

Palabras clave: Bovino, membranas fetales.

Summary

Risk factors for retained placenta in the cow: A retrospective study in the North West of Spain

Risk factors for retained placenta, considered as such when it had not been expelled after 24 h post partum, were studied using 1951 cows, and the same number of calvings, from 79 farms sited in the province of Lugo (Galicia, North West of Spain). Data were obtained from previous records collected by veterinarians or farmers. Potential risk factors considered in this study were: farm size and localization, calving season, breed type, parity, pregnancy length, calving difficulty, twin calves and hypocalcaemia disease. The mean incidence of retained placenta was 6,6%. Multiple logistic regression analysis indicated that twin calves (odds ratio: OR=2,53, $p<0,01$), dystocia (OR=2,28, $p<0,05$) or in cow belonging to farms located in the central area of the province (OR=2,23, $p<0,01$) were risk factors for retained placenta. However, an increased pregnancy length (OR=0,96, $p<0,01$) was associated to a low risk for retained placenta.

Key words: Cattle, foetal membranes.

Introducción

Es bien conocido que la retención de placenta (RP) induce importantes pérdidas económicas, ya sea porque los animales desarrollan infecciones genitales (Brooks, 2001; García *et al.*, 2004) y retrasos en el reinicio de la actividad ovárica cíclica postparto (Bosu *et al.*, 1988; Etherington *et al.*, 1991), o porque aumenta el intervalo parto-concepción (Borsberry y Dobson, 1989) y disminución de los índices de preñez (Fonseca *et al.*, 1983; Oltenacu *et al.*, 1984).

Existen discrepancias sobre el momento a partir del cual deberemos considerar que una vaca presenta retención de placenta. Así Van Werven *et al.* (1992), Peters y Laven (1996) y Kankofer (2002) consideran que se produce cuando no se eliminan antes de las 6-8 horas. Horta (1994) y Licea *et al.* (2001) antes de las 12 horas y Santos *et al.* (2002) y Farzaneh *et al.* (2006) cuando no se eliminan antes de las 24 horas tras el parto. La incidencia de este proceso varía entre el 1,3 y el 39,2% en función del autor consultado o del país en el que se haya realizado el estudio (Kelton *et al.*, 1998).

Los mecanismos responsables de esta patología no están suficientemente aclarados. Algunos autores relacionan este proceso con alteraciones en el patrón de liberación de $\text{PGF}_{2\alpha}$ en las proximidades del parto (Madej *et al.*, 1986; Horta, 1995; Nakao *et al.*, 1997; Kask *et al.*, 2000). Esta patología podría inducirse de forma experimental administrando inhibidores de la $\text{PGF}_{2\alpha}$ (Horta, 1984). Los patrones de liberación de esta prostaglandina pueden estar alterados por diversas causas, siendo la alimentación en el período seco un factor importante (Barnouin y Chassagne, 1990). Las vacas alimentadas con hierba verde (Bendixen *et al.*, 1986, 1987) o silo de hierba (Chassagne y Barnouin, 1992) presentaban alta incidencia de retención de placenta. El proceso se ha asociado con una

alta ingesta de ácido linolénico, que es una sustancia que se sabe que inhibe la síntesis de $\text{PGF}_{2\alpha}$ a través de la inhibición del ácido araquidónico (Holman, 1986). El empleo de forma masiva de fertilizantes minerales del suelo también podría incrementar la incidencia de retenciones de placenta (Rogoziewicz *et al.*, 1977). Además las vacas alimentadas con pastos fertilizados con superfosfatos y potasio pueden tener una mayor incidencia de cuadros hipocalcémicos (Harris, 1981), lo que es un importante factor de riesgo para que se produzca la retención de membranas fetales (Shukla *et al.*, 1983; Chassagne y Chacormac, 1994). Los niveles de ingesta de energía también juegan un importante papel en la etiología de la retención de placenta. Así, los niveles de glucosa fueron más bajos en aquellas vacas que presentaban cuadros de retención de placenta frente a las que expulsaban las membranas de forma normal, lo que podría ser debido a la existencia de una correlación positiva entre los niveles séricos de glucosa y el metabolito PGFM (15 Keto-13, 14 dihydro-prostaglandin $\text{F}_{2\alpha}$) (Chassagne y Bournouin, 1992).

La edad y el número de parto parecen tener una correlación positiva con la incidencia de esta enfermedad (Erb *et al.*, 1985; Bendixen *et al.*, 1987; Gröhn *et al.*, 1990), citándose incidencias medias del 3,5% en primíparas, que pueden llegar hasta el 24,4% en vacas de noveno parto (Horta, 1994; Fricke y Shaver, 2000). No obstante, debe tenerse en cuenta que las primíparas, desde un punto de vista teórico, deberían tener mayor riesgo de padecer esta patología por su mayor predisposición de presentar partos distócicos y por contar con una menor duración de la gestación que las hembras múltiparas (Becerra, 2003; Bourne *et al.*, 2007). A pesar de ello, la posible explicación al incremento en la prevalencia de retención placentaria en las vacas múltiparas podría deberse al incremento en el balance energético nega-

tivo y de las hipocalcemias, que son alteraciones más comunes en las vacas adultas (Chassagne y Chacormac, 1994).

La duración de la gestación se ha correlacionado de forma negativa con esta enfermedad, aumentando la incidencia de retención de placenta según se acorta la duración de la gestación (Peter y Bosu, 1987; Chassagne et al., 1996). En sentido contrario, Zhang et al. (1999) observaron que duraciones de gestación superiores a lo normal también incrementaban la incidencia de este proceso.

Dubois y Willians (1980), Larson et al. (1985) y Santos et al. (2002) describieron un patrón estacional en la incidencia de la retención de placenta, describiendo que las situaciones que provoquen estrés térmico, ya sea por frío o por calor, pueden aumentar la incidencia de esta patología, al influir sobre el metabolismo y la homeostasis de la hembra. También se ha propuesto que en determinadas estaciones se produce un menor consumo de alimentos frescos, por lo que el contenido en β -caroteno y Vitamina E podrían ser más bajos, incrementándose el riesgo de sufrir esta patología (Muller y Owens, 1974; Quintela et al., 2008). Sin embargo, otros autores no han sido capaces de comprobar dicha influencia (Dohoo y Martin, 1984; Francos y Mayer, 1988).

También se ha señalado un aumento en la incidencia de esta enfermedad cuando se producen partos distócicos (Yeon-Kyung y Ill-Hwa, 2005), ya que se incrementa el riesgo de sufrir contaminaciones, además de producirse una atonía uterina que puede provocar un retraso en la involución del órgano lesionado debido al estrés mecánico que provoca la distocia, lo que impide, en algunos casos, el desprendimiento normal de la placenta (Markusfeld, 1984; Klerx y Smolders, 1997).

Varios investigadores han descrito una asociación entre los partos múltiples y la retención de placenta (Peeler et al., 1994; Rocha y

Córdova-Izquierdo, 2008). No podemos olvidar que este tipo de partos suelen tener una duración de la gestación más corta y en muchos casos pueden provocar distócias.

Existe una cierta controversia sobre la influencia del sexo del recién nacido en la frecuencia de presentación de esta patología. Así Muller y Owens (1974) no encuentran ninguna relación entre ambas variables. Sin embargo, otros (Derivaux, 1981; Bandinand y Sensenbrenner, 1984; Larson et al., 1985; Chantelles, 1986) relacionan el nacimiento de terneros macho con una mayor expresión de la enfermedad, que algunos autores han asociado con el mayor peso al nacimiento y mayor probabilidad de que se produzcan partos distócicos cuando el recién nacido es macho (Joosten et al., 1987).

Se han descrito otros factores como el aborto, la raza, la herencia, etc. relacionados con la incidencia de este proceso (Horta, 1994; Laven y Peters, 1996; Rocha y Córdova-Izquierdo, 2008).

El objetivo del presente estudio ha sido evaluar la influencia individual de varios factores de riesgo (área de localización de la granja, dimensión de la misma, aptitud de los animales, número de parto, duración de la gestación, estación de parto, dificultad de parto, presencia de partos múltiples y existencia de hipocalcemias) sobre la incidencia de la retención de placenta en vacas tanto de aptitud cárnica como láctea en granjas de la provincia de Lugo.

Material y métodos

Animales

Hemos procedido a realizar un estudio retrospectivo (de enero de 2000 a junio de 2001) en 79 granjas localizadas en la provincia de Lugo. Las granjas tenían una dimensión que

oscilaba entre las 10 y las 68 vacas, reuniendo para este estudio un total de 1.951 vacas y el mismo número de partos. Los animales pertenecían a razas diferentes: Frisona, Fleckvieh, Rubia Gallega y cruces entre Frisona y Rubia Gallega. Las hembras tenían entre 1 y 15 partos.

Todas las granjas eran visitadas una vez al mes por veterinarios colaboradores que recogieron los datos sobre el manejo del rebaño (registros reproductivos, enfermedades, tratamientos, etc.), que fueron almacenados en nuestra base de datos.

Análisis Estadístico

Variables

En las tablas 1 y 2 se muestran las variables seleccionadas para predecir la incidencia de la retención de placenta, que fue considerada como tal cuando la placenta no fue expulsada en las 24 horas posteriores al parto. Esta información era recopilada por el ganadero y reconfirmada por el veterinario, ya que en la mayoría de los casos fue requerida su presencia para establecer un tratamiento.

Tabla 1. Distribución de la frecuencia de partos para las variables discontinuas seleccionadas
Table 1. Calving distribution frequencies for the categorical variables selected to be tested for their association with the occurrence of retained placenta

Variable	Niveles	Frecuencia
Área	Centro	1.141
	Costa	810
Aptitud	Carne	298
	Leche	1.653
Estación de Parto	Primavera	582
	Verano	534
	Otoño	403
	Invierno	432
Dificultad de Parto	Normal	1.883
	Distocia	68
Partos Gemelares	No	1.887
	Sí	64
Hipocalcemia	No	1.909
	Sí	42

Tabla 2. Estadísticos descriptivos para las variables continuas seleccionadas para evaluar su relación con la retención de placenta

Table 2. Descriptive statistics for the continuous variables selected to be tested for their association with the occurrence of retained placenta

Variable	n	Media±SD	Mínimo	Máximo
Dimensión de la granja	1951	24,56±13,52	10	68
Número de Partos	1951	3,40±2,16	1	15
Duración de la Gestación	1951	284,20±7,52	228	318

La estación de parto fue clasificada como: primavera (partos entre abril y junio), verano (partos entre julio y septiembre), otoño (partos entre octubre y diciembre), invierno (partos entre enero y marzo). La dificultad de parto se codificó en dos categorías: normal (partos sin ninguna asistencia), distócico (cuando fue necesaria la asistencia del ganadero y/o veterinario). La aptitud a la que pertenecían las diferentes vacas se agrupó en dos categorías: leche (vacas de las razas Frisona y Flevieck), carne (vacas de raza Rubia Gallega y sus cruces con Frisona).

Análisis

Los datos fueron analizados empleando el programa SPSS 15.0 (SPSS Inc, Chicago, Illinois, USA).

Se calcularon los estadísticos descriptivos para todas las variables predictivas: Media, Desviación Estándar, Mínimo, Máximo para las variables continuas y Frecuencias para aquellas variables que eran categóricas.

Todas las variables seleccionadas (tablas 1 y 2) fueron introducidas en un Análisis de Regresión Logística Múltiple para determinar el efecto individual de cada una de ellas sobre la incidencia de la retención de placenta.

Resultados

La incidencia de la retención de placenta en nuestro estudio fue del 6,6%. Tras realizar un análisis de regresión logística múltiple (tabla 3) comprobamos que el área de locali-

Tabla 3. Análisis de Regresión Múltiple con los Odds ratio estimados para la aparición de retención de placenta

Table 3. Final logistic regression analysis to estimate adjusted odds ratio for the occurrence of retained placenta

Variable	Nivel	Odds ratio(OR)	Intervalo de confianza de OR al 95%
Area **	Centro	2,23	1,31-3,76
	Costa	1,00	-
Aptitud †	Carne	1,00	-
	Leche	3,17	0,92-11,00
Estación de Parto	Primavera	0,84	0,50-1,40
	Verano	0,83	0,50-1,38
	Otoño	0,88	0,51-1,54
	Invierno	1,00	-
Dificultad de Parto *	Normal	1,00	-
	Distócico	2,28	1,00-5,29
Parto Gemelar **	No	1,00	-
	Si	2,53	1,25-5,09
Hipocalcemia	No	1,00	-
	Si	1,35	0,46-3,97
Dimensión Granja (por unidad)		1,00	0,99-1,02
Número Parto (por unidad)		1,04	0,95-1,13
Duración Gestación (por unidad) **		0,96	0,93-0,98

† Chi cuadrado P<0,07

* Chi cuadrado P<0,05

** Chi cuadrado P<0,01

zación de las granjas, la aptitud, la dificultad de parto y la presentación de partos gemelares tenían un efecto significativo sobre la aparición de retenciones de placenta.

El análisis de regresión logística demostró que los partos gemelares (odds ratio: OR=2,53, $p<0,01$), la distocia (OR=2,28, $p<0,05$) y que las vacas perteneciesen a granjas localizadas en la región centro de la provincia (OR=2,23, $p<0,01$) fueron factores de riesgo para la presentación de retención de membranas fetales. Sin embargo, la mayor duración de la gestación (OR=0,96, $p<0,01$) se asoció con un menor riesgo de padecer esta patología.

También apreciamos un mayor riesgo, aunque no significativo, (OR=3,17; $p<0,07$) en las hembras de aptitud láctea frente a las de aptitud cárnica.

Discusión

La incidencia de la retención placentaria en nuestro estudio fue del 6,6%, cifra que está en consonancia con las propuestas por Keltton *et al.* (1998), quienes indicaron que la incidencia de esta patología variaba entre el 1,3 y el 39,2% con un valor medio del 8,6%. Cuando comparamos nuestros resultados con los encontrados en otros países, la incidencia de este proceso en el Noroeste de España (provincia de Lugo) era similar a las de USA, Irlanda, Arabia Saudí, pero más elevada que la observada en Nueva Zelanda (Laven y Peters, 1996).

En el presente estudio la retención de membranas fetales no se vio afectada por la estación, número de parto, aptitud de los animales, tamaño de la granja o por la presencia de hipocalcemia. Debe tenerse en cuenta que en este estudio sólo se diagnosticaron aquellas hipocalcemias que presentaron síntomas clínicos, sin embargo, las subclínicas pudieron pasar desapercibidas,

lo que podrían tener un potencial efecto negativo sobre esta patología (Barnouin y Chassagne, 1991; Horta, 1995).

Distintos autores han relacionado la mayor incidencia del proceso en función de factores ambientales o estacionales, ya que el estrés térmico podría influir sobre el metabolismo del animal (Larson *et al.*, 1985; Santos *et al.*, 2002). Sin embargo, nuestro estudio ha sido realizado en el noroeste de España, zona templada en la que no suele haber situaciones de estrés térmico. Probablemente éste haya sido uno de los motivos por los que no hayamos encontrado influencia estacional sobre la aparición de retención de membranas fetales.

También se ha descrito que la incidencia de retención de placenta aumenta con el número de parto y/o con la edad de la vaca (Chassagne *et al.*, 1998; Fricke y Shaver, 2000). En nuestro estudio, sin embargo, no hemos encontrado una relación directa entre ellos. De todas formas, debería tenerse en cuenta que, desde un punto de vista teórico, las novillas podrían tener un mayor riesgo de presentar RP al tener una mayor predisposición a padecer partos distócicos (Yeon-Kyung y Ill-Hwa, 2005) y por la menor duración de la gestación (Chassagne *et al.*, 1996). Pero por otra parte, las vacas multíparas también tienen una mayor probabilidad de sufrir un mayor balance energético negativo y de padecer hipocalcemias, factores de riesgo de la RP. Por lo que es posible que ambas situaciones se compensen.

Tampoco hemos encontrado que exista una asociación entre el tamaño de la granja y la retención de placenta. Fourichon *et al.* (2001) en un estudio realizado con un gran número de animales no pudieron encontrar una correlación entre el tamaño de la granja y el proceso. A pesar de estos estudios, decidimos incluir la dimensión de la granja dentro del modelo ya que ésta podría condicio-

nar los sistemas de manejo y, en consecuencia, la frecuencia de determinadas enfermedades tales como la retención de membranas fetales. Sin embargo, los resultados demostraron que no era el caso.

Las vacas de aptitud láctea tuvieron mayor susceptibilidad de padecer el proceso que las hembras de aptitud cárnica. Esto podría ser debido a que las vacas de leche normalmente están sometidas a condiciones de manejo más intensivas que influyen en el nivel de estrés que soporta el animal. Heu-wieser (1986) demostró que los animales que estaban sometidos a estrés al final de la gestación tenían una mayor incidencia de retención de placenta, al incrementarse los niveles de cortisol. No podemos olvidar que todas las maniobras en las etapas previas al parto relacionadas con el secado, cambios de alimentación, alojamiento etc., podrían provocar un aumento del estrés de los animales.

La duración de la gestación, los partos gemelares y las distocias fueron importantes factores de riesgo para que se desarrolle el proceso. Estos factores ya se habían relacionado antes con la enfermedad (Laven y Peters, 1996; Echternkamp y Gregory, 1999; Gröhn y Rajala-Schultz, 2000). Cuando tratamos de cuantificar el efecto comprobamos que la duración de la gestación era la variable con un mayor peso, seguido por la presencia de partos gemelares, la distocia y el ser de aptitud láctea.

Según se produce una disminución de la duración de la gestación, el riesgo de que se produzca una retención de placenta aumenta. Para que la placenta sea correctamente expulsada deben ocurrir algunos cambios a nivel de los placentomas antes del parto: colagenización de las carúnculas, hialinización de la pared de los vasos sanguíneos, migración de leucocitos y de células binucleadas gigantes a las carúnculas, edematiza-

ción del tejido conjuntivo, etc (Grunert, 1984). El hecho de que el parto se adelante podría impedir que esas modificaciones tuvieran lugar de forma adecuada. Zhang et al. (1999) observaron por su parte que una duración de la gestación superior a lo normal también podría incrementar el riesgo de producirse esta patología. En un estudio previo (Quintela et al., 2003) evaluamos esa posibilidad, para lo que incluimos la duración de la gestación como una variable categórica: 1) Gestación menor de 270 días, 2) de 271 a 290 días, y 3) mayor de 291 días. En esa experiencia comprobamos que sólo la categoría 1 era un factor de riesgo, mientras que las categorías 2 y 3 eran factores protectores, es por esto que en el presente trabajo la duración de gestación se incluyó como variable continua.

Las gestaciones múltiples, independientemente de una menor duración de la gestación y de su potencial distocia, incrementaban el riesgo de que se produjese una retención de las membranas fetales. Jackson (1995) sugirió que esto era debido a una excesiva distensión del útero a lo largo de la gestación, lo que podría ocasionar una inercia uterina tras el parto. En aquellos casos de distocia, cuando es necesaria la asistencia al parto, la inercia uterina postparto podría estar acompañada de una mayor contaminación (Roberts, 1971), que también aumentaría el riesgo de retención.

Que las granjas se localizasen en la costa suponía un menor riesgo a la hora de padecer este proceso que si se situaban en la zona central de la provincia de Lugo. Parece evidente pensar que los animales en zonas tan diferentes podrían estar sometidos a distintos sistemas de manejo, alimentación e incluso contaminación ambiental, que podría explicar, al menos en parte, las diferencias en la incidencia de esta enfermedad.

Podemos concluir que aquellos animales que tengan gestaciones con una duración menor de lo normal, que tengan partos gemelares, o padezcan distocias deberían ser cuidadosamente observados tras el parto, ya que tienen un mayor riesgo de padecer retención de placenta.

Referencias bibliográficas

- Bandinand F, Sensenbrenner A, 1984. Non-délivrance chez la vache. Données nouvelles à propos d'une enquête épidémiologique. *Le Point Vétérinaire*, 16: 13-26.
- Barnouin J, Chassagne M, 1990. Components of the diet in the dry period as risk factors for placental retention in French dairy herds. *Prev. Vet. Med.* 8, 231-240.
- Barnouin J, Chassagne M, 1991. An aetiological hypothesis for the nutrition induced association between retained placenta and milk fever in the dairy cow. *Ann. Rech. Vet.* 22, 331-343.
- Becerra JJ, 2003. Influencia de distintos factores endógenos y exógenos sobre los parámetros reproductivos en hembras bovinas de raza Rubia Gallega. Tesis Doctoral. Departamento de Patología Animal. Universidad de Santiago de Compostela.
- Bendixen PH, Vilson B, Ekesbo I, 1987. Disease frequencies in dairy cows in Sweden. II. Retained placenta. *Prev. Vet. Med.* 4, 377-387.
- Bendixen PH, Vilson B, Ekesbo I, Astrand DB, 1986. Disease frequencies of tied zero-grazing dairy cows and dairy cows kept on pasture during summer and tied during winter. *Prev. Vet. Med.* 4, 291-306.
- Bosberry S, Dobson H, 1989. Periparturient diseases and their effect on the reproductive performance in five dairy herds. *Vet. Rec.* 124, 217-219.
- Bosu WTK, Peter AT, DeDecker RJ, 1988. Short-term changes in serum luteinizing hormone, ovarian response and reproductive performance following gonadotrophin releasing hormone treatment in postpartum dairy cows with retained placenta. *Can. J. Vet. Res.* 58, 165-171.
- Bourne N, Laven R, Wathes DC, Martínez T, McGowan M, 2007. A meta-analysis of the effects of vitamin E supplementation on the incidence of retained foetal membranes in dairy cows. *Theriogenology*. 67(3): 494-501.
- Brooks G, 2001. Comparison of two treatments after retained fetal membranes on clinical signs in cattle. *Vet. Rec.* 148: 243-244.
- Chantelles M, 1986. La rétention chez la vache. Observations dans deux troupeaux expérimentaux de l'INRA. Thèse pour l'obtention du titre de Docteur de 3^{ème} cycle. Université de Clermont II, France.
- Chassagne M, Barnouin J, 1992. Circulating PGF₂alfa and nutritional parameters at parturition in dairy cows with and without retained placenta: relation to prepartum diet. *Theriogenology*, 38, 407-418.
- Chassagne M, Barnouin J, Charconrnac JP, 1998. Predictive markers in the late gestation period for retained placenta in black-pied dairy cows under field conditions in France. *Theriogenology*, 49, 645-656.
- Chassagne M, Chacormac JP, 1994. Blood metabolites as indicators of nutritional risk-factors for retained placenta in the dairy cow. *Vet. Res.* 25: 191-195.
- Chassagne M, Barnouin J, Fave B, 1996. Descriptive epidemiology of placental retention in intensive dairy herds in Brittany. *Vet. Res.* 27: 491-501.
- Derivaux J, 1981. La rétention placentaire et les affections utérines du post-partum. in: L'utérus de la vache. Constantin A., Meissonnier E. ed., Soc. Française de Buiatrie, Maisons-Alfort, 329-342.
- Dohoo IR, Martin SW, 1984. Disease production, and culling in Frisona cows. III. Disease and production as determinants of disease. *Prev. Vet. Med.*, 2, 671-690.
- Dubois PR, Williams DJ, 1980. Increased incidence of retained placenta associated with heat stress in dairy cows. *Theriogenology*, 13, 115-121.

- Echternkamp SP, Gregory KE, 1999. Effects of twinning on postpartum reproductive performance in cattle selected for twin calves. *J. Anim. Sci.*, 77, 48-60.
- Erb HN, Smith RD, Oltenacu PA, Guard CL, Hillman RB, Powers PA, Mith MC, White ME, 1985. Path model of reproductive disorders and performance, milk fever, mastitis, milk yield, and culling in Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 68, 3337-3349.
- Etheirngton WG, Marsch WE, Fetrow J, Seguin BE, Weaver LD, Rawson CL, 1991. Dairy herd reproductive health management: Evaluating dairy herd reproductive performance – Part I. *Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.*, 13(8), 1353-1360.
- Farzaneh N, Mohri M, Moghaddam Jafari A, Honarmand K, Mirshokraei P, 2006. Peripartal serum biochemical, haematological and hormonal changes associated with retained placenta in dairy cows. *Comparative Clinical Pathology*, 15(1): 27-30.
- Fonseca FA, Britt JH, McDaniel BT, Wilk JC, Rakes AH, 1983. Reproductive traits of Holstein and Jerseys. Effects of age, milk yield and clinical abnormalities on involution of cervix and uterus, ovulation, estrous cycles, detection of estrous, conception rate and days open. *J. Dairy Sci.*, 66, 1128-1147.
- Fourichon C, Beaudeau F, Bareille N, Seegers H, 2001. Incidence of health disorders in dairy farming systems in western France. *Livestock Production Science*, 68, 157-170.
- Franco G, Mayer E, 1988. Fertility indices of cows with reproductive disorders and of normal cows inseminated during the moderate or hot climatic period. *11th Int. Congress on Animal Reprod. and AI, Dublin*. Vol. 4.
- Fricke PM, Shaver RD, 2000. Managing reproductive disorders in dairy cows. Department of Dairy Science. University of Wisconsin-Madison EU.
- García ME, Quintela LA, Taboada MJ, Alonso G, Varela-Portas B, Díaz C, Barrio M, Becerra JJ, Peña AI, Deiros J, Herradón PG, 2004. Risk factors for metritis in dairy cows: a retrospective study in the north west of Spain. *Arch. Zootec.* 53: 383-386.
- Gröhn YT, Erb HN, McCulloch CE, Saloniemi HS, 1990. Epidemiology of reproductive disorders in dairy cattle: associations among host characteristics, disease and production. *Prev. Vet. Med.* 8: 1693-1702.
- Gröhn YT, Rajala-Schultz PJ, 2000. Epidemiology of reproductive performance in dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.*, 60-61, 605-614.
- Grunert E, 1984. Placental separation/retention in the bovine. *10th Int. Cong. Anim. Reprod. AI. Illinois-USA, Plenary and Symposia Papers, IV*, 17-24.
- Harris DJ, 1981. Factors predisposing to parturient paresis. *Aust. Vet. J.*, 57, 357-361.
- Heuwieser W, 1986. Retenção placentaria. *IV Encontro dos Médicos Veterinários da Região Autónoma das Açores*, 16-19 Out., S. Miguel, Açores.
- Holman RT, 1986. Nutritional and biochemical evidences of acyl interaction with respect to essential polyunsaturated fatty acids. *Prog. Lip. Res.*, 25, 29-39.
- Horta AEM, 1984. Efeitos das prostaglandinas E₂, E, F_{2α} sobre a retenção placentaria inducida pelo acetil-salicilato de lisina em vacas leiteiras; estudio da motilidade uterina. *Zootecnia*, 33 (1,2,3), 39-48.
- Horta AEM, 1994. Etiopatogenia e terapêutica da retenção placentária nos bovinos. *Proc. 7as Jornadas Internacionais de Reproducción Animal, Murcia*, pp. 181-192.
- Horta AEM, 1995. Etiopatogenia y terapêutica de la retención placentaria en la vaca. *Información Veterinaria*, 154, 25-34.
- Jackson PGG, 1995. *Handbook of veterinary obstetrics*. Ed. W.B. Saunders, cop. London.
- Joosten I, Van Eldik P, Elving L, Van der Mey GJ, 1987. Factors related to the etiology of retained placenta in dairy cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 14: 251-262.
- Kankofer M, 2002. 8-iso-prostaglandin F_{2α} as a marker of tissue oxidative damage in bovine

- retained placenta. Prostaglandins y Other Lipid Mediators. 70(1-2): 51-59.
- Kask K, Kindahl H, Magnusson U, Gustafsson H, 2000. Uterine bacteriology, prostaglandin F₂alfa-metabolite and progesterone profiles, blood granulocyte function and uterine cytology in postpartum cows after dexamethasone-induced parturition. *Acta Vet. Baltica*. 1: 22-30.
- Kelton DF, Lissemore KD, Martin RE, 1998. Recomendations for recording and calculating the incidence of selected clinical diseases of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 81: 2502-2509.
- Klerx HJ, Smolders EAA, 1997. Herd and cow random variation in models of interrelationships between metabolic and reproductive disorders in high yielding multiparous Holstein dairy cattle in the Netherlands. *Livest. Reprod. Sci.* 52: 21-29.
- Larson LL, Ishak MA, Owen FG, Erickson ED, Lowry SR, 1985. Relationship of physiological factors to placental retention in dairy cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 9: 31-43.
- Laven RA, Peters AR, 1996. Bovine retained placenta: aetiology, pathogenesis and economic loss. *Vet. Rec.*, 9, 465-471.
- Licea VJA, Cruz JG, García C, Balderas HJ, Espejel MM, 2001. Trataiento de retención placentaria con bolos e infusión intrauterinos de calendula officinalis versus bolos e infusión intrauterinos de oxitetraciclina. XXV Congreso Nacional de Buiatria de la Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos. Veracruz. Mexico.
- Madej A, Kindahl H, Larsson K, Edqvist LE, 1986. Sequential hormonal changes in the postpartum dairy cow. *Acta Vet. Scand.* 27: 280-295.
- Markusfeld O, 1984. Factors responsible for post parturient metritis in dairy cattle. *Vet. Rec.* 114: 539-542.
- Muller LD, Owens MJ, 1974. Factors associated with the incidence of retained placentas. *J. Dairy Sci.* 57: 725-728.
- Nakao T, Gamal A, Osawa T, Nakada K, Moriyoshi M, Kawata K, 1997. Postpartum plasma PGF metabolite profile in cows with dystocia and/or retained placenta, and effect of fenprostalene on uterine involution and reproductive performance. *J. Vet. Med. Sc.* 59: 791-794.
- Oltenu PA, Britt JH, Braun RK, Mellenberger RW, 1984. Effect of health status on culling and reproductive performance of Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 67, 1783-1792.
- Peeler EJ, Otte MJ, Esslemont RJ, 1994. Inter-relationships of periparturient diseases in dairy cows. *Vet. Rec.* 134: 129-132.
- Peter AT, Bosu WIK, 1987. Effects of intrauterine infection on the function of the corpora lutea formed after first postpartum ovulation in dairy cows. *Theriogenology*, 127, 593-609.
- Peters AR, Laven RA, 1996. Treatment of bovine retained placenta and its effects. *Vet. Rec.*, 9, 535-539.
- Quintela LA, Taboada MJ, García ME, Alonso G, Varela-Portas B, Díaz C, Rey C, Deiros J, Barrio M, Becerra JJ, Herradón PG, Peña AI (2003). Factores de riesgo de la retención de placenta en la vaca: estudio retrospectivo en el noroeste de España. IV Congreso Ibérico de Reproducción Animal. 11 al 12 de julio. Las Palmas (Spain).
- Quintela LA, Becerra JJ, Díaz C, Alonso G, Herradón PG, 2008. La importancia del β -caroteno y la vitamina A en la Fertilidad. *Albeitar*. 116: 26-29.
- Roberts SJ, 1971. Veterinary obstetrics and genital diseases (theriogenology). S.J. Roberts ed, Edwards Brothers, Inc. Ann. Arbor, Michigan.
- Rocha C, Córdova-Izquierdo A, 2008. Causas de retención placentaria en el ganado bovino. *Rev. Ele. Clin. Vet.* 3(2) [Consulta 2/06/2008]. <http://www.veterinaria.org/revistas/recvet/index.html>
- Rogoziewicz M, Rogoziewicz H, Jaskowski L, 1977. Observations on the incidence and possible causes of retained placenta in cows. *Int. Congr. on Animal Reprod. and AI, Krakow. Proc.*, 4, 620-623.
- Santos RM, Vasconcelos JLM, Souza AH, Meneghetti M, Ferreira JrN, 2002. Efeito da aplicação

- de prostaglandina ($\text{PGF}_{2\alpha}$) no pós-parto imediato sobre a incidência de retenção de placenta em vacas de leite. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 54(1): 29-34.
- Shukla SP, Kharche KG, Parekh HKB, 1983. Calcium and phosphorus in relation to retained placenta in cross-breed cows. *Indian Vet. J.*, 60, 183-188.
- Van Werven T, Schukken H, Lloyd J, Brand A, Heeringa HT, Shea M, 1992. The effects of duration of retained placenta on reproduction, milk production, postpartum disease and culling rate. *Theriogenology*, 37(6): 1191-1203.
- Yeon-Kyung H, Ill-Hwa, K, 2005. Risk factors for retained placenta and the effect of retained placenta on the occurrence of postpartum diseases and subsequent reproductive performance in dairy cows. *J. Vet. Sci.* 6(1): 53-59.
- Zhang WC, Nakao T, Moriyoshi M, Nakada K, Ribadu AY, Ohtaki T, Tanaka Y, 1999. Estrone sulphate concentrations, calf birth weight and viability, and placental weight and expulsion in dairy cattle with different gestation length. *Animal Science Journal*, 70(6), 429-436.
- (Aceptado para publicación el 9 de septiembre de 2008)

Efecto del peso de la canal sobre la calidad de la carne de "Chivo Lechal Malagueño"

M. Juárez^{*,**}, J.M. Micheo^{*}, E. García^{*}, F. Peña^{**}, O. Polvillo^{**}

* Asociación Española de Criadores de la Cabra Malagueña

** Grupo de Investigación MERAGEM (PAI AGR-158). Universidad de Córdoba

Resumen

Se ha estudiado el efecto del peso de la canal sobre las características de la carne de cabritos lechales Malagueños amparados tanto por la Junta de Andalucía bajo la marca "Calidad Certificada" para el producto agroalimentario "Carne de Cabrito", como por la Marca de Garantía "Chivo Lechal Malagueño". Parámetros básicos como el color de la carne o la cantidad de grasa intramuscular se vieron afectados por el peso de la canal, mostrando los cabritos más ligeros una carne menos roja y con menor contenido en mioglobina y grasa. Sin embargo, tanto el contenido en humedad, proteína y cenizas, como la capacidad de retención de agua o la textura instrumental no se vieron afectados por el incremento en el peso de sacrificio. Finalmente, aunque el efecto del peso de la canal fue significativo sobre varios ácidos grasos individuales, los índices globales no se vieron afectados.

Palabras clave: cabrito, choto, raza caprina Malagueña, marca de calidad.

Summary

"Chivo Lechal Malagueño" meat quality as affected by carcass weight

The effect of carcass weight on meat quality traits from the quality labels "Calidad Certificada" and "Chivo Lechal Malagueño" has been studied. Basic traits as meat colour or intramuscular fat content were affected by carcass weight. Lighter kids showed less red meat and lower myoglobin and fat content. However moisture, protein and ash contents, water holding capacity and texture were not affected by carcass weight. Finally, although carcass weight affected several individual fatty acids, the indices were not affected.

Key words: goat kid, Malagueña goat breed, quality label.

Introducción

La calidad de la carne es un concepto plural que incluye parámetros como el color, la ternura, la cantidad de grasa o la composición (perfil lipídico) de la misma. Numerosos factores, como la dieta (Alcalde *et al.*, 2003; Serrra *et al.*, 2007), el genotipo o raza (Muela *et al.*, 2007; Santos *et al.*, 2007; Juárez *et al.*, 2008a), la edad (Todaro *et al.*, 2002) o el sexo (Peña *et al.*, 2007; Rodríguez *et al.*, 2007)

influyen sobre la calidad de la carne en los diferentes puntos de la cadena productiva. Entre dichos factores, se ha comprobado que el peso de sacrificio determina variaciones significativas sobre los distintos parámetros que determinan la calidad de la carne (Cañeque *et al.*, 2005; Miguélez *et al.*, 2006; Pérez-Meléndez *et al.*, 2007). Sin embargo, existen escasos estudios sobre los efectos del peso de sacrificio sobre la calidad de carne de cabritos lechales.

En el año 2008, ha sido aceptado el pliego de condiciones propuesto por la Asociación Española de Criadores de la Cabra Malagueña para la obtención de la Marca de Garantía "Chivo Lechal Malagueño", así como el pliego de condiciones propuesto por la Junta de Andalucía para la obtención del uso de la marca "Calidad Certificada" para el producto agroalimentario "Carne de Cabrito". Estos dos distintivos de calidad han sido elaborados para ofrecer una protección y una alternativa comercial a un producto que en la actualidad se comercializa fundamentalmente fuera de los límites de la provincia de Málaga, por lo que el valor añadido generado sobre este producto no participa en el crecimiento económico de esta provincia (Micheo, 2001). En ambos pliegos de condiciones, el peso admitido para las canales ligeras de "Chivo Lechal Malagueño" y de "Carne de Cabrito", oscila entre 4 y 6 Kg., incluidas la cabeza y las asaduras. Sin embargo, la Junta de Andalucía ha reconocido otra categoría, canales pesadas, para aquellas que oscilen entre 6 y 8 Kg. El sistema productivo para ambas categorías se basa en una alimentación basada exclusivamente en la leche, y en razas autóctonas andaluzas. Por el contrario el pliego de condiciones de la Marca de Garantía "Chivo Lechal Malagueño" se basa exclusivamente en la raza caprina Malagueña y reconoce únicamente la categoría de canales ligeras. Sin embargo, ningún estudio ha evidenciado hasta la fecha si existen diferencias en la calidad de la carne procedente de canales ligeras y pesadas de cabritos de la raza Malagueña.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo ha sido analizar el efecto del peso de la canal sobre las características de la carne de los chivos de raza Malagueña producidos de acuerdo al pliego de condiciones propuesto por la Asociación Española de Criadores de la Cabra Malagueña para la obtención de la Marca de Garantía "Chivo Lechal Malagueño" y de acuerdo al pliego de condiciones de la Junta

de Andalucía para la obtención del uso de la marca "Calidad Certificada" para el producto agroalimentario "Carne de Cabrito".

Material y Métodos

Material Animal

Se utilizaron 20 chivos machos (parto doble), procedentes de una ganadería inscrita en el Libro Genealógico de la raza Malagueña. Los animales se dividieron en dos grupos al azar, ambos alimentados exclusivamente a base de leche materna. Los cabritos del primer lote se sacrificaron al alcanzar los 8-9 Kg. de peso vivo (29-32 días de vida), y los cabritos del segundo lote, al alcanzar los 11-12 Kg. de peso vivo (46-50 días de vida).

Toma de muestras y medidas sobre la canal

Al llegar al peso de sacrificio, los animales fueron transportados desde la ganadería de origen hasta el matadero de la localidad malagueña de Humilladero, y sacrificados el mismo día, cumpliendo la normativa vigente al respecto. Tras 24 horas de oreo, las canales fueron pesadas, y el pH se midió en el músculo *longissimus dorsi*, entre las dos primeras vértebras lumbares, con un pHmetro portátil Crison pH-meter 507. Los músculos *longissimus dorsi* (fragmento comprendido entre la 3ª vértebra torácica, T3, a la 1ª vértebra lumbar, L1) de las medias canales izquierdas se extrajeron, envasaron al vacío e identificaron individualmente para su posterior análisis en el laboratorio.

Análisis fisicoquímicos

Los análisis descritos a continuación se llevaron a cabo sobre carne fresca madurada a 2°C, durante 72 horas tras el sacrificio. Cada

músculo *longissimus dorsi* se repartió de la siguiente manera: perfil lipídico, composición química centesimal, capacidad de retención de agua (CRA) y contenido en mioglobina (T3-T8), color (T8-T10) y textura instrumental (T10-L1). Los porcentajes de humedad, cenizas, proteína y grasa intramuscular (IM) se determinaron por duplicado para cada animal mediante los métodos referenciados en "Métodos de Análisis de Productos Cárnicos" (BOE 29/8/79).

La capacidad de retención de agua (CRA), expresada como porcentaje de jugo expelido, fue determinada por el método de Grau y Hamm (1953) modificado por Sierra (1973). La estimación de la textura instrumental de la carne (WBSF) se llevó a cabo mediante la determinación de la resistencia máxima al corte con un texturómetro TA-XT2 (Stable Microsystems, UK) mediante la célula de Warner-Bratzler. Este ensayo se realizó sobre porciones del músculo *longissimus dorsi* cocidas al baño María hasta alcanzar 70°C de temperatura en el interior de la pieza de músculo. Las determinaciones se llevaron a cabo en el centro de tres porciones prismáticas, de dimensiones 10 x 10 x 30 mm, y situando la cuchilla en dirección perpendicular a las fibras musculares.

La determinación química del color de la carne se fundamenta en la medida del contenido en pigmentos hemínicos del músculo, en concreto de Mioglobina (Mb), mediante la técnica propuesta por Hornsey (1956). Los valores se expresan en mg Mg/g músculo fresco. Para la determinación del color físico se utilizó un espectrocolorímetro Minolta CM-2500d, midiéndose las coordenadas tricromáticas L^* , a^* y b^* (CIE, 1976) sobre la superficie de un fragmento del músculo *longissimus dorsi* izquierdo tras 1 hora de exposición al oxígeno en una bandeja de poliexpán con film transparente para proteger de una desecación excesiva. El iluminante utilizado fue el D65 a 10° de ángulo de visión.

Para el análisis de la composición de ácidos grasos se utilizó la metodología propuesta por Aldai et al. (2006), y que ha sido referenciada como altamente efectiva para el análisis de ácidos grasos poli-insaturados (PUFA) (Juárez et al., 2008b). La separación y cuantificación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos se llevó a cabo en un cromatógrafo de gases (GC, Agilent 6890N, Agilent Technologies España, S. L., Madrid) equipado con un detector de ionización de llama y dotado con una columna capilar HP-88 (100 m, 0,25 mm i.d., 0,2 µm, SGE, Australia). El helio fue el gas portador elegido. Los ácidos grasos individuales se identificaron como sus correspondientes ésteres metílicos al comparar sus tiempos de retención con los de varios estándares comerciales (Sigma Chemical Co. Ltd., Poole, UK). El perfil lipídico se expresó como porcentaje del total de ácidos grasos identificados y agrupados en: proporción de ácidos grasos saturados (SFA), proporción de ácidos grasos mono-insaturados (MUFA), proporción de PUFA y proporción de ácidos grasos de las series n-6 y n-3. Igualmente, se calcularon los índices PUFA/SFA y n-6/n-3.

Resultados y Discusión

Como se observa en la tabla 1, los pesos medios de las canales procedentes de cabritos con dos pesos de sacrificio diferentes, determinaron rendimientos de 60,3% y 61,8% para los cabritos ligeros y pesados respectivamente. De esta forma, el rendimiento de las canales pesadas fue superior ($P < 0,05$) al observado para canales ligeras. Los resultados de rendimiento a la canal fueron superiores a los reflejados en otros estudios como el de Alcalde et al. (2003) sobre cabritos de razas Florida Sevillana y Payoya o el de Santos et al. (2007) en "Cabrito de Barroso". Esta diferencia es debida, en

Tabla 1. Parámetros relacionados con la calidad de la canal de cabritos lechales de raza Malagueña
 Table 1. Carcass quality traits of Malagueña breed goat kids

	4-6 kg	6-8 kg	Sig.
Peso sacrificio (kg)	8,15±0,365	11,19±0,314	***
Peso Canal (kg)	4,91±0,206	6,92±0,245	***
Rendimiento (%)	60,26±0,852	61,80±0,740	*
pH 24h	5,54±0,025	5,56±0,020	ns

Sig.: Nivel de significación; ns: P>0,05; *: P<0,05; ***: P<0,001

parte, al sistema de presentación de las canales en la provincia de Málaga, con cabeza y asaduras. En otros estudios, las canales se pesaron tras eliminar las cabezas y asaduras. Los valores de pH no se vieron afectados por el peso de sacrificio (P>0,05).

Los parámetros fisicoquímicos (composición química centesimal, CRA y WBSF) quedan reflejados en la tabla 2. El único parámetro influenciado por el peso de sacrificio fue la cantidad de grasa (P<0,01), mostrando mayor contenido en grasa intramuscular (IM) la carne de los animales más pesados. El hecho de que el peso al sacrificio afectara en escasa medida las características de la carne coincide con el postulado que sostiene que las características intrínsecas o productivas, en general, influyen mayoritariamente sobre la

calidad de la canal, resultando bastante menor su importancia relativa sobre los atributos de calidad de carne, sobre todo en estudios (Sañudo *et al.*, 1998) donde, además, los animales sacrificados a mayor peso son igualmente muy jóvenes (Bianchi *et al.*, 2006). Por otro lado, el contenido en grasa fue inferior al observado por Santos *et al.* (2007) en cabritos lechales protegidos por la I.G.P. "Cabrito de Barroso" (peso canal 4-6 Kg.), cercano al 5%. El sistema de producción y el peso de sacrificio del "Cabrito de Barroso" son similares a los del "Chivo Lechal Malagueño", sin embargo, la edad de sacrificio del primero ronda los tres meses, mientras la del segundo se sitúa en unos 28-30 días de vida. Esta diferencia en edad explica el mayor engrasamiento de los cabritos portugueses, y se debe a la raza y

Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos de la carne de cabritos lechales de raza Malagueña
 Table 2. Meat physicochemical traits of Malagueña breed goat kids

	4-6 kg	6-8 kg	Sig.
Humedad (%)	73,21±0,611	73,55±0,234	ns
Proteína (%)	17,10±0,154	17,35±0,163	ns
Grasa (%)	2,56±0,178	2,95±0,094	**
Cenizas (%)	0,99±0,012	0,99±0,013	ns
CRA (%)	16,16±0,663	16,77±0,600	ns
WBSF (kg)	3,70±0,155	3,72±0,232	ns

Sig.: Nivel de significación; ns: P>0,05; **: P<0,01

sistema productivo de las madres, ya que, mientras las cabras Malagueñas pertenecen a una raza lechera y son criadas siguiendo un sistema semi-extensivo, las razas admitidas por la I.G.P. "Cabrito de Barroso" son de aptitud cárnica y se crían en un sistema extensivo en zonas montañosas. Los valores de CRA fueron similares a los observados por Alcalde *et al.*, (2003) en cabritos de dos razas lecheras producidas siguiendo un sistema similar y en zonas geográficas próximas a las de la raza Malagueña, alimentados con leche natural. Sin embargo, los valores fueron superiores a los cabritos del mismo estudio alimentados con leche artificial. En el mismo estudio, los valores de WBSF fueron superiores a los observados para cabritos de raza Malagueña.

La tabla 3 muestra los parámetros de color físico (coordenadas tricromáticas L^* , a^* , b^*) y químico (mg Mb / g carne fresca). Los valores promedio del índice de rojo (a^*) y del índice de amarillo (b^*) en la carne de cabritos más pesados fueron superiores ($P<0,01$) e inferiores ($P<0,05$) respectivamente, a los observados en la carne de cabritos ligeros de raza Malagueña. Los mismos parámetros, al ser estudiados en diferentes razas españolas (Muela *et al.*, 2007), mostraron valores superiores de L^* y a^* , y menores de b^* que los observados en el presente estudio para ambos pesos. El contenido en Mb de la carne

procedente de cabritos de la raza Malagueña de las canales entre 4 y 6 Kg. de peso fue inferior ($P<0,001$) al de la carne procedente de las canales entre 6 y 8 Kg. de peso, si bien el contenido en Mb de la carne de los cabritos más ligeros fue similar al observado por Santos *et al.* (2007) en cabritos de las razas Serrana y Bravia. En dicho estudio, el efecto de la raza determinó diferencias en el contenido en pigmentos de la carne de cabritos. El incremento del índice a^* al incrementarse el contenido en Mb ha sido previamente observado por otros autores (Fernández *et al.*, 1999, Leseigneur-Meynier y Gandemer, 1991). Así mismo, el incremento en el contenido en Mb al incrementar el peso de sacrificio ha sido ampliamente estudiado (Boccard y Bordes, 1986, Sierra *et al.*, 1988).

El perfil lipídico de la grasa IM procedente de los cabritos sacrificados a dos pesos diferentes (tabla 4) mostró escasa influencia debida al peso de sacrificio. De los ácidos grasos mayoritarios (C16:0, C18:0, C18:1 n-9c, C18:2 n-6c) únicamente el ácido palmítico (C16:0) mostró un ligero incremento ($P<0,05$) en su contenido en los animales de más peso. Otros ácidos grasos minoritarios (C14:0, C16:1, C18:1 n-11t, C18:3 n-3) vieron reducido su contenido ($P<0,05$) al incrementarse el peso de sacrificio. Por otro lado, el contenido en dos ácidos grasos de la serie n-3 (C20:5 n-3, C22:5 n-3) se incrementó ($P<0,05$) al hacerlo el peso de la

Tabla 3. Coordenadas tricromáticas y contenido en mioglobina de la carne de cabritos lechales de raza Malagueña

Table 3. Colorimetric coordinates and myoglobin content of meat from Malagueña breed goat kids

	4-6 kg	6-8 kg	Sig.
L^*	46,80±0,740	46,46±0,891	ns
a^*	5,45±0,205	7,20±0,271	**
b^*	3,58±0,120	3,23±0,100	*
Mb (mg/g carne)	1,65±0,275	2,26±0,221	***

Sig.: Nivel de significación; ns: $P>0,05$; *: $P<0,05$; **: $P<0,01$; ***: $P<0,001$

Tabla 4. Perfil lipídico de la grasa intramuscular (% en total de ácidos grasos) de cabritos lechales de raza Malagueña

Table 4. Intramuscular lipid profile (% of total fatty acids) of Malagueña breed goat kids

	4-6 kg	6-8 kg	Sig.
C12:0	0,40±0,058	0,35±0,054	ns
C14:0	3,84±0,335	3,17±0,249	*
C16:0	24,57±0,208	24,94±0,189	*
C16:1	1,76±0,116	1,37±0,126	*
C18:0	15,22±0,284	15,08±0,454	ns
C18:1 n-11t	1,15±0,171	0,76±0,172	**
C18:1 n-9c	36,09±0,373	35,92±0,462	ns
C18:2 n-6c	8,34±0,325	8,41±0,410	ns
C18:3 n-3	0,30±0,045	0,14±0,025	***
c9,t11 CLA	0,51±0,060	0,56±0,053	ns
t10,c12 CLA	0,09±0,009	0,09±0,007	ns
C20:3 n-6	0,21±0,018	0,26±0,026	ns
C20:3 n-3	0,51±0,202	0,61±0,122	ns
C20:4 n-6	2,05±0,364	2,36±0,255	ns
C20:5 n-3	0,15±0,025	0,28±0,048	*
C22:4 n-6	0,32±0,041	0,36±0,053	ns
C22:5 n-3	0,54±0,057	0,81±0,098	*
SFA	44,93±0,465	44,45±0,455	ns
MFA	40,68±0,428	39,70±0,550	ns
PUFA	14,78±0,704	15,63±0,867	ns
n-6/n-3	7,62±0,966	6,66±0,659	ns
PUFA/SFA	0,33±0,018	0,35±0,022	ns

Sig.: Nivel de significación; ns: P>0,05; *: P<0,05; **: P<0,01; ***: P<0,001

canal. Ligeras variaciones en el contenido de los ácidos grasos individuales pueden deberse a diferencias en el contenido en grasa intramuscular, ya que variaciones en dicho contenido determinan modificaciones en el contenido relativo de cada fracción lipídica (Wood et al., 2008). Sin embargo, los índices SFA, MUFA y PUFA, así como las relaciones n-6/n-3 y PUFA/SFA, no se vieron afectados (P>0,05) por el incremento del peso de sacrificio. Las mayores diferencias en la composición de la grasa se deben a variaciones en la dieta (Wood et al., 2004). Por ello, al estudiar el perfil lipídico de grupos de animales de la misma raza, con idéntica dieta y con pesos de sacrificio próximos, las variaciones encontra-

das son mínimas, como observaron Cañequé et al. (2005) al estudiar tres pesos de sacrificio en corderos lechales de raza Manchega. Por otro lado, el índice PUFA/SFA fue muy superior al observado por Santos et al. (2007) en cabritos protegidos por la I.G.P. "Cabrito de Barroso", cercano al 0,1. De esta forma, el índice PUFA/SFA de la carne de cabritos lechales de raza Malagueña se aproximó al mínimo recomendado (0,4) por las autoridades internacionales (Department of Health, 1994). De igual forma, los niveles de los ácidos grasos saludables como los isómeros de CLA mostraron valores similares y el índice n-6/n-3 inferiores a los de corderos lechales de otros estudios (Juárez et al., 2008a; Scerra et al., 2007).

Conclusiones

Al estudiar la calidad de la carne de cabritos de raza Malagueña alimentados exclusivamente a base de leche materna, y sacrificados a dos pesos diferentes, se observaron ciertas diferencias en parámetros como la cantidad de grasa, el color o el contenido en ciertos ácidos grasos. Por otro lado, el resto de parámetros fisicoquímicos no se vieron afectados por el peso de la canal. Estudios posteriores deberían analizar si las diferencias encontradas entre los dos tipos de cabritos utilizando métodos instrumentales son apreciables a nivel organoléptico.

Referencias bibliográficas

- Alcalde MJ, Guzmán JL, Delgado M, Baena JA, González MD, Escobar V, Zarazaga LA, 2003. Efecto del Tipo de Lactancia Sobre la Calidad de la Canal y de la Carne en Cabritos. XXVIII Jornadas SEOC. 309-311.
- Aldai N, Osoro K, Barron LJ, Nájera AI, 2006. Gas-liquid chromatographic method for analysing complex mixtures of fatty acids including conjugated linoleic acids (cis9trans11 and trans10cis12 isomers) and long-chain (n-3 or n-6) polyunsaturated fatty acids - Application to the intramuscular fat of beef meat. *J. Chromatogr. A* 1110, 133-139.
- Bianchi G, Garibott G, Feed O, Bentancur O, Franco J, 2006. Efecto del peso al sacrificio sobre la calidad de la canal y de la carne de corderos Corriedale puros y cruzados. *Arch. Med. Vet.* 38, 161-165.
- Boccard R, Bordes P, 1986. Caractéristiques qualitatives et technologiques des viandes bovines: influence des facteurs de production. In: D. Micol (ed), *Production de viande bovine*. 61-84. INRA, Paris.
- Cañeque V, Díaz MT, Álvarez I, Lauzurica S, Pérez C, De la Fuente J., 2005. The influences of carcass weight and depot on the fatty acid composition of fats of suckling Manchego lambs. *Meat Sci.* 70, 373-379.
- Department of Health., 1994. Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report on Health and Social Subjects No. 46. London: Her Majesty's Stationer Office.
- Fernández X, Monin G, Talmant A, Mourot J, Leuret B, 1999. Influence of intramuscular fat content on the quality of pig meat 1. Composition of the lipid fraction and sensory characteristics of *m. longissimus lumborum*. *Meat Sci.* 53, 59-65.
- Grau R, Hamm R, 1953. Eine einfache methode zur bestimmung der wasserbindung in muskel. *Naturwissenschaften* 40, 29-30.
- Hornsey HC, 1956. The color of cooked cured pork. 1. Estimation of the nitric oxide-haem pigments. *J. Sci. Food Agric.* 7, 534-40.
- Juárez M, Horcada, A, Alcalde, MJ, Valera M, Mullen AM, Molina A, 2008a. Estimation of factors influencing fatty acid profiles in light lambs. *Meat Sci.* 79, 203-210.
- Juárez M, Polvillo O, Contò M, Ficco A, Ballico S, Failla S, 2008b. Comparison of four extraction/methylation analytical methods to measure fatty acid composition by gas chromatography in meat. *J. of Chromatogr. A* 1190, 327-332.
- Leseigneur-Meynier A, Gandemer G, 1991. Lipid composition of pork muscle in relation to the metabolic type of fibres. *Meat Sci.* 29, 229-241.
- Micheo JM, 2001. Productos tradicionales de la Cabra Malagueña. I Jornadas Ibéricas de Razas Autóctones e Productos Tradicionais.
- Miguélez E, Zumalacárregui JM, Osorio MT, Betea O, Mateo J, 2006. Carcass characteristics of suckling lambs protected by the PGI "Lechazo de Castilla y León" European quality label: Effect of breed, sex and carcass weight. *Meat Sci.* 73, 82-89.
- Muela E, Sañudo C, Cilla I, Olleta JL, Campo MM, Jiménez MR, Pardos JJ, Horcada A, Alcalde MJ, Delfa R, 2007. Efecto de la raza sobre parámetros de calidad de la canal y de la carne de cabritos. XXXII Jornadas SEOC. 61-64.

- Peña F, Perea J, García A, Acero R, 2007. Effects of weight at slaughter and sex on the carcass characteristics of Florida suckling kids. *Meat Sci.* 75, 543-550.
- Pérez-Meléndez P, Menéndez MM, Gruebler CK, Morales-Silva MS, Ramos JP, 2007. Efecto del peso de sacrificio y sexo sobre la canal de corderos lactantes del Cruce Suffolk Down x Merino Precoz Alema_n. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia* 17, 621-626.
- Rodríguez AB, Landa R, Bodas R, Prieto N, Mantecón AR, Giradles FJ, 2007. Carcass and meat quality of Assaf milk fed lambs: Effect of rearing system and sex. *Meat Sci.* In press. D.O.I.: 10.1016/j.meatsci.2007.11.023
- Santos VAC, Silva AO, Cardoso JVF, Silvestre AJD, Silva SR, Martins C, Azevedo JMT, 2007. Genotype and sex effects on carcass and meat quality of suckling kids protected by the PGI "Cabrito de Barroso". *Meat Sci.* 75, 725-736.
- Sañudo C, Sánchez, A, Alfonso, A, 1998. Small ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality. *Meat Sci.* 49, S29-S64.
- Scerra M, Caparra P, Foti F, Galofaro V, Sinatra MC, Scerra V, 2007. Influence of ewe feeding systems on fatty acid composition of suckling lambs. *Meat Sci.* 76, 390-394.
- Sierra I, 1973. Correlaciones entre diversos caracteres productivos en porcinos cruzados Blanco Belga x Landrace. 17. *Trabajos del IEPGE. Inst. Econ. y Prod. Ganaderas del Ebro. Zaragoza.* 1-43.
- Sierra A, Delgado V, Molina A, Barba C, Barajas F, Rodero A, 1998. Genetic Parameters of weight and growth traits in the Spanish merino sheep. *V World Merino Conference. New Zealand.*
- Todaro M, Corrao A, Barone CMA, Schinelli R, Occidente M, Giaccone P, 2002. The influence of age at slaughter and litter size on some quality traits of kid meat. *Small Rumin. Res.* 44, 75-80.
- Wood JD, Richardson RI, Nute GR, Fisher AV, Campo MM, Kasapidou E, 2004. Effects of fatty acids on meat quality: A review. *Meat Sci.* 66, 21-32.
- Wood JD, Enser M, Fisher AV, Nute GR, Sheard PR, Richardson RI, Hughes SI, Whittington FM, 2008. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Sci.* 68, 343-358.

(Aceptado para publicación el 12 de noviembre de 2008)

Rentabilidad económica del regadío de los canales de Urgell (Lleida, España)

M.M. Clop^{*,1}, Ll. Cots^{**}, M. Esteban^{*}, J.D. Barragán^{**}

* Dpto. de Administración de empresas y gestión económica de los recursos naturales. ETSEA-Universitat de Lleida. Av. Rovira Roure, 191. 25198 Lleida (mcllop@aegern.udl.cat). Tel.: +34 973 003712

** Dpto. de Ingeniería Agroforestal (ETSEA-UdL). Av. Rovira Roure, 191. 25198 Lleida

¹ Enviar correspondencia

Resumen

En este trabajo se presentan resultados de indicadores de eficiencia productiva y económica en el uso del agua de riego en el área regable de los Canales de Urgell (Lleida). Se ha realizado un estudio de costes, ingresos, márgenes brutos y beneficios de los principales cultivos de la zona: trigo, maíz, alfalfa, manzana var. Golden, pera var. Conference y pera var. Blanquilla, todos ellos mediante riego por superficie. La recogida de datos proviene de la realización de entrevistas a 24 agricultores de la zona de estudio.

Los resultados muestran que los frutales presentan mayores índices de eficiencia productiva, entre 1,9 y 6,6 kg/m³ de agua aplicada, respecto a los cultivos extensivos, que presentan un índice entre 0,7 y 1,8 kg/m³.

En cuanto a los índices de eficiencia económica, también se han obtenido valores más elevados en el caso de los frutales, entre 0,4 y 1,7 €/m³, frente a 0,06 – 0,20 €/m³ en extensivos para el ratio Margen bruto / agua aplicada, y entre 0,3 y 1,3 €/m³ para el ratio Beneficio / agua aplicada en frutales, frente a 0,04 – 0,16 de los extensivos.

Palabras clave: Eficiencia económica, Agua de riego, Regadío, Cultivos extensivos, Frutales.

Summary

Economic profitability in the Urgell Canals (Lleida, Spain) irrigation area

Results for physical and economic efficiency indicators of water management are presented in this paper for the Urgell Canals irrigated area (Lleida). Costs, incomes, gross margins and profits were studied for the surface irrigated main crops: wheat, corn, alfalfa, apple var. Golden, pear var. Conference and pear var. Blanquilla. 24 farmers' surveys provided the data.

Results show that fruit trees present higher physical efficiency values, between 1.9 and 6.6 kg/m³ of applied water, compared to alfalfa and annual crops, with values between 0.7 and 1.8 kg/m³.

Economic efficiency indicators are higher for fruit trees as well, between 0.4 and 1.7 €/m³, compared to 0.06 – 0.20 €/m³ for alfalfa and annual crops, for the Gross margin / applied water ratio, and between 0.3 and 1.3 €/m³ for the Profit / applied water ratio in fruit trees, compared to 0.04 – 0.16 for the alfalfa and annual crops.

Key words: Economic efficiency, Irrigation water, Irrigation area, Alfalfa and annual crops, Fruit trees.

Introducción

El presente estudio se sitúa dentro del área regada por los Canales de Urgell, que abarca diferentes comarcas y tiene una superficie regable de unas 75.000 ha, aunque el número de hectáreas que se riegan actualmente es de 70.121. El método de riego más utilizado en esta zona es el de superficie mediante tablares con pendiente, y los cultivos principales¹ son el maíz (29%), la alfalfa (22%), el trigo (7%), el manzano (8%) y el peral (6%).

Según Burt et al. (1997), dada la creciente presión en la gestión del agua en la agricultura de regadío, la mejor alternativa para satisfacer futuras demandas consiste en incrementar su eficiencia. Jiménez-Bolívar et al. (1999) indican que el incremento en la demanda de agua observado en los últimos años ha puesto de manifiesto su escasez y la necesidad de utilizarla de manera eficiente por parte de las explotaciones agrarias, que suponen un 80% del consumo total. Massarutto (2003) comenta que a nivel europeo el regadío es claramente el mayor consumidor de agua, siendo causa de preocupación creciente para las autoridades de política ambiental. En su estudio, augura que el manejo del agua será más eficiente concentrándose en los usos de mayor valor, aunque no necesariamente con repercusiones positivas en términos de sostenibilidad.

En la zona de estudio el precio del agua constituye una cuota fija e independiente del consumo. Ahora bien, dada su escasez es prioritario analizar desde el punto de vista productivo y económico su utilización, comparando a su vez los resultados obtenidos para los distintos cultivos implicados y viendo las posibles repercusiones sobre el territorio.

Concretamente, se presentan los resultados de diversos ratios estudiados para los cultivos principales de la zona, como:

- Rendimientos productivos en función del consumo de agua (kg/m^3) o ratio de eficiencia productiva en el uso del agua (WUE, water-use efficiency).
- Márgenes brutos en función del consumo de agua ($\text{€}/\text{m}^3$) o ratio de eficiencia económica.
- Beneficios en función del consumo de agua ($\text{€}/\text{m}^3$) o ratio de eficiencia económica.

El primero de los ratios, la eficiencia productiva, conocido en la literatura como Water-use efficiency (WUE), expresa el rendimiento productivo en función del consumo de agua (kg/m^3), y ha sido ampliamente estudiado según las propiedades físicas del suelo, distintos niveles de aplicación de agua al cultivo, distintas dosis de fertilizante, etc. (ver Hatfield et al., 2001). Según Howell (2001) en la agricultura de regadío la WUE tiene un alcance más amplio que la mayoría de las aplicaciones agronómicas y debe ser considerado a nivel de cuenca o de zona regable. También Batchelor (1999) y Wallace and Batchelor (1997) destacan la importancia de dicho indicador, añadiendo que según las condiciones locales del sistema de riego, las mejoras agronómicas, técnicas, de gestión e institucionales pueden tener impactos positivos grandes en las distintas eficiencias en el uso del agua de riego.

Los ratios de eficiencia económica del agua de riego (margen bruto y beneficio en función del consumo de agua, en $\text{€}/\text{m}^3$) relacionan el resultado económico con el agua aplicada. Tienen una aplicación más amplia comparada con la del ratio de eficiencia pro-

¹ Fuente: Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca (DARP, 2004).

ductiva, permitiendo un análisis de costes y beneficios privados y sociales (Cai et al., 2001).

Ambos tipos de indicadores (productivos y económicos) son útiles para la gestión del agua y del sistema de riego a nivel de cuenca, pero el concepto de eficiencia económica es más amplio y pretende optimizar el valor económico del uso del agua a través de medidas agronómicas y de gestión (Cai et al., 2003).

Wallace y Batchelor (1997) describen cuatro categorías de mejora de ambos indicadores de eficiencia productiva y económica, que incluyen:

- mejoras agronómicas (por ejemplo, manejo de los cultivos y estrategias de cultivo);
- mejoras técnicas (por ejemplo, sistemas de regadío avanzados);
- mejoras en gestión (por ejemplo, adopción de sistemas de programación del riego bajo demanda y mejoras en el manejo de los equipos); y
- mejoras institucionales (por ejemplo, introducción de un precio del agua y mejora del ámbito legal).

Howell (2001) adapta las indicaciones de Wallace y Batchelor (1997) y propone mejoras adicionales en la eficiencia del riego, como por ejemplo incentivar legalmente la reducción del uso del agua y penalizar su uso ineficiente, o bien educar en nuevas y avanzadas técnicas.

En cuanto a la relación entre los ratios de eficiencia productiva y económica, no existe un consenso. Según Cai et al. (2001), para una infraestructura dada, la eficiencia productiva no constituye un buen indicador de la eficiencia económica en general. Además, los derechos de venta de agua inducen mejoras en la eficiencia productiva a medida que se hace favorable para los agricultores la inversión en tecnologías de riego

mejoradas y la venta del excedente a las áreas urbanas. Por otro lado, precios de agua más elevados implican una eficiencia ligeramente superior, a medida que los agricultores reducen su uso, introducen cultivos de mayor valor y utilizan niveles superiores de tecnología de riego en algunos cultivos.

Según dichos autores, si el coste marginal de incrementar la eficiencia productiva es mayor que el beneficio de utilizar el agua adicional, mejoras en la eficiencia productiva sólo son atractivas desde una perspectiva económica cuando el agua ahorrada es transferida a usos de mayor valor, por ejemplo cambiando la cartera de cultivos, realizando transacciones de agua entre sistemas, o reasignándola hacia usos doméstico-industriales.

Además, si las mejoras en eficiencia productiva conducen a daños medioambientales o ecológicos, como reducción del nivel de calidad del agua, encharcamiento y salinización, u otras externalidades negativas y efectos a terceros, pueden en realidad reducir los niveles de eficiencia económica (Wichelns, 1999; Dinar, 1993)

Navarro C. de Sobregrau et al. (2005a,b) y Navarro C. de Sobregrau et al. (2006) presentan resultados de ratios de eficiencia económica para distintas zonas regables de España. A nivel internacional existe una amplia literatura en la que se calculan dichos valores, aunque su comparación pierde interés dada la heterogeneidad de las condiciones (cultivos, clima, gestión, comercialización, etc.). Por si el lector tiene interés, Cai et al. (2001) y Cai et al. (2003) aportan valores globales para la cuenca del río Maipo en Chile.

Metodología

Para la realización de este estudio se ha dispuesto de datos de diferentes explotaciones agrícolas situadas en la zona regada por los

Canales de Urgell. Estos datos se obtuvieron mediante la realización de entrevistas a 24 agricultores que disponían de uno o más de los cultivos representativos de la zona (tabla 1). Para la recogida de información se tomó como año de referencia el 2004 en el caso de los cultivos extensivos y el 2003 para los frutales².

Con los datos obtenidos en las entrevistas y para cada uno de los cultivos se han determinado los siguientes valores:

– Ingresos (venta del producto y subvención, si es el caso)

– Costes variables:

- Mano de obra
- Materias primas
- Maquinaria (combustible, reparaciones y mantenimiento)
- Labores contratadas

– Costes fijos:

- Maquinaria (amortizaciones, coste del capital, coste del almacén y seguro)

- Plantación, en caso de frutales (amortización y coste del capital)

- Seguros

- Impuestos (canon y derramas de agua, contribución rústica, seguridad social, etc.)

- Otros (gestoría, etc.)

A partir de los cuales se han calculado los siguientes:

– Margen bruto: Ingresos – Costes variables

– Beneficio: Ingresos – Costes totales

– Ratio Rendimiento / agua aplicada

– Ratio Margen bruto / agua aplicada

– Ratio Beneficio / agua aplicada

Para el cálculo de los ingresos se ha tenido en cuenta la producción total en el año de referencia más las ayudas o subvenciones, en caso de percibirse. Por si los años considerados no fuesen representativos de un año "normal" en cuanto a rendimientos y precios, las posibles fluctuaciones en los ingresos se han recogido solicitando a los agricultores

Tabla 1. Número de encuestas realizadas y superficie total por cultivo
Table 1. Number of cases and total crop surface

Cultivo	nº casos	Superficie total (ha)
Maíz	13	348
Trigo	10	168
Alfalfa	11	577
Manzana Golden	7	25
Pera Conference	5	14
Pera Blanquilla	4	4

² Puesto que los agricultores liquidan la venta del producto con la cooperativa o empresa comercializadora en el año siguiente al de producción.

una estimación de los valores de rendimientos medios para los cultivos estudiados, y utilizando precios medios, máximos y mínimos de los publicados por el DARP en el período 2000-2003 en el caso de los frutales y 2000-2004 en el caso de los extensivos.

El cálculo de las amortizaciones se ha realizado asignando una vida útil a cada elemento de la maquinaria; en el caso del tractor, por ejemplo, se han tomado 12.000 horas. El coste del capital se ha calculado suponiendo un interés del 4%. Respecto a los seguros, se ha considerado el correspondiente al tractor, ya que el resto de elementos no son asegurados generalmente.

Los costes fijos de la plantación solamente se han tenido en cuenta en el caso de los frutales y se les ha asignado una vida útil de 20 años, como valor más frecuente observado en las explotaciones estudiadas. Se acepta que la mano de obra se retribuye en 6 €/h, tanto si es trabajo manual o mecanizado, de acuerdo a los salarios medios que se manejan en la zona de estudio. En otras labores como la poda o el aclareo en frutales se ha aplicado un salario de 9 €/h. El coste de reparaciones y mantenimiento de la maquinaria (R&M) se ha calculado utilizando el método propuesto por ASAE (1994, 1998).

Para determinar el agua aplicada por hectárea y riego, dado que los agricultores conocen el número de riegos que aplican pero no el volumen de agua utilizado, se han consultado los trabajos de Canela (1989), Marc (1992), Cots (1993), Tilló (1995) y Costa (2000) para la zona de estudio. De la serie de valores obtenidos, se establecieron los valores medio, máximo y mínimo, a partir de los cuales se calcularon los distintos ratios de eficiencia (productiva y económica).

Resultados

A continuación se indican los resultados obtenidos para los cultivos estudiados. En la tabla 2 se muestran los costes variables y su distribución porcentual para los cultivos de maíz, trigo y alfalfa. Como puede observarse, el coste de las semillas y de los fertilizantes fueron los más elevados en el cultivo de maíz, mientras que en el trigo y la alfalfa el mayor porcentaje de costes variables correspondió a los fertilizantes y las labores contratadas.

Los costes variables en frutales (tabla 3) se situaron en torno a los 3.400 €/ha en las diferentes especies y variedades estudiadas. Parece observarse una distribución similar

Tabla 2. Costes variables en cultivos extensivos (€/ha y %)
Table 2. Variable costs in alfalfa and annual crops (€/ha and %)

Cultivo		Costes variables						Total CV	
		M.O. propia	M.O. riego	Labores contratadas	Abonos	Fito-sanitarios	Semillas		Combustible +R&M
Maíz	€/ha	45	102	108	178	62	208	59	762
	%	5,90	13,40	14,15	23,43	8,14	27,27	7,71	100,00
Trigo	€/ha	30	47	101	127	19	80	34	438
	%	6,81	10,70	23,00	29,04	4,38	18,22	7,86	100,00
Alfalfa	€/ha	63	119	148	137	20	40	85	612
	%	10,32	19,40	24,16	22,34	3,27	6,61	13,89	100,00

de los diferentes componentes de estos costes en los distintos cultivos, en que la mano de obra dedicada a la recolección y a la poda, junto con el coste de los productos fitosanitarios suponían más del 60% de los costes variables totales.

En cuanto a los costes fijos (tabla 4) en maíz, trigo y alfalfa, se obtuvo un valor similar, entre 250 y 270 €/ha. El componente del coste fijo más elevado correspondía a los impuestos del agua, con más del 40% del total. Los costes fijos de la maquinaria repre-

sentaron también un porcentaje importante, especialmente en el cultivo de la alfalfa, con un 28,4% del total.

Los costes fijos correspondientes a los frutales estudiados (tabla 5) arrojaron en todos los casos resultados similares, entre los 1.550 y los 1.700 €/ha. La distribución de estos costes no difiere demasiado entre las diferentes especies y variedades estudiadas, correspondiendo los más importantes al seguro del cultivo, que junto con los costes fijos de la maquinaria representaron cerca del 70% del total.

Tabla 3. Costes variables en frutales (€/ha y %)
Table 3. Variable costs in fruit trees (€/ha and %)

Cultivo		M.O.				Costes variables				Total CV
		poda	recolección	riego	otros	Herbicidas	Abonos	Fito-sanitarios	Combustible +R&M	
Manzana	€/ha	707	758	119	332	50	162	687	524	3.340
Golden	%	21,18	22,70	3,55	9,95	1,50	4,86	20,57	15,68	100,00
Pera	€/ha	728	943	104	243	38	197	690	524	3.466
Conference	%	21,00	27,20	2,99	7,01	1,10	5,67	19,90	15,12	100,00
Pera	€/ha	838	680	104	203	46	141	766	643	3.421
Blanquilla	%	24,49	19,87	3,03	5,94	1,34	4,13	22,40	18,80	100,00

Tabla 4. Costes fijos en cultivos extensivos (€/ha y %)
Table 4. Fixed costs in alfalfa and annual crops (€/ha and %)

Cultivo		Costes fijos					Total CF	
		Maquinaria	Agua	Contribución rústica	Seguros	Seg. Social		Otros
Maíz	€/ha	46	122	24	23	46	8	268
	%	17,25	45,40	8,76	8,57	17,18	2,82	100,00
Trigo	€/ha	40	122	22	11	47	9	252
	%	15,98	48,42	8,79	4,54	18,70	3,57	100,00
Alfalfa	€/ha	75	110	23	0	50	5	263
	%	28,41	41,92	8,58	0,00	19,01	2,08	100,00

Tabla 5. Costes fijos en frutales (€/ha y %)
 Table 5. Fixed costs in fruit trees (€/ha and %)

Cultivo		Maquinaria	Plantación	Agua	Costes fijos			Otros	Total CF
					Contribución rústica	Seguros	Seg. Social		
Manzana	€/ha	540	288	100	30	639	83	26	1.705
Golden	%	31,68	16,89	5,84	1,74	37,45	4,89	1,52	100,00
Pera	€/ha	424	288	120	33	588	110	23	1.586
Conference	%	26,73	18,16	7,54	2,11	37,09	6,92	1,46	100,00
Pera	€/ha	577	288	123	26	619	57	2	1.691
Blanquilla	%	34,11	17,03	7,24	1,56	36,60	3,34	0,13	100,00

La información anterior nos permite determinar los costes totales, y junto con los ingresos, los márgenes brutos y beneficios para los cultivos estudiados (tabla 6). Los frutales presentan unos valores mayores de estos parámetros, especialmente la pera Conference, para la cual se han obtenido unos ingresos medios cercanos a los 12.000 €/ha, un margen bruto de 8.116 €/ha y un beneficio de 6.530 €/ha. El beneficio representa el 49% de los ingresos del maíz, el 32% del trigo, el 45% de la alfalfa, el 30% de la manzana Golden, el 56% de la pera Conference y el 48% de la pera Blanquilla.

Como se ha indicado anteriormente en la metodología, por si los años considerados en las entrevistas no fuesen suficientemente representativos de un año "normal", se solicitó a los agricultores una estimación del rendimiento medio de los cultivos, y se consideró una fluctuación en los precios de venta del producto según datos publicados por el DARP para los 4-5 años previos a los estudiados. De esta forma se obtuvieron los intervalos de valores indicados en la tabla 7 para los ingresos, márgenes brutos y beneficios.

Tabla 6. Ingresos, costes totales, márgenes brutos y beneficios de los diferentes cultivos
 Table 6. Income, Total cost, Gross margin and Profit for the studied crops

Cultivo	Rendimiento (kg/ha)	Ingresos (€/ha)	Costes totales (€/ha)	Margen bruto (€/ha)	Beneficio (€/ha)
Maíz	11.598	2.014	1.030	1.252	984
Trigo	5.721	1.015	690	578	325
Alfalfa	14.459	1.584	876	971	708
Manzana Golden	42.006	7.982	5.546	4.141	2.436
Pera Conference	26.925	11.706	5.176	8.116	6.530
Pera Blanquilla	23.786	9.759	5.113	6.338	4.646

Tabla 7. Ingresos, márgenes brutos y beneficios de los diferentes cultivos¹. Valores mínimo, medio y máximo (€/ha)

Table 7. Income, Gross margin and profit of the studied crops¹. Lowest, mean and highest values (€/ha)

Cultivo	Ingresos (€/ha)			Margen bruto (€/ha)			Beneficio (€/ha)		
	Mínimo	Medio	Máximo	Mínimo	Medio	Máximo	Mínimo	Medio	Máximo
Maíz	2.042	2.115	2.316	1.280	1.353	1.554	1.012	1.085	1.286
Trigo	1.035	1.080	1.136	597	642	698	344	389	445
Alfalfa	1.358	1.407	1.465	745	794	852	482	531	589
Manzana Golden	8.640	12.906	16.491	4.799	9.065	12.650	3.093	7.360	10.945
Pera Conference	11.312	12.818	14.441	7.723	9.228	10.851	6.137	7.642	9.265
Pera Blanquilla	7.795	10.900	14.482	4.374	7.478	11.060	2.683	5.787	9.369

(1) Valores calculados a partir de rendimientos medios estimados de los cultivos y precios de venta máximos, medios y mínimos de los valores anuales del período 2000-2004 para los cultivos extensivos y del período 2000-2003 para los frutales.

Los frutales presentaron una mayor oscilación en los valores, mostrándose por tanto más influidos por la variación de precios que los cultivos extensivos. La manzana Golden y la pera Blanquilla llegaron incluso a presentar una variación cercana al 100% para los ingresos, y más del doble en el caso del margen bruto y el beneficio. La pera Conference parecía comportarse de forma más estable que los otros frutales estudiados.

Para poder determinar los ratios de eficiencia productiva y económica, se disponía de los

volúmenes de agua aplicada por hectárea y riego, obtenidos de los trabajos anteriormente citados, así como del número de riegos aplicado (tabla 8).

Se observa que el volumen de agua aplicado por hectárea y riego en los cultivos de frutales y maíz se sitúa alrededor de 1.000 a 1.100 m³/ha y riego como valor medio, mientras que en los cultivos de alfalfa y trigo se aplican usualmente dotaciones mayores, entre 1.400 y 1.800 m³/ha y riego, respectivamente. Estas diferencias entre cultivos se explican por la

Tabla 8. Volumen de agua aplicada para los cultivos estudiados¹
Table 8. Applied water volume for the studied crops¹

Cultivo	nº riegos	Agua aplicada (m ³ /ha y riego)			Dotación aplicada (m ³ /ha)		
		mínima	media	máxima	mínima	media	máxima
Maíz	7	900	1.100	1.500	6.300	7.700	10.500
Trigo	3,5	1.500	1.800	2.300	5.250	6.300	8.050
Alfalfa	8,4	1.000	1.400	1.900	8.400	11.760	15.960
Manzana Golden	8	800	1.000	1.200	6.400	8.000	9.600
Pera Conference	7	700	1.100	1.700	4.900	7.700	11.900
Pera Blanquilla	7,5	700	1.100	1.700	5.250	8.250	12.750

(1) Elaboración propia a partir de Canela (1989), Marc (1992), Cots (1993), Tilló (1995) y Costa (2000).

mayor densidad de vegetación de la alfalfa y el trigo frente al maíz, que se siembra en hileras, y frente a los frutales, por plantarse en hileras y por la compactación que sufre el suelo por el paso sucesivo de maquinaria, disminuyendo su capacidad de infiltración y favoreciendo el avance del agua.

La variabilidad que se observa en los volúmenes aplicados de agua para un mismo cultivo se debe a evaluaciones realizadas en diferentes tipos de suelo, a diferencias en las condiciones de nivelación, al manejo del riego por los regantes, al contenido de humedad del suelo previo al riego, a si se trata del primer riego o no (ya que éste necesita volúmenes de agua mayores), al estado de desarrollo del cultivo, a las prácticas culturales (alfalfa o hierba entre calles de frutales recién cortada o no), etc.

A partir de los volúmenes de agua aplicados se han calculado los ratios de eficiencia productiva y económica para cada cultivo (tabla 9).

El ratio rendimiento / agua aplicada alcanzó su valor mayor en los frutales, especialmente en la manzana Golden, con un valor medio superior a 5 kg/m³, mostrando valores inferiores en los cultivos extensivos, con casi la uni-

dad de media en trigo y algo más en alfalfa y maíz. Los mayores valores del ratio rendimiento / agua aplicada en los frutales no son debidos a una mayor eficiencia de dichos cultivos en el uso del agua de riego, sino al hecho de que la parte recolectada en los frutales tiene un contenido en agua cercano al 90% mientras que en el caso de los cultivos extensivos está entre el 12% (alfalfa) y el 14% (trigo y maíz). En cuanto a los ratios margen bruto / agua aplicada y beneficio / agua aplicada, se obtuvieron también valores superiores para los frutales, especialmente en pera Conference.

La manzana Golden es una variedad de elevado rendimiento y costes similares a las variedades de pera, pero dado que su precio de venta es bajo, disminuyen el margen bruto y el beneficio. Además, el consumo de agua es superior al de las variedades de pera, puesto que al ser la recolección más tardía, se aplica un riego más. Lo expuesto hace que la eficiencia económica de la manzana Golden sea inferior a la del peral.

A continuación, la tabla 10 muestra la estabilidad de los ratios estudiados cuando las condiciones son razonablemente extremas, en

Tabla 9. Ratios obtenidos considerando los valores mínimo, medio y máximo de agua aplicada por cada riego

Table 9. Calculated ratios according to the lowest, mean and highest values of applied water for each irrigation

Cultivo	Rendimiento/agua aplicada (kg/m ³)			Margen bruto/agua aplicada (€/m ³)			Beneficio/agua aplicada (€/m ³)		
	Mínimo	Medio	Máximo	Mínimo	Medio	Máximo	Mínimo	Medio	Máximo
Maíz	1,84	1,51	1,10	0,20	0,16	0,12	0,16	0,13	0,09
Trigo	1,09	0,91	0,71	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04
Alfalfa	1,73	1,24	0,91	0,12	0,08	0,06	0,08	0,06	0,04
Manzana Golden	6,56	5,25	4,38	0,65	0,52	0,43	0,38	0,30	0,25
Pera Conference	5,49	3,48	2,26	1,66	1,05	0,68	1,33	0,85	0,55
Pera Blanquilla	4,53	2,88	1,86	1,21	0,77	0,50	0,88	0,56	0,36

que los precios alcanzan su valor mínimo o máximo y también lo hace la cantidad de agua aplicada. De esta forma, se consiguen las condiciones más desfavorables, combinando precio mínimo y aplicación máxima de agua, y las condiciones más favorables combinando precio máximo y aplicación mínima de agua.

Se aprecia una mayor oscilación de los ratios en frutales que en extensivos, debido a la mayor variabilidad en el precio de venta.

Como consecuencia, parece que debería recomendarse a los frutales como cultivos más eficientes desde el punto de vista de la utilización del agua de riego, pero seguramente no sería una buena estrategia debido a otros factores que deben tenerse también en cuenta, como por ejemplo el mercado y los efectos que sobre él pueda tener la globalización, la disponibilidad de mano de obra, el manejo,

la política agraria comunitaria, etc. Debería procurarse racionalizar la utilización del agua como bien escaso que constituye, convirtiéndose en más eficiente su manejo, dadas las condiciones actuales del sistema de riego.

Por último, se ha procedido a comparar (tabla 11) los datos obtenidos para los ratios con los obtenidos en otras zonas de España. Concretamente, se han consultado varias referencias de Navarro *et al.* (2005a y b) y Navarro *et al.* (2006) para Badajoz (zona regable de Montijo) y León (margen izquierda del Porma).

Se obtienen valores ligeramente superiores en Lleida que en el resto de estudios para el maíz, y en el caso de la alfalfa, valores superiores a Badajoz e inferiores a León. El agua aplicada (m^3/ha y año) en estos casos fue de 9.735 en maíz y 16.873 en alfalfa (Badajoz), y 9.367 en maíz y 8.569 en alfalfa (León).

Tabla 10. Rango de variación de los ratios¹
Table 10. Ratio variation range¹

Cultivo	Margen bruto/agua aplicada(€/m ³)	Beneficio/agua aplicada (€/m ³)
Maíz	[0,12-0,24]	[0,09-0,19]
Trigo	[0,07-0,12]	[0,04-0,07]
Alfalfa	[0,05-0,11]	[0,04-0,08]
Manzana Golden	[0,51-2,02]	[0,34-1,75]
Pera Conference	[0,70-2,37]	[0,56-2,04]
Pera Blanquilla	[0,33-2,03]	[0,19-1,71]

(1) Intervalo valores mínimos de precios y máximos de agua aplicada, valores máximos de precios y mínimos de agua aplicada.

Tabla 11. Comparación de los ratios con otras zonas de España¹
Table 11. Ratio comparison with other Spanish areas¹

Cultivo	Lleida		Badajoz		León	
	MB/aa	B/aa	MB/aa	B/aa	MB/aa	B/aa
Maíz	0,16	0,13	0,06	0,03	0,10	0,03
Alfalfa	0,08	0,06	0,04	0,03	0,14	0,07

Fuente: Elaboración propia a partir de Navarro *et al.* (2005, 2006).

(1) MB/aa: ratio Margen bruto / agua aplicada (€/m³); B/aa: ratio Beneficio / agua aplicada (€/m³).

Conclusiones

Los ratios de eficiencia productiva y económica presentan mayores valores en frutales, destacando la manzana Golden en el ratio de rendimiento respecto al agua aplicada y la pera Conference en los ratios de margen bruto y beneficio respecto al agua aplicada.

Las fluctuaciones en los precios de venta de los productos, combinadas con volúmenes de agua aplicada extremos, afectan en mayor grado a los resultados obtenidos en frutales, con índices de eficiencia económica entre 0,33 y 2,37 €/m³ para el margen bruto, y entre 0,19 y 2,04 €/m³ para el beneficio. En cultivos extensivos, dichos índices oscilan entre 0,05 y 0,24 €/m³ en el margen bruto y entre 0,04 y 0,19 €/m³ en el beneficio.

Los valores obtenidos de eficiencia productiva y económica del uso del agua de riego en la zona de estudio y para la muestra utilizada, aportan información hasta ahora no disponible respecto a los cultivos que se producen actualmente y el agua utilizada para ello.

Los valores más favorables obtenidos en frutales respecto a los obtenidos en cultivos extensivos, parecen indicar la conveniencia de implantar dichos cultivos de forma mayoritaria en la zona. Pero dicha recomendación probablemente no constituiría una buena estrategia a no ser que la influencia sobre el cultivo fuese mayor que la actual, es decir, que no estuviese tan expuesto a las inclemencias del tiempo y otros riesgos. Se deberían tener en cuenta además otros aspectos como la comercialización, el menor precio debido a la mayor producción, el tamaño de las parcelas, la falta de mano de obra para la recolección y más especializada para la poda, etc.

Otro aspecto importante sería el ahorro de agua que se produciría a través de la modernización del regadío, implicando una mejora de los ratios estudiados y permitiendo quizás una visión de conjunto de la zona,

de cara a un posible mercado de agua, y cesión de la misma para otros usos no agrícolas o bien a otras zonas. Todo ello bajo la premisa de la sostenibilidad de los sistemas agrarios y suponiendo que tras la modernización no se produjese una intensificación de cultivos que llevase a no disponer de agua para ser cedida.

En este supuesto, el ratio del beneficio respecto al volumen de agua aplicada puede servir de base en caso de reasignación de recursos entre usos y usuarios. Por ejemplo, en la sequía del año hidrológico 2004/2005, en la cuenca del Júcar se preveía la compra de recursos entre 0,13 y 0,19 €/m³ para reducir en un 40% las extracciones del acuífero de La Mancha oriental. Otro ejemplo lo constituirían los contratos de cesión de derechos, como el firmado en el 2006 entre comunidades de regantes de la cuenca del Tajo según el cual cedían 30,9 hm³ a las comunidades de regantes del Segura al precio de 0,18 €/m³ (Berbel, 2007). La fijación de dichos precios está en función de la rentabilidad que los usuarios obtienen del agua y del precio al que están dispuestos a cederla.

A raíz de lo anterior, ante un hipotético mercado de aguas, indicar que en el cálculo del ratio de beneficio respecto al volumen de agua aplicada, además de tener en cuenta la afectación directa al agricultor, cabría considerar la afectación a los sectores relacionados con la cesión del agua, como los servicios (venta de fertilizantes, semillas, fitosanitarios, etc.), la mano de obra o las industrias ligadas a estos productos.

Agradecimientos

Se agradece la ayuda recibida de la Dirección General de Investigación del Ministerio de Ciencia y Tecnología para el proyecto de investigación y desarrollo tecnológico con-

cedido durante el período 2002 a 2005 (REN2002-03990/HID).

Igualmente deseamos agradecer la colaboración y ayuda prestada por la Comunidad general de Regantes de los Canales de Urgell, y especialmente por los agricultores de la zona que han colaborado en las encuestas.

Por último, agradecer los comentarios y sugerencias de los revisores anónimos, que sin duda han permitido mejorar el presente documento.

Bibliografía

- Alonso S, Serrano A, 1991. Los costes en los procesos de producción agraria. Ediciones Mundi-prensa, Madrid.
- ASAE (American Society of Agricultural Engineers) (1994). Standard: Agricultural Machinery Management. ASAE EP496. St. Joseph, MI [USA]: ASAE.
- ASAE (American Society of Agricultural Engineers) (1998). Standard: Agricultural Machinery Management Data. ASAE D497. St. Joseph, MI [USA]: ASAE.
- Batchelor C, 1999. Improving water use efficiency as part of integrated catchment management. *Agricultural Water Management* 40 (2): 249-263.
- Berbel J, 2007. Análisis económico del uso del agua en la agricultura y la ganadería. Jornadas sobre El uso del agua en la Economía Española. Situación y perspectivas. Sevilla, 23 de marzo.
- Burt CM, Clemmens AJ, Strelkoff TS, Solomon KH, Bliesner RD, Hardy LA, Howell TA, Eisenhauer DE, 1997. Irrigation performance measures: Efficiency and uniformity. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 123 (6): 423-442.
- Cai X, Ringler C, Rosegrant MW, 2001. Does efficient water management matter? Physical and economic efficiency of water use in the river basin. Environment and Production Technology Division (EPTD) discussion paper no. 72, International Food Policy Research Institute, Washington. URI: <http://ageconsearch.umn.edu/handle/123456789/19992>
- Cai X, Rosegrant MW, Ringler C, 2003. Physical and economic efficiency of water use in the river basin: Implications for efficient water management. *Water Resources Research* 39 (1): 1013-1029.
- Canela LI, 1989. Evaluación del Riego por Tablares en la Colectividad de Liñola (nº20). Trabajo final de carrera. J. Monserrat (tut.). Universitat Politècnica de Catalunya. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària, Lleida.
- Costa I, 2000. Projecte de millora del reg de 14 ha de la finca Segarra situada en el TM d'Ivars d'Urgell. Projecte final de carrera. J. Monserrat (tut.). Universitat de Lleida. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària. [Grup d'Enginyeria Hidràulica i Hidrològica del Departament d'Enginyeria Agroforestal]
- Cots LI, 1993. Avaluació de l'ús de l'aigua de reg a la zona de les Planes (430 ha) del T.M d'Arbeca (Col·lectivitat nº13 del canal d'Urgell). Proyecto final de carrera. J. Monserrat (tut.). Universitat de Lleida. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària, Lleida.
- DARP (Departament d'Agricultura Ramaderia i Pesca, actualmente DAR: Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural) (2007, gener). Dades i estadístiques: preus percebuts pel pagès (base 2000) [en línia]. [Consultado: enero de 2007]. Disponible en Internet: <http://www.gencat.net/darp/>
- Dinar A, 1993. Economic factors and opportunities as determinants of water use efficiency in agriculture. *Irrigation Science* 14 (2): 47-52.
- Esteban M, 2007. Rendibilitat econòmica dels conreus de l'àrea regable dels Canals d'Urgell (Lleida). Proyecto final de carrera. M. M. Clop (tut.). Universitat de Lleida. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària. [Dpto. Administración de Empresas y Gestión Económica de los Recursos Naturales].

- Hatfield JL, Sauer TJ, Prueger JH, 2001. Managing Soils to Achieve Greater Water Use Efficiency: A Review. *Agronomy Journal* 93: 271-280.
- Howell TA, 2001. Enhancing Water Use Efficiency in Irrigated Agriculture. *Agronomy Journal* 93: 281-289.
- Jiménez-Bolívar JF, Gómez-Limón JA, Berbel Vecino J, 1999. Análisis crítico de los precios del agua como instrumento de gestión de los regadíos españoles. En Arrojo Agudo, P. y Martínez Gil, F.J. (coords.). *El agua a debate desde la Universidad. Hacia una nueva cultura del agua. I Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación de Aguas*, Zaragoza.
- Marc J, 1992. *Avaluació del Reg Superficial en la Sèquia "Manxa" (Arbeca) del Canal d'Urgell*. Treball final de carrera. J. Monserrat (tut.). Universitat Politècnica de Catalunya. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària de Lleida.
- Massarutto A, 2003. Water pricing and irrigation water demand: Economic efficiency versus environmental sustainability. *European Environment* 13 (2): 100-119.
- Navarro C. de Sobregrau M, Frontela Delgado S, González González FJ, Marín Lázaro R, Casanova Mangana E, 2005a. Evaluación de la zona regable de Montijo (Badajoz). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Navarro C. de Sobregrau M, Frontela Delgado S, González González FJ, Marín Lázaro R, Casanova Mangana E, 2005b. Evaluación de la zona regable de Burriana (Castellón). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Navarro C. de Sobregrau M, Marín Lázaro R, Castillo García FJ, González González FJ, 2006. Comparación de datos e indicadores económicos de maíz y alfalfa en la zona regable de Montijo (Badajoz) y de la margen izquierda del Porma (León). XXIV Congreso Nacional de Riegos (ISBN: 84-6899231-3).
- Sabaté P, Sans M, 2003a. Anàlisi de costos d'implantació de pomeres en una explotació fruitera a la comarca del Pla d'Urgell. Departament d'Administració d'Empreses i Gestió Econòmica dels Recursos Naturals (UdL).
- Sabaté P, Sans M, 2003b. Anàlisi de costos d'una explotació de pomeres a la comarca del Pla d'Urgell. Departament d'Administració d'Empreses i Gestió Econòmica dels Recursos Naturals (UdL).
- Tilló J, 1995. *Avaluació del Reg a Pulsos en Taules a la Zona del Canal d'Urgell, i estudi d'una Sonda TDR per a mesurar el contingut d'aigua al sòl*. Proyecto final de carrera. J. Monserrat (tut.). Universitat de Lleida. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària.
- Wallace JS, Batchelor CH, 1997. Managing water resources for crop production. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.* 352, 937-947.
- Wichelns D, 1999. Economic efficiency and irrigation water policy with an example from Egypt. *International Journal of Water Resources Development* 15 (4): 543-560.

(Aceptado para publicación el 11 de junio de 2008)

Estrategias comerciales para el vino ecológico de Castilla-La Mancha¹

R. Bernabéu*, M. Díaz**, R. Olivas***

* E.T.S. Ingenieros Agrónomos, Universidad de Castilla-La Mancha, Campus Universitario s/n 02071 Albacete (España).

** M Díaz Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad de Castilla-La Mancha, Ronda de Calatrava, 7, 13003 Ciudad Real (España). E-mail: Monica.Diaz@uclm.es

*** Instituto de Desarrollo Regional, Universidad de Castilla-La Mancha, Campus Universitario s/n 02071 Albacete (España)

Resumen

Los vinos de calidad elaborados en Castilla-La Mancha tienen una difícil comercialización en el ámbito nacional debido tanto al aumento de competencia entre las bodegas como por el descenso del consumo de vino. Para incrementar su competitividad, resulta necesario conocer cuáles son las preferencias de los consumidores. Para ello, se realizaron 292 encuestas en diciembre de 2006 a consumidores de vino en el área metropolitana de Madrid. Mediante la técnica de análisis conjunto, se han detectado tres segmentos de consumidores. El primer segmento valora sobretodo el precio bajo en un vino, el segundo segmento, busca vinos envejecidos (crianza o reserva) y el tercer segmento, por su procedencia. En todos los casos, el vino ecológico es valorado positivamente. En este sentido, una posible estrategia de diferenciación para las bodegas de Castilla-La Mancha, pasa por ofrecer en el mercado de Madrid vino ecológico adaptado a los consumidores del primer segmento y un vino de gama superior para los consumidores del tercer segmento. Una estrategia complementaria a la anterior, a realizar por la Administración de Castilla-La Mancha, sería la posible creación de la mención *Vinos Ecológicos de Castilla-La Mancha* de manera similar a la de Vinos de la Tierra de Castilla.

Palabras clave: Análisis Conjunto, Comportamiento del consumidor, Vino ecológico, Marketing agroalimentario, Castilla-La Mancha.

Summary

Some commercial strategies carried out for Castilla-La Mancha Organic Wines

Quality wines produced in Castilla-La Mancha are difficult to commercialise in the national ambit due to increasing competition among wineries, as well as the decrease in wine consumption. To increase competitiveness, consumer preferences must be discovered. Therefore, 292 surveys were made on wine consumers in the Madrid metropolitan area in December, 2006. Three consumer segments were detected through the conjoint analysis technique. The first segment particularly values a low price wine. The second one looks for aged wines (vintage or reserve) and the third, their origin. Organic wine was positively valued in all cases. In this sense, a possible differentiation strategy for Castilla-La Mancha wineries would be to offer organic wine adapted to consumers from the first segment and a superior range wine for consumers from the third segment on the Madrid market. A complementary

1. Este trabajo se enmarca dentro del Proyecto de Investigación 03-242/IA-43 "Comercialización y Marketing de los alimentos ecológicos de Castilla-La Mancha (2ª fase)", financiado por la Consejería de Agricultura de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

strategy to this, to be carried out by the Castilla-La Mancha local government, would be the creation of *Castilla-La Mancha Organic Wines* in a similar way as Wines from the Lands of Castilla.

Key words: Conjoint Analysis, Consumer behaviour, Organic wine, Agro-food marketing, Castilla-La Mancha.

Introducción

Dentro del mercado español, los vinos de Castilla-La Mancha tienen una difícil comercialización dentro y fuera de la región por dos circunstancias: la disminución del consumo de vino por el desplazamiento hacia otras bebidas sustitutivas (MAPA, 2004) y la presencia en los mercados nacionales de vinos competidores nacionales y extranjeros. Estas circunstancias obligan a las regiones tradicionalmente elaboradoras de vino a reorientar sus estrategias de comercialización usando nuevos elementos diferenciadores.

En este sentido, desde un punto de vista comercial se puede establecer como elemento diferenciador del vino su carácter ecológico (Brugarolas y Rivera, 2001), ya que los alimentos ecológicos tienen una imagen positiva para los consumidores (Mann, 2003) y se diferencian fundamentalmente por su carácter saludable y respetuoso con el medio ambiente (Aguirre *et al.*, 2003; Sanjuán *et al.*, 2003; Chang y Zepeda, 2004; Armstrong *et al.*, 2005; De Boer, 2006).

En 2006, la superficie española de agricultura ecológica fue de 926.390,3 ha, de las cuales 16.831,6 ha se dedicaron al viñedo (MAPA, 2007), lo que supone el 1,8% de la superficie ecológica nacional. En dicho año, en Castilla-La Mancha se cultivaron 46.335,2 ha de agricultura ecológica (lo que supone el 5% de la superficie nacional), de las cuales se dedicaron 4.864,9 ha al viñedo ecológico (lo que supone el 10,5% de la superficie ecológica de la Comunidad y a su vez, el 28,9% de la superficie ecológica de viñedo nacional) (MAPA, 2007).

No obstante, a pesar de la superficie inscrita en agricultura ecológica en Castilla-La Mancha, el consumo de alimentos ecológicos en la región es muy bajo. Con datos de 2004, Bernabéu y Olmeda (2007) estimaron que los consumidores habituales de alimentos ecológicos en Castilla-La Mancha oscilaban entre el 2% y el 5,8%. Por otra parte, y para ese mismo año, Noomene (2005) estimó en un 8,9% los consumidores habituales de alimentos ecológicos en Madrid (lo que además constituyó un máximo nacional), además de ser un centro de mucha vida social y un buen escaparate para lanzar nuevos productos agroalimentarios.

Por lo anterior, Castilla-La Mancha se configura por tanto como una región productora de alimentos ecológicos a la vez que poco consumidora de los mismos. Además, dentro de la producción de alimentos ecológicos en Castilla-La Mancha, la elaboración de vino ecológico resulta relevante no sólo por la superficie dedicada, sino también por el saber hacer y la experiencia (*know-how*) de los viticultores y bodegueros regionales en la elaboración de vino en general.

En este sentido, el presente trabajo tiene como objetivo básico determinar cuáles podrían ser las estrategias básicas del vino ecológico elaborado en Castilla-La Mancha en el mercado de Madrid, para lo cual es necesario conocer; en primer lugar, la estructura de preferencias del consumidor de vino (así como la importancia que tiene el atributo ecológico como elemento diferenciador) y en segundo lugar, la potencialidad del vino ecológico de Castilla-La Mancha, mediante simulación, en el mercado de Madrid.

Metodología

En este trabajo se encuestó a 292 consumidores de vino del mercado de Madrid (capital y área metropolitana), que se disponían a comprar alimentos para su consumo en el hogar, durante el mes de diciembre de 2006. Para el diseño de la muestra se utilizaron los datos de población de la Comunidad de Madrid del año 2005 según el Servicio de Estadísticas de la Comunidad de Madrid

(IECM, 2006). El muestreo se realizó de forma aleatoria y estratificada con afijación proporcional por población, género y edad (entre 18 y 24 años, 25 y 34 años, 35 y 49 años, 50 y 64 años y más de 64 años), para un nivel de error inferior al 5,9% y un nivel de confianza al 95,5% ($p = q=0,5$; $k = 2$) (tabla 1). Previo al trabajo de campo se realizó un cuestionario prueba a 25 personas para verificar la redacción y comprensión de las preguntas (Rivera, 1989).

Tabla 1. Ficha técnica de la encuesta
Table 1. Technique card of the survey

Ámbito	Comunidad de Madrid
Universo	Consumidores de vino mayores de edad.
Tamaño muestral	292 encuestas.
Error muestral	$\pm 5,9\%$
Nivel de confianza	95,5% ($p=q=0,5$; $k=2$)
Muestreo	Aleatorio estratificado con afijación proporcional a la población, al género y a la edad
Control	De coherencia y estabilidad
Cuestionario previo	25 personas
Trabajo de campo	Diciembre de 2006

La distribución de encuestas se realizó en el entorno de tres hipermercados (Alcampo, Carrefour e Hipercor) y en el Mercado de Las Ventas, ya que, según el Comité de Agricultura Ecológica de la Comunidad de Madrid, éstos son los principales establecimientos de compra de los consumidores de alimentos ecológicos.

Las encuestas se realizaron en diez centros distintos, siete de ellos se localizaban en Madrid capital (Moratalaz, Fuencarral, Arganzuela, Hortaleza, Latina, San Blas y Ventas) y tres en municipios de alrededor (Leganés, Pozuelo y Alcobendas).

El cuestionario definitivo, dirigido tanto a consumidores como a potenciales consumidores de alimentos ecológicos (es decir, aque-

llos que no son consumidores actuales de alimentos ecológicos pero manifiestan una predisposición favorable a su consumo en el futuro), estaba estructurado y dividido en cinco apartados: características de consumo de alimentos ecológicos, disposición máxima al pago de los alimentos ecológicos (respecto a los convencionales), actitudes de compra de alimentos, cuestiones sobre los estilos de vida y características socioeconómicas del consumidor. Dentro de las preguntas relativas a las actitudes en la compra de alimentos, se incluyeron las encaminadas para detectar la estructura de preferencias del consumidor.

La técnica utilizada para determinar las preferencias del consumidor, ha sido la de Análisis Conjunto (Green y Rao, 1971), en los que

el sujeto informa de la preferencia global del perfil de un producto, estimando el investigador la importancia de cada uno de los atributos en la percepción global del sujeto.

A través de la bibliografía existente, entrevistas con expertos de diversos ámbitos (empresarial, institucional e investigador)² y de un cuestionario previo se han seleccionado los atributos y niveles más representativos del proceso de compra de vino tinto de calidad por el consumidor. Los atributos identificados como más importantes en el vino tinto de calidad han sido: *el precio* de la botella de 0,75 L (3 €, 5 € y 7 €)³, *el tipo* (joven, crianza y reserva), *el origen* (Castilla-La Mancha, Madrid y La Rioja) y, finalmente, *el sistema* de producción (ecológico y convencional). Con estos cuatro atributos y sus once niveles se han obtenido 54 (3 x 3 x 3 x 2) posibles productos.

Evaluar los 54 posibles productos sería prácticamente inviable para una persona. Sin embargo, mediante un diseño factorial fraccionado, por el que permite que no exista correlación entre los atributos (diseño ortogonal), a través del procedimiento *Orthoplan* del módulo *Categories* (SPSS, 2006), ha permitido reducir las combinaciones a nueve (tabla 2). La elección de un diseño ortogonal frente a la presentación de todas las combinaciones posibles de productos limita la obtención de información únicamente a los efectos principales de los atributos, eliminando las interacciones (ya que éstas explican menos del 10% sobre el total de las preferencias), a la vez que presenta la ventaja de poder ofrecer sólo nueve productos a cada encuestado, estimándose que esta ventaja supera a dicho inconveniente (Kirk, 1982; Braña et al., 1995).

Tabla 2. Tarjetas de vinos hipotéticos expuestos a los consumidores
Table 2. Hypothetical wines cards presented to the consumers

Nº Tarjeta	Precio*	Tipo	Origen	Sistema
1	7 €	Crianza	La Rioja	Ecológico
2	7 €	Reserva	CLM	Convencional
3	5 €	Joven	La Rioja	Convencional
4	5 €	Reserva	Madrid	Ecológico
5	5 €	Crianza	CLM	Ecológico
6	3 €	Reserva	La Rioja	Ecológico
7	3 €	Joven	CLM	Ecológico
8	7 €	Joven	Madrid	Ecológico
9	3 €	Crianza	Madrid	Convencional

*Botella de 0,75 L.

2. En el ámbito empresarial se entrevistaron a gerentes y técnicos de bodegas de empresas mercantiles y cooperativas; en el institucional, a técnicos del sector de la Administración y, finalmente, en el ámbito educativo, a investigadores de Universidad.

3. Dada la gran disparidad de precios de los vinos tintos de calidad según su procedencia (Castilla-La Mancha, Madrid y La Rioja), se ha considerado un rango medio de precios de venta en el que es posible encontrar distintos tipos de vinos (jóvenes, crianzas y reservas), en diferentes superficies comerciales del área metropolitana de Madrid.

Una vez diseñadas las tarjetas de los vinos hipotéticos, éstas se presentaron a cada uno de los encuestados (anexo 1), quienes asignaron una puntuación de 1 a 10 a cada tarjeta en función de sus preferencias declaradas, con posibilidad de repetir puntuación en más de una tarjeta, correspondiendo el 1 al menor grado de preferencia y el 10 al mayor grado de preferencia (método de perfil completo).

La especificación de la técnica de Análisis Conjunto parte de la hipótesis de que las preferencias de las personas entrevistadas, o su valoración global del vino, se obtiene a partir de las puntuaciones individuales de cada atributo, de tal manera que la suma de dichas puntuaciones genera la valoración global (Steenkamp, 1987). Se partió de un modelo aditivo ya que explica, en casi todos los casos, un porcentaje muy elevado (entre el 80% ó 90%) de la variación de la preferencia de los individuos (Hair et al., 1999). Su formulación se muestra en la siguiente ecuación:

$$\text{Valoración} = \beta_0 + \sum_{i=1}^3 \beta_i D_{1i} + \sum_{j=1}^3 \beta_j D_{2j} + \sum_{k=1}^3 \beta_k D_{3k} + \sum_{l=1}^2 \beta_l D_{4l}$$

donde β_{1i} , β_{2j} , β_{3k} y β_{4l} son los coeficientes asociados a los niveles i ($i = 1,2,3$); j ($j = 1,2,3$), k ($k = 1,2,3$), y l ($l = 1,2$) de los atributos

precio (1), tipo (2), origen (3) y sistema (4), respectivamente, y donde D_{1i} , D_{2j} , D_{3k} y D_{4l} son las variables ficticias por cada atributo, considerando los niveles de cada atributo como categóricos.

El resultado final del programa *Conjoint* permite estimar las utilidades parciales de cada uno de los atributos y la utilidad total de cada perfil. Con las utilidades parciales de cada persona entrevistada y para determinar la estructura de preferencias de los consumidores, se calculó la importancia relativa (I.R.) de los atributos de cada una de ellas, siendo $\max U_i$ la utilidad máxima y $\min U_i$ la utilidad mínima. Así, la proporción de rango asignada a cada atributo, sobre la variación de rangos total (Halbrendt et al., 1991; Hair et al., 1999), es:

$$IR(\%) = \frac{\max U_i - \min U_i}{\sum (\max U_i - \min U_i)} \times 100$$

Posteriormente y en función de la importancia relativa de los atributos para cada consumidor, se realizó un análisis multivariante de segmentación de conglomerados de K-medias sobre la estructura de preferencias utilizando el algoritmo *Quick Segmentation Analysis* del programa estadístico SPSS 14.0 (SPSS, 2006).

A continuación se determinó las cuotas de mercado de los vinos más preferidos median-

Anexo 1. Ejemplo de modelo de tarjeta presentada a los consumidores
Appendix 1. Example of card presented to consumers

Puntúe, de 1 (menos preferido) a 10 (más preferido), su intención de compra de un vino tinto en su establecimiento habitual, con las siguientes características:

Precio:	3 €
Tipo:	Joven
Origen:	Castilla-La Mancha
Sistema:	Ecológico

Puntuación: _____

te simulación empleándose el modelo de máxima utilidad (MU). El modelo MU supone que el consumidor elige aquel producto que le proporciona la utilidad máxima, obteniéndose la cuota de mercado como la propor-

ción de veces que cada producto propuesto es elegido como el más preferido de entre todos los encuestados.

Las características socioeconómicas de los encuestados se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Características socioeconómicas de la población y de la muestra encuestada (%)
Table 3. Sample socio-demographic characteristics of the subjects participating to the consumer panel (%)

Característica	Niveles	Población (*)	Muestra
Edad (años)	18-24	13,1	12,7
	25-34	21,5	25,4
	35-49	27,0	29,6
	50-64	19,6	18,9
	> 64	18,8	13,4
Género	Mujer	47,0	43,6
	Hombre	53,0	56,4
Estudios	Elementales	26,4	22,7
	Medios	43,9	46,4
	Superiores	29,7	30,9
Ocupación	Empresario	7,7	7,9
	Empleado	52,5	54,3
	Ama de casa	11,6	11,0
	Estudiante	5,8	10,7
	Jubilado	11,2	11,3
	Otra	11,2	4,8
Renta	< 900 €	11,5	6,9
	de 900 € a 1.500 €	26,6	25,4
	de 1.500 € a 2.100 €	16,6	32,0
	de 2.100 € a 3.000 €	19,0	23,0
	> 3.000 €	26,3	12,7
Habitat	Madrid capital	73,7	71,1
	Área metropolitana	26,3	28,9

(*) Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IECM (2006) e INE (2006).

Resultados

Estructura de preferencias del consumidor

Los resultados de la estimación de las preferencias del consumidor respecto a un vino tinto de calidad se muestran en la tabla 4.

Considerando la población total, el atributo con mayor I.R. es el precio (35,73%), seguido del tipo de vino (26,39%) y del sistema de producción (19,14%) y del origen (18,73%). En este sentido, y en el mismo sentido de lo señalado por diversos autores (Albiac et. al., 1986; Bernabéu et al., 2005,

Tabla 4. Utilidades asignadas a los niveles de los atributos
 Table 4. Estimated utility of the attribute levels

Atributos y niveles	Población total		Segmento 1 (50,2%) ¹		Segmento 2 (27,1%) ¹		Segmento 3 (22,7%) ¹	
	IR (%)	Util.	IR (%)	Util.	IR (%)	Util.	IR (%)	Util.
Precio***	35,73		47,71		25,27		16,78	
3 €		0,722		1,032		0,495		0,310
5 €		-0,208		-0,281		-0,053		-0,236
7 €		-0,514		-0,751		-0,442		-0,074
Tipo***	26,39		14,29		52,36		20,20	
Joven		-0,581		-0,336		-1,205		-0,377
Crianza		0,249		0,199		0,470		0,098
Reserva		0,332		0,137		0,736		0,280
Origen***	18,73		11,97		11,84		53,77	
CLM		0,214		0,210		-0,003		0,482
Madrid		-0,431		-0,237		-0,218		-1,115
La Rioja		0,217		0,027		0,221		0,633
Sistema***	19,14		26,02		10,53		9,25	
Ecológico		0,331		0,486		0,195		0,150
Convencional		-0,331		-0,486		-0,195		-0,150

¹ Tamaño del segmento

*** Indica diferencias significativas con un error máximo de un 1%

IR = Importancia Relativa; Util.= Utilidad

2007), el precio del vino se configura como el atributo más relevante en el momento de la compra para el consumidor del área metropolitana de Madrid, lo cual contrasta significativamente con lo señalado por Sánchez y Gil (1997) que consideran que el atributo más importante es el origen del vino.

En este sentido, dada la importancia que para el consumidor adquiere el atributo precio, y aunque la calidad sensorial tiene un impacto positivo en dicho precio, es la reputación colectiva e individual de la bodega las que parecen explicar las diferencias de precios entre los vinos de calidad (Angulo et al., 2000; Schamel, 2000).

A partir de la importancia relativa concedida a los atributos del vino por cada uno de los

consumidores, se procedió a la segmentación de la población total, detectándose tres segmentos de consumidores que difieren en su estructura de preferencias hacia el vino tinto de calidad. El primer segmento (50,2%) valora sobre todo el precio; el segundo (27,1%), considera como atributo más importante el tipo; y el tercero (22,7%) considera como atributo más importante el origen del vino.

El análisis de dichas diferencias revela que el precio más bajo (3 €) es valorado por encima de la media por los consumidores del segmento 1, y por debajo por los consumidores de los segmentos 2 y 3. El precio de 5 €, es valorado negativamente por los tres segmentos, aunque para los consumidores que basan su decisión en el tipo de vino, la utili-

dad es menos negativa que para quienes basan su decisión en el precio o en el origen. Las principales diferencias aparecen entre los segmentos 1 y 3, confirmándose que los consumidores que se orientan por el atributo origen del vino, le conceden menos importancia al precio en su decisión de compra.

En el atributo tipo de vino, las diferencias más significativas aparecen entre los segmentos 1 y 2. El segmento 2 valora menos los vinos jóvenes y más los más envejecidos al contrario que los segmentos 1 y 3.

Respecto a los niveles del atributo origen, las principales diferencias aparecen entre los

segmentos 2 y 3. El segmento 3 valora más el origen, concede una utilidad por encima de la media a los vinos de Castilla-La Mancha y a los de La Rioja. Sin embargo, los consumidores que consideran como principal atributo el tipo de vino (segmento 2), valoran los vinos de Castilla-La Mancha por debajo de la media. Los vinos de Madrid, pese a tener una utilidad negativa para todos los consumidores, son menos valorados por los consumidores que conceden mayor importancia al origen, que por quienes valoran fundamentalmente el tipo de vino.

En el atributo sistema de producción, las principales diferencias aparecen entre el

Tabla 5. Características socioeconómicas de los consumidores de vino
Table 5. Socioeconomics characteristics of the wine consumers

Características		Segmento 1 (50,2%) ¹ (Precio)	Segmento 2 (27,1%) ¹ (Tipo)	Segmento 3 (22,7%) ¹ (Origen)
Edad** (Años)	18-24	14,4	12,6	9,1
	25-34	26,0	25,3	24,1
	35-49	32,9	29,1	22,8
	50-64	15,7	20,3	24,3
	>64	11,0	12,7	19,7
Género	Mujer	43,2	43,0	45,5
	Hombre	56,8	57,0	54,5
Estudios	Elementales	21,9	24,1	22,7
	Medios	52,1	41,8	39,4
	Superiores	26,0	34,2	37,9
Ocupación	Empresario	7,5	10,1	6,1
	Empleado	58,2	51,9	48,5
	Ama de casa	9,6	10,1	15,1
	Estudiante	10,3	15,2	6,1
	Jubilado	8,9	10,1	18,1
Renta	Otro	5,5	2,6	6,1
	< 900 €	4,8	8,9	9,1
	de 900 € a 1.500 €	25,3	21,5	30,3
	de 1.500 € a 2.100 €	28,8	39,2	30,3
	de 2.100 € a 3.000 €	27,4	19,0	18,2
Hábitat**	> 3.000 €	13,7	11,4	12,1
	Madrid capital	65,8	74,7	78,8
	Área metropolitana	34,2	25,3	21,2

(1) Tamaño del segmento

** Indica diferencias significativas con un error máximo de un 5%.

segmento 1 y los segmentos 2 y 3. Así, el segmento 1 valora por encima de la media los vinos procedentes de agricultura ecológica, al contrario que los segmentos 2 y 3. En todos los casos, el sistema convencional es valorado negativamente si bien son los consumidores que basan su decisión de compra en el precio los que presentan una utilidad más negativa que para quienes basan su decisión en el tipo o en el origen del vino.

Por último, señalar que las características socioeconómicas de los tres segmentos de consumidores de vino (tabla 5) son muy similares en los que destaca mayoritariamente, la presencia de hombres y con estudios medios, fundamentalmente asalariados con niveles de renta comprendidos entre 1.500 y 2.100 €.

No obstante, aparecen diferencias significativas entre los consumidores del tercer segmento, que valora principalmente el origen del vino y los otros dos, en cuanto a la edad y el

hábitat. En cuanto a la edad, el intervalo de edad mayoritario en el segmento 3 es mayor (50 años a 64 años), que en los segmentos 1 y 2 (35 años a 49 años). Respecto al hábitat, los consumidores del tercer segmento residen en mayor medida en Madrid capital que en su área metropolitana, al contrario que lo que sucede en los segmentos 1 y 2 (tabla 5).

Simulación de cuotas de mercado

Después de analizar las preferencias de los consumidores de vino se han evaluado las posibilidades de distintos vinos en el Madrid, según las preferencias de los consumidores.

Al analizar la estructura de preferencias de los consumidores se observa que los productos con mayores posibilidades de éxito en este mercado son los vinos de fuera de Madrid (Castilla-La Mancha o La Rioja), de precio no muy elevado, envejecidos (preferiblemente, vino tinto crianza) y ecológicos.

Tabla 6. Simulación de la cuota de mercado¹ de escenarios alternativos de la oferta de vino en función de las preferencias de los consumidores

Table 6. Simulation of market quota¹ alternative scenarios of wine offer in function of consumer preferences

Escenario/Sistema	Precio (€/0,75 L)	Origen	Segmento 1 (Precio) (%)	Segmento 2 (Tipo) (%)	Segmento 3 (Origen) (%)
I Ecológico	3	CLM ²	42,5	29,4	14,4
Convencional	3	CLM	5,5	8,5	14,8
Ecológico	5	CLM	3,4	4,1	12,9
Convencional	5	CLM	4,1	2,2	2,7
Ecológico	3	La Rioja	22,6	16,8	21,2
Ecológico	5	La Rioja	6,8	13,0	11,4
Convencional	3	La Rioja	11,0	16,8	17,0
Convencional	5	La Rioja	4,1	9,2	5,7
II Convencional	3	CLM	48,1	35,1	34,2
Ecológico	5	CLM	18,2	19,9	20,8
Convencional	5	CLM	4,2	2,8	3,1
Ecológico	5	La Rioja	22,7	26,2	26,4
Convencional	5	La Rioja	6,9	16,1	15,5

(1) Método: Máxima Utilidad (MU)

(2) Castilla-La Mancha

Teniendo en cuenta estas restricciones se definieron dos escenarios posibles con distintos tipos de vinos a los que se calculó su cuota de mercado por simulación mediante el método de máxima utilidad. En el primer escenario se analizaron las distintas posibilidades de éxito de ocho vinos y en el segundo, se eliminaron aquellos vinos que en una situación de mercado bien pudieran considerarse poco realistas; ya sea porque el carácter ecológico de un vino tiene asociado normalmente un mayor precio respecto a otro elaborado convencionalmente, ya sea por la dificultad de encontrar vinos de tipo crianza a bajo precio procedentes de La Rioja (tabla 6).

Los resultados obtenidos en la tabla 6 y para el Escenario I, muestran que las mayores cuotas de mercado son para aquellos vinos tintos crianza, ecológicos, con menor precio procedentes de Castilla-La Mancha (segmentos 1 y 2) y de La Rioja (segmento 3).

Considerando aquellos vinos cuyos precios bien pudieran ajustarse a las condiciones de mercado de Madrid (Escenario II), el consumidor sigue eligiendo el vino en función de su precio en primer lugar, su procedencia y por su sistema de elaboración, de tal manera que los vinos preferidos a bajo precio son los elaborados convencionalmente de Castilla-La Mancha, los vinos de mayor precio y los elaborados ecológicamente, de La Rioja.

Conclusiones

En general, según las preferencias declaradas por los consumidores de vino del área metropolitana de Madrid, los vinos tintos de calidad preferidos son los de menor precio, envejecidos, tanto de Castilla-La Mancha como de La Rioja (y no tanto de la propia Comunidad de Madrid) y, a ser posible, elaborados con uvas procedentes de la agricultura ecológica.

En función de las preferencias individuales de los consumidores de vino, se han detectado tres segmentos. El primer segmento, que agrupa al 50,2% de los consumidores) se caracteriza porque el atributo precio es el más relevante y el vino preferido es el de Castilla-La Mancha; el segundo segmento, que agrupa al 27,1% de los consumidores, valora más el tipo de vino (y el vino preferido es de La Rioja) y el tercer segmento, que agrupa al 22,7% de los consumidores, concede más relevancia al atributo origen (siendo los vinos preferidos tanto los de La Rioja como los de Castilla-La Mancha).

Atendiendo a la cuota de mercado estimada, en general se observa que a igualdad de precio entre vinos ecológicos y convencionales, se prefieren los ecológicos. De igual manera, tal situación se repite cuando se comparan dos orígenes distintos a un mismo precio. Sin embargo, cuando el precio al que se comparan es menor, se prefieren los vinos ecológicos de Castilla-La Mancha y cuando es el precio mayor, los de La Rioja.

Por todo lo anterior, parecen existir unas oportunidades de mercado de los vinos ecológicos de Castilla-La Mancha en el mercado de Madrid ya que la mayoría de los consumidores de vino los prefieren, bien sea porque consideran que su precio es más competitivo (segmento 1), bien porque valoran su origen (segmento 3). En este sentido, la estrategia básica en general pasaría por mantener un precio del vino ajustado y en particular, del vino ecológico, con unos incrementos del precio sobre el convencional, moderados.

De una manera específica, para los segmentos 1 y 3, en los que se ha detectado unas mayores posibilidades para los vinos elaborados en Castilla-La Mancha, es posible el uso de estrategias comerciales de comunicación diferenciadas.

Así, para el segmento 1, se podría desarrollar una estrategia de comunicación basada

en mostrar al consumidor que en Castilla-La Mancha se elaboran buenos vinos en los que el cuerpo central del mensaje pasa por hacer hincapié en su excelente relación de calidad/precio. Si bien esta estrategia puede ser genérica para cualquier tipo de vino elaborado en Castilla-La Mancha (joven, crianza o reserva), según lo detectado en las preferencias, se adaptaría mejor para los vinos envejecidos (fundamentalmente de tipo crianza).

Esta estrategia se desarrollaría fundamentalmente para los consumidores de 35 años a 49 años, residentes en el área metropolitana de Madrid y dado que buscan el vino por su precio, los establecimientos recomendados para su distribución podrían ser supermercados de alimentación en general y tiendas tradicionales.

Para el segmento 3, la posible estrategia comercial pasaría por dirigirse a estos consumidores con vinos más elaborados, a ser posible vino reserva y donde el cuerpo central del mensaje pasaría por una campaña comunicación sobre la procedencia del vino y su elaboración tradicional, aún cuando puedan ser utilizadas nuevas técnicas que aseguren la calidad del vino elaborado. Para este segmento, que tiene una renta media inferior a la del segmento 3, el precio del vino no es lo más importante.

En este sentido, para incrementar el valor que los consumidores conceden a la calidad del vino de Castilla-La Mancha, se podrían realizar estrategias complementarias de comunicación para los consumidores del segmento 3 mediante la evocación de imágenes tradicionalmente asociadas a Castilla-La Mancha, como pueden ser los molinos de viento o la figura de Don Quijote.

Esta estrategia se desarrollaría fundamentalmente para los consumidores de 50 años a 64 años, residentes en Madrid capital y dado que buscan el vino por su origen, los establecimientos recomendados para su dis-

tribución hipermercados, con sección específica de vinos según su procedencia y tiendas especializadas.

Por último, señalar que, dadas las características de producción del viñedo en Castilla-La Mancha, es relativamente fácil el paso de un viñedo convencional a otro ecológico, lo que a su vez genera una oportunidad de mercado para los vinos elaborados en Castilla-La Mancha, bien ante posibles incrementos de demanda a favor de los vinos ecológicos o bien como un elemento de diferenciación adicional en el mercado actual del vino.

Para ello, sería de gran ayuda que desde la Administración de Castilla-La Mancha se promoviera alguna norma de elaboración de vino ecológico mediante procedimientos estandarizados, a semejanza de las reglamentaciones existentes en el sector, de forma que fuese posible la declaración de una posible *Indicación Geográfica Protegida de Vinos Ecológicos de Castilla-La Mancha*, al igual que ya sucedió con el distintivo de Vinos de la Tierra de Castilla.

Referencias

- Aguirre MS, Aldamiz-Echevarria C, Charterina J, Vicente A, 2003. *El consumidor ecológico. Un modelo de comportamiento a partir de la recopilación y análisis de la evidencia empírica*. Distribución y Consumo, 67: 41-54.
- Albiac J, Albisu LM, Alejandro JL, 1986. *Actitud de los consumidores respecto al vino*. Comunicaciones del INIA. Serie Economía, 31, MAPA.
- Angulo AM, Gil JM, Gracia A, Sánchez M, 2000. *Hedonic prices for Spanish red quality wine*. British Food Journal, 102(7): 481-493.
- Armstrong G, Farley H, Gray J, Durkin M, 2005. Marketing health-enhancing foods: implications from the dairy sector. Marketing Intelligence & Planning, 23 (7): 705-19.
- Bernabéu R, Olmeda M, Díaz M, 2005. *Estructura de preferencias de los consumidores de vino y*

- actitudes hacia los vinos con Denominación de Origen. El caso de Castilla-La Mancha*. Revista de Economía Agraria y Recursos Naturales, 5: 57-80.
- Bernabéu R, Martínez-Carrasco L, Brugarolas M, Díaz M, 2007: *Estrategias de diferenciación del vino tinto de calidad en Castilla-La Mancha (España)*. Revista Agrociencia 41: 583-595.
- Bernabéu R, Olmeda M, 2007. *El consumidor de alimentos ecológicos en Castilla-La Mancha*. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. Cuenca.
- Braña T, Ferraces MJ, Varela J, 1995. *Diseño factorial incompleto*. IV Simposium de Metodología de las Ciencias del Comportamiento. Murcia.
- Brugarolas M, Rivera LM, 2001. *Comportamiento del consumidor valenciano ante los productos ecológicos e integrados*. Revista de Estudios Agrosociales y Pesqueros, 192: 105-121.
- Chang HS, Zepeda L, 2004. *Demand for organic food: focus group discussions in Armidale*. NSW. Working Paper Series in Agricultural and Resource Economics, 6. [En línea]: <http://www.une.edu.au/febl/EconStud/wps.htm> (Consulta de 15 de febrero de 2006).
- De Boer, M. Helms and Aiking, H, 2006. Protein consumption and sustainability: diet diversity in EU-15, *Ecological Economics*, 59: 267-274.
- Gil JM, Soler F, Díez I, Sánchez M, Sanjuán AI, Ben Kaabia M, Gracia A, 2000. *Potencial de mercado de los productos ecológicos en Aragón*. Ed. Diputación General de Aragón. Zaragoza.
- Green PE, Rao VR, 1971. *Conjoint Measurement from Quantifying Judgemental Data*. Journal of Marketing Research, 8: 355-363.
- Hair JF, Anderson RE, Tatham RL, Black WC, 1999. *Análisis multivariante*. Ed. Prentice-Hall. Madrid.
- Halbrendt CK, Wirth EF, Yaughn OF, 1991. *Conjoint analysis of the Mid-Atlantic food-fish market for farm-raised hybrid striped bass*. Southern Journal of Agricultural Economics, July: 155-163.
- Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid (IECM), 2006. *Estructura y evolución de la población*. [En línea]: <http://www.madrid.org/desvan/almudena/arbolaalmudenalista.jsp> (Consulta de 11 de septiembre de 2006).
- Kirk J, 1982. *Experimental design: Procedures for the behavioural sciences*. Brooks-Cole Co. 2nd ed. Monterrey, CA
- Mann S, 2003. *Why organic food in Germany is a merit good*. Food Policy, 28 (5-6): 459-469.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), 2004. *Alimentación en España 2003*. [En línea]: <http://www.mapa.es> (Consulta realizada el 10 de diciembre 2004).
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), 2007. *Estadísticas 2006. Agricultura Ecológica*. [En línea]: <http://www.mapa.es/alimentacion/pags/ecologica/pdf/2006.pdf> (Consulta realizada el 30 de marzo de 2007).
- Noomene R, 2005. *Actitudes del consumidor español ante los alimentos modificados genéticamente (OGM)*. Tesis Máster en Ciencias (no publicada). Instituto Agronómico Mediterraneo. Zaragoza.
- Rivera LM, 1989. *Marketing para las Pymes agrarias y alimentarias*. MAPA-AEDOS. Madrid
- Sánchez M, Gil JM, 1997. *Análisis de la estructura de preferencias y de las actitudes hacia vinos tintos con "Denominación de Origen"*. ESIC Market, 97, pp. 151-172.
- Sánchez M, Sanjuán A, Gil JM, Gracia A, Soler F, 2002. *Estudio de las preferencias de consumidores y distribuidores especializados respecto del producto ecológico*. Revista de Economía Agraria y Recursos Naturales. 2(2): 93-114.
- Sanjuán AI, Sánchez M, Gil JM, Gracia A, Soler F, 2003. *Brakes to organic market enlargement in Spain: consumers' and retailers' attitudes and willingness to pay*. Int. J. Consumer Studies, 27 (2): 134-144.
- Schamel G, 2000. *Individual and Collective Reputation Indicators of Wine Quality*. Policy Discussion Paper No. 9. Centre for International Economic Studies. University of Adelaide.
- SPSS, Inc., 2006. *SPSS Categories. Version 14.0*. Chicago
- Steekamp JBEM, 1987. *Conjoint measurement in ham quality evaluation*. Journal of Agricultural Economics, 38: 473-480.

(Aceptado para publicación el 11 de junio de 2008)

Evaluación de parámetros de calidad del azafrán del Jiloca (Teruel)

J.M. Álvarez, C. Mallor

Unidad de Tecnología en Producción Vegetal. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA-DGA). Avda. Montañana, 930. 50059 Zaragoza. Tf: 976 716364, E-mail: jmalvarez@aragon.es

Resumen

El azafrán es una especia que se obtiene de la desecación de los estigmas de las flores de *Crocus sativus* L. Las sustancias que mejor definen las características de su calidad son los esteres de crocetina como responsables del poder colorante, la picrocrocina, responsable del sabor amargo, y el safranal, principal componente del aceite esencial del azafrán y responsable de su aroma. En este trabajo se estudia la variación de estos parámetros en azafranes de diferentes orígenes y formas de elaboración. El contenido significativamente más alto de crocina se observó para el azafrán del Jiloca tostado tradicionalmente. El material producido en la región de Jiloca también presentó valores más altos de ΔE_{pic} , directamente correlacionados con el contenido en picrocrocina. Los valores de E_{327} , estimación del contenido en safranal, mostraron valores significativamente superiores en un grupo de azafranes entre los que se encuentra el azafrán del Jiloca tostado tradicionalmente. Las diferencias encontradas en estos experimentos, se pueden atribuir a las diferentes condiciones de suelo y clima en que se han producido, así como al proceso de tostado. Esto explicaría que el azafrán del Jiloca, tostado tradicionalmente, presenta unas características de calidad que lo distinguen de otros azafranes, lo que justificaría una D.O. específica.

Palabras clave: Crocina, picrocrocina, safranal, *Crocus sativus* L.

Summary

Evaluation of quality parameters in the saffron from Jiloca (Teruel)

Saffron is a spice made with the dried stigmas of *Crocus sativus* L. The quality of saffron is defined by its contents on crocetin esters as responsible of its colour component, picrocrocin and safranal, responsible for its bitter flavour and aroma respectively. In this paper, the variation of these three components in saffrons from different origin and drying methods was assessed. The significantly highest crocin content was observed in saffron from the Jiloca (Teruel, Spain), when traditionally dried. This saffron also showed the highest values of ΔE_{pic} directly correlated with picrocrocin contents. E_{327} values are an estimation of safranal content, and also these values were the highest for a group of saffrons that included the one coming from the Jiloca region. These results are attributed to different soil and climate conditions as well as to the differences in the drying process; this would explain that the saffron from the Jiloca region, traditionally processed, shows some quality characteristics that can distinguish it from other saffrons. This could support the creation of a specific official distinction for the Jiloca saffron.

Key words: Crocin, picrocrocin, safranal, *Crocus sativus* L.

Introducción

Se conoce como azafrán los estigmas desecados de las flores de *Crocus sativus* L., una especie triploide y estéril que se propaga vegetativamente por medio de sus bulbos (más correctamente denominados cormos). Esta especie está considerada como la más cara del mundo, estando justificado su alto precio por la gran cantidad de mano de obra requerida para su recolección y acondicionado.

Si actualmente la producción total de azafrán se sitúa en torno a las 205 t/año, solamente Irán produce un 80% del total. España, tradicionalmente uno de los líderes mundiales, únicamente contribuye ahora con unos 800 kg, que se producen en unas 83 ha, agrupadas fundamentalmente en la zona de la Denominación de Origen "La Mancha", que comprende comarcas de las provincias de Toledo, Ciudad Real, Cuenca y Albacete (MAPA, 2005).

En Aragón la única producción se sitúa en la comarca del Jiloca de la provincia de Teruel, con una superficie de unas 4 ha y una producción de 21 kg. Si se tiene en cuenta que todavía en 1980 se cultivaban hasta 754 ha en la provincia de Teruel (Zuriaga, 1984), han debido existir causas que hayan condicionado esta drástica caída del cultivo, como son, el alto consumo en mano de obra, ya que hay aspectos, fundamentalmente la recolección y el corte de los estigmas ("esbrizado"), que no se pueden mecanizar, y la competencia de otros países productores, fundamentalmente Irán, de menor precio por el menor coste de la mano de obra, pero también de menor calidad. A esto hay que añadir el uso frecuente de adulteraciones añadiendo estigmas de otras especies (*Carthamus tinctorius*, *Crocus vernus*, o *C. speciosus*) o colorantes artificiales lo que hace disminuir aun más el precio.

El mantenimiento de este cultivo, tradicional en la provincia de Teruel, solo podrá lograrse si se aseguran unos precios que lo hagan rentable, lo cual sería posible si se asegurara una superior calidad del azafrán de esa procedencia, mediante controles que podría llevar a cabo un organismo regulador de Denominación de Origen, como los que ya existen ("La Mancha" en España, "Aquila" en Italia, "Kozani" en Grecia).

Se ha demostrado que *Crocus sativus* L. de orígenes variados (de Europa a China), es genéticamente muy uniforme (Ghaffari, 1986). Debido a ello las diferencias entre azafranes, de distinta procedencia, parecen deberse a las características ambientales propias de la zona de producción, o a los métodos empleados en la elaboración del azafrán.

De entre las muchas sustancias que constituyen la composición química del azafrán, las que mejor definen sus características de calidad son los esteres de crocetina, la picrocrocina, y el safranal (Alonso *et al.*, 1998). Dentro de los esteres de crocetina, el ester bis (6-O-b-D-glucopiranosil-b-glucopiranosilo) es el compuesto mayoritario responsable del poder colorante del azafrán y es comúnmente denominado crocina. La picrocrocina de fórmula molecular $C_{16}H_{26}O_7$, es el 4-(β-D-glucopiranosilo)2,6,6-trimetil-1-ciclohexen-1-carboxialdehído, y constituye la sustancia responsable del poder amargo del azafrán. Mediante hidrólisis de la picrocrocina se obtiene hidroxib-ciclocitral y D-glucosa, y por pérdida de agua del primero se obtiene el safranal, principal componente del aceite esencial del azafrán y responsable de su aroma.

En este trabajo se estudia la variación de estas características de calidad en azafranes de diferentes orígenes y formas de elaboración, presentes en el mercado español, comparándolas con azafrán procedente de la zona del Jiloca, en Teruel.

Material y métodos

Se han utilizado 10 azafranes con las siguientes procedencias y modos de elaboración:

– Azafrán hebra, producido en Blancas (Comarca del Jiloca, Teruel) procesado mediante el método de tostado tradicional en la zona, que consiste en colocar una plancha de hierro sobre un fuego de gas butano. El azafrán fresco se coloca sobre un cedazo harinero de unos 12 cm de altura, el cual se sitúa directamente sobre la plancha de hierro. Durante aproximadamente una hora se va moviendo el azafrán suavemente sin tocarlo con los dedos, colocando otro cedazo encima dándole la vuelta y vertiendo el azafrán en el segundo para continuar el secado.

– Azafrán hebra, producido en Blancas y secado al aire libre.

– Azafrán hebra, producido a partir de material vegetal procedente de la zona del Jiloca, cultivado en macetas en las instalaciones del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (CITA) en Zaragoza, y secado en estufa a 40 °C durante 20 minutos.

– Azafrán hebra de la Denominación de Origen “La Mancha”, cosecha de 2007.

– Azafrán hebra, comercial sin Denominación de Origen, envasado en Novelda (Valencia).

– Azafrán hebra, comercial sin Denominación de Origen, envasado en Málaga.

– Azafrán comercial, molido, de Categoría 1 según norma ISO.

– Azafrán comercial hebra de la Denominación de Origen “Kozoni” (Grecia).

– Azafrán de origen chino, adquirido a 1900 €/kg.

– Azafrán de origen chino, adquirido a 1.400 €/kg.

De cada uno de estos azafranes se tomaron 5 muestras de 2 mg cada una, y se realizó para cada muestra la determinación de los contenidos en crocina, picrocrocina, y safranal, según los procedimientos espectrofotométricos descritos por Alonso y Salinas (1993).

Las muestras se mantuvieron en maceración con 20 ml de agua destilada, durante 24 horas en la oscuridad. Transcurrido este tiempo, se realizaron las medidas espectrofotométricas en un espectrómetro (SmartSpec™ 3000, Bio-Rad), a 442 nm, 257 nm, 297 nm, y 327 nm.

La absorbancia a 442 nm sirve para medir el poder colorante (que se corresponde con el contenido en crocina) según la ecuación:

$$E_{442} = A v / 100 p d \text{ (Alonso et al., 1990) (1)}$$

Donde A es la absorbancia a 442 nm, v los ml de disolvente utilizados para la extracción, p la masa de la muestra en gramos, y d es el espesor en cm de la cubeta utilizada para realizar la medida espectrofotométrica. Existe una relación directa entre E_{442} y el contenido en crocina, en %, de la muestra (Corradi y Micheli, 1979, Basker y Negbi, 1985) dada por la ecuación: % de crocina = $C \times E_{442}$. Alonso y Salinas (1993) propusieron un valor para C de $4,9 \times 10^{-2}$.

Corradi y Micheli (1979) definen el poder amargo (picrocrocina) según la ecuación: $\Delta E_{pic} = E_{257} - E_{297}$. Donde E_{257} y E_{297} se obtienen mediante la ecuación (1), utilizando para A los valores de las absorbancias a 257 y 297 nm, respectivamente.

La aproximación al poder aromático se ha calculado mediante los valores que toma E_{327} según la misma ecuación.

El contenido de humedad de las muestras se realizó en estufa a 105 °C, hasta peso constante.

El tratamiento estadístico de los datos se realizó mediante análisis de varianza (ANOVA),

separándose las medias mediante el método LSD (mínimas diferencias significativas).

Resultados y discusión

El proceso de secado del azafrán produce una gran pérdida de masa, reduciéndose la masa inicial hasta a una quinta parte, debido fundamentalmente a la eliminación casi total del agua contenida en el producto fresco. Esto explica los bajos contenidos en humedad presentes en el azafrán procesado (tabla 1).

Sin embargo, dentro de las escasas diferencias que se han producido, hay que destacar que el secado tradicional que se llevó a cabo en la zona del Jiloca, conserva más humedad que el llevado a cabo en las dos D.O. presentes en el ensayo, especialmente la D.O. "La Mancha" que resultó muy similar al contenido en humedad que se detectó cuando el azafrán se secó en estufa. Este hecho podría explicar las diferencias que se han observado en los contenidos en crocina, picrocrocina y safranal.

En nuestro ensayo, el contenido significativamente más alto de crocina se observó para el azafrán del Jiloca que se ha sometido al procedimiento tradicional de secado (tabla 2). A continuación se sitúan los azafranes de D.O. "La Mancha", el azafrán del Jiloca secado al aire libre, y el producido en Zaragoza y secado en estufa. El resto de las muestras de azafrán tienen contenidos de crocina inferiores en más del 40% al azafrán del Jiloca, no tiene, a excepción del D.O. "Kozoni", control en cuanto a pureza, y es posible que en algunos de ellos se hayan mezclado sustancias que no son *C. sativus*.

Los aldehídos monoterpénos, picrocrocina y su derivado el safranal, que se forma en el azafrán durante el proceso de secado y almacenamiento por hidrólisis de la picrocrocina, son componentes importantes del azafrán, responsables de su sabor amargo y del aroma, respectivamente (Fernández, 2004).

Nuestros resultados (tabla 2) muestran que el azafrán producido en el Jiloca, o a partir de material vegetal de ese origen, presenta valores significativamente más altos de Δ_{pic}

Tabla 1. Contenido en humedad (%) de diferentes muestras de azafrán, determinado a 105 °C, hasta peso constante

Table 1. Humidity content (%) of different saffron samples, estimated at 105 °C until constant weight

Muestra	% Humedad
China (1.900 €/kg)	2,77
Polvo	1,82
China (1.400 €/kg)	1,59
Jiloca (secado aire libre)	1,50
Jiloca (tostado tradicional)	1,45
D.O. "Kozoni"	0,96
Sin D.O. (Málaga)	0,73
D.O. "La Mancha"	0,63
Sin D.O. (Novelda)	0,62
Jiloca (secado en estufa)	0,60

Tabla 2. Valores medios de crocina (%), de ΔE_{pic} y de E_{327} (estimación de los contenidos en picrocrocina y safranal, respectivamente) de azafranes con diferentes orígenes y formas de secado
 Table 2. Mean values of crocin (%), ΔE_{pic} (estimated content of picrocrocine), and E_{327} (estimated content of safranal) of saffron with different origins and drying ways

Muestra	% Crocina*	ΔE_{pic} *	E_{327} *
Jiloca (tostado tradicional)	18,69 a	6,43 b	3,12 ab
Jiloca (secado al aire libre)	13,56 bc	5,70 bc	2,22 d
Jiloca (secado en estufa)	12,57 cd	7,45 a	1,67 de
D.O. "La Mancha"	14,97 bc	5,14 c	3,43 a
Polvo	10,93 de	3,01 d	3,23 ab
D.O. "Kozoni"	10,23 de	3,62 d	3,61 a
Sin D.O. (Novelda)	9,90 ef	3,53 d	2,74 bc
China (1.900 €/kg)	7,85 f	2,83 d	2,35 bcd
Sin D.O. (Málaga)	5,42 g	1,62 e	1,96 de
China (1.400 €/kg)	4,19 g	1,51 e	1,13 e

*Para cada compuesto las medias seguidas por letras distintas son significativamente distintas al nivel 5%.

directamente correlacionados con el contenido en picrocrocina.

Parece claro que el origen y el procedimiento de secado del azafrán, o ambos, tienen una influencia decisiva en la determinación del poder colorante y el amargor del azafrán (Carmona y col., 2006). El primer gen que ha sido clonado en *C. sativus* es el de la zeaxantina dehidrogenasa (*CsZCD*), que codifica para una enzima que presumiblemente inicia la síntesis de los derivados de los carotenoides en el estigma (crocinas, picrocrocinas y safranal) (Rubio et al., 2004). La expresión de este gen parece restringirse a los tejidos del estigma y está favorecida por las condiciones de estrés por deshidratación. Es decir, las condiciones ambientales en las que se produce el azafrán, tanto como las del secado, pueden estar afectando a modificadores de la expresión del gen, lo que explicaría las diferencias en los contenidos en crocina y picrocrocina del azafrán del Jiloca con respecto al de otras procedencias.

En cuanto al contenido en safranal, ya se ha dicho que el método empleado solo propor-

ciona una aproximación al contenido en safranal, de hecho Alonso et al. (2001) comparando el método espectrofotométrico, empleado aquí, con otro de desorción térmica acoplada a cromatografía de gases, observaron que no había una correlación lineal aceptable entre ambos métodos. Estos mismos autores encontraron que el azafrán de origen español mostró un contenido en safranal más alto que el de otras procedencias, fundamentalmente Irán. Esto no pudo demostrarse en nuestro ensayo, ya que entre los azafranes con valores más altos de E_{327} se encontraban además del azafrán del Jiloca con tostado tradicional, los dos azafranes de D.O., y curiosamente el azafrán en polvo de cuya materia prima no se conoce el origen.

Hay que destacar los bajos valores de E_{327} para los azafranes del Jiloca secado al aire libre, y el procedente de material vegetal del Jiloca, pero producido en Zaragoza y secado en estufa. Estos bajos valores únicamente parece posible atribuirlos a las diferencias en los procesos de deshidratación de los estigmas, ya que, como se ha dicho, el

safranal se produce en los procesos de secado y almacenamiento por hidrólisis de la picrocrocina (Fernández, 2004).

Las diferencias que se han encontrado en estos experimentos, dada la escasa variabilidad genética de la especie (Ghaffari, 1986), no pueden atribuirse a diferencias en el material vegetal, pero sí a las diferentes condiciones de suelo y clima en que se han producido, así como al proceso de tostado. Esto explicaría que el azafrán del Jiloca, sometido a un proceso de tostado tradicional, presenta unas características de calidad que lo distinguen de los azafranes de otras procedencias, lo que justificaría el establecimiento de una D.O. específica para el azafrán del Jiloca.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto de investigación PET2007-14-C05-01, dentro del Plan de Actuación específico para Teruel gestionado por el Instituto nacional de Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA).

Bibliografía

- Alonso GL, Varon R, Navarro F, Gómez R, Salinas MR, 1990. Autoxidation in saffron at 40°C and 75% relative humidity. *J. Food Sci.* 55(2): 595-596.
- Alonso GL, Salinas MR, 1993. Color, sabor y aroma del azafrán de determinadas comarcas de Castilla-La Mancha. Universidad de Castilla-La Mancha- Consejería de Agricultura y Medio Ambiente. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 45 pp.
- Alonso GL, Salinas MR, Garijo J, 1998. Method to determined the authenticity of aroma of saffron (*Crocus sativus* L.). *J. Food Prot.* 61: 1525-1528.
- Alonso GL, Salinas MR, Sánchez- Fernández MA, Garijo J, 2001. Safranal content in Spanish saffron. *Food Sci. And Tech. Internat.*, 7: 225-229.
- Basker D, Negbi M, 1983. Uses of saffron. *Econom. Botany.* 37(2), 228-236.
- Carmona M, Zalacain A, Alonso GL, 2006. El color, sabor y aroma del azafrán especia. *Alta-bán Ediciones.*
- Corradi C, Micheli G, 1979. Caratteristiche generali dello zafferano. *Boll. Chim. Farm.* 118(9): 537-552.
- Fernández JA, 2004. Biology, biotechnology and biomedicine of saffron. *Recent Res. Devel. Plant Sci.* 2: 127-159.
- Ghaffari SM. Cytogenetic studies of cultivated *Crocus sativus* (*Iridaceae*). *Plant System. And Evol.* 153(3-4), 199-204.
- Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. 2006. Anuario de Estadística Agroalimentaria 2006. www.mapa.es/es/estadística/pags/anuario/Anu_06/capitulos/AEA.C09.pdf
- Rubio MA, Fernández NP, Fernández JA, Gómez-Gómez L, 2004. Glucosylation of the saffron apocarotenoid crocetin by a glucosyltransferase isolated from *Crocus sativus* stigmas. *Planta*, 219: 955-966.
- Zuriaga P, 1984. Programa de mejora del cultivo del azafrán. La web del azafrán de Teruel. www.azafrandeteruel.com/doc/Mejora.htm

(Aceptado para publicación el 19 de junio de 2008)

Situación del material vegetal de melocotonero utilizado en España

G. Llácer*, J. M. Alonso**, M. J. Rubio**, I. Batlle***, I. Iglesias****, F. J. Vargas***, J. García-Brunton*****, M. L. Badenes*

* Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), Departamento de Fruticultura, Apartado Oficial, 46113 Moncada (Valencia)

** Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), Unidad de Fruticultura, Av. Montañana 930, 50059 Zaragoza

*** Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), Mas de Bover, Ctra. Reus-El Morell, Km 3,8, 43120 Constantí (Tarragona)

**** Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), Estació Experimental de Lleida, Av. Alcalde Rovira Roure 177, 25006 Lleida

***** Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario (IMIDA), Departamento de Fruticultura, 30150 La Alberca (Murcia)

Resumen

El melocotonero es la especie de fruta dulce más cultivada en España. La superficie dedicada a este cultivo se ha incrementado ligeramente en los últimos 15 años, pero la producción se ha duplicado en ese mismo período como consecuencia de la creciente utilización del riego por goteo y de la introducción tanto de nuevas variedades como de nuevos patrones. La estructura varietal española se halla en plena evolución, con un incremento significativo de nectarinas y paraguayos, un aumento más ligero de los melocotones de carne blanda y una disminución importante de los melocotones de carne dura. Los principales problemas del cultivo son la mala adaptación de muchas variedades foráneas a las condiciones agroclimáticas españolas, la excesiva dependencia de las variedades extranjeras, la falta de calidad interna de los frutos de muchas de las variedades cultivadas, la incidencia de plagas, enfermedades y diferentes estreses abióticos y los costes de producción elevados. Estos problemas tratan de resolverse a través de programas de mejora genética mediante cruzamientos dirigidos. En estos momentos existen en España no menos de 14 programas activos de mejora del melocotonero. Para lograr los objetivos de estos programas es imprescindible disponer de nuevas fuentes de variación genética que contengan los caracteres deseados. La búsqueda y utilización de estas nuevas fuentes de variación genética requiere una fuerte inversión en investigación y caracterización de nuevo germoplasma frutal y en el estudio del control genético de los caracteres de interés.

Palabras clave: *Prunus persica*, evolución, estructura varietal, tendencias, problemática, programas de mejora, germoplasma.

Summary

Plant material of peach, situation in Spain

The peach species is the most important stone fruit grown in Spain. The acreage devoted to this crop has increased lightly in the last 15 years, however the production has been doubled in this period as a consequence of the use of drip irrigation and introduction of new varieties and more efficient rootstocks. The range of varieties in Spain is very dynamic, there is a substantial increase of nectarines and platicarpa types, a light increase of melting peaches and a decrease of non-melting varieties. The main problems of this crop are the bad adaptability of many varieties from foreign countries to the Spanish

environment, the dependency from varieties bred in other countries, the lack of internal quality of the fruits in many commercial cultivars, the incidence of pests, diseases and abiotic stresses and the high cost of the crop management. These problems might be overcome by means of breeding programs based on specific crosses. Currently, there are 14 active peach breeding programs in Spain. In terms of accomplishing the objectives of these programs new sources of variability carrying the desired traits are needed. The search and use of new sources of variation implies a high investment in research and characterization of the new plant material along with inheritance studies of those traits of interest.

Key words: *Prunus persica*, evolution, varietal structure, trends, problems, breeding programs, germplasm.

Introducción.

Importancia del melocotonero en España

El melocotonero es la tercera especie frutal de mayor producción a nivel mundial después del manzano y del peral. En la Unión Europea (UE) ocupa el segundo lugar tras el

manzano, tanto en superficie como en producción, mientras que en España el melocotonero es la especie de fruta dulce más cultivada y se caracteriza por su extraordinario dinamismo varietal, por un incremento ligero de la superficie ocupada y un aumento mucho más acusado de la producción.

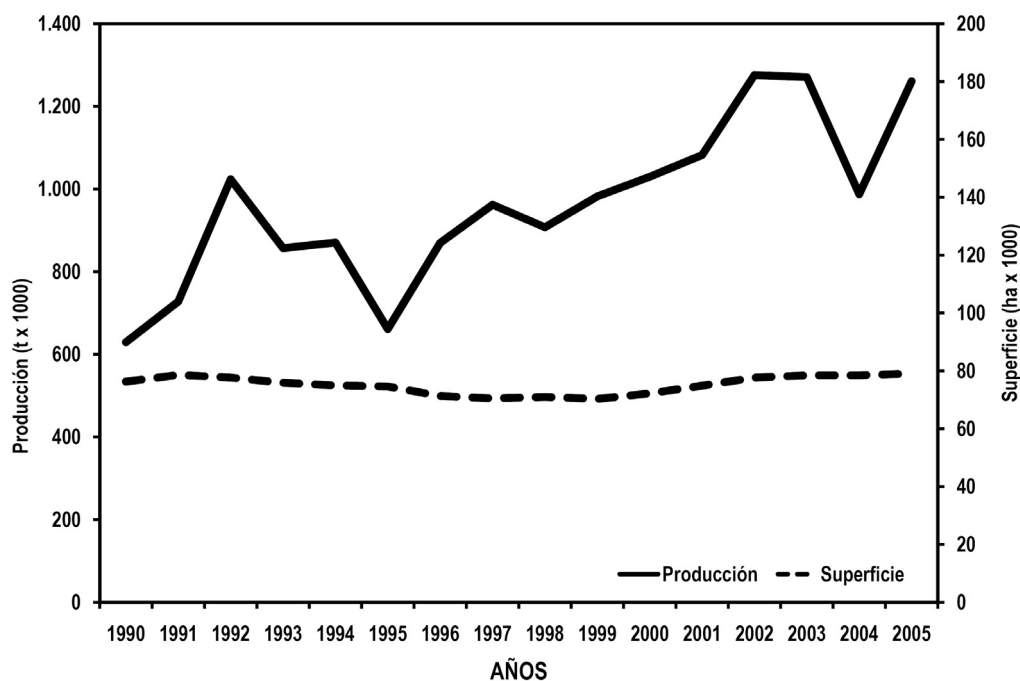


Figura 1. Evolución de la superficie plantada y de la producción de melocotonero en España (1990-2005) (MAPA, 2006)

Figure 1. Trends of acreage and production of peach in Spain (1990-2005) (MAPA, 2006)

En la figura 1 se muestra la evolución de la superficie plantada y de la producción en España en el período 1990-2005 (MAPA, 2006). En ella se observa que mientras la superficie dedicada al cultivo del melocotonero se ha incrementado ligeramente en los últimos 15 años, alcanzando las 79.000 ha en 2005, la producción se ha duplicado en ese mismo período, pasando de las 629.000 tm a 1.261.000 tm, como consecuencia sobre todo de la creciente utilización del riego por goteo y de la introducción de nuevos materiales vegetales, tanto de variedades como de patrones. En la actualidad, el melocotonero ocupa en España el 36% de la superficie dedi-

cada a la fruta dulce (por delante de manzanos, cerezos, perales, ciruelos y albaricoques) y representa el 29% de la producción final agraria de este tipo de frutas. España es el cuarto productor mundial, detrás de China, Italia y Estados Unidos (FAOSTAT, 2007) y produce el 25% del melocotón de la UE.

En la tabla 1 se presentan las superficies cultivadas y las producciones de melocotonero en las 6 Comunidades Autónomas (CC AA) que suman el 94% de la producción española (MAPA, 1997 y 2006). De la comparación entre los datos de 1995 y 2005 pueden destacarse los hechos siguientes:

Tabla 1. Superficies y producciones de melocotonero en las principales CC AA productoras en los años 1995 y 2005 (MAPA, 1997 y 2006)

Table 1. Acreage and production of peach in the main areas of Spain in 1995 and 2005 (MAPA, 1997 y 2006)

Comunidad Autónoma	Superficie (ha)		Producción (tm)	
	1995	2005	1995	2005
Cataluña	17.200	16.987	162.842	340.000
Aragón	14.913	16.756	127.171	300.000
Murcia	14.859	14.458	147.537	259.000
Andalucía	8.965	12.176	83.165	133.500
C. Valenciana	10.631	8.092	56.626	50.500
Extremadura	2.161	6.064	29.568	108.000
Total 6 CC AA	68.729	74.533	606.909	1.191.000

La superficie dedicada al melocotonero ha descendido en Cataluña, Murcia y la C. Valenciana, ligeramente en las dos primeras y algo más en Valencia. Por el contrario, la superficie ha aumentado en Aragón, Andalucía y Extremadura. En el total de las 6 CC AA el aumento de la superficie cultivada no ha llegado al 9%. La producción, sin embargo, se ha incrementado notablemente en todas las CC AA excepto en la C. Valenciana, con un aumento en el total de las 6 Comunidades del 96%, confirmando el gran incre-

mento de la productividad ya comentado en el párrafo anterior.

Situación del cultivo del melocotonero en las principales regiones productoras

Antes de exponer esta situación conviene aclarar algunos aspectos sobre las distintas denominaciones comerciales de los frutos del melocotonero. Los frutos de esta especie

(*Prunus persica* L. Batsch) reciben diferentes nombres según su forma, la firmeza y el color de la pulpa, la adherencia al hueso y la vellosidad de la piel. Estos nombres varían, además, según los países y, dentro de España, según las regiones (Cambra, 1984). Las denominaciones "nectarina" y "paraguayo" no ofrecen dudas en estos momentos, pero sí las denominaciones para melocotón de carne blanda y melocotón de carne dura. En este documento, siguiendo la recomendación de Cambra (1984), recuperaremos la denominación "durazno" para todo el conjunto de variedades con frutos de piel vellosa y carne dura adherida al hueso, reservando la denominación "melocotón" para los frutos de piel vellosa, carne blanda y hueso libre o semi-libre. En resumen, en lo sucesivo utilizaremos las siguientes denominaciones:

- **Melocotones:** frutos de carne blanda (color amarillo o blanco), de hueso libre o semi-libre, forma más o menos redondeada y piel vellosa.

- **Nectarinas:** se diferencian de los anteriores en que la piel es glabra, no vellosa.

- **Paraguayos:** se caracterizan por su forma chata o aplanada ('platicarpa') y pueden ser de piel vellosa o glabra (platerinas).

- **Duraznos:** frutos de piel vellosa, carne dura o semidura y hueso adherido, dedicados en gran parte a la industria, pero que en España también se consumen en fresco.

Como se ha visto en la tabla 1, **Cataluña** es la Comunidad de mayor producción en España. La distribución según los tipos de fruto es la siguiente: melocotones 43%, nectarinas 39%, duraznos 14% y paraguayos 4%. La recolección de los primeros melocotones tiene lugar a finales de mayo (semana 21) y un poco más tarde (semana 23) la de los otros tipos y no finaliza hasta finales de septiembre o primeros de octubre (semanas 39 o 40).

En **Aragón**, segunda región productora española, predomina la producción de duraznos (melocotones de carne dura amarilla) con el 63%, seguida de las nectarinas (27%), melocotones de carne blanda (5%) y paraguayos (5%). La recolección empieza a mediados de junio, con las primeras nectarinas, y termina en noviembre, con los duraznos de Calanda.

En **Murcia** predomina también la producción de duraznos (62%), seguida de las nectarinas (16%), melocotones de carne blanda (12%) y paraguayos (10%). La recolección empieza en la segunda quincena de abril, con melocotones y nectarinas, y termina a finales de septiembre con los últimos duraznos.

En **Andalucía**, en cambio, predominan las nectarinas (67%), mientras que melocotones y duraznos representan el 21 y el 12% respectivamente. La recolección de melocotones y nectarinas comienza en la primera quincena de abril y termina en la segunda de julio.

En la **C. Valenciana** la producción de nectarinas también es predominante (51%), los melocotones representan el 38% y los duraznos el 11%. La recolección de melocotones y nectarinas se inicia a finales de abril o primeros de mayo (semanas 17 o 18) y termina a finales de junio para los melocotones y dos semanas más tarde para las nectarinas.

Finalmente, hay que mencionar a **Extremadura**, donde el cultivo del melocotonero ha crecido de forma importante en los últimos años, con un claro predominio de las nectarinas (50%) y melocotones (38%), seguidos por los duraznos (11%) y los paraguayos (1%). La recolección empieza en mayo y finaliza a mediados de septiembre.

En resumen, en el global español, la distribución según los tipos de fruto del melocotonero es la siguiente: la producción de duraznos es predominante, con el 41,6% del total, le siguen las nectarinas con el

32,6%, los melocotones con el 24,0% y los paraguayos con el 1,8%. Esta distribución varía de unas CC AA a otras según las características climáticas, especialmente la acumulación de horas-frío durante el invierno, y también la tradición del cultivo. Así, en Andalucía, con 200-400 horas-frío en el Valle bajo del Guadalquivir, en la C. Valenciana, con 300-800 horas-frío y en Extremadura, con 400-800 horas-frío, predominan las nectarinas y los melocotones con bajas necesidades de frío o "low chilling". En cambio en Murcia, que tiene una acumulación de horas-frío similares a las de la C. Valenciana, predominan los duraznos debido a la larga tradición en el cultivo del melocotonero de industria. Algo similar ocurre en Aragón, donde con 700-1.100 horas-frío y elevada frecuencia de heladas primaverales, no es posible cultivar variedades precoces y se han especializado en el cultivo de duraznos, muy tardías, de buena rusticidad y de gran calidad. En Cataluña, con un número similar de horas-frío que Aragón, el cultivo de duraznos ha descendido mucho en favor de nectarinas y melocotones de media estación y de paraguayos.

Estructura varietal española

El melocotonero es la especie frutal que muestra un mayor dinamismo varietal, apareciendo cada año numerosas variedades en el mercado. A escala mundial, en la década de los años 70 se registraron 202 nuevas variedades, en la década siguiente fueron 625 y en el período 1991-2001 se registraron 1.092 variedades, de las cuales el 56% eran de melocotones, el 36% de nectarinas y sólo el 8% de duraznos. Esta avalancha de nuevas variedades desorienta a fruticultores y técnicos, que no tienen tiempo de experimentar el comportamiento de las mismas en las diversas zonas productoras. En España, la

gama varietal de melocotones y nectarinas se ha renovado en buena medida en los últimos 15 años, buscando los productores el material vegetal que proporcione mayor rentabilidad al aportar alguna ventaja sobre las variedades competidoras, como precocidad, productividad, presencia exterior, calibre, resistencia o tolerancia específica a alguna enfermedad o estrés, calidad organoléptica, tipología distintiva del fruto que aumente su atractivo para el consumidor, etc.

Si analizamos la estructura varietal de los duraznos en España (MAPA, 2006), las variedades que predominan son las de carne amarilla de origen español y norteamericano, como 'Sudanell' (4.600 ha), 'Catherina' (4.500 ha), las variedades de la serie 'Babygold' (2.800 ha), 'Miraflores' (2.200 ha), 'Andross' (2.150 ha), 'Carson' (1.200 ha), los 'Tardíos de Calanda' (1.050 ha), 'Jerónimo' (800 ha), 'San Lorenzo' (730 ha) y 'Campiel' (600 ha). Las principales variedades de este grupo proceden de viveros comerciales y son consideradas libres. Dentro de las variedades de melocotón de carne blanda amarilla destacan a nivel nacional las variedades 'Springcrest' (2.700 ha), 'Maycrest' (1.400 ha), grupo 'Florida' (1.200 ha), 'Royal Glory' (1.100 ha), 'Sunred' (1.075 ha) y 'Spring Lady' (880 ha), todas ellas de origen norteamericano. La única variedad de melocotón de pulpa blanca que destaca en superficie dentro de las estadísticas disponibles sería la variedad 'Alexandra' (240 ha) (fig. 2). Las variedades de este grupo proceden de viveros comerciales y han sido adquiridas legalmente, aunque en la mayoría de los casos sin 'royalties', que sólo se están exigiendo desde hace unos pocos años.

Dentro de las nectarinas, de carne amarilla destacan 'Big Top' (1.500 ha), 'Fantasía' (730 ha) y 'Fairlane', (650 ha) y de carne blanca 'Snow Queen' (820 ha), 'Caldesi 2000' (840 ha), 'Flavor Giant' (384 ha) y 'Caldesi' (180 ha), también de origen norteamericano, salvo las 'Caldesi' de origen italiano (fig. 2).

Con algunas excepciones, en las nectarinas es posiblemente donde hay mayor número de variedades 'negras' o 'clandestinas', procedentes en pocos casos de viveros comerciales y la mayoría de viveros propios de los productores. Sólo se están pagando 'royalties' desde hace pocos años, por lo que la influencia en la producción actual no se nota todavía. Finalmente, la superficie dedicada a la producción de paraguayos se incrementa año tras año y se estima que ascendió en 2007 a unas 1.800 ha en total, la mayor parte en Murcia, Cataluña y Aragón, donde predominan 'Sweet Cap', 'UFO 3' y 'UFO 4'. Estas variedades proceden mayoritariamente de viveros comerciales, pagándose 'royalties' por su uso.

Hay que destacar que el 32% de la superficie dedicada al melocotón y el 71% de la dedicada a las nectarinas (fig. 2) corresponde a un gran número de variedades que ocupan poca superficie cada una y que en gran parte son obsoletas, lo que dificulta notablemente la comercialización de la fruta, sobre todo en aquellas CC AA con una excesiva parcelación y pequeña dimensión de las explotaciones. A título de ejemplo, en la comarca de Carlet (Valencia), una de las principales áreas de cultivo de melocotonero de la C. Valenciana, se cultivan 36 variedades de melocotones y 42 variedades de nectarinas, de las cuales más de la mitad se consideran totalmente obsoletas (Borrás, 2007).

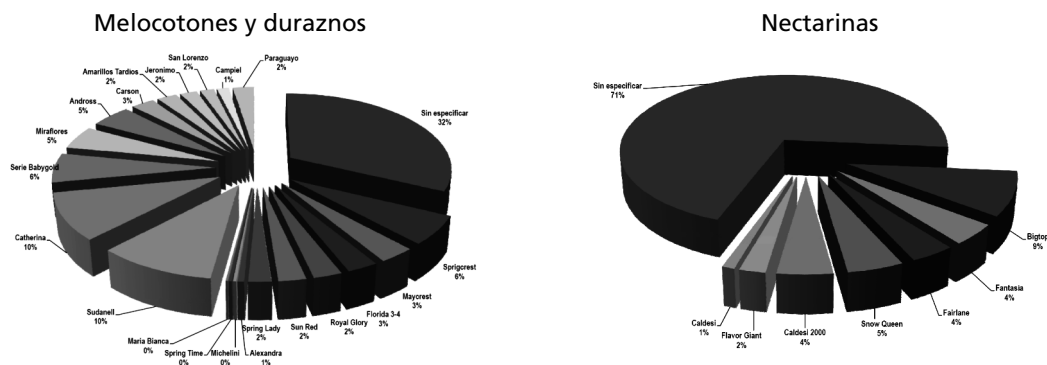


Figura 2. Principales variedades de melocotonero en España (MAPA, 2006)
 Figure 2. Main peach varieties grown in Spain (MAPA, 2006)

Estructura de la distribución de patrones

Las condiciones de cultivo más limitantes para el melocotonero son la presencia de suelos calizos y pesados, que originan clorosis y asfixia radicular, y los problemas de replantación. Actualmente el híbrido melocotonero x almendro 'GF-677' es el patrón más utilizado por su resistencia a la clorosis y su compatibilidad de injerto, seguido por los francos de melocotonero y algunos nuevos

híbridos interespecíficos. En España, el híbrido 'GF-677' representa el 47% del total en el melocotonero (fig. 3), mientras que los francos 'Nemared' y 'Montclar', utilizados en zonas muy concretas por su susceptibilidad a la caliza, suponen un 18%. Durante los últimos años se ha producido cierta sustitución del 'GF-677' por otro híbrido, el 'Adafuel', así como por los ciruelos 'Monpol' y 'Montizo', por su mejor adaptación a suelos calizos y pesados, lo que representa un 10%. Recien-

temente resulta significativa la implantación de híbridos de almendro x melocotonero obtenidos en el CITA, como 'Monegro', 'Garnem' y 'Felinem', resistentes a nematodos y de menor vigor que el 'GF-677', que representan un 17% de los patrones actualmente utilizados. Otros patrones, cada vez más utilizados, son 'Cadaman' (híbrido *Prunus persica*

x *P. davidiana*) y, en menor medida, 'Barrier' (híbrido *P. davidiana* x *P. persica*) e 'Ishtara' (híbrido complejo *P. cerasifera*? x [*P. cerasifera* x *P. persica*]), que representan un 8% (Rubio-Cabetas et al., 2005). El comportamiento de todos estos patrones ha sido evaluado por el IRTA durante 10 años en Cataluña (Iglesias y Carbó, 2006).

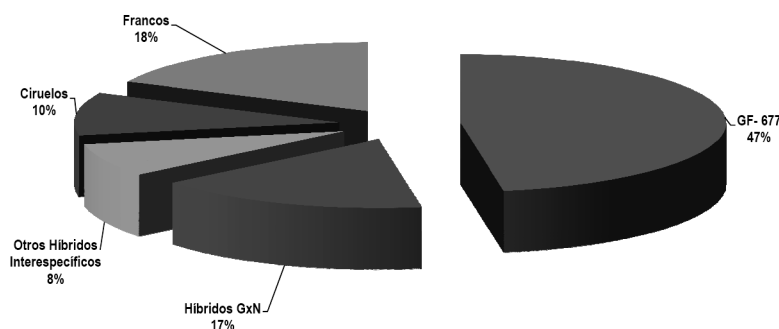


Figura 3. Estimación de los portainjertos más utilizados para el melocotonero en España en los últimos años (Rubio-Cabetas et al., 2005)

Figure 3. Estimation of rootstocks for peach more used in Spain in recent years (Rubio-Cabetas et al., 2005)

Análisis de las tendencias en el consumo y la producción

A pesar del progresivo aumento de las producciones anteriormente expuesto, las estadísticas del MAPA indican desde 1989 una tendencia a la disminución del consumo de los melocotones en sus diversas formas. Los consumidores mencionan como principal causa la falta de calidad de la fruta, debido fundamentalmente a su recolección anticipada para evitar pérdidas en el proceso de comercialización. Este hecho ha sido común en muchos países productores como Italia, Francia o Estados Unidos. En Francia, por ejemplo, el 80% de los consumidores encuestados estaban insatisfechos con la calidad de los melocotones comprados (Iglesias et al., 2005). Algo similar se concluye en encuestas

realizadas en Estados Unidos y otros países europeos y asiáticos (Byrne, 2002). La mayor innovación en los últimos años ha sido la mejora de la calidad externa de los frutos, sobre todo de la coloración y el calibre. Esta mejora no siempre se ha traducido en un manejo más fácil del cultivo, más bien al contrario. Muchas variedades recientes, que se han difundido ampliamente por la buena presentación de sus frutos, tienen una conducción más difícil y una producción más irregular que la mayoría de las variedades cultivadas tradicionales, ya que son de porte erecto, vigor elevado y una rusticidad media o baja. Por otra parte, dado que el momento de la recolección se basa a menudo en el color de los frutos, el incremento de este carácter en la madurez comercial ha llevado con frecuencia a una recolección anticipada

de los mismos, lo que ha significado una pérdida de la calidad interna (sabor, aroma, textura, jugosidad) con la consiguiente decepción del consumidor (Iglesias et al., 2005; Iglesias, 2007).

En cuanto a las tendencias en la producción, la estructura varietal española se halla en plena evolución. Las variedades autóctonas tradicionales (duraznos de carne amarilla), cultivadas sobre todo en Murcia, Aragón y Cataluña, están en clara regresión, excepto los muy tardíos que han gozado de una selección clonal adecuada. Han sido sustituidos en parte por variedades de carne dura extranjeras, que ofrecen una mayor productividad, y allí donde la climatología lo permite (Andalucía, Murcia, C. Valenciana y Extremadura) por variedades de carne blanda y maduración precoz o superprecoz, que se destinan principalmente a la exportación (Llácer, 2005). Las proyecciones para los próximos años indican una continuación de las tendencias expuestas, con un incremento significativo de nectarinas y paraguayos, un aumento más ligero de los melocotones (carne blanda) y una disminución importante de los duraznos tradicionales (Iglesias y Casals, 2007).

Una tendencia creciente en la producción es el cultivo de las denominadas variedades subácidas o dulces, principalmente en nectarina amarilla y también importantes en nectarina de carne blanca y melocotón rojo. Hay que mencionar entre otras: 'Big Bang', 'Big Top', 'Honey Blaze', 'Nectareine' y 'Luciana' de carne amarilla; 'Nectarjune', 'Nectaperla' y 'Garcica' de carne blanca y 'Royal Glory', 'Royal Time' y 'Sweet Dream' en melocotón rojo de carne amarilla. En esta tipología de variedades, y en particular en las nectarinas, la satisfacción del consumidor en fechas anteriores a la de cosecha comercial es superior y la pérdida de firmeza menor a la de las variedades tradicionales o ácidas como 'Armking', 'Fantasia' o

'Venus' (Iglesias, 2007). También es destacable la buena aceptación que las variedades subácidas o dulces están teniendo en diferentes países del norte de Europa (Alemania, Polonia, Reino Unido, etc.), contrariamente a lo que cabría esperar.

Problemática del cultivo desde el punto de vista del material vegetal

Los principales problemas del cultivo del melocotonero desde el punto de vista del material vegetal pueden resumirse en los siguientes puntos (Llácer, 2007):

- Mala adaptación de muchas variedades foráneas, especialmente las californianas, a las condiciones agroclimáticas españolas. Ello origina frecuentemente bajas producciones. Adaptación desconocida por la falta de experimentación previa.
- Excesiva dependencia de las variedades obtenidas en programas de mejora extranjeros. Su disponibilidad en algunos casos está restringida a determinados grupos y frecuentemente los "royalties" requeridos para su plantación son excesivos.
- Falta de calidad interna de los frutos de muchas de las variedades cultivadas, sobre todo de las precoces.
- Incidencia de plagas, enfermedades y diferentes estreses abióticos.
- Costes de producción elevados (aclareo, poda, tratamientos y recolección, fundamentalmente).

La mala adaptación de muchas variedades foráneas se ha puesto especialmente de manifiesto con la creciente utilización de variedades precoces o muy precoces (maduración en abril-mayo), que permiten alcanzar precios de venta elevados, pero que a menudo presentan graves problemas de

adaptación ya que se plantan como novedad sin previa experimentación. Hay muchos ejemplos de este problema, quizás el más típico (sin ser muy precoz) es 'Big Top', la nectarina más cultivada en España por su gran calidad organoléptica, buen calibre y coloración intensa (Carbó e Iglesias, 2002), pero que presenta muy mala adaptación en muchas zonas de cultivo: poco productiva (baja densidad floral), frutos de forma irregular y gran cantidad de frutos dobles o triples y frutos con huesos abiertos.

La excesiva dependencia de variedades obtenidas en programas de mejora extranjeros, principalmente de Estados Unidos, Italia y Francia, se debe a que España ha carecido hasta hace pocos años de programas propios de mejora. En el pasado, las nuevas variedades que se producían en el extranjero eran libres o estaban mal protegidas, de forma que los viveristas y fruticultores españoles las podían introducir y ensayar y, si se comportaban bien, las podían multiplicar, cultivar y comercializar. Si era necesario, se cambiaba fraudulentamente el nombre original. Hoy en día esto es imposible. A partir de mediados de los años 90, la mayoría de las nuevas variedades están legalmente protegidas y esta protección es cada vez más eficiente, de modo que sólo pueden cultivarse si se obtiene la licencia de los obtentores y se pagan los 'royalties' correspondientes: 1-2 €/árbol o bien una cantidad por superficie plantada (hasta 4.000 €/ha). Algunas de estas variedades pertenecen en exclusiva a unos pocos productores con gran poder adquisitivo. La dependencia de las variedades extranjeras es, por tanto, muy cara y además incide a menudo en el problema de la mala adaptación a nuestras condiciones agroclimáticas, al ser variedades producidas y seleccionadas en otras condiciones diferentes.

La falta de calidad interna de los frutos ya ha sido mencionada en el apartado anterior. Los frutos de la mayoría de variedades

actuales presentan una buena calidad externa (tamaño, coloración intensa y precoz, aspecto general), pero a menudo carecen de cualidades organolépticas suficientes. Esto sucede sobre todo en las variedades precoces, cuyos frutos se venden porque son los primeros que aparecen en los mercados. Por otra parte, el valor añadido de la diferenciación del fruto por color, forma y tamaño ha desaparecido prácticamente, ya que los frutos de diferentes variedades en la misma época de maduración son muy parecidos y difíciles de distinguir visualmente. La calidad interna de los frutos depende sobre todo de dos factores relacionados entre sí, la firmeza y el sabor. Una firmeza adecuada de los frutos es esencial para su buen manejo y comercialización. La falta de firmeza obliga a recolectar los frutos demasiado verdes, para que resistan los procesos de post-cosecha, con la consiguiente pérdida sobre todo del sabor. Una firmeza mayor permite recolectar los frutos más cerca de la madurez fisiológica y, por lo tanto, con una notable mejora de la calidad. En cuanto al sabor de los frutos es una cualidad importantísima y al mismo tiempo difícil de evaluar, ya que es en gran parte subjetiva, no perceptible exteriormente y depende de muchos factores (y de las relaciones entre ellos): la cantidad de sólidos solubles, las cantidades relativas de los diferentes azúcares (sacarosa, glucosa, fructosa, sorbitol), la acidez (ácido cítrico, málico, etc), los componentes aromáticos e incluso la textura.

Las plagas que afectan al melocotonero son principalmente lepidópteros como *Anarsia lineatella* y *Cydia molesta*, áfidos como *Myzus persicae* entre otros, cóccidos como el piojo de San José (*Quadraspidiotus perniciosus*), trips (*Frankiniella occidentalis*) y entre los dípteros destaca por su importancia la mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*), insecto polífago que constituye la plaga más importante de todos los frutales de

hueso. Mención aparte merecen los nematodos que, dependiendo del patrón utilizado, pueden producir importantes daños en melocotonero. Dentro de los hongos que afectan a la parte aérea están *Phomopsis amygdali*, *Cytospora* spp., el agente de la lepra (*Taphrina deformans*), el cribado (*Cladosporium carpophilum*), que afecta sobre todo a variedades tardías, el oidio (*Sphaerotheca pannosa*) y la *Monilia laxa*, agente también de la podredumbre de los frutos. Además, los hongos del suelo como *Armillaria mellea* y *Rossellinia necatrix* causan daños variables según la zona de cultivo y el portainjerto utilizado (Fideghelli y Sansavini, 2005). Entre las bacterias hay que considerar a *Agrobacterium tumefaciens* y, sobre todo, a *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* recientemente detectada en España (Roselló et al., 2007). En cambio, los aislados del virus de la sharka difundidos en nuestro país no producen en la actualidad daños apreciables en melocotonero (Cambra et al., 2006), aunque esta situación podría variar en cualquier momento, ya que otros aislados más agresivos de este virus se han difundido ya en regiones italianas y francesas, algunas tan próximas como la zona de Perpiñán.

Entre los estreses abióticos hay que mencionar los efectos de las bajas temperaturas y heladas primaverales, que afectan principalmente a las variedades de floración precoz, y que ocasionan frutos con huesos abiertos y mermas en la producción, los efectos de las altas temperaturas del verano, que inducen la posterior presencia de frutos dobles o triples y, por el contrario, la caída de frutos pre-cosecha y los daños por frío en post-cosecha (mancha ocre y vitrescente), que afectan especialmente a los duraznos de maduración muy tardía cultivados en Aragón. Habría que añadir, por supuesto, todos los factores ligados al tipo de suelo (caliza, salinidad, sequía, asfixia radicular) que se resuelven con los portainjertos adecuados.

Finalmente, los costes de producción elevados se deben principalmente al coste de los numerosos tratamientos fitosanitarios y de la mano de obra necesaria para las operaciones de poda, aclareo y recolección.

Los programas de mejora genética

Los problemas expuestos en el apartado anterior tratan de resolverse con la obtención de nuevas variedades a través de programas de mejora genética mediante cruzamientos dirigidos. Ya se ha comentado previamente el enorme número de nuevas variedades de melocotonero que aparecen cada año en el mercado. Estas variedades tienen su origen en más de 70 programas de mejora existentes en el mundo, liderados por Estados Unidos de donde proceden el 50% de las nuevas variedades, mientras que el 30% procede de Europa (principalmente de Francia e Italia) y el resto de Sudáfrica, Australia, China, Japón, Méjico y Brasil (Byrne, 2002 y 2005). Los programas de mejora pueden ser públicos o privados. La mayoría de los programas realizados por empresas privadas dedican casi todo su esfuerzo a la obtención de 'novedades': variedades que el consumidor pueda distinguir de las demás por alguna característica de su presentación o de su sabor particular. Son programas que buscan la ganancia rápida con la mínima inversión de tiempo y esfuerzo en el estudio de los materiales obtenidos. Por el contrario, los programas realizados por centros públicos se dedican más al desarrollo de los bancos de germoplasma, a los estudios de genómica y tecnología para la selección y mejora y a la introducción de resistencias frente a factores bióticos y abióticos (Iglesias et al., 2005), lo que indudablemente requiere más tiempo y es costoso, pero tiene un indudable interés.

A pesar de todas estas innovaciones, muy pocas variedades de los programas extranjeros satisfacen las necesidades del productor español. Por esa razón, a finales de los años 80 y, sobre todo, en la década de los 90, se iniciaron en España varios programas de mejora genética del melocotonero con la intención principal de evitar la total dependencia de los programas extranjeros y conseguir variedades mejor adaptadas a las condiciones agroclimáticas de nuestras regiones productoras. Esta tendencia ha seguido e incluso se ha incrementado a partir del año 2000, de modo que a finales del 2007 existen en España no menos de 14 programas activos de mejora de esta especie. Las razones de esta proliferación de programas de mejora, que puede parecer excesiva en un país como España, son las siguientes:

- La ya citada situación actual de protección de casi todas las nuevas variedades, con acceso restringido para algunas y pago de elevados “royalties” en otras.
- La necesidad de diferenciación de la producción, cada obtentor quiere unas variedades que se distinguan de las demás.
- La adaptación de las variedades a las condiciones de cada área de cultivo se facilita con programas propios de mejora, donde las descendencias obtenidas de los cruza- mientos se seleccionan ‘in situ’.

Los 14 programas se distribuyen de la siguiente forma: cinco en Andalucía, dos en Aragón, dos en la C. Valenciana, dos en Cataluña, dos en Murcia y uno en Extrema- dura. En cuanto a la financiación, seis pro- gramas son exclusivamente privados, uno es público y los otros siete tienen una financia- ción mixta, predominando la inversión pública en cuatro de ellos y la privada en los otros tres. Los principales objetivos de los programas españoles de mejora del meloco- tonero responden a la problemática expues-

ta en el apartado anterior (Llácer, 2005 y 2007):

- Adaptación climática y ampliación del calendario de comercialización. Existe un claro desplazamiento hacia variedades de bajas o muy bajas necesidades de frío inver- nal, lo que permite el cultivo en zonas de clima cálido, con un adelanto de más de 30 días en la época de recolección. Estas varie- dades de bajas necesidades en frío y corto período de desarrollo del fruto deben tener un vigor medio, producir cuajados de frutos con temperaturas relativamente bajas o altas, ser capaces de vegetar bien con poca luz primaveral, temperaturas extremas y con fuerte alternancia noche-día. También deben adaptarse a las altas temperaturas estivales de las zonas españolas donde se cultivan este tipo de variedades.

- Independencia de las obtenciones extran- jeras para evitar el pago de ‘royalties’ y los problemas de mala adaptación.

- Calidad sensorial. Ya hemos dicho que las variedades precoces, sobre todo, suelen presentar una buena calidad externa (apa- riencia, color, tamaño) pero carecen a menudo de calidad interna y que ésta depende principalmente de la firmeza y el sabor. En los mercados europeos el Regla- mento en vigor R CEE N° 186/2004 de la Comisión exige actualmente (desde el 1 de marzo de 2005) para todas las variedades una firmeza inferior a 6,5 kg/cm² y un con- tenido en sólidos solubles superior a 8 °Brix. Para variedades que maduran a partir de junio suele requerirse más de 11 °Brix y firmeza de consumo superior a 1 kg/cm² (Badenes et al., 2006).

- Calidad nutricional. Otro aspecto de inte- rés creciente es la llamada calidad nutricio- nal o ‘nutracéutica’ (Llácer et al., 2006). El consumo de fruta se considera actualmente como altamente beneficioso para la salud, debido a las propiedades antioxidantes de

los carotenoides (pigmentos anaranjados o amarillos), los antocianos (pigmentos rojos) y los polifenoles (sin pigmentación) que protegen contra varios tipos de enfermedades, como cáncer, arteriosclerosis y otros problemas circulatorios (Gil *et al.*, 2002; Thomas-Barberan *et al.*, 2001; Wargovich, 2000). Hasta ahora no hay ninguna variedad de melocotón en el mercado que se haya obtenido específicamente por tener un mayor contenido de estas sustancias beneficiosas, pero sí que existen en el mundo varios programas de mejora que han obtenido nuevas variedades con mayores niveles de dichos compuestos.

– Resistencia a plagas y enfermedades. La obtención de variedades resistentes o tolerantes a plagas (especialmente pulgones) y enfermedades diversas (producidas por hongos y bacterias) es uno de los objetivos más frecuentes en los actuales programas de mejora genética del melocotonero, con el fin de poder reducir notablemente el empleo de plaguicidas y/o fungicidas y alcanzar, de ese modo, una disminución importante de costes, de residuos en la fruta y de contaminación ambiental, que son tres aspectos fundamentales para el futuro de este cultivo. La producción ecológica de fruta, que presenta un interés cada vez mayor en muchos países, también depende de la disponibilidad de variedades resistentes o tolerantes a plagas y enfermedades. Sin embargo, el proceso para lograr este objetivo es más largo y costoso con respecto a la mejora de caracteres como el color, el calibre o la calidad del fruto.

– Disminución de los costes de producción. Además de la reducción del empleo de productos fitosanitarios, se investiga la obtención de variedades con hábitos modificados de crecimiento, ramificación y fructificación, de forma que puedan reducirse los gastos de cultivo, poda y recolección.

Necesidad de nuevas fuentes de variación genética

Los programas españoles de mejora genética del melocotonero realizados por empresas privadas buscan, por lo general, la obtención de variedades de características mejores o, al menos, similares a los mejores cultivares extranjeros para evitar la dependencia de los programas foráneos y así poder cobrar 'royalties' en vez de tener que pagarlos, lo que ya es un objetivo importante. Para ello se recurre a combinar de múltiples maneras un cierto número de variedades de referencia, la mayoría obtenidas en California y Florida y derivadas, a su vez, de material chino con una base genética muy reducida (Aranzana *et al.*, 2003). Los programas españoles de financiación total o mayoritariamente pública sentimos, en cambio, la necesidad de ir más allá, buscando no sólo la independencia de los programas extranjeros, sino los otros objetivos expuestos de adaptación climática, calidad interna y nutricional del fruto, resistencias a plagas y enfermedades y disminución de los costes de producción. Para lograr estos fines es imprescindible disponer de nuevas fuentes de variación genética que contengan los caracteres deseados.

Si nos referimos en primer lugar a las nuevas fuentes para la obtención de frutos de mayor calidad, hemos de pensar en que se trata de un carácter de definición muy compleja (Llácer *et al.*, 2006). Tradicionalmente, la tipología y las características organolépticas del melocotón han ido asociadas con aspectos culturales de cada zona de cultivo. En Asia normalmente se prefieren melocotones de carne blanca y de baja acidez; en Norteamérica los tipos de carne blanda amarilla con acidez elevada; en España y Latinoamérica los melocotones de carne dura amarillanaranja. La globalización, con la movilidad actual del consumidor, exige la presencia de

nuevos productos en los mercados y, en el caso del melocotonero, una mayor diversificación de los tipos de frutos, más aún en países turísticos como es el caso de España. Se buscan todas las combinaciones posibles: melocotón o nectarina, carne blanca o amarilla, carne dura o blanda, ácidos o subácidos, forma normal o 'chatos', y actualmente se empiezan a ofrecer dos colores más de la pulpa, naranja y sanguina. Los programas de mejora intentan obtener melocotones distintos a los comunes en la zona, con el fin de producir una diferenciación del producto, así como obtener material vegetal de procedencia foránea adaptado a las zonas de cultivo locales. Un ejemplo es la reintroducción en el mercado de los paraguayos, consumidos especialmente en China, que presentaban problemas de comercialización en Europa y América por su falta de firmeza y la frecuente presencia de "cracking". El éxito en España de variedades como la francesa 'Sweet Cap' o la serie UFO italiana, derivada de la americana 'Saturn', confirman estas tendencias. Los paraguayos sin vello (platerinas) también son un buen ejemplo de introducción de novedades.

Los melocotones de carne dura, no fundente, han sido utilizados durante siglos en España y Latinoamérica. Este carácter permite la cosecha con una elevada calidad, ya que el fruto maduro tiene la suficiente firmeza para comercializarse (Hough, 1985). Otro tipo de carne en estudio es el tipo "stony hard" derivado de la variedad 'Jingyu' china (Byrne, 2005) o la japonesa 'Manami' (Hayama et al., 2006), que permite mantener el fruto a temperatura ambiente hasta diez días después de la cosecha, de manera que una vez totalmente maduros son como los fundentes. Este tipo de fruto produce menos etileno, por lo que madura más lentamente. Otros caracteres de interés son el tipo 'carne crocante' presente en la variedad coreana 'Yumyeoung' y la italiana

'Grezzano' (Liverani y Giovannini, 2000) y el gen de maduración lenta derivado de las nectarinas 'Fantasia', 'Fairlane' y 'Flamekist' (Brecht et al.; 1984, Ramming, 1991).

Otro aspecto que se está estudiando es el aumento de los sólidos solubles en las variedades de maduración temprana, ya que generalmente decrecen con el acortamiento del período de desarrollo del fruto y aumentan con el tamaño de éste (Byrne, 2002), llegando a la conclusión de que es posible combinar una elevada proporción de sólidos solubles con gran tamaño del fruto si su ciclo de desarrollo es superior a los cien días (Byrne, 2005). Muchos otros factores necesitan considerarse para desarrollar variedades de mayor calidad, incluyendo los componentes aromáticos del sabor, las cantidades relativas de azúcares y ácidos específicos y la textura.

Otra búsqueda consiste en la selección de variedades que soporten bien el tratamiento postcosecha y las estrategias de empaquetado, para que se prolongue el período desde la recolección hasta el consumo. Un melocotón que pudiera recolectarse antes de la maduración, manteniéndose en esas condiciones durante el almacenamiento y después inducir su maduración una vez puesto en el mercado, sería el ideal para la exportación a larga distancia. Esto implica el control del proceso de maduración, mediante la identificación y el conocimiento de los genes que regulan la liberación del etileno y la tasa de maduración (Rasori et al., 2003). Uno de los problemas de postcosecha más comunes son los daños causados por el frío, que incluyen la mancha ocre y la mancha vítrea, cuyas bases fisiológicas y genéticas siguen desconocidas (Lurie y Crisosto, 2005) aunque parece existir control genético en algunas poblaciones (Peace et al., 2005). Se ha tratado de disminuir su incidencia controlando las condiciones durante el almacenamiento, principalmente las tem-

peraturas. Recientemente se han observado grandes diferencias entre variedades (Crisosto *et al.*, 1999), abriendo una puerta a la mejora genética como fuente de solución a este problema.

En cuanto a la obtención de nuevas variedades que necesiten menos tratamientos químicos para una producción sostenible, se está trabajando en la obtención de variedades con resistencias genéticas a monilia, oidio, abolladura, pulgones, *Xanthomonas* y virus de la sharka, entre otras (Bellini *et al.*, 1996; Byrne *et al.*, 2000; Gradziel *et al.*, 1998; Kervella *et al.*, 1998; Monet *et al.*, 1998; Foulongue *et al.*, 2003). Asimismo en los patrones se ha conseguido recientemente un gran avance con la selección asistida por marcadores moleculares ligados a genes de resistencia a nematodos, *Armillaria*, *Phytophthora* y otros problemas edáficos (Pinochet *et al.*, 2000; Nyczepir y Beckman, 2000; Beckman y Pusey, 2001; Lecouls *et al.*, 2004; Yamamoto y Hoyashi, 2002).

Otra tendencia en la mejora ha sido la búsqueda de una mayor adaptabilidad para permitir la ampliación de la zona de cultivo. En parte se ha conseguido con la extensión de la época de recolección mediante el uso de variedades de bajas necesidades en frío y que presentan unos períodos muy cortos de desarrollo del fruto, produciéndose una maduración muy temprana, de abril a mayo en el hemisferio norte y de octubre a mediados de diciembre en el hemisferio sur. Ello beneficia a los productores por una entrada más temprana en el mercado internacional, con lucrativos precios de venta y menos riesgos, ya que la fruta permanece menos tiempo en el campo. Sin embargo al presentar muy bajas necesidades en frío, estas variedades florecen muy pronto, por lo que su cultivo se debe desarrollar en zonas con escaso riesgo de heladas, habiéndose extendido por regiones subtropicales y tropicales (Byrne *et al.*, 2000; Faust y Timon, 1995); en el caso de Espa-

ña, por Andalucía y la zona de Levante, en algunos casos mediante la protección del cultivo con invernaderos sencillos. Otro esfuerzo de mejora en estas variedades es la conservación de frutos en postcosecha, especialmente interesante para los países productores del hemisferio sur, con el fin de que puedan ser exportados de un hemisferio a otro, de modo que la oferta de melocotón permanezca durante todo el año.

Por último, el cambio de la arquitectura del árbol va encaminado a la reducción de los costes de producción, principalmente de los tiempos de mano de obra. Con este fin se pretende la obtención de patrones enanizantes y de variedades con una arquitectura enana, semi-enana, compacta, en forma de pilar o de porte llorón (Scorza *et al.*, 1989; Tworkoski y Scorza, 2001; Byrne, 2005). Un aspecto también importante, aunque muy dependiente de la zona de cultivo, es la reducción de las necesidades de aclareo, que representa alrededor del 20% del coste de producción. Por ello interesan en general variedades con intensidades medias de floración.

La búsqueda y utilización de todas estas nuevas fuentes de variación genética requiere una fuerte inversión en investigación y caracterización de nuevo germoplasma frutal y en el estudio del control genético de los caracteres de interés, inversión que sólo los programas de financiación pública se pueden permitir. Por esa razón, los Institutos de Investigación Agraria de las 4 CC AA implicadas actualmente en la mejora genética del melocotonero (el CITA de Aragón, el IVIA de Valencia, el IRTA de Cataluña y el IMIDA de Murcia) van a promover de manera coordinada una propuesta al INIA de un conjunto de actuaciones destinadas a la prospección, caracterización y utilización de nuevo germoplasma de melocotonero, dirigidas especialmente a los países de origen y diversificación de esta especie frutal.

Bibliografía

- Aranzana MJ, Carbó J, Arús P, 2003. Microsatellite variability in peach [*Prunus persica* (L.) Batsch]: cultivar identification, marker mutation, pedigree inferences and population structure. *Theor. Appl. Genet.* 106: 1341-1352.
- Badenes ML, Llácer G, Crisosto C, 2006. Mejora de la calidad de frutales de hueso. En: Llácer G, Díez MJ, Carrillo JM, Badenes ML (Eds.). "Mejora Genética de la Calidad en Plantas", p. 551-578. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas y Sociedad Española de Genética. Universidad Politécnica de Valencia. ISBN: 84-9705-693-0.
- Beckman TG, Pusey PL, 2001. Field testing peach rootstocks for resistance to Armillaria root rot. *HortScience* 36: 101-103.
- Bellini E, Natarelli L, Nencetti, Sirico G, Mugnai L, 1996. Peach genetic improvement: results achieved with a breeding programme for resistance to *Taphrina deformans* (Berk. Tul.). *Acta Hort.* 347: 33-37.
- Borrás F, 2007. Problemas de la comercialización de la fruta. *Actas del II Congreso Internacional Frutícola 'Ciutat de Carlet', Carlet (Valencia)*, p. 117-136.
- Brecht JK, Kader AA, Ramming DW, 1984. Description and postharvest physiology of some slow-ripening nectarine genotypes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109: 596-600.
- Byrne DH, 2002. Peach breeding trends: a world wide perspective. *Acta Hort.* 592: 49-59.
- Byrne DH, 2005. Trends in stone fruit cultivar development. *HortTechnology* 15(3): 494-500.
- Byrne DH, Sherman WB, Bacon TA, 2000. Stone fruit genetic pool and its exploitation for growing under warm climatic conditions. In: Erez A (Ed.) "Temperate fruit crops in warm climates". Kluwer Academic Publ., Dordrecht, The Netherlands.
- Cambra M, Capote N, Cambra MA, Llácer G, Botella P, López-Quílez A, 2006. Epidemiology of sharka disease in Spain. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 36: 271-275.
- Cambra R, 1984. Denominaciones del melocotón. Estación Experimental de Aula Dei (CSIC), Zaragoza, *Boletín* nº 13, 120 pp.
- Carbó J, Iglesias I, 2002. Melocotonero: las variedades de más interés. Ed.: Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries. Barcelona. 285 pp.
- Crisosto C, Mitchell F, Ju Z, 1999. Susceptibility to chilling injury of peach, nectarine, and plum cultivars. *HortScience* 34: 1116-1118.
- FAOSTAT, 2007. Anuario Estadístico de la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). <http://faostat.fao.org/>
- Faust M, Timon B, 1995. Origin and dissemination of peach. *Horticultural Reviews* 17: 331-377.
- Fideghelli C, Sansavini S, 2005. Il pesco. Moderni indirizzi di allevamento, coltivazione, difesa, irrigazione, nutrizione, conservazione, trasformazione e mercato. Edagricole, Bologna, 260 pp.
- Foulonge M, Pascal T, Pfeiffer F, Kervella J, 2003. QTLs for powdery mildew resistance in peach x *Prunus davidiana* crosses: consistency across generations and environments. *Mol. Breed. New Strateg. Plant Improv.* 12: 33-50.
- Gil MI, Thomas-Barberan FA, Hess-Pierce B, Kader A, 2002. Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California. *J. Agric. Food Chem.* 50: 4976-4982.
- Gradziel TM, Thorpe MA, Bostock RM, Wilcox S, 1998. Breeding for brown rot (*Monilinia fructicola*) resistance in clingstone peach with emphasis on the role of fruit phenolics. *Acta Hort.* 465: 161-169.
- Hayama H, Tatsuki M, Ito A, Kashimura Y, 2006. Ethylene and fruit softening in *stony hard* mutation in peach. *Postharvest Biol. Technol.* 41: 16-21.
- Hough LF, 1985. Perspectives for peach breeding for the cultivars for 2000 AD. *Acta Hort.* 173: 11-20.

- Iglesias I, 2007. Nuevas variedades: más calidad, más seguras y mayor comodidad para el consumidor. Primeras Jornadas Europeas "5 al día". Feria de Valencia y Generalitat Valenciana. Valencia, 18 y 19 de abril de 2007. Publicación formato CD.
- Iglesias I, Carbó J, 2006. Situació actual, característiques i comportament agronòmic dels portaempelts de presseguer. Dossier Tècnic. DARP: 17: 3-18.
- Iglesias I, Casals E, 2007. Situación 2006 y prospección 2010 en España. Forum International Europèch' Fruits & Légumes, p. 39.
- Iglesias I, Carbó J, Bonany J, Casals M, Dalmau R, Montserrat R, 2005. Innovación varietal en melocotonero: especial referencia a las nuevas variedades de nectarina. Fruticultura Profesional 152: 6-36.
- Jiang W, Qu D, Mu D, Wang LR, 2004. China's energy saving greenhouses. Chronica Hort. 44: 15-17.
- Kervella JF, Pascal T, Pfeiffer F, Dirlwanger E, 1998. Breeding for multiresistance in peach tree. Acta Hort. 465: 177-184.
- Lecoals AC, Bergougnoux V, Rubio-Cabetas MJ, Bosselut N, Voisin R, Poëssel JL, Faurobert M, Bonnet A, Salesses G, Dirlwanger E, 2004. Marker assisted selection for the wide-spectrum resistance to root-knot nematodes conferred by the Ma gene from Mirobolan plum (*Prunus cerasifera*) in interspecific *Prunus* material. Mol. Breed. 13: 113-124.
- Liverani A, Giovannini D, 2000. The peach breeding program at the Instituto Sperimentale per la Frutticoltura di Forlì (Italy). Prunus Breeders Meeting, Pelotas (RS), Brasil, 29Nov-2 Dec. 2000. p. 19-23.
- Llácer G, 2005. Situación actual del cultivo del melocotonero. Tendencias. Agrícola Vergel 279: 133-141.
- Llácer G, 2007. Fruit breeding in Spain. XII Fruit Section Eucarpia Symposium. Zaragoza (Spain), Sept. 16-20. Acta Hort., in press.
- Llácer G, Badenes ML, Díez MJ, Carrillo JM, 2006. La calidad de los productos agrícolas en el marco de la mejora genética actual. En: Llácer G, Díez MJ, Carrillo JM, Badenes ML (Eds.). "Mejora Genética de la Calidad en Plantas, p. 3-17. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas y Sociedad Española de Genética. Universidad Politécnica de Valencia. ISBN: 84-9705-693-0.
- Lurie S, Crisosto CH, 2005. Chilling injury in peach and nectarine. Postharvest Biol. Technol. 37: 195-208.
- MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación) 1997. Anuario de Estadística Agroalimentaria.
- MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación) 2006. Anuario de Estadística Agroalimentaria. http://www.mapa.es/estadistica/Anu_06/
- Monet R, Guye A, Massonie G, 1998. Breeding for resistance to green peach aphid, *Myzus persicae* Sulzer in the peach. Acta Hort. 465: 171-175.
- Nyczepir AP, Beckman TA, 2000. Host status of Guardian peach rootstocks to *Meloidogine* sp. and *M. javanica*. HortScience 35: 772.
- Peace CP, Crisosto CH, Gradziel TM, 2005. Endopolygalacturonase: a candidate gene for *Free-stone* and *Melting* flesh in peach. Molecular Breeding 16: 21-31.
- Pinochet JC, Fernández C, Calvet C, Hernández-Dorrego A, Felipe A, 2000. Selection against *Pratylenchus vulnus* population attacking *Prunus* rootstocks. HortScience 35: 1333-1337.
- Ramming DW, 1991. Genetic control of slow-ripening fruit trait in nectarine. Can. J. Plant Sci. 71: 601-603.
- Rasori A, Bertolasi B, Furini A, Bonghi C, Tonutti P, Ramina A, 2003. Functional análisis of peach ACC oxidase promoters in transgenic tomato and in ripening peach fruit. Plant Sci. 165: 523-530.
- Roselló M, Santiago R, Cambra MA, García-Vidal S, Morente C, López MM, 2007. Outbreaks of *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* in Spain. Diagnostic and monitoring of bacterial diseases of stone fruits and nuts. Cost 873, Angers (France), April 17-19, p. 4.

- Rubio Cabetas MJ, Gómez Aparisi J, Arús P, Xiloyannis C, Dichio B, Di Vito M, Kleinhentz M, Dirlewanger E, 2005. Evaluación de nuevas selecciones de patrones de melocotonero resistentes a nematodos agalladores. *Fruticultura Profesional (Especial Melocotonero)* 152: 53-58.
- Scorza R, Lightner GW, Liveran A, 1989. The pillar peach tree and growth habit analysis of compact x pillar progeny. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114: 991-995.
- Thomas-Barberan FA, Gil MI, Cremin P, Waterhouse AL, Hess-Pierce B, Kader AA, 2001. HPLC-DAD-ESIMS analysis of phenolic compounds in nectarines, peaches, and plums. *J. Agric. Food Chem.* 49: 4748-4760.
- Tworcoski T, Scorza R, 2001. Root and shoot characteristics of peach trees with different growth habits. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 126 (6): 785-790.
- Wargovich MJ, 2000. Anticancer properties of fruits and vegetables. *HortScience* 35: 573-575.
- Yamamoto T, Hoyashi T, 2002. New root-knot nematode resistance genes and their STS markers in peach. *Scientia Hort.* 96: 81-90.
- (Aceptado para publicación el 18 de noviembre de 2008)



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

CIHEAM/IAMZ - Cursos 2007-08-09

CIHEAM

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
PRODUCCIÓN VEGETAL	*OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA	24 Sep. 07/29 Mayo 08	Córdoba	UCO/JA/CSIC/COI/INIA/IAMZ
	MÉTODOS ESTADÍSTICOS EN GENÓMICA DE PLANTAS	18-29 Feb. 08	Zaragoza	IAMZ/Generation Challenge Program
	TENDENCIAS ACTUALES EN AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN CONDICIONES MEDITERRÁNEAS	31 Mar./4 Abr. 08	Zaragoza	IAMZ/ICARDA/FERT
	CULTIVOS ENERGÉTICOS SOSTENIBLES EN EL MEDITERRÁNEO	5-9 Mayo 08	Zaragoza	IAMZ
	*MEJORA GENÉTICA VEGETAL	29 Sep. 08/5 Jun. 09	Zaragoza	IAMZ/UdL
	GESTIÓN DE RIESGOS EN LA AGRICULTURA MEDITERRÁNEA: SEGUROS AGRARIOS	24-28 Nov. 08	Zaragoza	IAMZ/MAPA-ENESA/MAPFRE
PRODUCCIÓN ANIMAL	*NUTRICIÓN ANIMAL	1 Oct. 07/6 Jun. 08	Zaragoza	IAMZ/UZ/FEDNA
	*MEJORA GENÉTICA ANIMAL Y BIOTECNOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN	1 Oct. 07/6 Jun. 08	Valencia/Barcelona	UPV/UAB/IAMZ/IVIA/INIA/IRTA
	MÉTODOS ESTADÍSTICOS EN GENÓMICA ANIMAL	15-19 Sep. 08	Zaragoza	IAMZ
	ANÁLISIS Y EVALUACIÓN PROSPECTIVA DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE RUMIANTES	23-27 Feb. 09	Zaragoza	IAMZ
	CONTROL Y ERRADICACIÓN DE ENFERMEDADES ANIMALES REPRESENTATIVAS EN EL MEDITERRÁNEO	30 Mar./3 Abr. 09	Zaragoza	IAMZ/OIE
	PRODUCCIÓN ANIMAL Y GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	25-29 Mayo 09	Zaragoza	IAMZ

(* **Cursos de Especialización de Postgrado** del correspondiente Programa Master of Science (*marcados con asterisco en el listado). Se desarrollan cada dos años:

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - MEJORA GENÉTICA VEGETAL: 08-09; 10-11; 12-13 - OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA: 07-08; 09-10; 11-12 - NUTRICIÓN ANIMAL: 07-08; 09-10; 11-12 - MEJORA GENÉTICA ANIMAL Y BIOTECNOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN: 07-08; 09-10; 11-12 | <ul style="list-style-type: none"> - PLANIFICACIÓN INTEGRADA PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE: 08-09; 10-11; 12-13 - MARKETING AGROALIMENTARIO: 07-08; 09-10; 11-12 - ACUICULTURA: 08-09; 10-11; 12-13 - ECONOMÍA Y GESTIÓN DE LA ACTIVIDAD PESQUERA: 08-09; 10-11; 12-13 |
|--|---|

Se destinan primordialmente a titulados superiores en vías de especialización de posgrado. No obstante se estructuran en unidades independientes para facilitar la asistencia de profesionales interesados en aspectos parciales del programa. Los participantes que cumplan los requisitos académicos pueden optar a la realización del 2º año para la obtención del Título Master of Science. El plazo de inscripción para los cursos de Mejora genética vegetal, Planificación integrada para el desarrollo rural y la gestión del medio ambiente, Acuicultura y Economía y gestión de la actividad pesquera finaliza el 2 de Mayo 2008. El plazo de inscripción para el curso de Olivicultura y elaiotecnica finaliza el 15 de Abril 2009. El plazo de inscripción para los cursos de Nutrición animal, Mejora genética animal y biotecnología de la reproducción y Marketing agroalimentario finaliza el 2 de Mayo 2009.

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.

Becas. Los candidatos de países miembros del CIHEAM (Albania, Argelia, Egipto, España, Francia, Grecia, Italia, Líbano, Malta, Marruecos, Portugal, Túnez y Turquía) podrán solicitar becas que cubran los derechos de inscripción, así como becas que cubran los gastos de viaje y de estancia durante el curso. Los candidatos de otros países interesados en disponer de financiación deberán solicitarla directamente a otras instituciones nacionales o internacionales.

No obstante, en algunos cursos coorganizados con otras instituciones pueden existir becas destinadas a candidatos de algunos países no miembros del CIHEAM. Se recomienda consultar el correspondiente apartado de becas en el folleto informativo que se edita específicamente para cada uno de los cursos programados.

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
MEDIO AMBIENTE	DISEÑO Y EJECUCIÓN DE PLANES DE GESTIÓN DE SEQUÍA: ORGANIZACIÓN, METODOLOGÍA Y ACTUACIONES	4-8 Feb. 08	Zaragoza	IAMZ/ICARDA/ FAO/ MEDROPLAN- MEDA Water
	INDICADORES AGROAMBIENTALES Y DE DESARROLLO COMO HERRAMIENTAS DE APOYO A LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL MEDIO RURAL	14-18 Abr. 08	Zaragoza	IAMZ
	RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE RÍOS MEDITERRÁNEOS	9-14 Jun. 08	Zaragoza	IAMZ
	*PLANIFICACIÓN INTEGRADA PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	29 Sep. 08/5 Jun. 09	Zaragoza	IAMZ/UdL
	ECONOMÍA AMBIENTAL Y DE LOS RECURSOS AMBIENTALES	2-13 Feb. 09	Zaragoza	IAMZ
COMERCIALIZACIÓN	*MARKETING AGROALIMENTARIO	1 Oct. 07/6 Jun. 08	Zaragoza	IAMZ
	MARKETING DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN FRESCO	20-24 Oct. 08	Zaragoza	IAMZ
	DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS AGROALIMENTARIOS	4-8 Mayo 09	Zaragoza	IAMZ
PESCA Y AGRICULTURA	MARKETING DE PRODUCTOS DEL MAR: TENDENCIAS Y RETOS	12-16 Nov. 07	Zaragoza	IAMZ/FAO/ MAPA-FROM
	ORGANIZACIÓN DE SISTEMAS DE ESTADÍSTICAS PESQUERAS	14-18 Ene. 08	Zaragoza	IAMZ/AECI
	SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN Y SU APLICACIÓN EN ACUICULTURA	10-14 Mar. 08	Tarragona	IAMZ/IRTA
	NUTRICIÓN DE PECES: SOSTENIBILIDAD Y CALIDAD DE LOS PRODUCTOS	19-23 Mayo 08	Zaragoza	IAMZ
	*ACUICULTURA	1 Oct. 08/30 Abr. 09	Las Palmas de Gran Canaria	ULPGC/ICCM/IAMZ
	*ECONOMÍA Y GESTIÓN DE LA ACTIVIDAD PESQUERA	6 Oct. 08/30 Abr. 09	Barcelona	UB/MAPA/IAMZ
	REPOBLACIÓN Y POTENCIACIÓN DE STOCKS DE PESCA	15-19 Dic. 08	Zaragoza	IAMZ
	GESTIÓN DE LA SEGURIDAD DEL PESCADO BASADA EN EL ANÁLISIS DE RIESGOS	12-16 Ene. 09	Zaragoza	IAMZ/FAO
	METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE STOCKS DE PESCA	16-20 Mar. 09	Zaragoza	IAMZ/CGPM
	USO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN PESCA Y ACUICULTURA	8-19 Jun. 09	Zaragoza	IAMZ/AECI

Información e inscripción. Los folletos informativos de cada curso se editan 6-8 meses antes de la fecha de inicio. Dichos folletos, así como los correspondientes formularios de inscripción pueden solicitarse a la dirección del IAMZ u obtenerse directamente de la página web:

Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza

Avenida de Montañana 1005, 50059 Zaragoza (España)
Teléfono +34 976 716000 - Fax +34 976 716001 - e-mail iamz@iamz.ciheam.org
www.iamz.ciheam.org

**PREMIOS DE PRENSA AGRARIA 2009
DE LA
ASOCIACIÓN INTERPROFESIONAL
PARA EL DESARROLLO AGRARIO**

La Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA) acordó en Asamblea General celebrada en mayo de 1983, instaurar un premio anual de Prensa Agraria, con el objetivo de hacer destacar aquel artículo de los publicados en ITEA que reúna las mejores características técnicas, científicas y de valor divulgativo, y que refleje a juicio del jurado, el espíritu fundacional de AIDA de hacer de transmisor de conocimientos hacia el profesional, técnico o empresario agrario. Se concederá un premio, pudiendo quedar desierto.

Los premios se regirán de acuerdo a las siguientes

BASES

1. Podrán concursar todos los artículos que versen sobre cualquier tema técnico-económico-agrario.
2. Los artículos que podrán acceder al premio serán todos aquellos que se publiquen en ITEA en el año 2009. Consecuentemente, los originales deberán ser enviados de acuerdo con las normas de ITEA y aprobados por su Comité de Redacción.
3. El jurado estará constituido por las siguientes personas:
 - a) Presidente de AIDA, que presidirá el jurado.
 - b) Director de la revista ITEA, que actuará de Secretario.
 - c) Director Gerente del CITA (Diputación General de Aragón).
 - d) Director del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza.
 - e) Director de la Estación Experimental de Aula Dei.
4. El premio será anual y tendrá una dotación económica.
5. Las deliberaciones del jurado serán secretas, y su fallo inapelable.
6. El fallo del jurado se dará a conocer en la revista ITEA, y la entrega del premio se realizará con motivo de la celebración de las Jornadas de Estudio de AIDA.

INSCRIPCIÓN EN AIDA

* Si desea Ud. pertenecer a la Asociación, rellene la ficha de inscripción así como la carta para la domiciliación del pago de la cuota de asociado y envíelas a AIDA Avda. Montañana 930. 50059 Zaragoza.

El abajo firmante solicita su inscripción como miembro de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario.

Apellidos..... Nombre.....

Dirección postal

Teléfono

Profesión..... Empresa de trabajo.....

Área en que desarrolla su actividad profesional

CUOTA ANUAL: Firma.

ITEA 40 €

FORMA DE PAGO:

Cargo a cuenta corriente o libreta

Cheque bancario

Tarjeta número:

□ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □

Cargo a tarjeta

VISA

MASTERCARD

Fecha de caducidad: /

SR. DIRECTOR DE.....

Muy Sr. mío:

Ruego a Vd. se sirva adeudar en la cuenta cte./libreta n.º..... que matengo en esa oficina, el recibo anual que será presentado por la "Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario".

Atentamente,

Firmado:

BANCO O CAJA DE AHORROS:

SUCURSAL:

DIRECCIÓN CALLE/PLAZA: N.º

CÓDIGO POSTAL:

POBLACIÓN:

