

Editorial

En memoria de Any Garbayo

La reincorporación al trabajo tras el periodo vacacional es siempre algo dura, y este año lo ha sido particularmente para los integrantes de las Unidades de Sanidad y Tecnología en Producción Animal del CITA de Aragón. Este verano nos ha dejado Any Garbayo Sanz, Investigadora contratada en el marco del programa Ramón y Cajal. Ahora sabemos que no la volveremos a ver y notamos su vacío, su ausencia en el laboratorio pero también la falta de sus ganas de cambiar lo mejorable, su lucha por defender sus ideas, por un mundo más justo, más solidario y más consciente de los problemas reales de la gente. Todo ello lo sentimos sus compañeros de trabajo que además tomábamos café, comíamos y pasábamos ratos con ella.

Tras cursar estudios en Ciencias Biológicas en la Universidad de Navarra, su carrera profesional se inició allá por el año 1987 en el IAMZ, como alumna del curso Superior de Producción Animal. En 1988 se incorporó a la Unidad de Tecnología en Producción Animal para iniciar su labor investigadora en reproducción, realizando la Tesis Master en 1990 y seguidamente la Tesis Doctoral en 1994. Tras la obtención del grado de Doctor siguió con la ilusión del aprendizaje y de la investigación, realizando a partir de 1995 dos estancias en el extranjero: la primera en Facultad de Veterinaria de Lieja (Bélgica) con una beca postdoctoral de 3 años y la segunda en el Animal Science Research Center de la Universidad de Missouri (EE.UU.), donde estuvo contratada durante 2 años. Tras estos 5 años de formación adicional en el extranjero, Any volvió con el Plan de Incorporación de Doctores y Tecnólogos del MEC a finales del 2000. En el 2001 obtuvo un contrato Ramón y Cajal que alegró su vida profesional y supuso un reconocimiento a su carrera.

Entre sus logros científicos destacan aportaciones importantes relacionadas con el conocimiento de la estructura y función de genes que codifican glicoproteínas asociadas a la gestación (Pregnancy-associated glycoproteins: PAGs) en embriones de los rumiantes domésticos. Any realizó un encomiable esfuerzo en la apertura de una nueva línea de investigación, en la dotación de infraestructura para los laboratorios de Biología Molecular del CITA, y fue también una gran luchadora por la estabilidad laboral que permitiera dar continuidad a su línea de trabajo.

Ahora ya poco importa todo esto, Any nos dejó el día 17 de agosto de 2006 y sólo nos quedan sus publicaciones científicas, el placer de haberla conocido personalmente y el recuerdo de los ratos que convivimos en su compañía. Por todo ello, no te olvidamos, Any.

Sumario

Producción Vegetal

Requerimiento de frío invernal y de calor en variedades de cerezos
Winter chilling and heat requirements on cherry varieties
E. Tersoglio, G. Naranjo, L. Rivero, M. Quiroga 251

Análisis económico de la tecnología de los invernaderos mediterráneos: aplicación en la producción del pimiento
Economic evaluation of mediterranean greenhouses technology: an application to pepper production
M.A. Fernández-Zamudio, A. Pérez, P. Caballero 260

Adaptación del tulipán a zonas de inviernos templados de Argentina
Tulip adaptation to mild winter areas of Argentina
N. Francescangeli, P. Frangi, R. Fernández 278

Producción Animal

Enzimas antioxidantes en la maduración de carne de vacuno procedente de dos cabañas autóctonas asturianas
Antioxidant enzymes throughout ageing from two local cattle breeds
B. Caballero, V. Sierra, I. Vega-Naredo, C. Tomás-Zapico, M.J. Rodríguez-Colunga, D. Tolivia, R. Hardeland, M. Oliván, A. Coto-Montes 288

Categorización del cuero de vacuno mayor en Galicia
Categorization of the cows hide in Galicia
J.A. Carballo, J. Lendoiro, T. Moreno 304

Producción de leche y crecimiento de los corderos de ovejas de raza "Churra-Tensina" explotadas en primavera bajo dos condiciones de manejo
Lamb growth and milk production and quality has been compared
M. Joy, R. Revilla, S. Gracia, R. Delfa 314

Requerimiento de frío invernal y de calor en variedades de cerezos

E. Tersoglio*, G. Naranjo*, L. Rivero**, M. Quiroga**

* Laboratorio de Fruticultura. EEA Mendoza INTA. CC3. (5507) Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina.

** Centro de Estudios de Post-Cosecha. EEA Mendoza INTA. CC3. (5507) Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina.

Resumen

El cerezo posee requerimientos que deben ser satisfechos para obtener producciones rentables. Entre ellos es particularmente importante la exposición a bajas temperaturas durante su reposo vegetativo para lograr una brotación y floración normal. La cantidad de frío requerido varía para cada cultivar.

Las cultivares 'Bing', 'Van' 'Early Burlat', 'Ruby', 'Garnet', 'Marvin', 'Celeste' y 'Lapins', fueron estudiadas en dos localidades con diferentes unidades de frío (UF). Las UF fueron calculadas por el método "Utah" y las unidades de calor como horas grado de crecimiento (GDH).

Los porcentajes de brotación se incrementaron cada vez que se aumentó GDH y UF. Los GDH provocaron brotación a partir de cierta cantidad mínima (umbral) de UF recibida. Fue posible diferenciar las necesidades de frío de cada cultivar a través de la comparación de modelos matemáticos de regresión, agrupando aquellas variedades que mostraron un comportamiento semejante.

Palabras clave: requerimiento de frío, requerimiento de calor, cerezo, unidades de frío, horas grado de crecimiento, brotación.

Summary

Winter chilling and heat requirements on cherry varieties

Cherry trees have thermic needs that must be satisfied in order to obtain profitable harvest. One of the most important factors to get a normal flower and vegetative budbreak is the chilling temperature exposition during the rest period. The amounts of "low" temperatures required to release cherry budbreak vary greatly among varieties.

'Bing', 'Van' 'EB', 'Ruby', 'Garnet', 'Marvin', 'Celeste' and 'Lapins' cultivars were studied at two locations with different amount of chill unit (UF). They were calculated by Utah method. The heat units were calculated as Growing Degree Hours (GDH).

The vegetative budbreak percentage increased whenever GDH or UF was bigger. But GDH only released budbreak when some minimum amount of UF (threshold) occurred. It was possible to differentiate some cultivars from chill requirements through comparison of mathematical regression model and also joined cultivars models that show a similar behavior.

Key words: chilling requirements, heat requirements, sweet cherry, growing degree hours.

Introducción

Ciertas especies frutales, como el cerezo *Prunus avium* L., posee requerimientos que deben ser satisfechos para obtener producciones rentables. Entre ellas es particularmente importante la exposición a bajas temperaturas durante la dormancia, lo cual le permite obtener una brotación normal en la primavera siguiente. La cantidad de frío requerido varía de acuerdo a numerosos factores, entre los cuales se citan el cultivar (cv.) (Couvillon, 1995; Erez, 1995).

En la dormancia se distinguen tres fases la paradormancia, endodormancia y ecodormancia (Lang et al., 1987). De estos tres estados el más profundo es el de la endodormancia y el medio de superarla es mediante la exposición a bajas temperaturas por períodos variables de tiempo (Erez, 1995). La endodormancia es causada por factores que residen dentro de la yema y es superada sólo por la aplicación de frío (Faust et al., 1997).

Para que las yemas puedan superar la dormancia es necesario que estas estén un determinado tiempo sometidas a bajas temperaturas. Esto es llamado requerimiento de frío (Erez, 1995).

Existen métodos que miden el frío recibido como unidades de frío (UF). Una UF se define como una hora a un determinado rango de temperatura que varía según el sistema de medición utilizado (Anderson et al., 1986). Además existen temperaturas llamadas intermedias, que se encuentran por debajo o por encima del rango óptimo, las cuales pueden adicionar o sustraer UF (Richardson et al., 1974; Norvell y Moore 1982; Shaltout y Unrat, 1983; Anderson et al., 1986; Fishman et al., 1987a y b; Sparks, 1993; Courvillon, 1995; Erez, 1995).

La bibliografía cita diferencias sustanciales entre requerimientos de frío observados en

una misma variedad. Esto se debe, entre otros, a los métodos de medición utilizados. Seif y Gruppe (1985) observaron que los cvs. 'Van' y 'EB' poseen requerimientos que oscilan entre 1.326 y 1.357 UF respectivamente, utilizando el método de medición de Norvell y Moore, (1982). Posteriormente Küden et al., (1997) encontraron que el requerimiento de frío invernal para 'Van' osciló entre 330 - 380 UF Utah calculado por el sistema Richardson (1986). Ello muestra que la metodología seleccionada influye fuertemente en los valores obtenidos y por lo tanto los resultados generalmente no son comparables. Tales inconsistencias se pueden deber a las diferencias entre los rangos de temperaturas necesarios para transformar los diferentes tipos de UF. Pero existen además otros aspectos de igual importancia que a menudo no están expuestos con suficiente claridad. Entre ellos está la metodología para determinar el inicio de la acumulación de la UF, el estado fenológico en el cual la yema vegetativa se considera brotada, el porcentaje de brotación que debe alcanzar y la cantidad de calor requerida para lograr dicha brotación.

Una vez cumplidos tales requerimientos comienza la última etapa del proceso llamada ecodormancia. Esta fase se observa sólo cuando las temperaturas son desfavorables para iniciar la brotación y concluye con el inicio de la brotación una vez acumulado suficiente calor. (Richardson et al., 1974; Faust et al., 1997). Esta energía es indispensable para iniciar los procesos que llevan a la brotación. El calor tiene efecto acumulativo y se mide en Horas Grados de Crecimiento (GDH). Se define GDH como una hora a una temperatura mayor de 4.4 °C (Richardson et al., 1974).

Entre los síntomas de insuficiente cantidad de frío invernal están: retraso del inicio de la brotación, periodos extensos de floración, reducción del cuaje, aborto de frutos.

Se observan frutos coexistiendo con flores. (Courvillon, 1995; Byrne y Bacon, 2003).

Para obtener cosechas cada vez más tempranas, los productores buscan zonas más cálidas, donde los requerimientos pueden no ser satisfechos naturalmente (Faust et al., 1997). Una alternativa a esa limitación es la selección de variedades con bajos requerimientos de frío invernal (Seif & Gruppe, 1985).

Durante la temporada 2003 las zonas productoras de cereza primicia de la Argentina experimentaron una abrupta reducción de sus exportaciones como resultado de un invierno en el que las plantas sólo recibieron entre 822 y 733 UF. Como consecuencia la producción descendió un 80%.

El objetivo del presente trabajo es establecer los requerimientos de frío y de calor necesarios para obtener una brotación adecuada en cultivares de cerezos *Prunus avium* L. y establecer las bases metodológicas para clasificar los cultivares en función de las UF y GDH.

Material y método

Los estudios se realizaron en materiales extraídos de huertos ubicados a 34° de Latitud Sur pero de localidades con diferente altitud. El departamento de Luján de Cuyo (LC) con una altitud de 1.100 msnm y el de San Martín (SM), con 600 msnm. Tal diferencia produce una acumulación de UF inferior en aquellos materiales ubicados en las zonas más bajas.

El estudio de LC fue realizado en plantas de 11 años de edad, de los cvs. 'Bing', 'Early Burlat' (EB) y 'Van'. Mientras que el de SM utilizó plantas de 6 años de los cvs. 'Ruby', 'Garnet', 'Bing', 'Celeste' y 'Lapins'. El por-

tainjerto utilizado en ambas localidades fue *Prunus mahaleb* L.

Los estudios se realizaron sobre ramas agostadas de 1 año de 30-50 cm de longitud. Las mismas fueron ubicadas en vasos con 100 ml de agua corriente. Cada uno con 4 brindillas identificadas de diámetro semejante (unidad experimental).

Por cada variedad en estudio fueron utilizados 6 vasos (repetición), ubicados en pequeñas cámaras de polietileno. Cada una de ellas se ubicó en un túnel con condiciones controladas dentro de un invernáculo con refrigeración por evaporación forzada.

La temperatura de las cámaras osciló entre 20 y 22 °C, la humedad relativa del 100% y el fotoperiodo fue de 16 h (Faust et al., 1995).

El número de yemas brotadas por rama fue evaluado cada siete días durante 21 días, excepto la última extracción que fue evaluada sólo los días 7 y 14. Se consideró yema brotada cuando la misma presentaba un crecimiento de al menos 5 mm de longitud.

Para analizar los efectos de la acumulación de frío sobre la brotación, en cada cultivar, se realizaron tres extracciones cada 15 días a partir del 28-7-2004 con excepción de 'Garnet' y 'Lapins' en las que sólo se realizaron dos.

Semanalmente se evaluó el estado fenológico de las yemas.

El inicio de la acumulación de frío invernal es determinado por el modelo de Courvillon (1995) y Ramira et al. (1995).

Las UF fueron calculadas por el método Utah (Anderson et al., 1986). Los GDH se calculan mediante el método de Richardson et al., (1974). Los conteos de yemas brotadas se realizaron a 192, 336 y 528 GDH que corresponden a 8, 14 y 21 días a 22 °C.

El diseño experimental utilizado fue el de bloque completamente aleatorizados. La prueba de comparación múltiple de medias utilizada fue Bonferroni. Las regresiones se compararon por el método de modelos anidados (Mendenhall, 1995). Los datos fueron analizados y graficados mediante Infostat, TableCurve y Surfer 2.2.

Resultados

Finca Luján de Cuyo

Las yemas mostraron incremento de la brotación a medida que aumentaron las UF recibidas manteniendo los GDH constantes. Se observa que a medida que las UF se acercan a la totalidad del frío requerido se obtienen brotaciones cercanas al 90% con un número de GDH cada vez menor (figura 1, tabla 1).

Cuando las yemas de 'Bing', 'Van' y EB fueron sometidas a 192 GDH con 1.128 y 1.225 UF el porcentaje de brotación se mantuvo en un rango de 0 a 8,6%, de 0 a 6,79% y 0,52 a 8,6% respectivamente. Mientras que con el mismo GDH pero con 1.435 UF se produjo un sustancial aumento de la brotación

que alcanzó el 96,1% en EB, al 90,9% en 'Van' y al 80,8% en 'Bing' (tabla 1, figura 1).

El cv. 'Van' muestra similar porcentaje de brotación cuando recibe entre 1.225 y 1.435 UF con 336 GDH indicando que el incremento de la tasa de brotación disminuye alcanzando una meseta de respuesta (tabla 1, figura 1).

El cv. 'EB' muestra que a partir de las 1.225 UF con 336 GDH no se observa un incremento de la brotación cuando se aumentan UF o GDH. Ello indica un resultado similar al encontrado en el cv. Van (tabla 1).

El cv. 'Bing' mostró que con un incremento de 1.225 a 1.435 UF, manteniendo constante las 336 GDH, mejora la brotación por encima del 90%, indicando que se habrían satisfecho los requerimientos de frío con aproximadamente 1.435 UF (tabla 1, figura 1).

Se establecieron las relaciones de causalidad entre UF y tasas de brotación con 336 GDH. Luego se realizó la prueba de modelos anidados para comparar las regresiones. Los análisis indicaron que hay suficiente evidencia para establecer que los modelos de los cvs. Van y EB son iguales, pero que difieren del de 'Bing'. Las diferencias se observaron en las ordenadas de origen y en las pendientes (figura 3 LC).

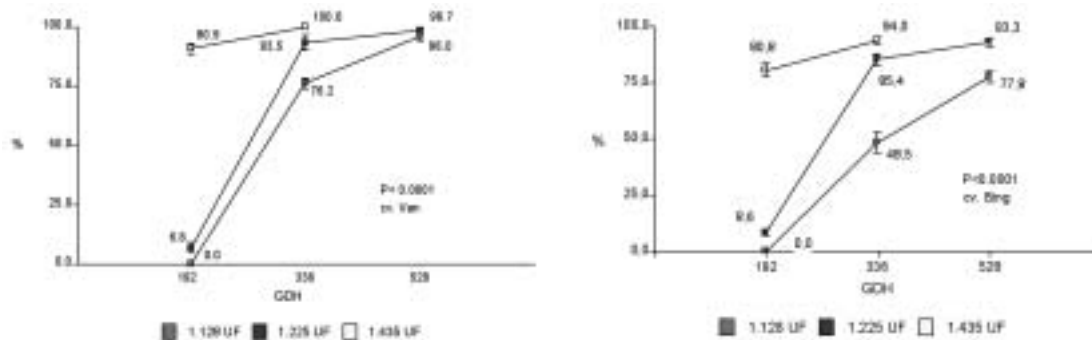


Figura 1. Porcentaje de brotación según UF y GDH, Luján de Cuyo.
Figure 1. Budbreak percentage according to UF and GDH, Luján de Cuyo.

Tabla 1. Efecto de las UF y de los GDH sobre la brotación de cultivares de cerezos (LC)
 Table 1. Effect of UF and GDH on budbreak of cherry cultivars (LC)

Unit	Brotación (%)		
	Bing	Van	EB
UF			
1.128	42,10	57,41	53,98
1.225	62,43	66,34	69,13
1.435	87,43	95,45	98,02
GDH			
192	29,81	32,57	35,08
336	75,96	89,89	91,13
528	85,56	97,39	93,36
UF*GDH			
1.128*192	00,00 b	00,00 b	00,52 b
1.128*336	48,47 c	76,20 c	74,69 c
1.128*528	77,84 d	96,04 d	86,73 d
1.225*192	08,61 b	06,79 b	08,60 b
1.225*336	85,39 de	93,48 d	98,80 e
1.225*528	93,28 ef	98,74 d	100 e
1.435*192	80,83 de	90,91 d	96,13 de
1.435*336	94,03 f	100 d	99,91 e
1.435*528	sd a	sd a	Sd a

Valores dentro de la columna seguidos por la misma letra no son estadísticamente significativos a nivel del 5%.

Finca San Martín

A medida que las yemas recibieron cantidades crecientes de UF y de GDH la brotación se incrementó. Cuanto mayor fue la satisfacción de UF, menor fue la diferencia de brotación encontrada entre dos GDH (tabla 2, figura 2).

Los cvs. 'Marvin' y 'Bing' con 1.072 UF y 336 GDH no alcanzan una brotación del 90%. Ello indica que ambos cvs. no satisfacen sus necesidades de frío en las condiciones establecidas en el ensayo (tabla 2, figura 2).

Los cvs. 'Celeste', 'Garnet' y 'Lapins' obtuvieron el 90% de brotación con 1.072 UF y 336 GDH (tabla 2, figura 2).

El cv. 'Celeste' mostró que con 830, 931 y 1.072 UF y 336 GDH las medias de los porcentajes de brotación siempre se incremen-

taron. Ello indica que con las UF aplicadas no fue posible encontrar una meseta de respuesta (tabla 2, figura 2).

Los cvs. 'Garnet' y 'Lapins' muestran una brotación mayor del 90% con 1.072UF y 336GDH (tabla 2).

La cv. 'Ruby' alcanza un porcentaje de brotación mayor del 90% con 931UF y 336GDH. Este cv. muestra un comportamiento similar cuando recibe tanto 931 como 1.072UF con 336 GDH indicando que alcanzó una meseta de respuesta (tabla 2, figura 4).

El estudio de comparación de modelos anidados entre los modelos de ajuste entre UF y tasas de brotación con 336 GDH mostró que los datos en estudio aportan evidencia que establece que los modelos de los cvs. 'Bing', 'Marvin', 'Celeste' y 'Ruby' son diferentes (figura 3 SM).

Tabla 2. Efecto de las UF y de los GDH sobre la brotación de cultivares de cerezos (SM)
 Table 2. Effect on UF and GDH on budbreak of cherry cultivars (SM)

Unit	Brotación (%)					
	Marvin	Celeste	Bing	Ruby	Garnet	Lapins
UF						
830	44,32	40,78	21,85	55,75	40,60	
931	61,87	46,46	40,53	84,27		57,03
1.072	78,53	86,04	52,26	94,14	81,19	82,64
GDH						
192	25,75	26,88	8,30	50,18	35,54	39,60
336	76,03	60,77	48,24	88,63	67,04	83,58
528	85,15	85,42	61,02	95,94	79,04	90,03
UF*GDH						
830*192	00,00 b	00,00 b	00,00 b	00,00 b	00,00 b	sd a
830*336	55,27 c	38,73 c	15,65 b	75,36 d	42,77 c	sd a
830*528	77,70 cd	83,60 ef	49,90 cd	91,88 e	79,04 d	sd a
931*192	07,19 b	00,57 b	00,00 b	59,78 c	sd a	07,42 b
931*336	85,82 d	51,57 d	49,45 cd	93,03 e	sd a	73,65 cd
931*528	92,61 d	87,24 ef	72,13 de	100 e	sd a	90,03 de
1.072*192	70,06 cd	80,06 e	24,89 bc	90,77 e	71,07 d	71,77 c
1.072*336	87,00 d	92,02 f	79,63 b	97,51 e	91,32 e	93,51 e
1.072*528	sd a	sd a	sd a	sd a	sd a	sd a

Valores dentro de la columna seguidos por la misma letra no son estadísticamente significativos a nivel del 5%.

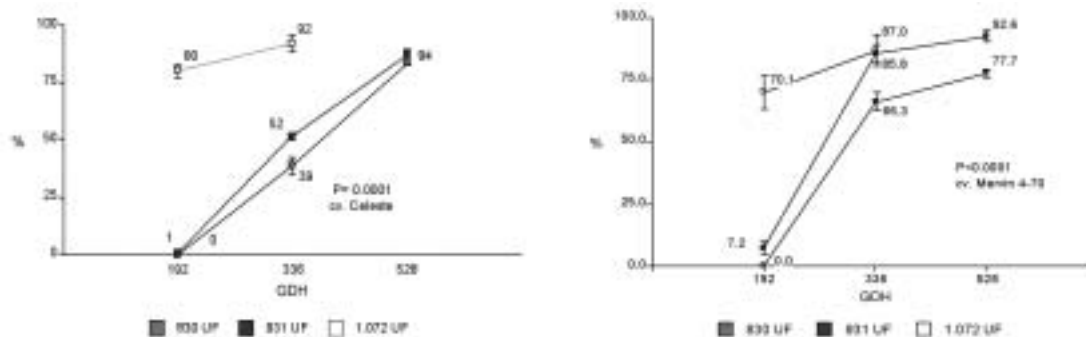


Figura 2. Porcentaje de brotación según UF y GDH, San Martín.
 Figure 2. Budbreak percentage according to UF and GDH, San Martín.

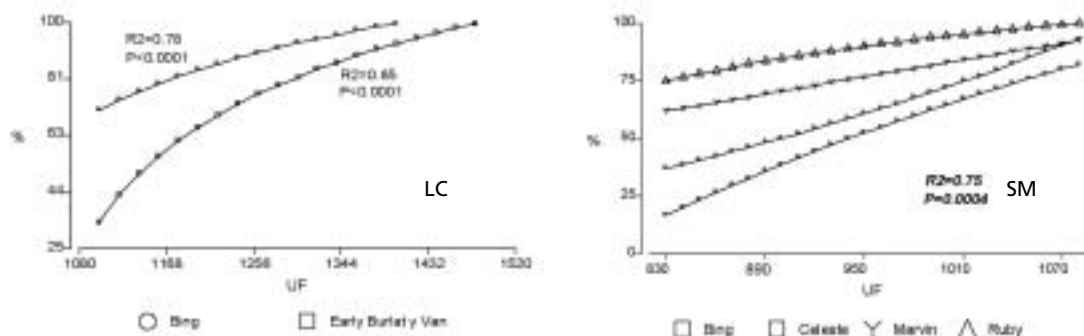


Figura 3. Efecto de las UF sobre la brotación luego de recibidos 336 GDH.
 Figure 3. Effect of the UF on the budbreak after having received 336 GDH.

El efecto de la interacción entre las UF y las GDH sobre la brotación de los cvs. 'Bing' y 'Ruby' queda representado mediante dos figuras en 3D que muestran un plano de respuesta generado a través de interpolaciones. La cv. 'Bing' muestra un plano de con una pendiente suave que indica una respuesta baja a los incrementos de UF y de GDH. La cv.

'Ruby' presenta dos planos con pendientes diferentes que indican zonas de respuestas distintas. El primer plano compuesto por los intervalos de respuesta 0-75% de brotación con alta pendiente. El segundo, que tiende a la horizontal, indica que la respuesta no se modifica mayormente con las variaciones de UF y GDH (figura 4).

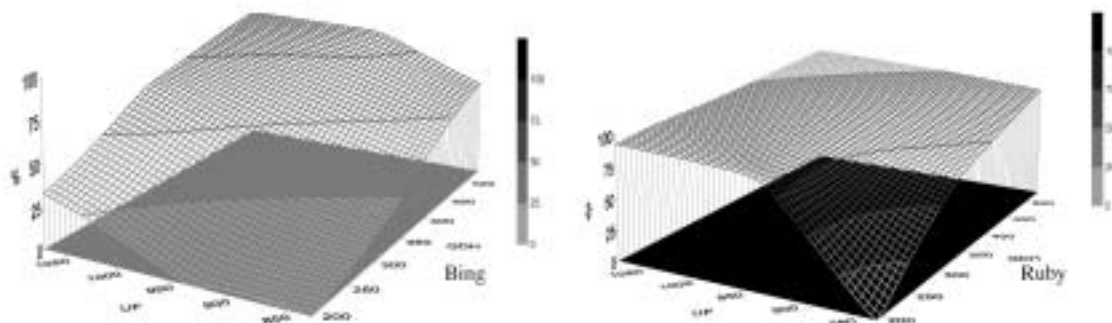


Figura 4. Efecto de interacción de las UF y GDH sobre el porcentaje de brotación.
 Figure 4. Interaction effect of the UF and GDH on the budbreak percentage.

Discusión

Los porcentajes de brotación se incrementaron cada vez que aumentaron las UF y los GDH en todas las cvs. en estudio.

Tanto el efecto del frío sobre la brotación como el del calor tienen un comportamiento aditivo (Erez, 1995; Young *et al.*, 1995). Sin embargo la relación causa - efecto (UF o GDH - porcentaje de brotación) sigue modelos matemáticos que difieren entre las cvs. o grupos de ellos.

Existe, dentro de ciertos límites, un efecto de reemplazo entre las UF y las GDH lo cual permitió obtener porcentajes de brotaciones semejantes con menor número de GDH y mayor de UF o viceversa (Richardson *et al.*, 1974; Courvillon, 1995).

La interacción entre UF y GDH no se produjo constantemente, ya que los GDH sólo fueron "activos" si cierta cantidad mínima o umbral de frío fue recibida. Este umbral varió con el cultivar (Erez, 1995)

A medida que los requerimientos de frío fueron satisfechos, el incremento de la brotación obtenido entre la primera, la segunda y la tercera semana fue menor.

Los efectos de las UF sobre la brotación, con 336 GDH, permitió agrupar los cultivares según sus requerimientos. De acuerdo con los modelos de regresión calculados, para obtener un 90% de brotación, las cvs 'EB' y 'Van' conformaron un grupo homogéneo con requerimientos estimados de 1.260 UF mientras que el cv. 'Bing' mostró un requerimiento de 1.375 UF (figura 3). En la zona de SM el cv. 'Bing' no alcanza el 90% de brotación con las UF aplicadas. Mientras que las cvs. 'Celeste' y 'Marvin' requieren aproximadamente 1.050 UF. La cultivar 'Ruby' muestra un comportamiento menos exigente ya que con sólo 950UF se alcanza la brotación requerida (figura 3).

Bibliografía

- Anderson JL, Richardson EA, Kesner CD, 1986. Validation of chill unit and flower bud phenology models for Montmorency sour cherry. *Acta Hort.* 184: 71-78.
- Byrne DH, Bacon T, 2003. Chilling accumulation: its Importance and Estimation. <http://aggiehorticulture.tamu.edu/stonefruit/chillacc.htm>.
- Couvillon G, 1995. Temperature and stress effects on rest in fruit trees: a review. *Acta Hort.* 395: 11-19.
- Erez A, 1995. Means to compensate for insufficient chilling to improve bloom and leafing. *Acta Hort.* 395: 81-95.
- Faust M, Erez A, Rowland L, Wang S and Norman H, 1997. Bud dormancy in perennial fruit trees: physiological basis for dormancy induction, maintenance and release. *HortScience* 32(4): 623-629.
- Faust M, Liu D, Wang S, Stutte G, 1995. Involvement of apical dominance in winter dormancy of apple buds. *Acta Hort.* 395: 47-56.
- Fishman S, Erez A, Courvillon GA, 1987a. The temperature dependence of dormancy breaking in plants: Mathematical analysis of a two steps model involving cooperative transitions. *J. Theor. Biol.* 124: 473-483.
- Fishman S, Erez A, Courvillon GA, 1987b. The temperature dependence of dormancy breaking in plants: Computer simulation of process studied under controlled temperatures. *J. Theor. Biol.* 126: 309-321.
- Küden AB, Küden A, Kaska N, 1997. Cherry Growing in the subtropics. *Acta Hort.* 441: 71-74.
- Lang GA, Early JD, Martin GC, Darnell RL, 1987. Endo-, para-, and eco-dormancy physiological terminology and classification for dormancy research. *HortScience* 22: 371-377.
- Mendenhall W, Sincich T, 1995. *Statistics for engineering and the sciences*. Fourth edition. New Jersey, Prentice hall (741-749) p 787.

- Norvell DJ, Moore JN, 1982. An evaluation of chilling models for estimating rest requirements of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107(1): 54-56.
- Ramira A, Colauzzi M, Masia A, Pitacco A, Caruso T, Messina R, Scalabrelli G, 1995. Hormonal and climatological aspects of dormancy in peach buds. *Acta Hort.* 395: 35-46.
- Richardson E, Seeley SD, Walter DR, 1974. A model for estimating the completion of rest for "Redhaven" and "Elberta" Peach Trees. *HortScience* 9(4): 331-332.
- Seif S, Gruppe W, 1985. Chilling requirements of sweet cherries (*Prunus avium*) and interespecific cherry hybrids. *Acta Hort.* 169: 289-294.
- Shaltout AD, Unrath CR, 1983. Rest completion prediction model for Starkrimson Delicious Apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108: 957-961.
- Sparks D, 1993. Chilling and heating Model for Pecan budbreak. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118: 29-35.
- Young E, Dautlick TK, Belding RD, 1995. Respiratory Changes during dormancy breaking of apple trees. *Acta Hort.* 395: 21:33.
- (Aceptado para publicación el ?? de ?? de 2006)

Análisis económico de la tecnología de los invernaderos mediterráneos: aplicación en la producción del pimiento¹

M.A. Fernández-Zamudio, A. Pérez, P. Caballero

Departamento de Economía y Sociología Agrarias. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). Apartado Oficial s/n. 46113 Moncada (Valencia). Teléfono: 96 342 40 00.

E-mail: economia@ivia.es

Resumen

La producción y comercialización del pimiento en España ha seguido una tendencia creciente en los 20 últimos años, manifestando una posición competitiva muy firme. Sin embargo, para mantener la competitividad en el pimiento ante la liberalización de los mercados y la concurrencia sobre los mismos de otros países, sobre todo los mediterráneos, la estrategia española debe dirigirse a un incremento del nivel tecnológico, especialmente en la fase de producción. La finalidad de este trabajo es la evaluación económica de diferentes niveles de tecnología en invernaderos de pimiento en la zona de Pilar de la Horadada (Alicante). Se han considerado, dos niveles de cultivo en suelo (uno sin calefacción y otro con calefacción de mínimos), y dos en la modalidad de cultivo en sustrato (ambos con calefacción permanente y uno de ellos con aplicación de CO₂). Las repercusiones económicas de la implantación de los cuatro niveles tecnológicos analizados se han determinado mediante el cálculo de los costes anuales, las inversiones y diferentes coeficientes económicos establecidos al respecto. Los resultados permiten afirmar que en las condiciones actuales son válidos los cuatro niveles considerados, ya que todos presentan un grado aceptable de rentabilidad.

Palabras clave: Costes de producción, Innovación tecnológica, Cultivos protegidos, *Capsicum annuum* L.

Summary

Economic evaluation of mediterranean greenhouses technology: an application to pepper production

The production and commerce of pepper in Spain has followed a growing trend over the last 20 years, displaying a very firm competitive position. However, to keep the pepper competitive in the face of liberalisation of the markets and the concurrence of the same in other countries, above all Mediterranean ones, the Spanish strategy should focus on an increase in the level of technology, especially in the production phase. The aim of this work is to economically evaluate the different levels of technology in the greenhouses dedicated to pepper growing, in the region of Pilar de la Horadada (Alicante). Two levels of growing in the ground have been considered, one without heating and the other with minimum heating, and two following the substrate cultivation model with permanent heating, and one of these with CO₂ applications. The economic repercussions of implanting the four levels of technology analysed have been determined considering annual costs, the investments and the different economic coefficients established in this respect. The results lead us to confirm that under current conditions the four levels considered are valid, given that all of them present an acceptable degree of profitability.

Key words: Production costs, Technological innovation, Protected crops, *Capsicum annuum* L.

1. El presente artículo se integra dentro de las investigaciones del Proyecto INIA de referencia RTA 04-072.

Introducción

El pimiento ocupa un lugar destacado en la horticultura española, con una importancia económica muy significativa, basada en la especialización de la producción, en el número de variedades cultivadas y en la competitividad de las exportaciones.

Desde el punto de vista económico y comercial, se puede afirmar que la competitividad del sector hortícola en su conjunto está fundamentada en las producciones en invernadero. En el caso concreto del pimiento ha seguido una evolución muy favorable hacia la intensificación, de forma que en el año 2002 había 11.810 hectáreas de pimiento en invernadero, mil más que al aire libre. Los motivos más destacables que han propiciado su introducción en el invernadero son los siguientes:

- Los grandes avances en el conjunto de innovaciones tecnológicas aplicables a los cultivos intensivos, entre los que destaca el desarrollo de la plasticultura, que ha favorecido la mejora y el abaratamiento de los plásticos y con ello su utilización masiva.
- El continuo aumento del nivel de vida de la población, y por lo tanto las exigencias de los consumidores. Actualmente la demanda de productos abarca todo el año y es necesario producir en ciclos continuos, algo que sólo es posible modificando las condiciones naturales en las distintas zonas productoras.
- La peligrosidad que representan algunas virosis en la horticultura al aire libre y las limitaciones que éstas ocasionan, han forzado a crear espacios controlados para reducir su impacto sobre las producciones.

Si se revisan los aspectos más favorables de la producción española de pimiento destacarían los siguientes:

- La gran dotación de invernaderos y la acusada especialización en las zonas de producción de Almería, Murcia y Alicante.
- El clima tan favorable de las comarcas productoras, que permite obtener la mayor parte de la cosecha de invernaderos sin calefacción, o bien con costes de calefacción muy moderados, a diferencia de los grandes competidores centroeuropeos.
- El calendario de comercialización es muy completo y abarca los doce meses del año.
- El mercado interior está muy desarrollado y absorbe gran parte de la producción.
- La posición geográfica de España, y su proximidad a los principales mercados de la Unión Europea, permite el abastecimiento directo por camión. A esta ventaja se añade la disposición de una gran diversidad de tipos de confección que satisfacen una demanda muy exigente de las grandes superficies.

Entre los puntos desfavorables pueden mencionarse:

- Unos costes de mano de obra en aumento, a pesar de las facilidades que este cultivo, y en general la actividad de invernaderos, tienen para emplear mano de obra eventual de forma continua y durante periodos de tiempo amplios.
- El elevado importe de las semillas, y sobre todo la gran dependencia de material vegetal procedente del exterior. España está muy lejos de alcanzar un nivel óptimo en la producción de material vegetal hortícola, y lo que es peor, ha sufrido una importante reducción del importante legado que tenía de variedades autóctonas.
- De forma similar a otras especies hortícolas, las variedades actuales de pimiento siguen siendo muy susceptibles ante peligrosas virosis, las cuales acortan la vida del

cultivo, disminuyen las producciones y pueden destruir la cosecha en poco tiempo.

- El agua es un factor de producción que, dada la aridez de las zonas mediterráneas, a veces escasea en cantidad y calidad. Al elevado precio, que contribuye a encarecer los costes de cultivo, se añade además que el pimiento es una especie exigente que no tolera excesivos niveles de salinidad.

Los pimientos españoles tienen un lugar en los mercados más importantes, a pesar de entrar en competencia con la producción centroeuropea, pero deberán afrontar cada vez más la oferta creciente que llega de otros países, sobre todo del área mediterránea, con los cuales es difícil competir en mano de obra. España presenta un buen desarrollo de las estructuras comerciales pero necesita incrementar su nivel tecnológico con el fin de obtener mayores niveles en la productividad y mejores calidades (Cantliffe y Vansickle, 2001).

Dada la susceptibilidad en la respuesta de esta especie a cada uno de los elementos tecnológicos que pueden introducirse en un invernadero, el presente trabajo se plantea con el **objetivo** de analizar las consecuencias de la evolución tecnológica, desde el punto de vista técnico, económico y comercial, con el fin de determinar el nivel óptimo en que deberán situarse los invernaderos de pimiento para garantizar su viabilidad.

El estudio se centra en la zona de Pilar de la Horadada (Alicante), donde se ha llegado a niveles tecnológicos muy completos en las explotaciones de pimiento, tratándose de la comarca con mayores rendimientos por metro cuadrado de España, lo que la sitúa en una destacada posición en este cultivo a nivel mundial.

La producción española de pimiento en invernaderos

El pimiento (*Capsicum annuum* L.) es una planta herbácea que se cultiva en un ciclo anual, y en invernadero alcanza un porte superior a los dos metros. Aunque es originario de Suramérica está muy adaptado a las condiciones agroecológicas del mediterráneo, por lo que actualmente casi la mitad de la producción mundial del pimiento se da en este área.

Se pueden considerar tres grandes grupos varietales del pimiento: dulces, picantes y para pimentón. De las variedades dulces, que son las más cultivadas en invernadero, los tres tipos fundamentales son el California y Lamuyo, ambos de carne gruesa y el tipo Italiano, de carne fina. Los ciclos de cultivo varían ampliamente, incluso dentro de una misma zona productora, siendo los más frecuentes en España los siguientes: extra-temprano (con transplante a finales de noviembre e inicio de recolección a partir de mediados de febrero), temprano (que se transplanta en febrero empezando la recolección a finales de mayo), y ciclo normal-tardío (el transplante es de julio a agosto recogiendo en otoño-invierno).

España es el cuarto productor mundial de pimiento, con cerca de un millón de toneladas anuales. Entre 1990 y 2002 aumentó su exportación de 171.854 toneladas a 459.630 toneladas, un incremento superior al 167%, lo que es indicativo de la firmeza actual del sector.

La superficie nacional ha disminuido en un 29,1% entre los años 1999 y 2002, según las cifras oficiales del Ministerio de Agricultura. Sin embargo la producción aumentó el 10,4% en ese mismo periodo, gracias a la superficie en invernadero y a los consecuentes cambios tecnológicos que ello implica, que han elevado los rendimientos medios

de 31,7 a 45,2 tn/ha. A nivel provincial destaca especialmente Almería, que a pesar de tener un 10% menos de superficie respecto a 1990, ha aumentado su producción en casi un 30 %, debido sobre todo al incremento de la superficie protegida. Murcia ocupa el segundo lugar en el cultivo de pimiento, ha elevado un 16,4 % la superficie cultivada y la producción en un 30,6%, mientras que los rendimientos han pasado de 85 a 97 toneladas por hectárea, lo que significa un incremento de 1,2 Kg/m².

Respecto a la Comunidad Valenciana, en la que se ubica el presente estudio, el cultivo de pimiento se centra sobre todo en la provincia de Alicante donde, según las estadísticas, la superficie se ha reducido un 73% desde 1990, quedando hoy día alrededor de 300 hectáreas, que en 2002 generaron una producción de 28.129 toneladas. La importancia de esta zona radica en que su producción está muy concentrada y se localiza en el término municipal de Pilar de la Horadada, donde el 92% del pimiento se cultiva en invernadero. Tiene los mayores rendimientos a nivel nacional, habiendo pasado de producir 54 tn/ha en 1990 a 121,2 tn/ha en la actualidad, lo que supone un incremento de 6,7 Kg/m².

Evolución tecnológica de los invernaderos mediterráneos

A partir de la década de los 70, con el desarrollo de la industria de los plásticos, la mentalidad sobre lo que significaban los cultivos forzados cambió radicalmente en pocos años. De las producciones hortícolas al aire libre, con bastante especialización y asociadas con su localización a zonas fértiles, como las huertas de Murcia, Valle del Ebro o Valencia, se pasó a un rápido incremento de la superficie de invernaderos, que se situaron principalmente en las provincias

más áridas, como Almería, Murcia, sur de Alicante o Granada, aprovechando la estabilidad del clima en otoño e invierno y su gran luminosidad.

En las áreas españolas más especializadas en cultivo forzado, la producción se basó, en un principio, en la implantación de invernaderos de bajo coste, la mayoría de tipo "parral" en el que se fundamentó la rapidísima expansión de la superficie cubierta (Montero y Antón, 1994). El origen de este primer tipo de invernadero, "parral", proviene de la provincia de Almería, y no es más que una readaptación de los antiguos parrales utilizados para la uva de mesa. La estructura suele estar formada por pilares de madera y en el techo un entramado doble de alambre entre el cual se coloca una lámina de plástico, con lo que se configura una zona de cultivo protegido. Este tipo de invernadero, prácticamente plano, es el que hoy día aún ocupa una mayor proporción de superficie cubierta y se señala como muy característico del mediterráneo español, aunque también está viviendo una continua reestructuración marcada por las nuevas exigencias tecnológicas (Molina et al., 2003).

La gran ventaja que presenta es su bajo coste de inversión, pero tiene en contra sus limitaciones a la hora de aumentar el rendimiento productivo del cultivo, lo que ha promovido que se realicen sucesivas mejoras. Entre ellas, el aumento de la inclinación de la cubrera para aprovechar el agua de lluvia y elevar la transmisividad de la radiación solar; el paso a una estructura de hierro galvanizado, o mejorar la eficiencia y automatismo del sistema de riego. La búsqueda de un aumento y mayor seguridad en las producciones, ha derivado en la aparición de otros tipos de invernaderos con los que llegar a un mejor control climático, lo que no se logra en el parral. Con un nivel climático más adecuado se llega al óptimo biológico de cada cultivo y se consiguen otras

ventajas técnicas que se recogen en trabajos como los de Fernández *et al.* (2001a y b) y en López-Galvez y Peil (2000). La evolución de los tipos de invernadero ha estado dirigida por la investigación y los avances logrados en países de Centro Europa, especialmente Holanda. Sin embargo, aunque sea posible aprovechar muchas de estas innovaciones, no es posible extrapolar totalmente los beneficios del invernadero típicamente holandés a las condiciones del Mediterráneo (Van Os *et al.*, 2003).

Antes de pasar a describir los tipos de invernaderos más habituales en el litoral mediterráneo, y más concretamente los de producción de pimiento, se revisan los elementos que pueden constituirlos, para entender la incidencia de cada uno de ellos en el cultivo. La combinación de grupos de estos elementos forman verdaderos paquetes o niveles tecnológicos, como posteriormente se describen, de forma que al final las ventajas de un invernadero sobre otro dependen de cómo funciona el conjunto de los elementos que lo integran.

Los *materiales de sostenimiento* forman la estructura básica del invernadero, la cual debe estar preparada para soportar su propio peso, la fuerza del viento u otros fenómenos climatológicos, así como la carga realizada por los cultivos entutorados y el resto de mecanismos que se sujetan a la misma. Por lo tanto, los materiales han de ser resistentes y adecuados al resto de características de cada invernadero. Entre los materiales más utilizados está el acero galvanizado que presenta mayor resistencia a las cargas, y que se adapta mejor a las estructuras curvas, aunque para ello hay que realizar un desembolso inicial más elevado.

Los *materiales de recubrimiento* tienen la función de evitar la dispersión de la energía térmica proveniente de la radiación solar incidente y acumulada en el invernadero.

Entre ellos el más tradicional es el vidrio, que es un excelente material como aislante térmico, permite atravesar muy bien el paso de la luz natural y conserva mucho tiempo sus propiedades, pero exige una estructura más resistente, es frágil, por lo que no es fácil de manejar, y tiene un precio muy elevado, motivo principal por el que, en las condiciones mediterráneas, su uso se limita a ciertos cultivos muy rentables o campos de ensayos. Como alternativa al vidrio hoy es posible encontrar una gran cantidad de materiales plásticos, que ofrecen gran versatilidad de propiedades y un coste medio considerablemente inferior al de otros materiales rígidos (Castilla, 2005). Entre los más habituales están el polietileno de baja densidad, el polimetacrilato de metilo, las resinas de poliéster, el cloruro de polivinilo o PVC y el etilenvinilacetato, conocido habitualmente como EVA.

A la vez que se construye la estructura del invernadero habrá que decidir el soporte donde se van a desarrollar las plantas, distinguiéndose entre el cultivo en suelo y el cultivo en sustrato. Con el cultivo en sustrato se independiza el desarrollo de la planta de las funciones de la tierra, evitando así el riesgo de ataques de patógenos y protegiendo a la planta de enfermedades del suelo, a los que el pimiento es muy sensible. Entre los diferentes tipos de sustratos utilizados se pueden diferenciar los naturales clásicos (agua, arenas, gravas, turbas o fibra de coco, últimamente muy difundido) y los artificiales, de los cuales los principales son la perlita o la lana de roca.

Otro elemento esencial en los invernaderos es la instalación de *riego*. Actualmente el sistema más utilizado es el riego por goteo, que optimiza el uso del agua y permite su automatización muy por encima de los tradicionales riegos por gravedad. Con el riego por goteo es posible aprovechar aguas con mayor grado de salinidad, que se pueden

usar mezcladas, y realizar simultáneamente la fertirrigación. El cabezal de riego de un invernadero suele tener un elevado grado de automatismo, lo que facilita la preparación de las dosis y caudales, así como la aplicación por sectores, todo ello controlado mediante electroválvulas y un ordenador. Esta serie de ventajas, a las que se enfrenta sólo su precio, se traducen en un aumento de los rendimientos y de la calidad final de los productos.

Junto a este grupo de elementos serán fundamentales todos los que contribuyen al control climático del interior, lo que, en las condiciones del mediterráneo, se asocia habitualmente con la *regulación de las altas temperaturas*, que pueden llegar a ser muy limitantes para el desarrollo de los cultivos. Para reducir la radiación solar incidente se pueden usar mallas de sombreado, que serán más eficaces si se colocan en el exterior. Este papel a veces lo ejerce las pantallas térmicas, colocadas para subir la temperatura mínima en las noches de invierno. También es posible aplicar una capa de cal en la cubierta, para limitar, en cierta manera, la excesiva radiación solar en el interior. Con la renovación del aire mediante ventilación, se evita que la atmósfera interior del invernadero se sature y se reduce la temperatura del ambiente. La renovación del aire interior se realiza a través de las ventanas laterales y cenitales, por lo que es más perfecta cuanto mayor es la altura del invernadero y más grande es la superficie de apertura de las ventanas. Cuando la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior genera diferencias de presión, la renovación del aire se favorece por vía natural. También es posible crear una ventilación forzada mediante ventiladores o desestratificadores. Por último, otras técnicas directas de refrigeración son la nebulización y el *cooling system*, con las que se logra reducir la

temperatura hasta 6 °C en las condiciones mediterráneas.

Con la aplicación de los plásticos en la agricultura, y la creación de ambientes tan aislados, en principio se pensó que ese abrigo ya proporcionaba temperatura suficiente en estos climas tan templados. Pronto se vio que era económico el empleo de un generador de calor para evitar los daños de las heladas, que ocurrían escasos días al año. En poco tiempo los invernaderos se han ido perfeccionando y la *calefacción* hoy día es un elemento muy frecuente también en los invernaderos mediterráneos. En el caso concreto del pimiento, entre las causas que más influyen en la adopción de la calefacción están las siguientes:

- Exigencias de los mercados, en cuanto a tipos y variedades, especialmente las que corresponden a la máxima calidad o *wonder*, que son las más exigentes en clima.
- El cambio a cultivo en sustrato. Mientras que en el cultivo en suelo, pasar de la temperatura mínima letal a la mínima biológica ya puede llegar a tener interés, en el caso del sustrato resulta imprescindible una regulación climatológica más estable.

En general la calefacción precisa de unas instalaciones y un coste de combustible que son fácilmente asumibles en pimiento cuando se utiliza solamente calefacción de apoyo. Sin embargo, a partir del empleo del sustrato, la vigilancia y precisión en su uso ha de ser extrema, más aún con el precio que van alcanzando los combustibles, lo que hace cada vez más necesario instalar mecanismos de control ambiental, con regulación coordinada de los parámetros de ventilación, humedad y temperatura, a través de un sistema informático.

Otra práctica habitual en los invernaderos más tecnificados de pimiento es el abonado carbónico, ya que al aumentar el nivel de

CO₂ en el invernadero se consigue un aumento de la fotosíntesis y en consecuencia de la producción, efecto que se observa más claramente en unas especies que en otras. El CO₂ puro puede aplicarse de forma artificial, programando el momento y la concentración, siendo su mayor desventaja el elevado coste, motivo por el que sólo se adopta en los invernaderos con más tecnología.

Niveles tecnológicos de los invernaderos de pimiento en Alicante

Conociendo los distintos materiales y elementos que pueden formar parte de un invernadero se pueden establecer varios tipos representativos en el caso de la producción de pimiento. En esencia, con la puesta en marcha de un invernadero se pretende crear un microclima lo más adecuado posible a las necesidades del cultivo, lo que no es independiente de las posibilidades económicas y de gestión del agricultor, que es el que finalmente adopta el nivel de tecnología que desea. Surgen por ello múltiples posibilidades constructivas en todas las zonas productoras, según el tipo de estructura y el conjunto de elementos que se incorporen.

La intensificación del cultivo del pimiento se produjo con rapidez, a partir de los años 70, muy favorecida por la tecnología de los plásticos. Anteriormente al desarrollo de la plasticultura las dificultades eran menores, ya que había una cierta desinfección del suelo por el abundante abono orgánico que se añadía, y la mayor parte de los problemas se evitaban con la rotación de cultivos pero, con el uso de los invernaderos se fue elevando el nivel tecnológico y también las exigencias al productor. En principio, los calendarios de producción eran más cortos, y después se fueron ampliando; también se

lograban suficientes niveles de rentabilidad aún sin llegar a los rendimientos y calidades actuales. Progresivamente se fueron introduciendo variedades mejoradas, más productivas y de mayor calidad, lo que incrementó las exigencias en el manejo del clima, fertirrigación y tratamientos. Con el monocultivo también se acentuaron los problemas derivados de las virosis, que tienen una fuerte incidencia en esta especie (Reddick y Habera, 2004; Kazinczi et al., 2003), y las necesidades de desinfección de los suelos. La evolución ha sido imparable hasta llegar al máximo nivel tecnológico actual que tiene como base el cultivo en sustrato. Esta modalidad productiva casi representa una fase industrial de la agricultura, por todo el conjunto de técnicas que implica, y a pesar de que siga sujeta al periodo temporal que imponen las leyes biológicas.

En el litoral mediterráneo es posible encontrar, desde un invernadero instalado con una baja inversión, que correspondería a un tipo "parral" frío, en el que se prescinde totalmente de cualquier tipo de calefacción y que tiene sólo los elementos más básicos, hasta un invernadero muy cercano al modelo holandés, que incorpora la última tecnología y con el que se pretende regularizar la producción, aumentar la calidad y la productividad hasta los límites biológicos de la planta, el cual, lógicamente, exige una inversión mucho mayor.

A continuación, se han seleccionado cuatro niveles tecnológicos en invernaderos los cuales se describirán y analizarán en profundidad. No constituyen un bloque rígido e inamovible, sino que son una representación progresiva y lógica de los diferentes tipos de invernaderos que es posible encontrar en la zona del mediterráneo español, y más concretamente en la zona de Pilar de la Horadada para producción de pimiento.

En principio, los principales saltos tecnológicos se dan al instalar la calefacción (con un menor o mayor control de la temperatura) y al pasar de cultivo en suelo a sustrato.

Nivel tecnológico 1: Se correspondería con un invernadero tipo "parral" simple, con estructura metálica, una altura a la canal de alrededor de 1,8 metros y recubrimiento de plástico flexible tanto en laterales como en techo. Constituye un invernadero frío, sin calefacción y con cultivo en suelo; sistema de ventilación lateral y de accionamiento manual. El riego es localizado, por goteo y de alta frecuencia, pero regulado por un equipo muy básico, con fertirrigación simple.

Dado que, en casi la totalidad del pimiento de la zona de Pilar de la Horadada, se practica la producción integrada (PI) con control biológico, se han incluido en todos los niveles tecnológicos seleccionados la instalación de mallas en las superficies de ventilación, las cuales tienen la finalidad de evitar la entrada y salida de insectos del invernadero, algo que si no se realiza la PI no es habitual en los niveles tecnológicos más básicos.

Nivel tecnológico 2: Se asigna para este nivel un invernadero tipo "parral mejorado" con una altura en la canal de unos 2 metros y de alrededor de 3,5 metros en el centro. La estructura es metálica, sujeta al suelo con dados de hormigón en los pilares centrales y recubrimiento con plástico flexible. Ventilación lateral accionada de forma manual, la cual incluye mallas para facilitar la lucha biológica. El cultivo es en suelo. Calefacción básica con sondas de temperatura mínima de entre 8 y 10 °C, justo para evitar descensos extremos de temperatura en el interior del invernadero que den lugar a la parada biológica del cultivo y para minimizar los daños de las heladas. La calefacción será de tipo convectivo mediante generadores de aire calien-

te. El sistema de riego por goteo incluye equipo de fertirrigación completo, por lo que se trata de un equipo algo más completo que en nivel 1.

Nivel tecnológico 3: Se trata de un invernadero tipo "multitúnel", con una altura en la canal de 3 metros y cerca de los 5 metros en el centro del invernadero. La estructura es de pilares de acero sujeta al suelo con dados de hormigón. Techo y laterales de plástico flexible con ventilación lateral y cenital provista de mallas. Este nivel recoge las características básicas para el cultivo en sustrato, el cual se suele realizar con perlita o fibra de coco y en menor medida con lana de roca.

Suele tener pantalla térmica enrollable, colocada en el interior del invernadero, para evitar al máximo posible las pérdidas energéticas. Calefacción permanente de tipo radiativo-convectivo de agua caliente regulada a una temperatura entre 14 y 16 °C, que es el mínimo para que el pimiento vegete sin problemas. Sistema de riego localizado y fertirrigación con la complejidad que el cultivo en sustrato requiere.

Nivel tecnológico 4: Comprende un equipamiento tecnológico muy avanzado, y aunque no se sitúa en un invernadero de vidrio, el cual no se ha extendido en la zona de Pilar de la Horadada ni en el conjunto del litoral mediterráneo, se puede considerar tecnológicamente muy próximo a los invernaderos denominados holandeses. Este modelo de invernaderos busca maximizar la producción y conseguir el óptimo biológico de cada especie.

Representativo de este nivel sería un invernadero tipo "multitúnel", con una altura a la canal de 4 ó 4,5 metros y en la parte central de cerca de 8 metros y recubierto con filmes de plástico flexible en laterales y techo, y con láminas rígidas en los frontales. Ventilación supercenital, consistente en la apertura de la parte más alta de la cum-

brera, lo que genera una corriente de ventilación muy activa, aunque el hueco se cubra de mallas. Cultivo en sustrato, con bandejas que recogen los lixiviados de la solución nutritiva. Pantalla térmica interior para evitar las pérdidas de calor los días más fríos. Pantalla exterior de sombreado para reducir las altas temperaturas en verano. Calefacción permanente a 19 ó 20 °C por radiación-convección mediante agua caliente, distribuida por tubos que se disponen a lo largo de las filas de cultivo y son utilizados como raíles en la mecanización de las labores de cultivo. Desestratificadores, o ventiladores, cuya función es la homogeneización de la atmósfera interior del invernadero. Junto a los desestratificadores puede haber un sistema de boquillas para difusión de los productos fitosanitarios. Quemadores de azufre para reforzar los tratamientos fitosanitarios. Uno de los aspectos más decisivos en este nivel, y para el caso del pimiento, es la posibilidad de realizar fertilización carbónica, mediante un sistema centralizado que reparte el CO₂ puro a través de unas mangas perforadas de plástico, con el que se aumenta el rendimiento del cultivo. El sistema de riego localizado y fertirrigación tiene una versatilidad y eficiencia muy alta. Todos los elementos están regulados mediante un ordenador, en el que se centraliza una gran cantidad de datos recogidos por distintos sensores distribuidos por el invernadero. Toda esta información ajustada con los parámetros agronómicos pertinentes lleva a un control muy exacto de las condiciones de cultivo (Fernández *et al.*, 2001a y b).

Evaluación económica de los niveles establecidos

La valoración económica empieza por determinar la inversión que se precisa realizar

para poner en marcha cada uno de los invernaderos. Seguidamente se calculan los costes de producción, según el plan de cultivo característico para la modalidad de suelo y sustrato.

Para el cálculo de la inversión, más allá de computar el coste de cada uno de los elementos que forman parte del invernadero, en principio se debe tener en cuenta el periodo de amortización elegido. Por un lado cabe considerar la capacidad técnica de la estructura de acero galvanizada, que puede tener una duración de 25 años e incluso superior. No obstante, la perspectiva económica es muy cambiante, y el empresario no incluye en sus planteamientos una duración tan larga, ni considera la posibilidad de transmisión de la propiedad entre generaciones, además de que es manifiesto el escaso valor que el invernadero tiene para venderse de segunda mano. Por todo ello, en el presente trabajo se ha optado por efectuar los cálculos en dos situaciones:

- La opción 1, se ajusta a la duración técnicamente media de cada uno de los elementos, y en la que la vida útil de la estructura se valora en 25 años.
- La opción 2, en la que la mayoría de los elementos se amortizan en un periodo menor y a la estructura se le atribuye una vida útil de 10 años. Esta opción es acorde con los deseos de muchos empresarios, los cuales, si logran el cumplimiento contable de este planteamiento, disponen de un amplio periodo para continuar la actividad con el invernadero ya amortizado.

Para fijar estos criterios se ha entrevistado a técnicos de la zona y tenido en cuenta información sobre la evolución técnica de los invernaderos. Los de tipo parral o parral mejorado, nivel 1 y nivel 2, están implantados en la zona desde la década de los 80 y se dispone de información histórica suficiente,

mientras que por lo que respecta al nivel 3 y el nivel 4, además de la opinión de los técnicos, se han extraído conclusiones de instalaciones con similares características.

Se ha establecido un análisis simplificado considerando, únicamente, el valor de los principales elementos que componen cada tipo de invernadero. La valoración se ha efectuado de acuerdo con la información aportada por las casas suministradoras y con los datos ofrecidos por los propios agricultores. Las amortizaciones se han obtenido bajo criterio de amortización técnica y por anualidades constantes (Caballero *et al.*, 2004). En la tabla 1 se recoge la inversión necesaria para instalar los cuatro tipos de invernaderos analizados, describiendo el coste total y por elementos, y desglosando las amortizaciones de cada uno de ellos en las dos opciones de cálculo.

La inversión total por metro cuadrado es de 9,2 euros en el nivel más básico y llega a 40 euros en el nivel más tecnificado, una diferencia tan notable que la elección del nivel 4 sólo se entiende si se valora el conjunto de ventajas que de él se derivan. En el caso del cultivo en sustrato los agricultores de la zona, generalmente, adoptan la tecnología del nivel 3, el cual precisa una inversión de 21,2 euros/m². Lógicamente las amortizaciones resultantes tienen un valor acorde al montante final exigido por cada nivel tecnológico.

Para continuar con el análisis económico de los invernaderos de pimiento se calculan los costes de producción para lo que se toman como referencia el cultivo en suelo y el cultivo en sustrato. Los rasgos diferenciadores de estas dos modalidades de cultivo son los siguientes:

- El nivel tecnológico de los invernadero para cultivo en sustrato es mucho más elevado que en los de cultivo en suelo; de

entrada exige una mayor altura, con la cual se tiene un mejor control climático.

- Con el sustrato desaparecen las funciones de almacenamiento nutritivo, regulación bioquímica y la capacidad de intercambio que ofrece el suelo, y se requiere una mayor especialización del agricultor.

- Con el sustrato se evitan las desinfecciones del terreno (labor que se ha complicado con la prohibición del bromuro de metilo), y sólo será necesario desinfectar los sacos de sustrato al final del ciclo de cultivo si se quieren reutilizar más de una campaña.

- La densidad de plantas de pimiento cultivadas en suelo es de 2,5 unidades por metro cuadrado, frente a las 4 del cultivo en sustrato.

- En el cultivo en sustrato el riego con la solución nutritiva deben aportarse con precisión.

- En el cultivo en suelo no es posible controlar los lixiviados, que pueden contaminar los acuíferos, mientras que cada vez es más habitual que las balas de sustrato se apoyen en bandejas, lo que además permite la recogida y reutilización de las soluciones.

- El nivel tecnológico mínimo exigido por el cultivo de pimiento en sustrato es el recogido en el nivel 3, y a la dotación inicial de elementos como pantallas, mallas de sombreo o dispositivos de ventilación, siempre cabe ir añadiendo nuevas mejoras, como la calefacción por agua caliente distribuida por raíles o el aporte de CO₂. En conjunto todas ellas tendrán una gran repercusión en los rendimientos y calidades así como en la gestión de la explotación.

Costes de producción del pimiento en invernadero

Revisadas las características del cultivo, se procede a calcular los costes de producción.

Tabla 1. Inversión y amortizaciones para cuatro tipos de invernaderos de pimiento en Alicante
 Table 1. Investment and depreciation in four types of pepper greenhouses in Alicante

Principales elementos	Coste Total (euros/m ²)	Opción 1		Opción 2	
		Periodo amortización (años)	Valor anual amortización (euros/m ²)	Periodo amortización (años)	Valor anual amortización (euros/m ²)
NIVEL 1:					
Estructura metálica (1,8 m altura)	7,212	25	0,288	10	0,721
Recubrimiento plástico	0,691	3	0,230	3	0,230
Sistema de riego y fertirrigación	1,301	10	0,130	8	0,163
Total (euros/m ²)	9,204	Coste anual opción 1:	0,649	Coste anual opción 2:	1,114
NIVEL 2:					
Estructura metálica (2 m altura)	7,717	25	0,309	10	0,772
Recubrimiento plástico	0,730	3	0,243	3	0,243
Sistema de riego y fertirrigación	1,380	10	0,138	8	0,173
Calefacción 8 °C	1,692	10	0,169	8	0,211
Total (euros/m ²)	11,519	Coste anual opción 1:	0,859	Coste anual opción 2:	1,399
NIVEL 3:					
Estructura metálica (3 m canal)	12,022	25	0,481	10	1,202
Recubrimiento plástico	0,907	3	0,302	3	0,302
Pantalla térmica	3,450	5	0,690	5	0,690
Sistema de riego y fertirrigación	2,419	10	0,242	8	0,302
Calefacción 14-16 °C	2,404	10	0,240	8	0,301
Total (euros/m ²)	21,202	Coste anual opción 1:	1,956	Coste anual opción 2:	2,798
NIVEL 4:					
Estructura metálica (4,5 m canal)	12,621	25	0,505	10	1,262
Recubrimiento plástico	1,071	3	0,357	3	0,357
Pantalla térmica	3,689	5	0,738	5	0,738
Sistema de riego y fertirrigación	2,785	10	0,279	8	0,348
Calefacción 19-20 °C	5,844	10	0,584	8	0,731
Desestratificadores y otros elementos	1,803	10	0,180	8	0,225
Sistema de CO ₂	3,588	10	0,359	8	0,448
Sistemas informáticos	5,875	10	0,588	8	0,734
Quemadores de azufre	0,721	5	0,144	5	0,144
Malla de sombreo	2,004	5	0,401	5	0,401
Total (euros/m ²)	40,000	Coste anual opción 1:	4,134	Coste anual opción 2:	5,389

Fuente: elaboración propia.

El modelo planteado, se considera de costes totales, con los cuales, tras la introducción de unos precios medios de venta del pimiento, podrán deducirse el margen bruto, la ganancia y el beneficio de la explotación.

Los datos de partida para su elaboración se han obtenido mediante entrevistas a agricultores de la zona, propietarios de invernaderos representativos de cada nivel tecnológico. Esta información ha servido para fijar, de manera detallada, el conjunto de operaciones culturales y las cantidades aplicadas de los factores de producción en un año agronómicamente medio. La información fue depurada y completada en la parte productiva y comercial mediante consultas a técnicos. La metodología general seguida para establecer los costes, es la recogida en el trabajo de Caballero *et al.* (2004).

En la tabla 2 se recogen los costes de producción correspondientes a un invernadero de suelo, nivel 1, y a un invernadero con sustrato, nivel 3. Aunque los costes de producción del nivel 1 son prácticamente la mitad de los del nivel 3, sin embargo los distintos factores de producción tienen proporciones similares en ambos casos. Concretamente, y sobre los costes totales sin incluir los costes de oportunidad, los costes variables suponen el 75%. Los apartados más destacables son el material vegetal, entre un 12 y un 14% del total de costes, y la mano de obra en la recolección, con un 11 ó 12%. Aspecto importante en el nivel 3 es el energético, que se aproxima al 20% de los costes totales. Con el cálculo total de costes y una producción media por hectárea, que en el nivel 1 se fija en 95.000 Kg y en el nivel 3 en 140.000 Kg, se deduce que el precio mínimo por kilogramo que deberían percibir los agricultores para obtener una ganancia es de 0,46 euros en el nivel 1 y 0,67 en el nivel 3. Si lo que se pretende es compensar todos los costes, incluidos los de oportunidad, ese

precio debería de ser de 0,49 y 0,71 euros por kilogramo, respectivamente.

Aunque no están recogidos en la tabla 2, también se han calculado los costes de producción del nivel 2 y nivel 4, en los que hay algunos conceptos que merecen un comentario especial. En el nivel 2 el gasto energético de la calefacción puntual en los días de helada, asciende en un año climatológico medio a 0,18 euros por metro cuadrado, lo que representa el 3,8% de los costes totales de dicho nivel. Por otra parte está la labor de la poda, que se realiza en el nivel 4, y junto al entutorado supone un coste por metro cuadrado de 0,7 euros al año, valor muy superior a los 0,21 euros que asciende exclusivamente el entutorado en el nivel 3, lo que explica que la poda sólo sea realizada si el agricultor dispone de medios que la faciliten, como es poder acceder a las plantas con las carretillas elevadoras, ya que en el caso contrario supondría un coste aún mayor.

Aspectos comerciales de la producción de pimiento

Almería es el mayor suministrador de pimiento para toda Europa y centra su producción principalmente durante los meses de invierno, de septiembre a marzo. A partir de marzo se inicia el periodo de comercialización de la producción del Campo de Cartagena, y también de Pilar de la Horadada. En abril, aparece el pimiento holandés, tradicionalmente con elevadas calidades, y que comparte periodo y mercado con España. Actualmente figura también como país competidor Israel. Hasta los últimos años, parece que en la zona del Campo de Cartagena, se habían adaptado a un calendario de comercialización comprendido entre marzo y septiembre, pero últimamente se ve conveniente su ampliación, de forma que

Tabla 2. Costes de producción del pimiento en invernadero con tecnología nivel 1 y nivel 3 en Alicante
 Table 2. Production costs of pepper greenhouse with technological level 1 and level 3 in Alicante

Cultivo pimiento (variedad): Tipo cultivo. Climatización: Calendario de cultivo: Producción media (Kg/ha):	California (Quito) Suelo. En frío Diciembre-Septiembre 95.000 NIVEL 1		California wonder (Sprinter) Sustrato. Calefac. 14-16 °C 20 noviembre-septiembre 140.000 NIVEL 3	
	Total (euros/ha)	%	Total (euros/ha)	%
1. COSTES VARIABLES	32.900	75,16	69.013	73,67
1.1. Materias Primas	19.247	43,97	47.521	50,72
1.1.1. Agua de riego	914	2,09	1.875	2,00
1.1.2. Estercolado	1.082	2,47		
1.1.3. Semillas y plantas	5.259	12,01	13.222	14,11
1.1.4. Desinfección bromuro (nivel 1) o metam sodio (nivel 3) plástico para desinfección de suelo	1.733 2.171	3,96 4,96	498	0,53
1.1.5. Productos fitosanitarios	2.705	6,18	2.945	3,14
1.1.6. Fertilizantes	1.989	4,54	3.720	3,97
1.1.7. Productos lucha biológica	3.005	6,87	3.245	3,46
1.1.8. Otros (rafia, trampas, cal)	391	0,89	379	0,40
1.1.9. Gastos de energía			18.030	19,25
1.1.10. Sacos de sustrato -perlita- (5 años)			3.606	3,85
1.2. Mano de obra	11.950	27,30	20.020	21,37
1.2.1. Riegos y fertirrigación	545	1,24	167	0,18
1.2.2. Aplicación de fitosanitarios	609	1,39	676	0,72
1.2.3. Lucha biológica	351	0,80	351	0,37
1.2.4. Labores, transportes y otras operaciones manuales	1.334	3,05	782	0,83
1.2.5. Entutorar	2.119	4,84	2.119	2,26
1.2.6. Mantenimiento y reparaciones	1.204	2,75	4.823	5,15
1.2.7. Plantación	155	0,35	586	0,63
1.2.8. Recolección	5.634	12,87	10.516	11,23
1.3. Costes variables de la maquinaria propia	1.703	3,89	1.472	1,57
2. COSTES FIJOS	10.871	24,84	24.672	26,33
2.1. Costes fijos de la maquinaria propia	2.682	6,13	2.342	2,50
2.2. Amortizaciones:	6.489	14,83	19.556	20,87
Amortización invernadero (25 años)	2.885	6,59	4.809	5,13
Amortización recubrimiento plástico (3 años)	2.304	5,26	3.024	3,23
Amortización goteo (10 años)	1.301	2,97	2.419	2,58
Amortización pantalla térmica (5 años)			6.900	7,37
Amortización calefacción 16 °C (10 años)			2.404	2,57
2.3. Impuestos y seguros	1.699	3,88	2.773	2,96
3. COSTES TOTALES (sin costes oportunidad)	43.771	100	93.684	100
4. COSTES OPORTUNIDAD	2.497		5.890	
4.1. Interés capital instalaciones	1.841		4.481	
4.2. Interés maquinaria propia	217		489	
4.3. Interés capital circulante (4% anual, periodo medio 4 meses)	439		920	
5. COSTES TOTALES (con costes oportunidad)	46.268		99.574	
6. UMBRAL DE RENTABILIDAD (euros/Kg):				
Para obtener Ganancia	0,46		0,67	
Para obtener Beneficio	0,49		0,71	

Fuente: elaboración propia.

incluya los meses de invierno, lo que va a exigir mayores inversiones, y la necesidad de producir con calefacción. Esta necesidad surge de las exigencias de las grandes cadenas, a las que interesa un suministro continuo durante todo el año.

La zona mira hacia el modelo holandés, aceptado como élite en este cultivo, en el que se consiguen producciones superiores a los 25 kilos por metro cuadrado, algo que hay que atribuir a su buen nivel tecnológico. En el sector son frecuentes las opiniones a favor de mantener un nivel bajo de tecnología, algo tolerable siempre que exista suficiente demanda pero, con la evolución hacia un nivel tecnológico mayor, lo más probable es que se puedan generar perspectivas comerciales más seguras (Cantliffe y Vansickle, 2001 y Van Os et al., 2003).

Por el momento, el empresario cultivador cree que, en tanto siga existiendo mercado para los pimientos producidos sin calefacción, le son satisfactorios unos márgenes de beneficio de aproximadamente 1,5 euros/m², dado el bajo nivel de inversión que exigen estos invernaderos tan sencillos (sobre 9 euros/m²). Con invernaderos que utilicen sustrato los ingresos brutos pueden aumentar considerablemente, pero para ello se requiere un coste de implantación superiores a los 21 euros/m² y soportar mayores costes de producción, con lo que, aunque el ingreso por unidad de superficie crezca considerablemente, el rendimiento respecto al capital invertido será menor. Aún así, y a pesar de la complejidad del cultivo en sustrato y la necesidad de que vaya ligado a la calefacción, parece que su proporción aumenta en España, ya que puede ser una de las pocas estrategias para incrementar los ingresos (dado el aumento de producción y calidades), y con ello de compensar la inversión de manera más segura.

Al final, los propios mercados son los que marcan la elección de variedades por parte de los productores, existiendo preferencia en la demanda de las variedades más selectas. En el trabajo de Benedicto (1988) se deducía que, el consumidor europeo prefería un pimiento tipo "bloque", cuadrado, con cuatro lóbulos, de carne gruesa y consistente, exigencias que siguen vigentes hoy día. Estas características las reúnen las variedades del tipo *wonder*, en tanto que se aparta de ellas el Lamuyo (que tradicionalmente era el más exportado por España), que tiende a desarrollar tres lóbulos, es más alargado e irregular y tiene una carne menos consistente.

Por otra parte, la actual normativa en calidad y seguridad alimentaria exige la trazabilidad, con la que se busca tener un control documental del producto desde el origen hasta el consumidor final. Las exigencias en su cumplimiento aún no son demasiado grandes, como tampoco lo son las ventajas de su realización. El sector no detecta incremento en los precios y apenas fidelización, por lo que no reconoce el valor de ponerla en práctica. El pimiento producido con producción integrada en esta zona, se comercializa bajo el sello AENOR, con lo que se pretende elevar la calidad y competir en los mercados europeos más selectos. Se trata de una apuesta para ir dando cumplimiento a las exigencias ambientales y sanitarias que se prevén en un futuro próximo.

Rentabilidad económica de los invernaderos de pimiento

Una vez calculados las inversiones y los costes de producción, se procede a la introducción de los precios, con el fin de determinar los ingresos que corresponden a cada nivel. En el presente estudio se han incluido precios reales, coincidentes con los valores me-

dios de la campaña 2003/2004, liquidados a los agricultores por la cooperativa de Pilar de la Horadada. El precio asignado a cada invernadero se ha obtenido según esta liquidación general y se ha ajustado en función de la cantidad que produzca de cada calidad comercial. La producción media de los cuatro tipos de invernadero corresponde a un año agrónomicamente intermedio. Todos estos criterios se han tomado acordes a la información recogida en la zona.

Para entender la viabilidad atribuida a cada inversión, a continuación de los ingresos se han deducido la ganancia (ingresos menos costes totales sin incluir costes de oportunidad, es decir $I-CTs$) y el beneficio (ingresos menos costes totales incluyendo costes de oportunidad, esto es $I-CTc$), así como otros coeficientes (tabla 3). Aunque los datos de producciones, y los costes de producción obtenidos pueden considerarse los habituales en un año medio, los resultados del análisis de rentabilidad dependen en gran medida de los precios asignados, correspondientes a la citada campaña la cual fue bien valorada por los productores de la zona. Se ha preferido realizar los cálculos en base a datos reales y para una situación actual, más que realizar un análisis de las perspectivas posibles para varios años, dadas las pocas campañas que lleva funcionando el cultivo en sustrato en la zona.

Con independencia de las cifras absolutas de ganancia y beneficio, que son comparativas entre sí, se van a extraer conclusiones sobre la rentabilidad a través de los siguientes coeficientes:

- Ganancia dividido por costes totales, sin incluir costes de oportunidad, es decir: G/CTs
- Beneficio dividido por costes totales, incluyendo los de oportunidad, esto es: B/CTc

- Beneficio dividido por la inversión media: B/IM . Este último concepto tal como está definido en los tratados de economía de la empresa, por ejemplo en Bueno et al. (1983).

En la tabla 3, se puede apreciar que, tanto la ganancia como el beneficio, expresados en valores absolutos, crecen significativamente por niveles junto a la adopción de tecnología. Respecto a los valores de la rentabilidad, expresados por los coeficientes anteriores, alcanzan niveles muy válidos en los cuatro casos. Se diferencian poco entre sí cuando se trata de G/CTs y en el ratio B/CTc , siendo el nivel 2 el que mejor valor consigue en ambos casos. Por último, cuando se observa el resultado del ratio B/IM , el coeficiente crece del nivel 1 al nivel 2 para descender significativamente en los invernaderos de sustrato, especialmente en el nivel 4, debido a la elevada inversión que éste requiere y la fuerte incidencia que tienen la calefacción y el CO_2 .

De la valoración conjunta de estos índices se deduce que, los cuatro niveles tecnológicos en los invernaderos de pimiento en Pilar de la Horadada están obteniendo una rentabilidad muy aceptable. El optar por una tecnología u otra dependerá, no tanto de la rentabilidad unitaria que se le atribuye a la inversión (y que según las producciones y precios medios tomados en este trabajo parece admisible en los cuatro casos), sino de la estrategia de viabilidad que se fije la explotación a medio o largo plazo, ya que una dotación técnica más perfecta parece que será necesaria para afrontar la evolución del mercado internacional.

Conclusiones

Existe una gran variedad de invernaderos en el mediterráneo, diferenciados por el

Tabla 3. Costes, ingresos y rentabilidad de los invernaderos de pimiento en Alicante, según niveles tecnológicos
 Table 3. Costs, incomes and profitability of pepper greenhouses in Alicante, according to technological levels

Nivel tecnológico del invernadero:	nivel 1	nivel 2	nivel 3	nivel 4
Producción media (Kg/ha)	95.000	107.000	140.000	190.000
Precio medio (euros / kg)	0,625	0,643	0,865	1,040
Ingresos totales (euros/ha)	59.380	68.810	121.164	197.553
Costes totales (sin costes de oportunidad) [CTs] (euros/ha)	43.771	47.799	93.684	147.990
Costes totales (con costes de oportunidad) [CTc] (euros/ha)	46.268	50.827	99.574	159.313
Inversión (euros/ha)	92.039	115.189	212.025	400.003
Ganancia [G] (euros/ha)	15.609	21.011	27.480	49.562
Beneficio [B] (euros/ha)	13.112	17.983	21.590	38.240
Ganancia / Costes Totales sin c.oportunidad [G/CTs]	0,36	0,44	0,29	0,33
Beneficio / Costes Totales con c.oportunidad [B/CTc]	0,28	0,35	0,22	0,24
Beneficio / Inversión media [B/IM]	0,28	0,31	0,19	0,17

Fuente: elaboración propia y acordes a precios reales de la zona para la campaña 2003/2004.

conjunto de elementos que los componen, pero las principales características que distinguen su nivel de tecnología son, en el caso concreto del pimiento: el control ambiental (si se produce en frío o con calefacción), y si se cultiva en suelo o sustrato. A su vez, a cada nivel tecnológico se le asigna una altura y tipo de estructura junto a todo un conjunto de elementos complementarios. Estos rasgos determinan el tipo o variedad de pimiento a producir, y por lo tanto los objetivos de calidad y mercados a los que se pretende llegar. Considerando todo esto, en el presente trabajo se han seleccionado cuatro niveles tecnológicos con los que se representan las 300 hectáreas de pimiento de Pilar de la Horadada.

El invernadero más tradicional en la zona (*nivel 1*), un tipo parral básico con cultivo en suelo, tiene las ventajas y las limitaciones de este medio, ya que la tierra aporta de forma natural una regulación de la humedad y condiciona unas funciones biológicas. Su

mayor limitación es la necesidad de desinfección, muy exigente en esta especie, operación que se complica con la prohibición del uso del bromuro de metilo y las posibles restricciones sobre los otros desinfectantes actualmente en uso. Cuando se cultiva en suelo la producción y las calidades finales de la cosecha son menores. No obstante, el coste unitario también es inferior, en gran medida porque en este nivel no suele aplicarse aporte de calor.

En el *nivel 2*, en el que se mejora ligeramente la estructura con respecto del nivel 1, figura como aspecto más diferenciado el uso de una calefacción ocasional por aire caliente, con la que se superan las temperaturas mínimas y se reducen los daños de las posibles heladas, a lo que hay que añadir el ligero adelanto, aproximadamente de una semana, en el periodo de producción. Se trataría pues, de una primera evolución encaminada a reducir los riesgos climatológicos y asegurar la cosecha.

En el *nivel 3* y *nivel 4*, destaca como aspecto fundamental el uso de sustrato, el cual precisa de calefacción permanente, lo que lleva a un aumento y adelanto de la producción, y a una mejora de las calidades, especialmente con la obtención del pimiento tipo *wonder*. La estructura y resto de elementos que se requieren, también determinan un coste final de estos invernaderos considerablemente mayor que en los niveles inferiores.

En cuanto a la incidencia económica que tiene la puesta en marcha de los niveles analizados se deduce que, en el momento actual, todos presentan un grado aceptable en la rentabilidad, expresado tanto en valor absoluto (ganancia y beneficio), como en los valores de los coeficientes determinados. Por lo tanto, se podría afirmar que, por el momento, son válidos los cuatro niveles tecnológicos establecidos, y aunque actualmente es clara la tendencia a la adopción del sustrato, sobre todo en su paquete tecnológico mínimo o *nivel 3*, no por ello se invalida totalmente la opción más básica, el *nivel 1*, que sigue teniendo sentido en el levante español.

Por otra parte, las exigencias de la calefacción, y las ventajas que proporciona su uso, crecen de forma gradual del *nivel 2* al *nivel 4*. El uso de la calefacción presenta notables limitaciones por su enorme incidencia en los costes, y más aún con la tendencia ascendente que siguen los precios de los combustibles, por lo que, aunque es un elemento que mejora significativamente las calidades y los calendarios de recolección, y por lo tanto los precios finales al agricultor, su uso en los niveles superiores exige un control técnico y económico muy estricto. En todo caso, estudios posteriores podrán determinar si la calefacción es, o no es, un factor de competitividad importante en las regiones españolas del mediterráneo.

De hecho, y por el momento, los resultados de la tecnología recogida en el *nivel 2* presentan notables ventajas, sobre todo por el nivel tan bajo de consumo de combustible, unos 18 céntimos por metro cuadrado, que parecen suficientes para dar cierta seguridad frente a los descensos letales de temperatura, que en la zona se limitan a pocos días del invierno. Esta afirmación, sustentada en los valores actuales de precios, tiene su mayor limitación en la evolución del mercado, que puede llegar a demandar con firmeza los tipos *wonder*, que no siempre se producen en este nivel.

Finalmente indicar que, por el grado de desarrollo de la tecnología actual, muy compleja en el aspecto mecánico, informático y biológico, no cabe fijar atención en un único tipo de proyecto constructivo al que atribuirle unas ventajas técnicas y económicas inequívocas para los invernaderos mediterráneos, sino que tendrán sentido múltiples combinaciones tecnológicas y el adoptar unas u otras dependerá tanto de los condicionantes empresariales como de los comerciales.

Agradecimientos

Los autores quieren expresar su sincero agradecimiento a los productores de pimiento de Pilar de la Horadada y a los técnicos de la cooperativa Surinver, por su valiosa información, que ha sido fundamental para la realización de este trabajo.

Bibliografía

Benedicto JL, 1988. La exportación hortícola de CEE. Perspectivas para la Comunidad Valenciana. Comunicaciones INIA Serie económica 26.

- Bueno E, Cruz I, Durán JJ, 1983. Análisis de las decisiones empresariales. Ed. Pirámide. 750 pp.
- Caballero P, De Miguel MD, Fernández-Zamudio MA, 2004. Técnicas de gestión empresarial de la producción agraria. Ed. SPUPV-1440, 161 pp.
- Cantliffe DJ, Vansickle JJ, 2001. Competitiveness of Spanish and Dutch greenhouse industries with the Florida fresh vegetable industry. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 114: 283-287.
- Castilla N, 2005. Invernaderos de plástico. Tecnología y manejo. Ed. Mundi-Prensa. 462 pp.
- Fernández JA, Martínez PF, Castilla N, 2001a. Trends in greenhouse technology for improved climate control in mild winter climates. Acta Horticulturae, 559: 161-167.
- Fernández JA, Martínez PF, Castilla N, 2001b. Modelling for present production problems in greenhouse horticulture in mild winter climates. Acta Horticulturae, 559: 431-440.
- Kazinczi G, Kovacs J, Takacs AP, Horvath J, Gaborjanyi R, 2003. Reaction of different *Capiscum* genotypes to four viruses. International Journal of Horticultural Science. 9(2): 61-64.
- López-Galvez J, Peil RM, 2000. La modernidad del sistema hortícola en el sudeste español. *Plasticulture* 119(1): 46-81.
- Molina D, Valera DL, Gil JA, Álvarez AJ, 2003. Evolución de los invernaderos de Almería. *Revista Riegos y Drenajes del Siglo XXI*, Vol. especial Almería: 58-63.
- Montero JI, Antón A, 1994. Technical evolution of Spanish greenhouse. *Acta Horticulturae* 357: 15-28.
- Reddick BB, Habera LF, 2004. New resistance to plant viruses in pepper. *Capiscum and Eggplant Newsletter*. 23: 109-112.
- Van Os EA, Niedack N, Stradiot P, Beekers H, 2003. Greenhouse vegetable production in Spain. *Informatore Fitopatologico*, 53(3): 52-56.
- (Aceptado para publicación el ?? de ?? de 2006)

Adaptación del tulipán a zonas de inviernos templados de Argentina

N. Francescangeli, P. Frangi, R. Fernández

EEA INTA San Pedro, CC 43 - 2930 San Pedro, Argentina. E-mail: nfrances@correo.inta.gov.ar

Resumen

Para determinar la adaptación del tulipán a zonas de inviernos templados de Argentina y definir períodos de producción apropiados, durante 2004, en San Pedro (provincia de Buenos Aires), se evaluaron *Ile de France* (destino planta en maceta) y *Yokohama* (destino flor de corte o macizo floral). Para seis fechas de implantación (23 de junio a 28 de julio, intervalos semanales) se registraron duración del período vegetativo (PV) y de la floración (F), altura de la planta al inicio de la F y largo del tallo al final del ciclo. Se hizo la regresión entre estas variables y las temperaturas del aire, las que variaron entre 13 y 18° C. *Ile de France*: el atraso de la plantación provocó acortamientos del PV (43 a 30 días) y de la F (23 a 16 días) y alargamiento del tallo (46 a 54 cm). Las temperaturas medias del aire del PV y de la F explicaron el 73% de la variabilidad en la duración del ciclo y sólo el 21% de la del largo del tallo. *Yokohama*: el atraso de la plantación provocó acortamientos del PV (49 a 32 días) y de la F (25 a 18 días) y alargamiento del tallo (35 a 42 cm). Las temperaturas medias del aire del PV y de la F explicaron el 61% de la variabilidad en la duración del ciclo y el 33% de la del largo del tallo. Se concluye que para el período de implantación 23 de junio a 28 de julio ambos híbridos se desarrollaron normalmente, completando la floración sin defectos de calidad.

Palabras clave: *Tulipa gesneriana* L, temperatura, periodo vegetativo, floración, ciclo.

Summary

Tulip adaptation to mild winter areas of Argentina

This experiment was undertaken to determine tulip adaptation to mild winter areas of Argentina and to define the best production period. Two hybrids, *Ile de France* (for potting systems), and *Yokohama* (for cut flower or bed systems) were evaluated in 2004 at San Pedro, Buenos Aires province. Bulbs were planted on six dates at weekly intervals between June 23rd and July 28th. The vegetative (PV) and flowering (F) periods, plant height at the beginning of F, and stem length at the end of the cycle were recorded. These records were regressed on temperature variables. Air temperature ranged from 13 to 18°C. For *Ile de France*, delaying the planting date caused a shortening of PV (43 to 30 days) and F (23 to 16 days), and an increase in stem length at the end of the cycle (46 to 54 cm). Mean air temperature during the PV and F explained 73% of the variability in cycle length and only 21% of that of stem length. For *Yokohama*, delaying the planting date caused a shortening of PV (49 to 32 days) and F (25 to 18 days), and an increase in stem length at the end of the cycle (35 to 42 cm). Mean air temperature during the PV and F explained 61% of the variability in cycle length and 33% of that of stem length. We conclude that both hybrids will produce good flower quality when planted between June 23rd and July 28th.

Key words: *Tulipa gesneriana* L, temperature, vegetative period, flowering period, cycle.

Introducción

En el cultivo de tulipán (*Tulipa gesneriana* L) se presentan dos modalidades de producción: bulbos y flores. La producción de flores permite un amplio aprovechamiento, ya que se puede emplear la planta para cultivo en maceta, para la decoración de macizos y como flor de corte (Bañón et al., 1993).

Muchos estudios tratan sobre las temperaturas y la producción de bulbos (De Hertogh, 1974; Kawata, 1975; Buschman, 1984; Rebers, 1994; Rietveld et al., 2000) pero la información existente hasta el presente sobre las condiciones térmicas favorables para la producción de flor es menos numerosa (Wood, 1953; Bañón et al., 1993; Van Doorn y Van Meeteren, 2003), y más aún la que trata sobre la adaptación del cultivo a condiciones de inviernos templados (Dosser y Larson, 1981; Le Nard y Biot, 1997).

Las temperaturas durante el ciclo del tulipán influyen sobre la calidad y la velocidad de crecimiento. Una buena calidad del cultivo puede definirse por plantas fuertes y bien proporcionadas (de acuerdo a los estándares del cultivar). Los valores térmicos altos aumentan el riesgo de floraciones anticipadas y no uniformes y la aparición de desórdenes fisiológicos. Las temperaturas bajas, por su parte, pueden causar alargamientos excesivos del tallo y flores pequeñas (Netherlands Int. Flower Bulb Center, 1995).

Con respecto a la luz, los tulipanes necesitan para su óptimo desarrollo un bajo nivel de iluminación, por lo que éste no se considera un factor restrictivo (Bañón et al., 1993).

En Argentina, el mercado de flor de tulipán es muy reducido y su destino principal es el corte (Romagnoli et al., 2002). El desconocimiento de productores de flores y del público consumidor sobre almacenamiento apropiado de los bulbos, épocas posibles de

plantación y manejo del cultivo son las principales causas que frenan la expansión del mercado de flor, pues la provisión de bulbos desde el mercado nacional está asegurada y es creciente desde la devaluación del peso en 2002 (Turró y Diacinti, 2003).

Con el propósito de proveer información sobre manejo del cultivo y contribuir a promover el aumento de la apreciación y de la demanda de la especie, el presente trabajo tuvo como objetivo determinar la adaptación del tulipán a las temperaturas de la zona norte de la provincia de Buenos Aires y definir períodos de producción apropiados.

Materiales y métodos

En la Estación Experimental Agropecuaria INTA San Pedro (Lat.: 33° 41' S Long.: 59° 41' W), provincia de Buenos Aires, Argentina, durante 2004, se hicieron dos experimentos independientes con los híbridos de tulipán: *Ile de France* y *Yokohama*.

Características comunes a ambos experimentos:

Condiciones de cultivo

Los cultivos se desarrollaron en un invernadero metálico de 400 m² (8 x 50 m), con cobertura de polietileno y 25% de ventilación lateral. Las fechas de implantación de los bulbos (tratamientos) fueron seis, con una frecuencia semanal: 23/06, 30/06, 07/07, 21/07 y 28/07. Los bulbos utilizados, de origen argentino, habían completado su tratamiento térmico de inducción floral (12 semanas de almacenamiento a 5 °C) en el momento de la implantación. La base de los bulbos se ubicó a una profundidad de 8 cm.

Parámetros registrados

Para cada implantación, sobre todas las plantas de la parcela, se tomaron registros de duración del período vegetativo (PV) y de la floración (F), altura de la planta a inicios de F y largo del tallo al final del ciclo. Se consideró iniciada la F cuando, la apertura de las hojas permitió observar la punta del pimpollo sin colorear. El largo del tallo al final del ciclo se tomó desde el nivel del suelo hasta la base de la flor. La duración del ciclo fue definida por la suma de la duración del PV y de la F. Se hicieron observaciones diarias de las plantas para detectar la presencia de plagas y enfermedades.

En el nivel superior de la plantación, con un adquisidor automático de datos ETG Multi-recorder-P, se obtuvieron promedios horarios de temperaturas de aire, basados en 30 datos (frecuencia: 2 minutos).

Características particulares de los experimentos:

Experimento 1: objetivo, materiales y diseño

Para *Ile de France* (tipo Triumph, simple tardío, flor roja), se evaluó su adaptación al cultivo en macetas. Se utilizaron bulbos de tamaño 10 +, macetas de polietileno de 12 cm de diámetro y un litro de capacidad y sustrato GrowMix® estándar (densidad aparente 0,08 kg.m⁻³; porosidad 22%; retención de agua 62 %). El cultivo se desarrolló sobre mesadas de 6 m x 2 m, con riego por goteo localizado (una línea de riego cada dos filas de macetas, picos de goteo individuales para cada maceta). No se aplicó fertilización. Las plantas se dispusieron en una densidad de 45 pl.m⁻³ (marco de ubicación de las macetas sobre la mesada: 15 x 15 cm). Se utilizó un diseño de bloques

completos aleatorizados con 16 plantas / parcela y cuatro repeticiones.

Experimento 2: objetivo, materiales y diseño

Para *Yokohama* (tipo Triumph, simple tardío, flor amarilla), se evaluó su adaptación al cultivo en suelo con destino flor de corte o macizo floral. Se utilizaron bulbos de tamaño 12 que se plantaron en invernadero sobre canteros de 6 m x 1,5 m, con características uniformes de suelo (densidad aparente 1,08 kg.m⁻³; porosidad 0,3%; retención de agua 49 %), a una densidad de 83 pl.m⁻² (marco de plantación: 10 x 12 cm). Se aplicó riego por goteo (una línea de riego cada dos filas de plantas, goteros distanciados a 0,30 m entre sí sobre cada línea), sin fertilización. Se utilizó un diseño de bloques completos aleatorizados con 18 plantas / parcela y cuatro repeticiones.

Análisis estadísticos

Para el tratamiento estadístico de los datos se empleó el programa SAS (SAS Inst., 1989) y sus procedimientos GLM, Mean y Reg. Se aplicó la prueba de No Aditividad de Tukey para confirmar la distribución normal de los datos, los que se sometieron al análisis de la variancia ($\alpha = 0,05$). Se compararon las fechas de plantación con la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$). Se calcularon regresiones lineales entre las variables fenológicas y las temperaturas medias. Se generaron modelos de los tipos:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + e \text{ y } y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + e$$

para encontrar los mejores ajustes lineales simples y múltiples, donde: y = parámetro fenológico (duración del PV, duración de la F, duración del ciclo, altura de planta a inicios de F, largo final del tallo); x, x₁, x₂ = temperaturas medias de uno o más de un perio-

do fenológico considerado; β_0 , β_1 y β_2 = coeficientes de regresión; e = error experimental.

En los modelos de duración del PV se incluyeron sólo las temperaturas medias del PV; en los de duración de la F, las temperaturas medias del PV y de la F, y en los de duración del ciclo, las temperaturas medias del PV y de la F (no se consideraron los promedios de todo el ciclo por la existencia de multicolinealidad entre éstos y los correspondientes a cada uno de sus dos periodos). En los modelos de altura de la planta a inicios de F se incluyeron sólo las temperaturas del PV y en los de altura final de planta, los promedios del PV y de la F. En los casos de regresión múltiple se aplicó la selección Stepwise para determinar si existían modelos con variables cuya prueba de F resultara significativa al

5%. Los modelos generados se valoraron por su coeficiente de determinación (R^2).

Resultados y discusión

Adaptación de *Ile de France* al cultivo en maceta:

Entre fechas de implantación se observaron diferencias en los siguientes parámetros:

1) Promedios de temperaturas de aire (tabla 1): a) en el PV (13,3 a 15,5 °C): aumentos con la fecha de implantación, excepto la 6ª en que se registró un período más fresco; b) en la F (15,0 a 18,0 °C): aumentos con la fecha, y c) en el ciclo completo (14,1 a 16,5 °C): diferencias entre las cinco primeras fechas, la 6ª fecha fue similar a la 4ª y 5ª.

Tabla 1. Promedios de temperaturas de aire registradas durante los periodos: vegetativo, floración y ciclo completo de los cultivos de tulipán *Ile de France* en estudio. EEA INTA San Pedro, 2004
Table 1. Average air temperature for the vegetative and flowering stages, and for the whole cycle of "*Ile de France*" tulips grown at EEA INTA San Pedro, 2004

Fecha de implantación	Temperatura de aire (°C)		
	Vegetativo	Floración	Ciclo
23 de junio	13,3 f	15,0 f	14,1 e
30 de junio	13,6 e	15,9 e	14,7 d
07 de julio	13,8 d	16,4 d	15,1 c
14 de julio	14,9 b	16,8 c	16,1 b
21 de julio	15,5 a	17,4 b	16,5 a
28 de julio	14,6 c	18,0 a	16,3 ab
c.v.	1,6	3,7	5,9
Pr > F	***	***	***

Letras distintas en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas según la prueba de Duncan al 5%.

2) Duración de los periodos fenológicos (tabla 2): acortamientos con el atraso de la implantación de los bulbos, a) en el PV (30,2 a 43,5 días): diferencias entre las cinco primeras fechas, la 6ª fecha fue similar a la 5ª, b) en la F (16,1 a 23,1 días): diferencias menos des-

tacadas entre fechas que para los otros periodos, aunque con un acortamiento de siete días de la 6ª con respecto a la 1ª y c) en el ciclo completo (46,3 a 66,6 días): diferencias entre las seis fechas, con un acortamiento de 20 días de la 6ª con respecto a la 1ª.

3) Altura de la planta a inicios de F (25,9 a 35,4 cm) y **largo del tallo al final del ciclo** (45,9 a 53,8 cm) (tabla 2): se observaron plantas más altas y tallos más largos con el atraso de la implantación de los bulbos.

Todos las características registradas en el cultivo fueron afectadas por las temperaturas de aire aunque en distinta forma y proporción: las temperaturas incidieron de manera inversa sobre la duración de los períodos fenológicos y de manera directa sobre la altura a F y el largo final del tallo (tabla 3).

Se destacó la dependencia de las temperaturas manifestada por la duración del ciclo, ya que el 73 % de su variabilidad fue explicada por las temperaturas medias del aire registradas durante el PV (63%) y durante la F (10%). También fue importante la relación entre la duración del PV y sus temperaturas medias ($R^2= 0,58$). La duración de la F fue afectada parcialmente por los valores térmicos ($R^2= 0,32$), principalmente por los registrados durante el PV ($R^2= 0,31$).

Los efectos de las temperaturas del PV sobre la altura de la planta a inicios de F puede

Tabla 2. Efectos de la fecha de implantación sobre distintas características del cultivo observadas en tulipán *Ile de France*. EEA INTA San Pedro, 2004

Table 2. Effect of planting date on several crop variables of "Ile de France" tulips grown at EEA INTA San Pedro, 2004

Fecha de implantación	Duración de los períodos (días)			Altura de planta a inicios de floración (cm)	Largo final del tallo (cm)
	Vegetativo	Floración	Ciclo		
23 de junio	43,5 a	23,1 a	66,6 a	25,9 e	45,9 d
30 de junio	41,8 b	21,8 b	63,6 b	28,7 d	50,0 c
07 de julio	39,2 c	19,8 c	59,0 c	30,5 c	51,8 c b
14 de julio	33,9 d	19,3 c	53,3 d	31,1 c	52,2 a b
21 de julio	30,3 e	18,7 c	49,1 e	33,8 b	54,1 a
28 de julio	30,2 e	16,1 d	46,3 f	35,4 a	53,8 a
c.v.	8,3	14,6	3,8	13,4	8,8
Pr> F	***	***	***	***	***

Letras distintas en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas según la prueba de Duncan al 5%.

Tabla 3. Mejores modelos de regresión lineal seleccionados por el procedimiento Stepwise que vincularon características del cultivo observadas en *Ile de France* y temperaturas de aire

Table 3. Best linear regression models of crop variables on air temperature selected through the Stepwise procedure for "Ile de France" tulips

Características del cultivo	Mejor modelo seleccionado por Stepwise	R ²	Pr> F
Duración per. vegetativo	$Y= 116,40 - 5,59 x_1$	0,58	***
Duración floración	$Y= 54,36 - 0,51 x_1 - 1,64 x_2$	0,32	***
Duración ciclo completo	$Y= 174,81 - 5,43 x_1 - 2,45 x_2$	0,73	***
Altura a floración	$Y= 10,90 + 1,27 x_1$	0,03	*
Largo final de tallo	$Y= 7,61 + 1,89 x_1 + 0,54 x_2$	0,21	***

x_1 = temperatura promedio período vegetativo / x_2 = temperatura promedio floración.

considerarse despreciable ($R^2= 0,03$). El largo del tallo al final del ciclo tuvo una influencia conjunta de las temperaturas medias del PV ($R^2=0,19$) y de la F ($R^2= 0,02$) de baja proporción ($R^2= 0,21$).

En ninguna fecha de implantación se observó presencia de plagas y enfermedades.

Para las condiciones térmicas registradas en el período de cultivo cubierto por las seis fechas de plantación evaluadas, *Ile de France* tuvo una adaptación satisfactoria a la zona completando la etapa de F sin defectos.

La venta de tulipán en maceta se realiza cuando se inicia la F (Bañón *et al.*, 1993). Para aumentar la eficiencia en la ocupación del invernadero, el productor podría inclinarse por la implantación tardía de este híbrido a fin de aprovechar la reducción en el PV. Sin embargo, si se tiene en cuenta la satisfacción del consumidor, las implantaciones tempranas podrían garantizar una F más prolongada.

Dado que para plantas que se comercializan en macetas es importante una relación armoniosa entre su diámetro y la altura del

ejemplar (Miller, 2004) debe considerarse la incidencia directa, aunque baja, del aumento de las temperaturas en el alargamiento del tallo.

Cualquiera sea el balance que haga el productor entre estas situaciones, se ha demostrado la adaptación del híbrido a las condiciones térmicas de la zona para trasplantes realizados entre el 23 de junio y el 28 de julio.

Adaptación de Yokohama al cultivo en suelo para flor de corte o macizo floral:

Entre fechas de implantación se observaron diferencias estadísticas en los siguientes parámetros:

1) **Promedios de temperaturas de aire** (tabla 4): a) en el PV (13,3 a 15,1 °C): fueron similares la 1ª y la 3ª fecha con los valores más bajos y, el valor más alto correspondió a la 5ª fecha, b) en la F (16,8 a 17,7° C): diferencias poco marcadas entre fechas (< 1 °C) y c) en el ciclo completo (15,0 a 16,4 °C): aumento con el atraso en la plantación, diferencias entre las cinco primeras fechas, la 6ª fecha fue similar a la 5ª.

Tabla 4. Promedios de temperaturas de aire registradas durante los periodos: vegetativo, floración y ciclo completo de los cultivos de tulipán *Yokohama* en estudio. EEA INTA San Pedro, 2004

Table 4. Average air temperature for the vegetative and flowering stages, and for the whole cycle of "Yokohama" tulips grown at EEA INTA San Pedro, 2004

Fecha de implantación	Temperatura de aire (°C)		
	Vegetativo	Floración	Ciclo
23 de junio	13,3 e	16,8 c	15,0 e
30 de junio	13,7 d	16,9 bc	15,2 d
07 de julio	13,3 e	17,1 b	15,3 c
14 de julio	14,8 b	16,9 bc	15,9 b
21 de julio	15,1 a	17,6 a	16,4 a
28 de julio	14,8 c	17,7 a	16,3 a
c.v.	2,2	4,0	5,6
Pr> F	***	***	***

Letras distintas en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas según la prueba de Duncan al 5%.

2) **Duración de los períodos fenológicos** (tabla 5): acortamientos con el atraso de la implantación de los bulbos, a) en el PV (32,5 a 49,2 días): diferencias marcadas entre las tres primeras fechas y pequeñas o inexistentes entre la tercera y las tres últimas, b) en la F (18,1 a 24,6 días): diferencias menos destacadas entre fechas que para los otros períodos, con un acortamiento de siete días de la 6ª con respecto a la 1ª y 3ª (que fueron similares) y c) en el ciclo completo (50,6 a 73,8 días): diferencias entre las seis fechas, con un acortamiento de 23 días entre la 6ª y la 1ª.

3) **Altura de planta a inicios de F** (13,4 a 35,4 cm) (tabla 5): sin diferencias entre las cuatro primeras fechas y un importante alargamiento en las dos últimas, particularmente en la 6ª y **largo de tallo al final del ciclo** (35,5 a 42,0 cm) (tabla 5): en general se observó un alargamiento del tallo con el atraso de la implantación de los bulbos.

Todos las características registradas en el cultivo fueron afectadas por las temperaturas de aire aunque en distinta forma y proporción: las temperaturas incidieron de manera inversa sobre la duración de los períodos

fenológicos y de manera directa sobre la altura a F y el largo final del tallo (tabla 6).

Se destacó la relación entre las temperaturas y la duración del ciclo ($R^2=0,61$), compuesta principalmente por los promedios del PV ($R^2=0,59$). Alrededor del 40 % de la variabilidad en la duración del PV y de la F también fue explicada por los valores térmicos, del mismo PV en el primer caso ($R^2=0,39$) y del PV ($R^2=0,37$) y de la F ($R^2=0,05$) en el segundo ($R^2=0,42$).

Los efectos de las temperaturas del PV sobre la altura de la planta a inicios de F puede considerarse despreciable ($R^2=0,05$). Un tercio de la variabilidad en el largo del tallo al final del ciclo ($R^2=0,33$) fue explicado por la influencia conjunta de las temperaturas medias del PV ($R^2=0,28$) y de la F ($R^2=0,05$).

En ninguna fecha de implantación se observó presencia de plagas y enfermedades.

Para las condiciones térmicas registradas en el período de cultivo cubierto por las seis fechas de plantación evaluadas, *Yokohama* tuvo una adaptación satisfactoria completando la etapa de floración sin defectos.

Tabla 5. Efectos de la fecha de implantación sobre distintas características del cultivo observadas en tulipán *Yokohama*. EEA INTA San Pedro, 2004

Table 5. Effect of planting date on several crop variables of "Yokohama" tulips grown at EEA INTA San Pedro, 2004

Fecha de implantación	Duración de los períodos (días)			Altura de planta a inicios de floración (cm)	Largo final del tallo (cm)
	Vegetativo	Floración	Ciclo		
23 de junio	49,2 a	24,6 a	73,8 a	13,4 c	35,5 e
30 de junio	44,9 b	22,7 b	67,6 b	17,7 c	37,2 d
07 de julio	35,5 c	23,4 b	60,9 c	17,1 c	38,3 c
14 de julio	35,6 c	21,1 c	56,7 d	17,3 c	39,9 b
21 de julio	32,7 d	20,0 d	52,7 e	24,5 b	40,4 b
28 de julio	32,5 d	18,1 e	50,6 f	35,4 a	42,0 a
c.v.	4,8	11,4	7,1	12,9	9,6
Pr> F	***	***	***	***	***

Letras distintas en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas según la prueba de Duncan al 5%.

Tabla 6. Mejores modelos de regresión lineal seleccionados por el procedimiento Stepwise que vincularon características del cultivo observadas en *Yokohama* y temperaturas de aire
 Table 6. Best linear regression models of crop variables on air temperature selected through the Stepwise procedure for "Yokohama" tulips

Características del cultivo	Mejor modelo seleccionado por Stepwise	R ²	Pr> F
Duración per. vegetativo	$Y = 116,81 - 5,51 x_1$	0,39	***
Duración floración	$Y = 80,53 - 2,36 x_1 - 1,46 x_2$	0,42	***
Duración ciclo completo	$Y = 202,57 - 16,88 x_1 - 11,04 x_2$	0,61	***
Altura a floración	$Y = - 52,23 + 5,10 x_1$	0,05	*
Largo final de tallo	$Y = - 10,02 + 1,84 x_1 + 1,32 x_2$	0,33	***

x_1 = temperatura promedio período vegetativo / x_2 = temperatura promedio floración.

La venta de tulipán como flor de corte se realiza cuando la punta del pimpollo comienza a tomar color (Bañón *et al.*, 1993). La implantación tardía de este híbrido permitiría llegar a la cosecha más rápido por la influencia del aumento de las temperaturas en el acortamiento del PV. En el presente estudio no se evaluó el efecto de la fecha de plantación sobre la vida media de la flor en vaso. Por lo tanto, los datos registrados para *Yokohama* con destino flor de corte sugieren que serían favorables las plantaciones tardías hasta por lo menos el 28 de julio para acortar el tiempo de ocupación del invernadero. El productor deberá considerar también la oportunidad de la oferta de este híbrido de acuerdo a las fluctuaciones del mercado floral que abastezca.

La utilización en macizos de cualquier especie decorativa por su flor impone la implantación en el momento más favorable para el alargamiento de la floración. La relación inversa demostrada entre las temperaturas y la duración de la floración en *Yokohama* parecería inclinar la elección de ese momento hacia las fechas más tempranas si se desea destinarlo a macizos florales.

Se advierte que el experimento se desarrolló en invernadero y que deben considerarse los

límites de temperaturas de aire registrados si se desea extrapolar esta información para implantaciones al aire libre.

Para los destinos flor de corte o macizo, se ha demostrado la adaptación del híbrido a las condiciones térmicas de la zona para trasplantes realizados entre el 23 de junio y el 28 de julio.

Las especificaciones para la producción de flor a partir de bulbos 5 °C indican la vital importancia de las temperaturas de aire y de suelo desde el momento mismo de la plantación (Netherlands Int. Flower Bulb Center, 1995): **en suelo:** 9 a 10 °C hasta la formación completa de raíces (aproximadamente 2 semanas) y, posteriormente, 13 a 16 °C; **en aire:** 15 a 18 °C durante todo el ciclo.

Las temperaturas en invernaderos estancos de la zona pampeana húmeda argentina (inviernos templados), oscilan, durante el período mayo a agosto, entre 10 y 16 °C en el suelo y entre 5 y 25 °C en el aire (Ferrato, 1994; Francescangeli *et al.*, 1994 a y b). Dado que las temperaturas habituales del suelo podrían satisfacer los requerimientos del tulipán, con este experimento se pretendió evaluar su adaptación a las variaciones de las temperaturas de aire, para generar así la recomendación de su inclusión o

no en el esquema productivo de estas regiones.

Debido a los poquísimos antecedentes que tratan sobre la relación entre temperaturas y producción de flores de tulipán, resulta difícil comparar los presentes resultados con los obtenidos por otros autores.

Doughlas (1979) encontró que los cultivares *Richter*, *Prominence* y *Christmas Marvel* maximizaban su calidad cuando se cultivaban hacia el final de invierno, siempre que el enraizamiento se produjera en oscuridad a 10 °C.

Dosser y Larson (1981) observaron que tanto los días como las noches templadas disminuían el período necesario para la aparición del pimpollo en *Red Queen*, *Utopia*, *Roland*, *Madame*, *Sopor* y *Charles*. En concordancia con estos resultados, *Ile de France* y *Yokohama* también mostraron una relación inversa entre la duración del período vegetativo y la temperatura del aire, siendo más importante la influencia de ésta en *Ile de France* (tablas 3 y 6).

Le Nard y Biot (1997) concentraron su investigación en la incidencia de la temperatura sobre el color de distintas variedades, encontrando que sería necesaria una descripción más precisa de este atributo bajo diferentes condiciones.

Jayaprakash et al. (2003) informaron que el aumento de las temperaturas del aire provocó un alargamiento excesivo del tallo de tulipán y su consecuente debilitamiento, sin ponderar esta relación. Para los híbridos utilizados en el presente estudio, las temperaturas de aire explicaron una variabilidad no despreciable pero parcial del largo del tallo: 21% en *Ile de France* y 33% en *Yokohama*, destacándose más su participación en la definición de la duración del ciclo: 73 y 61 %, respectivamente (tablas 3 y 6).

La cosecha de bulbos en las regiones productoras del país se produce entre fines de diciembre y febrero (Turró, 2004, com.pers.). Los bulbos demandan un tratamiento de calor para la formación de la flor en su interior y un posterior almacenamiento en frío que se extiende hasta 12 semanas (Bañón, 1993). Habría que realizar nuevos experimentos que evalúen la adaptación del tulipán a las condiciones climáticas de las zonas productoras de flores, extendiendo el período de implantación posible, desde el momento más temprano de disponibilidad de los bulbos (mayo) hasta el más tardío en que las temperaturas del aire no se vuelvan limitantes para el cultivo.

Conclusiones

En el rango térmico 13-18 °C, registrado durante las seis fechas de cultivo de tulipán evaluadas, *Ile de France* (con destino planta en maceta) y *Yokohama* (con destino flor de corte o macizo) definieron, respectivamente, 73% y 61% de la variabilidad en la duración de sus ciclos, por la relación inversa establecida con las temperaturas medias del aire. Las temperaturas no influyeron de manera importante en la altura de la planta a inicios de la floración y aunque en baja proporción, afectaron de manera directa el largo final del tallo. Para el período de implantación comprendido entre el 23 de junio y el 28 de julio ambos híbridos se desarrollaron normalmente, completando la floración sin defectos de calidad. De acuerdo a los objetivos a satisfacer según forma y oportunidad de comercialización, el productor de zonas de inviernos templados, como el norte de la provincia de Buenos Aires, Argentina, puede elegir entre esas fechas el momento de implantación más conveniente.

Bibliografía

- Bañón S, Cifuentes D, Fernández JA, González A, 1993. El tulipán, pp. 159-200. En: Gerbera, Lili-um, Tulipán y Rosa. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 250 pp.
- Buschman J, 1984. Breve información de los tulipanes 5 grados. *Agrícola Vergel*, 27, 187.
- De Hertogh A, 1974. Principles for forcing tulips, hyacinths, daffodils, Easter lilies and Dutch irises. *Sci. Hort.* 2: 313-355.
- Dosser AL, Larson RA, 1981. Influence of various growth chamber environment on growth, following and senescence of tulip cultivar Paul Richter. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106: 247-250.
- Douglas J, 1979. Success with houseplants. The Reader's Digest Association. Inc. Pleasantville, New York, pp: 35-42.
- Ferratto J, Francescangeli N, Lara MA, 1994. Effect of water sprinkling on cover, with and without heat supply in night temperatures of greenhouses, in winter. *Acta Horticulturae* 357: 193-208.
- Francescangeli N, Ferratto J, Levit H, Lara MA, 1994 b. Performance of different types of matte plastic film into low tunnels and greenhouses, during winter time. *Rivista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale* 88 (3): 529-538.
- Francescangeli N, Ferratto J, Marcozzi P, Rosania A, 1994a. Air heating effect in greenhouse tomato production in Northern Buenos Aires. *Rivista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale* 88 (3): 407-417.
- Jayaprakash AK, Hodges L, Eskridge K, Travnicsek D, 2003. Predicting Temperatures in High Tunnels Using a Mathematical Model. 31st National Agricultural Plastics Congress Proceedings, p. 78-82. American Plastics Society, State College, Penn. (Grand Rapids, Michigan. August 16-19).
- Kawata J, 1975. Optimum temperature and duration of low temperature treatment for forcing tulips. *Acta Hort.* 4: 357-365.
- Le Nard ME, Biot M, 1997. Measurement of color variation of tulip flower grown in different conditions. *Acta Hort.* 430: 837-841.
- Miller W, 2004. Potted flower bulbs popular in North America. *FlowerTech* 7 (7): 26-28.
- Netherlands (International) Flower Bulb Centre, 1995. Tulip. En: Netherlands (International) Flower Bulb Centre (Ed.). Forcing Flower Bulbs, Section A, Chapter XI, page A11-18.
- Rebers M, 1994. Gibberellins and the cold requirement of tulip. Wageningen Dissertation Abstracts, N° 1875 (en línea) <http://library.wur.nl/wda/abstracts/ab1875.html>. Consulta: 22 marzo 2005.
- Rietveld PL, Wilkinson C, Franssen HM, Balk PA, Van Der Plas LHW, Weisbeek PJ, De Boer AD, 2000. Low temperature sensing in tulip is mediated through an increased response to auxin. *J. of Exp. Bot.* 51: 587-594.
- Romagnoli S, Cirielli J, Gallina M, 2002. Estudio económico y financiero del cultivo de tulipán. Informe Técnico EEA INTA Alto Valle. (en línea) <http://www.inta.gov.ar/altovalle/info/diversificacion/tulipanes.htm>. Consulta: 28 marzo 2005.
- SAS Institute Inc. 1989. SAS/STAT User's Guide, Version 6, Fourth Edition, V(2), Cary, N.C.: SAS Institute Inc. 8846 pp.
- Turró R, Diacinti IA, 2003. Producción de bulbos de tulipán. *IDIA XXI Horticultura y Floricultura*: 201-206.
- Van Doorn WG, Van Meeteren U, 2003. Flower opening and closure: a review. *J. of Exp. Bot.* 54: 1801-1812.
- Wood WML, 1953. Thermonasty in tulip and crocus flowers. *J. of Exp. Bot.* 4: 65-77.

(Aceptado para publicación el ?? de ?? de 2006)

Enzimas antioxidantes en la maduración de carne de vacuno procedente de dos cabañas autóctonas asturianas

B. Caballero*, V. Sierra*, I. Vega-Naredo*, C. Tomás-Zapico*, M.J. Rodríguez-Colunga*, D. Tolivia*, R. Hardeland**, M. Oliván***, A. Coto-Montes*

* Departamento de Morfología y Biología Celular. Facultad de Medicina. Universidad de Oviedo, 33006 Oviedo (España). Correspondencia a: Dra. Ana Coto-Montes, Departamento de Morfología y Biología Celular, Facultad de Medicina. Julián Clavería s/n, 33006 Oviedo, España. Teléfono:+34 985 102779; Fax: +34 985 103618; e-mail: acoto@uniovi.es

** The Institut für Zoologie, Anthropologie und Entwicklungsbiologie der Universität, D-37073 Göttingen (Alemania).

*** SERIDA (Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario), Apartado 13, 33300 Villaviciosa, Asturias (España).

Resumen

En este trabajo se determinó el estado oxidativo de la carne procedente de terneros añojos de genotipo culón (*mh/mh*) y normal (+/+) de la raza Asturiana de los Valles (AV) así como terneros normales (+/+) de la raza Asturiana de la Montaña (AM) durante su periodo de maduración a 4°C, mediante el estudio de la actividad de los principales enzimas antioxidantes: Superóxido dismutasa (SOD), Catalasa (CAT) y Glutatión reductasa (GR). Se midió también el nivel de peroxidación lipídica (LPO) a lo largo de la maduración a 4°C de carne procedente de ambas razas (AV y AM) por ser los lípidos y las proteínas las biomoléculas que más limitan la vida media de la carne durante este periodo. Los resultados reflejaron una clara estabilidad de los enzimas durante el periodo de maduración de la carne, siendo el enzima GR el que mostró menor actividad, mientras que SOD y CAT presentaron actividad a lo largo de todo el periodo de maduración estudiado con un patrón de actividad que se repitió en la carne de terneros (*mh/mh*) y (+/+) de raza AV, siendo más adelantado en los primeros que en los segundos. La peroxidación lipídica no mostró variación alguna a lo largo de la maduración tanto en animales (+/+) de la raza AV como en animales (+/+) de la raza AM. Sin embargo, los animales (*mh/mh*) de la raza AV mostraron un incremento significativo del daño lipídico en el músculo tras 7 días de maduración.

Palabras clave: Maduración, Asturiana de los Valles, Asturiana de la Montaña, "culón", lipoperoxidación, vacuno

Summary

Antioxidant enzymes throughout ageing from two local cattle breeds

In this study, meat from double-muscled ("culones", *mh/mh*) and normal (+/+) young bulls of the breed Asturiana de los Valles (AV) as well as normal (+/+) animals from Asturiana de la Montaña (AM) was analysed during ageing at 4°C with regard to its oxidative status. Activities of the following main antioxidant enzymes were determined: Superoxide dismutase (SOD), Catalase (CAT) and Glutathione reductase (GR). In both breeds (AV and AM), lipid peroxidation (LPO) was also measured throughout the ageing period, because meat shelf life is mainly limited by lipids and proteins. All enzymes were apparently stable during meat ageing. While GR exhibited the lowest activity among antioxidant enzymes, SOD and CAT showed activity along the ageing period studied, with similar activity pattern seen in both double-muscled and normal animals, although, being advanced in the formers. In normal

animals of both the AV and AM breeds, lipid peroxidation did not vary during ageing. However, double-muscled meat showed a significant increase after 7 days of maturation.

Key words: ageing, Asturiana de los Valles, Asturiana de la Montaña, double muscled, lipid peroxidation, beef.

Introducción

La maduración es uno de los pasos más importantes que debe seguir la carne de vacuno para obtener un satisfactorio grado de ternura, la cual es decisiva a la hora de ser seleccionada y aceptada por el consumidor.

El proceso de maduración está fundamentalmente basado en la degradación enzimática de las proteínas miofibrilares y del citoesqueleto que, durante la vida del animal, mantienen la integridad estructural de las miofibrillas (Jiang, 1998). Este desarrollo es multifactorial, ya que está influido por muy diversos factores, tanto intrínsecos (raza, edad y sexo del animal) como extrínsecos (alimentación, manejo antes y durante el sacrificio, conservación), todos los cuales afectarán negativa o positivamente a la evolución de la maduración dando como resultado la obtención de una carne de una calidad determinada.

La calidad se define como la capacidad de un producto para satisfacer las necesidades o expectativas del consumidor. En el caso de la carne de vacuno, la calidad a nivel organoléptico, viene determinada principalmente por el nivel de ternura, jugosidad y sabor de la carne y son varios los factores biológicos que la determinan como la caída del pH, el tipo de fibras musculares, la cantidad y solubilidad del colágeno, la cantidad y composición de la grasa, e incluso el desarrollo del tejido. Sin embargo, no todos los procesos de transformación *post-mortem* que sufre el músculo son positivos desde el punto de vista de la calidad sensorial. Este

es el caso de la oxidación de los lípidos, una de las principales causas del deterioro de los alimentos que contienen grasa animal, donde el oxígeno molecular puede atacar a los ácidos grasos insaturados por un mecanismo de radicales libres, rindiendo productos complejos responsables del aroma y sabor tipo rancio.

Las modificaciones que se van produciendo a lo largo de la maduración en las biomoléculas y la destrucción que algunas de ellas sufren debido a las modificaciones oxidativas son procesos conocidos desde hace años y a los que, sin embargo, no se les ha dado la importancia que merecen en relación con la calidad final del producto. Estos procesos oxidativos deben contribuir, como los demás factores anteriormente mencionados, a la degradación y descomposición del material con consecuencias obligadas sobre la calidad y textura de la carne (Coto-Montes et al., 2004). Aunque los cambios ocurridos en la carne motivados por mecanismos precisos mediados por radicales libres han sido pobremente explicados, se sabe que los radicales libres son los responsables de la oxidación de aquellos componentes de la carne que van a dar lugar a parámetros de calidad de la carne de tal importancia como son el color, el sabor, el aroma y/o los valores nutricionales de los productos alimenticios (Donnelly y Robinson, 1995). Existen una serie de enzimas que actúan como antioxidantes gracias a su capacidad para absorber la energía de las especies reactivas de oxígeno (que se producirán durante el almacenamiento de las canales y que son

responsables de los procesos de oxidación de los componentes alimenticios que van en detrimento de la calidad), metabolizando los radicales libres o sus intermediarios reactivos, transformándolos en productos sin efectos nocivos para los tejidos. Así la Superóxido Dismutasa (SOD) destruirá radicales superóxido dando lugar a H_2O_2 , que por la reacción de Fenton produciría radicales hidroxilo, mucho más tóxicos que el primero; para evitar esos efectos nocivos entrará en acción la Catalasa (CAT) que elimina el agua oxigenada produciendo O_2 y 2 moléculas de agua. Por último, como sistema antioxidante, contamos con el tándem glutatión peroxidasa/reductasa (GSH-Px/GSH) que comparte su sustrato con la catalasa utilizando el glutatión reducido (GSH) como donador específico de H^+ para reducir el H_2O_2 a agua, pero con una afinidad por su sustrato mucho más alta que la CAT.

Por otro lado, se conoce la existencia de sinergias entre los principales sistemas enzimáticos (proteolíticos, oxidativos) durante la maduración de la carne. Experimentos llevados a cabo con anterioridad en nuestro laboratorio han mostrado a lo largo del periodo de oreo variaciones significativas en los principales enzimas antioxidantes que se correlacionaban perfectamente con los daños de proteínas obtenidos en las canales estudiadas (Coto-Montes et al., 2004), lo que evidenciaba que estos enzimas jugaban algún papel en el proceso de maduración cárnica (Hernández et al., 2002).

Los animales denominados (*mh/mh*) se caracterizan por un excepcional desarrollo muscular (Arthur, 1995) que les lleva a incrementar su masa muscular en alrededor de un 20% debido a hiperplasia del músculo esquelético que lleva consigo un incremento en el número de fibras musculares. Este hecho ha recibido una considerable atención por parte de los productores de carne que han descubierto que los (*mh/mh*) presentan carne más tier-

na (Boccard, 1982; Bouton et al., 1982), con un menor contenido en grasa (Uytterhaegen et al., 1994; Oliván et al., 2004a) que animales con conformación muscular normal. Este rasgo culón en la cabaña es el resultado de una mutación inactivante del gen de la miostatina (Grobet et al., 1997), el cual es un regulador negativo de la masa muscular (Thomas et al., 2000; Taylor et al., 2001). Exactamente, en bovino, una delección de 11 pares de bases en la secuencia que codifica la miostatina, es la causante del excesivo crecimiento muscular (Grobet et al., 1997)

La frecuencia del carácter culón está creciendo en varias cabañas europeas como Piamontesa y Charolais, así como en una de las más importantes razas del norte de España como es Asturiana de los Valles (AV). Asturias por su tradición socio-económica, por su clima y su suelo ha favorecido el desarrollo de dos importantes cabañas de ganado vacuno autóctono, como son: AV y Asturiana de la Montaña (AM). El alma de este trabajo ha sido el estudio de la evolución y conservación de la protección antioxidante a lo largo de la maduración de la carne, estudiando su posible correlación con el daño a biomoléculas y con la vista puesta en el papel que estos enzimas pueden jugar en el complejo proceso de obtención de carne más tierna y de calidad. Para este propósito hemos seleccionado canales procedentes de terneros normales (+/+) de las dos razas citadas anteriormente: AM y AV, así como de terneros culones (*mh/mh*) procedentes de ésta última (AV) por su importancia económica en nuestra comunidad.

Material y métodos

Animales

Los estudios se llevaron a cabo en canales procedentes de dos categorías genéticas

distintas dentro de la raza AV: animales "normales", es decir, carentes de la mutación en el gen de la miostatina (+/+) y animales "culones", homocigotos recesivos para esta mutación (*mh/mh*), así como animales normales (+/+) procedentes de AM, tomando muestras de 5 animales para cada categoría genética (n=15).

Estos animales estuvieron sometidos a unas condiciones alimenticias bien definidas y determinadas, superando los rigurosos controles del Consejo Regulador "Terñera Asturiana", de forma que los terneros se mantuvieron junto a sus madres desde el nacimiento (invierno) hasta el destete (otoño), *etapa de lactación*, durante la cual los terneros recibieron como alimento básico leche materna y hierba del pasto. Después del destete, realizado a los 7-8 meses de edad en la raza AV y 9 meses en la raza AM, se inicia la *etapa de crecimiento y engorde* en la que los terneros fueron alimentados con concentrado (84% cebada, 10% soja, 3% grasa, 3% minerales, vitaminas y oligoelementos) y paja de cereal *ad limitum*, que finaliza con el sacrificio del animal, obteniéndose animales de categoría añojo, de aproximadamente 520 kg de peso vivo en la raza AV y 460 kg en la raza AM, teniendo una edad entre 15 y 16 meses los terneros AV y 18 meses los AM. En este estudio sólo se utilizaron añojos machos.

Preparación de las muestras

Los animales fueron sacrificados en el matadero de Pravia (Asturias) por electrocución y posterior excisión yugular. Una vez sacrificados y durante las 24 horas posteriores al sacrificio las canales se mantuvieron suspendidas en oreo a 4 °C.

Tras las primeras 24 horas de oreo *post-mortem*, se cuarteó la media canal izquierda

entre la 5ª y 6ª vértebras torácicas con una sierra circular y se extrajo la porción del músculo *Longissimus dorsi* (LD) comprendida entre la 6ª y 13ª costillas. El músculo se transportó al laboratorio y se dividió en filetes de 2,5 cm de grosor destinados a distintos procedimientos analíticos. El filete obtenido a nivel de la 13ª costilla se dividió en tres partes, de aproximadamente 80 g de peso, con el fin de someter cada una de ellas a tiempos progresivos de maduración (corto-medio-largo) para cada músculo y animal. Cada porción se envasó en bolsas permeables al oxígeno y se almacenó a 4 °C durante 7, 14 y 21 días de maduración en el caso de los animales normales (+/+) AV y AM o durante 3, 7 y 14 días de maduración en el caso de los animales (*mh/mh*) de la raza AV, debido a su conocida mayor rapidez en la maduración.

Una vez concluido el periodo de maduración seleccionado, las muestras se congelaron con nitrógeno líquido y se almacenaron a -20 °C hasta su utilización.

Ensayos enzimáticos

Para cada músculo y punto de maduración se tomaron 3 muestras de 0,1 g. En el momento de iniciar los análisis, el tejido fue descongelado y homogeneizado en tampón fosfato 50 mM a pH 7,5 (1:10 peso/volumen) utilizando un homogeneizador de cristal Potter-Elvehjem con vástago automatizado y recubierto de Teflón. A continuación las muestras se centrifugaron durante 10 minutos a 3000 x g. Los sobrenadantes recogidos se utilizaron para realizar, por triplicado, los siguientes ensayos enzimáticos:

- La CATALASA (CAT, EC 1.11.1.6). La actividad enzimática fue medida de acuerdo a Lubinsky y Bewley (1979). La mezcla de incubación contenía H₂O₂ como sustrato más el tejido homogeneizado. Se midió la

destrucción de H_2O_2 durante 4 minutos a 230 nm de longitud de onda. Los resultados se expresaron como μ moles de H_2O_2 consumidos / (mg de prot * min).

- La SUPEROXIDO DISMUTASA (SOD, EC 1.15.1.1) fue realizado siguiendo el método de Martin *et al.* (1987); la mezcla de reacción se componía de hematoxilina como sustrato y tejido homogeneizado; la oxidación de la hematoxilina se siguió durante 10 minutos a 560 nm. El resultado se expresó como unidades de SOD/ mg de prot.

- La GLUTATION REDUCTASA (GR, EC 1.6.4.2) fue determinada siguiendo el protocolo de Kum-Tatt *et al.* (1975), la oxidación de NADPH + H^+ fue seguida durante 5 minutos a una longitud de onda de 340 nm. Los resultados se expresaron como nanomoles de NADPH consumidos/ (mg de prot * min).

La concentración de proteínas, en todos los casos, fue calculada siguiendo el protocolo descrito por Bradford (1976).

Peroxidación lipídica

- LIPOPEROXIDACIÓN (LPO) fue medida por determinación de la cantidad de malondialdehído (MDA) y 4-hidroxiacetalquenal (4HDA). Cada muestra fue homogeneizada mediante un homogeneizador igual al descrito anteriormente (Potter-Elvehjem) en una dilución 1:10 en tampón Tris-HCl frío, pH 7,4. Las partículas pesadas se eliminaron del homogeneizado por centrifugación durante 10 minutos a 3000 x g. La cantidad de MDA y 4HDA formado fue determinado en los sobrenadantes utilizando un kit para ensayos de Lipoperoxidación de Calbiochem (No 437634) basado en la reacción de condensación del cromógeno 1-metil-2-fenilindol con MDA y/o 4HDA. Los cromóforos estables fueron determinados a 586 nm. Los

resultados se expresaron como nanomoles (MDA + 4HDA)/mg prot.

Análisis estadísticos

Los datos se presentan como media \pm error estándar calculada a partir de las tres réplicas de carne obtenidas de cada músculo y tiempo de maduración, analizadas cada una por triplicado. Se realizó un análisis de los mismos utilizando el programa estadístico SPSS versión 11,5.

Para comprobar la normalidad de las variables se realizó el test de Kolmogorov-Smirnov, aceptándose como significativo una $p > 0,05$.

Las comparaciones entre categorías por punto de maduración en las actividades enzimáticas se analizaron aplicando un ANOVA de una vía, siendo el genotipo el factor fijo. El efecto del período de maduración (3, 7, 14 y 21 días) en cada genotipo sobre la actividad de cada enzima antioxidante, así como la evolución del daño oxidativo en lípidos, se analizó mediante un ANOVA siendo el tiempo y el animal los factores fijos estudiados. Cuando hubo efecto significativo, las diferencias entre medias se analizaron mediante el test de comparaciones múltiples DMS (diferencias mínimas significativas). El efecto animal no fue significativo en ninguna de las variables estudiadas.

Resultados

Tanto en la actividad de los principales enzimas antioxidantes como en la formación de peróxidos lipídicos se ha estudiado el patrón de evolución a lo largo de tres puntos crecientes (corto-medio-largo) en el tiempo de maduración, habiéndose aplicado tiempos más cortos en la carne proce-

dente de los terneros (*mh/mh*) (3, 7, 14 días) que para los terneros (+/+) procedentes tanto de AV como de AM (7, 14 y 21 días) debido a que la bibliografía existente sobre el tema (Campo *et al.*, 1999 y 2000; Oliván *et al.*, 2003 y 2004a) indicaba de forma reiterada la más rápida tenderización de la carne en terneros (*mh/mh*) que en el resto de genotipos estudiados.

Superóxido dismutasa

El estudio de evolución de la actividad de SOD a lo largo del tiempo de maduración muestra dos patrones distintos de actuación: por un lado, tanto en la carne (*mh/mh*) como en la (+/+) de la raza AV hubo un incremento paulatino de actividad a lo largo de la maduración, mientras que en los animales procedentes de la raza AM no hubo diferencias de actuación a lo largo del periodo estudiado. También destaca el alto nivel de actividad de SOD en la carne de los terneros (*mh/mh*) en tiempos cortos de maduración (valor medio de $11,7 \pm 4,4$ unidades de SOD/mg de proteína a los 3 días), alcanzando valores máximos ($22,8 \pm 2,32$ a los 14 días de maduración) muy superiores a los detectados en el resto de genotipos incluso en tiempos más largos de maduración ($17,5-17$ uds SOD/mg proteína en (+/+) AV a los 14 y 21 días, respectivamente, tabla 1). Al presentar la carne de los terneros (*mh/mh*) altos niveles de SOD a los 3 días, se observa un escaso incremento entre los 3 y los 7 días, seguido por un crecimiento rápido y significativo de actividad entre los 7 y 14 días de maduración ($p < 0,05$, fig 1A). Este incremento de actividad también es significativo en individuos normales de raza AV entre los días 7 y 14 ($p < 0,05$, fig 1B), en cambio, en animales normales (+/+) AM no se observan variaciones significativas en la actividad SOD a lo largo del tiempo de maduración analizado (fig 1C), manteniéndose a lo largo de

los tres puntos de maduración estudiados los valores de actividad, entre los más bajos obtenidos para este enzima.

Las comparaciones entre categorías por punto de maduración en la actividad SOD muestran un efecto significativo del genotipo en todos los tiempos comunes estudiados ($p < 0,001$), observándose que la actividad SOD fue superior en la carne de los (*mh/mh*) AV frente a los (+/+) AV, siendo las diferencias significativas tanto a los 7 ($p < 0,05$) como a los 14 días de maduración ($p < 0,05$). Así mismo, los animales (+/+) AV mostraron una actividad significativamente superior a los (+/+) de AM para todos los puntos estudiados ($p < 0,05$ a los 7 y 14 días, $p < 0,001$ a los 21 días, tabla 1).

Catalasa

Al igual que se había observado en SOD, la actividad de CAT a lo largo de la maduración mostró dos patrones de actuación, uno en los terneros de la raza AV (*mh/mh* y +/+) y otro en los terneros AM (+/+). Por un lado, en (*mh/mh*) y en (+/+) de la raza AV, se observó un incremento de actividad entre los puntos primero y segundo de estudio que desciende en el tercero, siendo el patrón de evolución similar en ambos genotipos, aunque más adelantado (en tiempos más cortos de maduración) en el genotipo (*mh/mh*) (figs. 2A y B). Por otro lado, los animales procedentes de AM (fig 2C), mostraron, como había sucedido para SOD, otro patrón de actuación, en este caso con un incremento continuo de actividad, aunque no significativo, y desmarcándose claramente de los animales normales procedentes de AV.

La actividad CAT se observa más elevada en los animales (+/+) de la raza AV respecto a las otras dos categorías, siendo esta diferencia significativa a los 7 ($p < 0,05$) y 14 ($p < 0,05$) días de maduración (tabla 1).

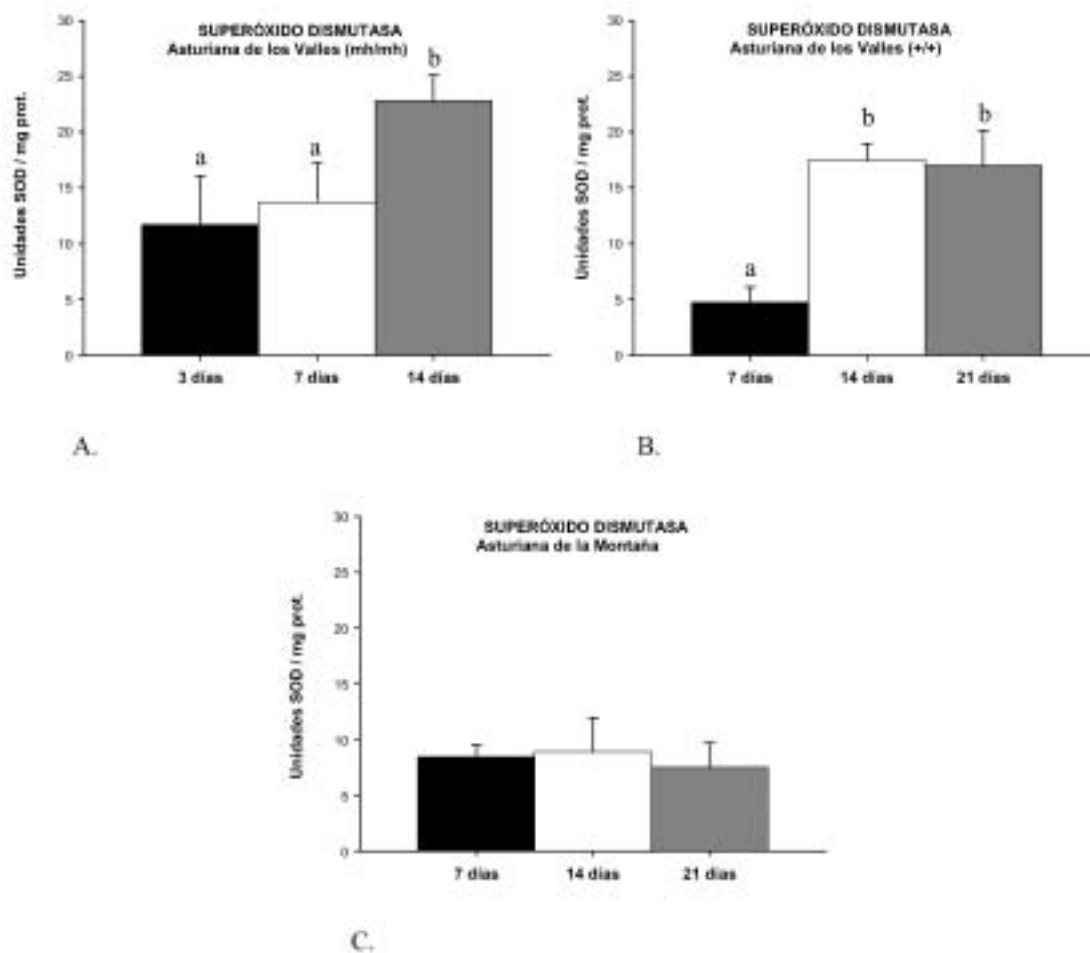


Figura 1. Actividad del enzima Superóxido dismutasa (SOD) expresada como unidades de SOD/mg de proteína, a lo largo del periodo de maduración a 4 °C. Notar que los puntos de maduración son: 3, 7 y 14 días para los animales *mh/mh* de *Asturiana de los Valles* (AV) y 7, 14 y 21 días para el resto de las categorías, siendo: A) *mh/mh*, B) *+/+* de AV y C) *+/+* de *Asturiana de la Montaña* (AM). Líneas verticales: desviación estándar media. En cada genotipo, las medias marcadas con distinta letra son significativamente diferentes para $p < 0,05$.

Figure 1. Superoxide dismutase activity ordinates as units of SOD/mg protein along maturation period at 4°C. Note that ageing times are, for *mh/mh* from *Asturiana de los Valles* (AV) breed : 3, 7, and 14 days and for normal animals : 7, 14 and 21 days, being: A) double-musclred AV; B) *+/+* AV; C) *+/+* animals from *Asturiana de la Montaña* (AM) breed. Vertical lines: s.e.m. For each genotype, means denoted by different letters are significantly different at the level of $p < 0.05$.

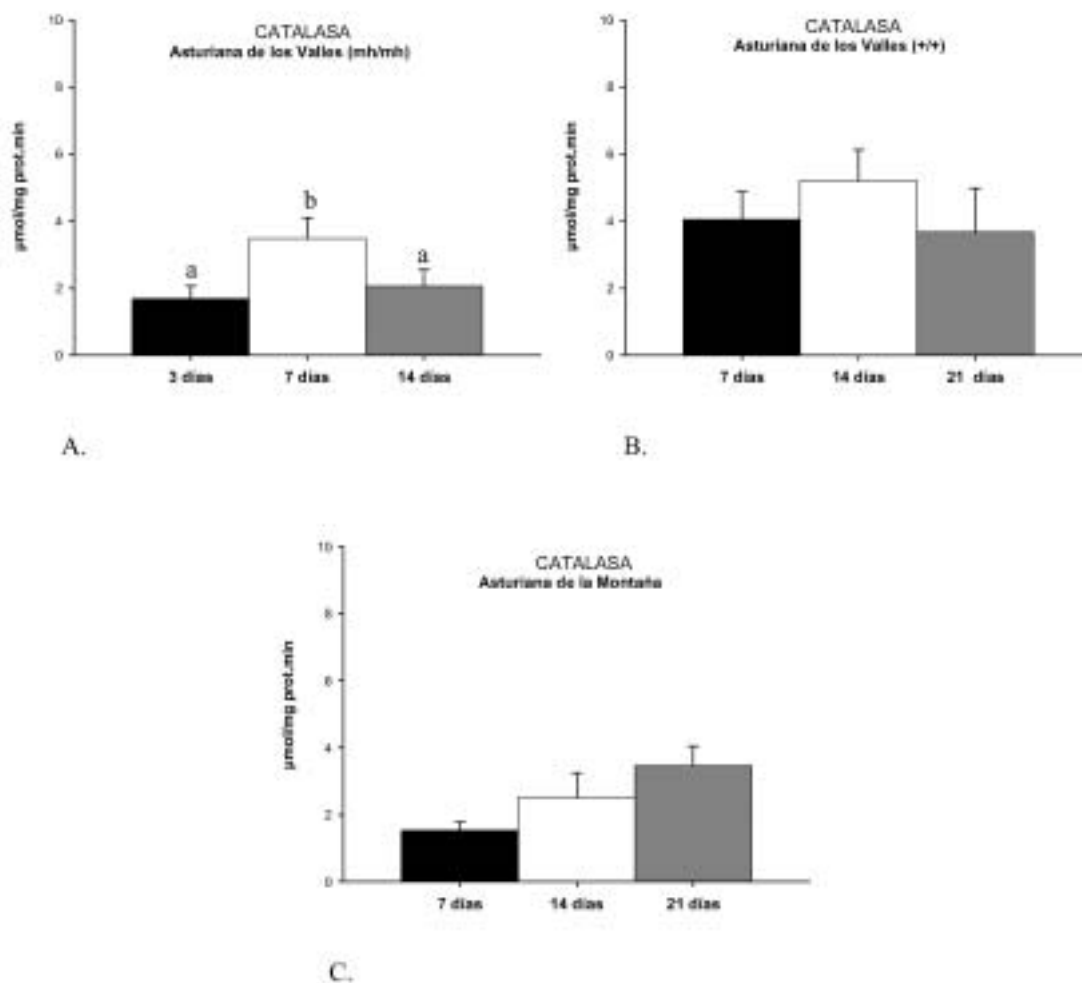


Figura 2. Actividad del enzima Catalasa (CAT) expresada como $\mu\text{moles H}_2\text{O}_2/\text{mg proteína}\cdot\text{min}$, a lo largo del periodo de maduración a 4 °C, medida en los mismos tiempos de maduración que los utilizados para la figura 1, siendo: A) *mh/mh*, B) *+/+* de AV y C) *+/+* de *Asturiana de la Montaña* (AM). Detalles como en figura 1.

Figure 2. Catalase activity ordinated as $\mu\text{moles H}_2\text{O}_2/\text{mg proteína}\cdot\text{min}$ along maturation period (CAT) at 4°C measured at the same ageing points as explained in figure 1, being: A) *double-musced AV*; B) *+/+* AV; C) *+/+* animals from *Asturiana de la Montaña* (AM) breed. Details as figure 1.

Glutación reductasa

Esta actividad antioxidante es muy baja respecto al resto de los enzimas antioxidantes estudiados y, se muestra mantenida a lo largo de los tiempos de maduración selec-

cionados en todas las categorías estudiadas (fig. 3A, B y C).

Dicha actividad es significativamente más elevada a los 7 días de maduración en los animales (+/+) AV (tabla 1) versus (*mh/mh*)

($p < 0,05$) y (+/+) AM ($p < 0,05$). En cambio, a los 14 días de maduración, la carne de los terneros (+/+) de las dos razas, AV y AM, presentan valores significativamente más altos ($p < 0,05$) que los terneros (*mh/mh*).

Peroxidación lipídica

Animales (*mh/mh*) de la raza AV muestran un aumento significativo ($p < 0,05$) de la peroxidación lipídica a partir de los 7 días de maduración (fig. 4A). Sin embargo, el daño observado en los lípidos se muestra

mantenido a lo largo de los 21 días de maduración en los animales normales (+/+) de la raza AV (fig. 4B) y presentó en general los valores más altos en la raza AM, con una disminución significativa ($p < 0,05$) entre los 14 y los 21 días *post mortem* (fig. 4C).

En cuanto a la comparación entre categorías, hubo diferencias significativas a los 7 ($p < 0,001$), 14 ($p < 0,5$) y 21 ($p < 0,001$) días de maduración, siendo en general menores los valores de LPO en los terneros (+/+) AV (tabla 1).

Tabla 1. Efecto del genotipo sobre la actividad de los enzimas antioxidantes (SOD, CAT, GR) y el daño oxidativo en lípidos (LPO) y su evolución a lo largo de la maduración. Siendo (*) $p < 0,5$; (**) $p < 0,05$; (***) $p < 0,001$

Table 1. Effect of genotype on the activity of antioxidant enzymes (SOD, CAT, GR) and lipid peroxidation (LPO) and the evolution along ageing. Being () $p < 0,5$; (**) $p < 0,05$; (***) $p < 0,001$*

Enzima	Tiempo (días)	GENOTIPO			Sign.
		AV (<i>mh/mh</i>)	AV (+/+)	AM(+/+)	
SOD	3 d	11,69			
	7 d	13,73 a	4,70 b	8,43 c	***
	14 d	22,78 a	17,49 b	8,93 c	***
	21 d		16,98	7,49	***
	Sign.	**	***	NS	
CAT	3 d	1,69			
	7 d	3,49 a	4,05 a	1,54 b	***
	14 d	2,06 a	5,20 b	2,20 a	***
	21 d		3,67	2,89	NS
	Sign.	***	NS	NS	
GR	3 d	0,67			
	7 d	0,54 a	1,35 b	0,76 a	**
	14 d	0,72 a	1,28 b	1,32 b	*
	21 d		1,27	0,96	NS
	Sign.	NS	NS	*	
LPO	3 d	1,57			
	7 d	4,89 a	2,41 b	4,93 a	***
	14 d	4,41 ab	3,21 a	5,63 b	*
	21 d		3,06	4,66	***
	Sign.	***	NS	*	

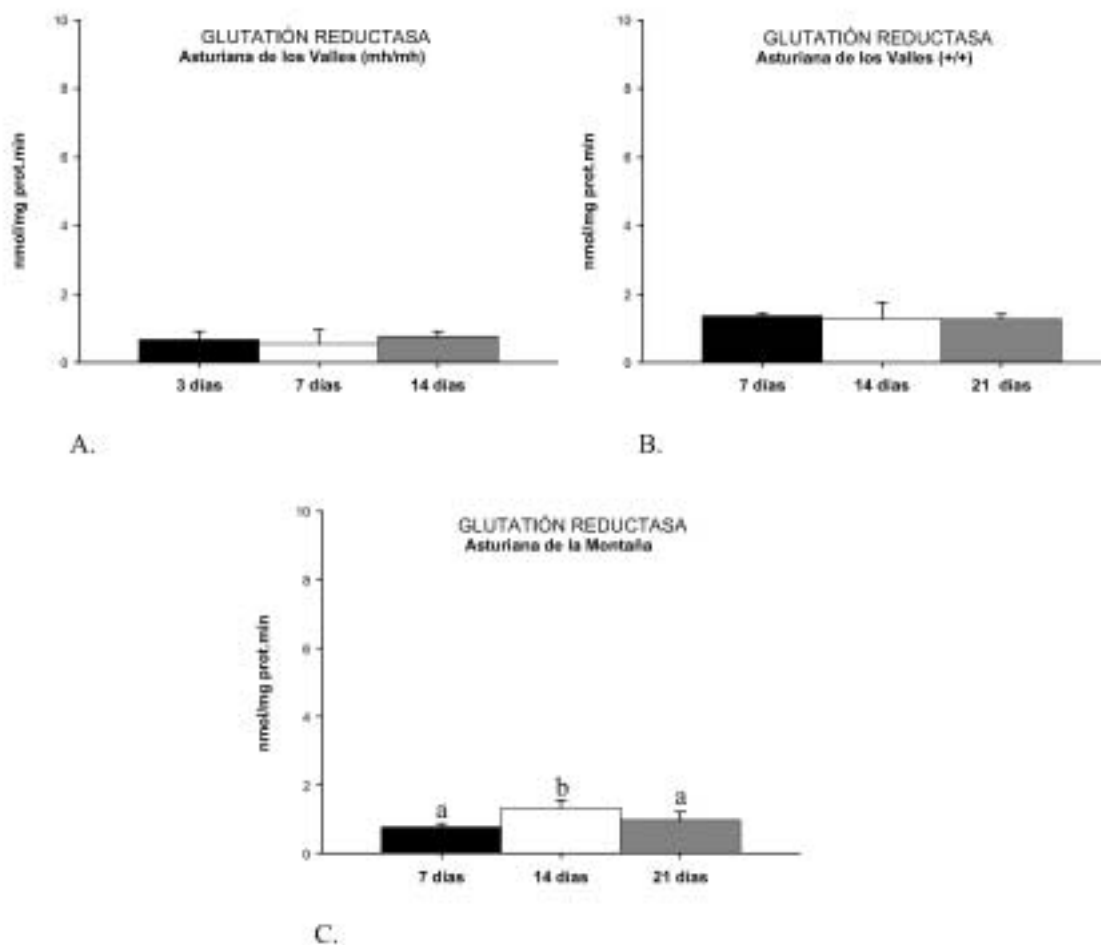


Figura 3. Actividad del enzima Glutati3n Reductasa (GR) expresada como nmol/mg proteina*min a lo largo del periodo de maduraci3n a 4 3C, medida en los mismos tiempos de maduraci3n que los utilizados para la figura 1, siendo: A) mh/mh, B) +/+ de AV y C) +/+ de Asturiana de la Monta1a (AM). Detalles como en figura 1.

*Figure 3. Glutathione reductase activity (GR) ordinates as nmol/mg prot.*min along maturation period at 43C measured at the same ageing points as explained in figure 1, being: A) double-muscled AV; B) +/+ AV; C) +/+ animals from Asturiana de la Monta1a (AM) breed. Details as figure 1.*

Discusi3n

Los procesos oxidativos que tienen lugar en la carne desde su sacrificio y a lo largo de la maduraci3n se han estudiado fundamentalmente en base a la acci3n del ox3geno mo-

lecular sobre los 1cidos grasos insaturados; de forma que, por un mecanismo de radicales libres y rindiendo productos complejos que influyen notablemente sobre la calidad del aroma y el flavor se puede llegar a afectar incluso la vida 3til del producto. Pero los

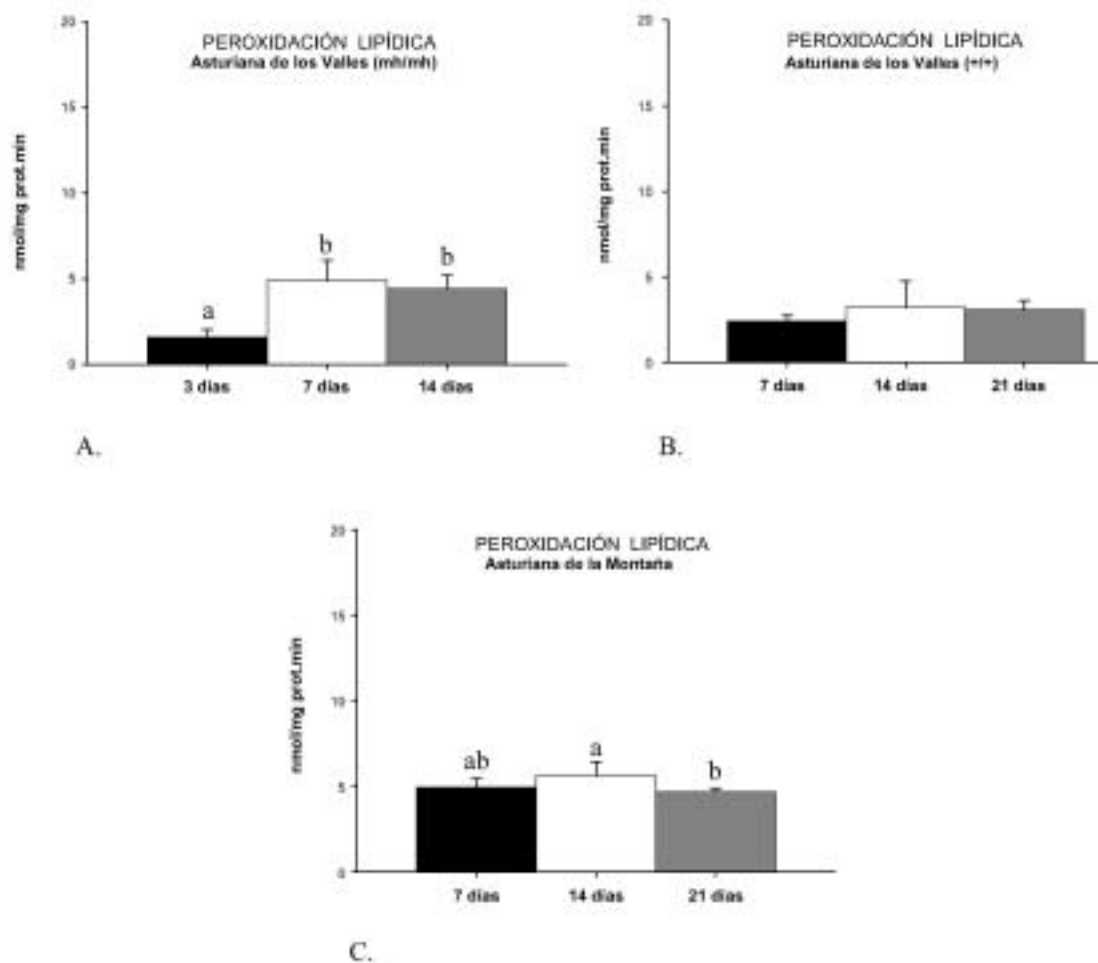


Figura 4. Lipoperoxidación (LPO) expresada como nmol de productos de peroxidación (malonaldehídos + 4-hidroxiálquenos) a lo largo del periodo de maduración a 4 °C medida en los mismos tiempos de maduración que los utilizados para la figura 1, siendo: A) *mh/mh*, B) *+/+* de AV y C) *+/+* de Asturiana de la Montaña (AM). Detalles como en figura 1.

Figure 4. Lipid peroxidation (LPO) along maturation period at 4 °C measured at the same ageing points as explained in the figure 1, being: A) *double-muscled AV*; B) *+/+ AV*; C) *+/+ animals from Asturiana de la Montaña (AM) breed*. Ordinates as nmol of peroxidation products (malonaldehyde + 4-hydroxyalkenal). Details as figure 1.

efectos deletéreos de los radicales libres pueden ir mucho más allá, dañando por la acción de los radicales libres también proteínas, entre las que se pueden encontrar los enzimas proteolíticos. Desde este punto de vista, la protección que los enzimas

antioxidantes realizan sobre el tejido, impidiendo el daño de los radicales libres a gran número de biomoléculas, tanto lípidos como proteínas, desempeña un papel esencial en el proceso de maduración, en tanto en cuanto, su protección de los enzimas

proteolíticos permite que éstos sigan actuando a lo largo de la maduración y la terneza final del producto se alcance en el tiempo deseado. De ahí que, en definitiva, se admita que los enzimas antioxidantes realizan una labor sinérgica con los enzimas proteolíticos en la evolución del proceso de tenderización y en el nivel de tenderización final.

Trabajos llevados a cabo recientemente por nuestro grupo de investigación sobre el estado de los enzimas antioxidantes durante las primeras 24 horas *post-mortem* del periodo de oreo (cada seis horas) (Coto-Montes et al., 2004), mostraron que la SOD y la CAT eran los principales enzimas antioxidantes activos en la carne en las primeras horas después de sacrificado el animal, con una alta correlación en sus patrones de actuación. Los resultados obtenidos en este estudio se complementan perfectamente con ellos. Así, CAT reflejó una clara estabilidad, principalmente en la raza AV, incrementándose paulatinamente su actividad desde los 3 a los 14 días de maduración a 4 °C. Dicha actividad sin embargo, tuvo un incremento más tardío en la raza AM. En el caso de la SOD, también hubo un incremento significativo de actividad en animales de la raza AV (*mh/mh* y *+/+*) durante la maduración y un incremento más tardío en la raza AM, con valores todavía bajos a los 21 días. Sin embargo, característicamente los niveles de actividad de este enzima fueron más elevados en los animales (*mh/mh*) incluso tras los tres primeros días de maduración. Sólo la GR mostró una mínima actividad sin variaciones importantes entre los distintos puntos de maduración, lo cual coincide nuevamente con lo observado en canales durante el periodo de oreo (Coto-Montes et al., 2004), por lo que parece que el tándem SOD-CAT es el principal después del sacrificio del animal.

CAT es un enzima antioxidante que se caracteriza por su baja afinidad por sustrato, lo que motiva que su actuación se limite a altas concentraciones de peróxido de hidrógeno, en presencia de las cuales su papel detoxificante es muy superior que el de la glutatión peroxidasa (Costarides et al., 1991). En una situación como la estudiada, en la que la oxidación de la oximioglobina (Fe^{2+}) a metamioglobina (Fe^{3+}) es un proceso continuo que se ve incrementado por la concentración de sales (Sato y Shikama, 1981), la oxidación de pigmentos es un proceso inevitable durante la maduración de la carne siendo además, una fuente adicional de peróxido de hidrógeno (H_2O_2) (Rosset y Roussel-Ciquard, 1978), lo cual apoya la activación de la CAT en contra de la GR, el cual es un enzima muy susceptible a la oxidación ante un alto nivel de estrés oxidativo (Pigeolet et al., 1990).

En otros tipos de músculos se ha observado también elevada la actividad SOD (Renner et al., 1996), lo que parece indicar que este enzima se mantiene estable durante periodos largos en estado *post mortem*. En experimentos llevados a cabo a lo largo de periodos de tiempo más largos, incluso tres meses, en los que se estudiaba tejido almacenado en refrigeración y congelación, CAT mostró un efecto similar al descrito para SOD (Pradhan et al., 2000), comprobándose que este enzima es capaz de mantener una actividad basal tanto en *Longissimus dorsi* de vacuno como en otros músculos y animales.

La estabilidad de los enzimas antioxidantes durante la maduración y bajo condiciones de refrigeración ya ha sido descrita anteriormente en cerdo y pollo (Renner et al., 1996; Pradhan et al., 2000). Esta estabilidad, en los animales estudiados, se ha manifestado siguiendo patrones distintos. Así, mientras que tanto (*mh/mh*) como (*+/+*) pertenecientes a la raza AV siguen patrones similares de

actuación para todos los enzimas estudiados, animales (+/+) de la raza AM siguen un patrón totalmente distinto. Además, el patrón que muestra la carne de terneros (*mh/mh*) tanto en SOD, como en CAT y GR es el mismo que el de los terneros (+/+) aunque presentando evoluciones más tempranas en las actividades enzimáticas.

Estos datos se correlacionan perfectamente con los obtenidos previamente en nuestro laboratorio (Oliván et al., 2004b) en el estudio de la actividad de catepsinas, en animales pertenecientes a las mismas categorías, que mostraron cómo el patrón de actuación de estas enzimas lisosomales se encontraba avanzado en el tiempo en la carne de los terneros (*mh/mh*) con respecto a los (+/+). En este estudio se observó que el patrón de actuación se mantenía en todos los animales aunque se ralentizaba en el tiempo dependiendo de la categoría que se tratase, siendo los más rápidos los (*mh/mh*) y los más retrasados los animales (+/+) procedentes de la raza AM. Basándonos en estos resultados previos y teniendo en cuenta los resultados obtenidos para antioxidantes, puede ser que la ausencia de patrón de actuación de los enzimas SOD y GR junto con la baja actividad obtenida para todos en AM, sea debido a que los puntos tomados no fueron lo suficientemente avanzados en el tiempo y no debido a una pérdida de estabilidad enzimática.

Al mismo tiempo corrobora los resultados obtenidos por otros autores (Campo et al., 1999, 2000; Oliván et al., 2003) que indicaban que la tenderización se producía más rápido en la carne de terneros (*mh/mh*) que en animales (+/+), probablemente debido a un descenso más rápido del pH que se observa en las canales de los primeros después del sacrificio, lo cual acelera la actuación de los enzimas ácidos lisosomales (Oliván et al., 2004b).

La alta estabilidad oxidativa de los músculos glicolíticos, como es el *Longissimus dorsi* utilizado en el presente trabajo, es debido a su bajo contenido en grasa intramuscular (Alasnier et al., 1996) tanto saturada (acumulada en adipocitos) como insaturada (fosfolípidos de membranas celulares). El LD presenta un bajo contenido en ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) que son los más susceptibles de oxidación (Wilson et al., 1976) presentando al contrario un mayor porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados (MUFA) y más grasa saturada (Muriel et al., 2002) por lo tanto su velocidad de oxidación es menor en comparación con los músculos oxidativos que presentan una mayor cantidad de fosfolípidos, los más abundantes en PUFA (Gray y Pearson, 1987).

La oxidación lipídica es uno de los factores más limitantes en la vida media de la carne durante su maduración, junto con la pérdida de agua y la inestabilidad de la mioglobina (Insausti et al., 2001) por ello en este trabajo se aborda el estudio de su evolución en los tiempos de maduración seleccionados, en ambas razas bovinas (AV y AM). Los datos obtenidos reflejan una estabilidad temporal del nivel de daño oxidativo en lípidos en la carne de los terneros (+/+) AV, mientras que la de los animales (*mh/mh*) mostró un incremento significativo de la peroxidación lipídica a partir de los 7 días de maduración alcanzando así el mismo nivel de daño encontrado en la raza AM al mismo tiempo de maduración. Este incremento observado en los (*mh/mh*) parece ser consecuencia de que los animales de esta categoría aunque presentan un bajo porcentaje de grasa intramuscular (1-2%), su nivel de insaturación es mayor (Aldai et al., 2006), probablemente debido a ello su velocidad de oxidación fue mayor a tiempos tempranos de maduración. Por el contrario, los animales (+/+) de las razas AV y AM muestran el menor nivel de daño oxidativo a lípidos, lo cual puede estar relacionado con un mayor

porcentaje de grasa intramuscular y una menor relación P/S (poliinsaturados/saturados) (Aldai et al., 2006) además de un proceso de tenderización más lento (Oliván et al., 2004b).

El proceso de peroxidación lipídica por su propagación de forma exponencial a lo largo del tejido es uno de los más dañinos, pues se forman radicales peróxidos lo suficientemente tóxicos como para reaccionar con los PUFA más cercanos de forma espontánea (Meneghini y Martins, 1993). Se ha visto que el inicio de la peroxidación lipídica se ve favorecido antes del sacrificio del animal y durante las primeras fases de almacenamiento del músculo, durante las cuales tendrá lugar su transformación en carne (Morrissey et al., 1994) por ello el nivel de daño lipídico encontrado en trabajos anteriores, durante el oreo en animales (*mh/mh*) ha sido elevado (Coto-Montes et al., 2004). La última fase de la peroxidación lipídica y parece ser que una de las más importantes tiene lugar durante la manipulación, procesamiento, almacenaje y cocinado de la carne (Morrissey et al., 1994), por lo que se esperaría, probablemente, un aumento de lípidos oxidados durante este periodo con respecto al que hemos observado durante el proceso de maduración a 4 °C.

En conclusión, el presente trabajo revela que la actividad de los enzimas antioxidantes, fundamentalmente SOD y CAT en condiciones de refrigeración (4 °C), se mantienen a lo largo del tiempo con un patrón de actuación estable que se inicia prematuramente en la carne de los terneros (*mh/mh*) de la raza AV, pero que no se pone de manifiesto durante el tiempo que dura el estudio en animales (+/+) de raza AM. Este dato es uno más que apoya que los procesos enzimáticos relacionados con la tenderización se llevan a cabo más rápidamente en animales (*mh/mh*) que en animales (+/+) y nuestros datos indican que los enzimas

antioxidantes colaboran en este proceso de tenderización de forma activa. Respecto a la peroxidación lipídica, en el periodo estudiado, ésta aún no alcanza valores lo suficientemente altos como para que influya de forma determinante en las características organolépticas como el sabor y olor sobre las cuales ejerce una presión importante a altos niveles. Sin embargo, es necesario profundizar más en el papel de los enzimas antioxidantes sobre la obtención de la ternera óptima de la carne, estudiando diferentes músculos y animales procedentes de distintos sistemas de producción. Esto podría darnos información adicional de la influencia de la defensa enzimática antioxidante sobre la actividad proteolítica durante la tenderización.

Agradecimientos

Agradecemos al personal del Área de Sistemas de Producción Animal del SERIDA su participación en el manejo de animales y canales.

Este trabajo ha sido realizado gracias a una financiación procedente del INIA (Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria) CAL 03-074-C2 y del FIS (Fondo de Investigación Sanitaria) RED FIS-G03/137. La Dra. Ana Coto Montes es investigadora contratada del programa "Ramón y Cajal" del Ministerio de Ciencia y Tecnología. Cristina Tomás Zapico agradece a la "Secretaría de Estado de Educación y Universidades" su beca predoctoral F.P.U. Beatriz Caballero García agradece a FICYT (Fundación para el fomento en Asturias de la Investigación Científico Aplicada y la Tecnología) su beca predoctoral. Ignacio Vega Naredo agradece a la Universidad de Oviedo su beca predoctoral.

Bibliografía

- Alasnier C, Réminon H, Gandemer G, 1996. Lipid characteristics associated with oxidative and glycolytic fibres in rabbit muscles. *Meat Sci.* 43: 213-224.
- Aldai N, Murray BE, Oliván M, Martínez A, Troy DJ, Osoro K, Nájera AI, 2006. The influence of breed and mh-genotype on carcass conformation, meat physico-chemical characteristics and the fatty acid profile of muscle from yearling bulls. *Meat Sci.*, 72: 486-495.
- Arthur PF, 1995. Double muscling in cattle: a review. *Aust J Agr Res* 46: 1493-1515.
- Boccard R, 1982. Relationship between muscle hypertrophy and the composition of skeletal muscles, pp 148-162 En: JWB King, F Ménissier (Ed) *Muscle hypertrophy of genetic origin and its use to improve beef production*. The Hague, The Neatherlands: Martinus Nijhoff.
- Bouton PE, Harris PV, Shorthose WR, 1982. Comparison of some properties of beef from animals homozygous or heterozygous for muscular hypertrophy. *Meat Sci.* 6: 309-318.
- Bradford NM, 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.* 72: 248-254.
- Campo MM, Sañudo C, Panea B, Alberti P, Santolaria P, 1999. Breed type and ageing time effects on sensory characteristics of beef strip loins steaks. *Meat Sci.* 51: 383-390.
- Campo MM, Santolaria, P, Sañudo C, Lepetit J, Olleta JL, Panea B, Alberti P, 2000. Assessment of breed type and ageing time effects on beef meat quality using two different texture devices. *Meat Sci.* 55: 371-378.
- Costarides AP, Riley MV, Green K, 1991. Roles of catalase and the glutathione redox cycle in the regulation of anterior-chamber hydrogen peroxide. *Ophthalmic Res.* 23: 284-294.
- Coto-Montes A, Caballero B, Sierra V, Vega-Naredo I, Tomás-Zapico C, Hardeland R, Tolivia D, Ureña F, Rodríguez-Colunga MJ, 2004. Actividad de los principales enzimas antioxidantes durante el periodo de oreo de culones de la raza Asturiana de los Valles. *ITEA.* 100A: 43-55.
- Donnelly JK, Robinson DS, 1995. Free Radicals in foods. *Free Radical Res.* 22: 147-176.
- Gray JI, Pearson AM, 1987. Rancidity and warmed-over flavor. pp. 221-260 En: AM Pearson, TR Dutson (Ed) *Advances in Meat Research* Vol. 3, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY.
- Grobet L, Martin LJ, Poncelet D, Pirottin D, Brouwers B, Riquet J, Schoeberlein A, Dunner S, Menissier F, Massabanda J, Fries R, Hanset R, Georges M, 1997. A deletion in the bovine myostatin gene causes the double-muscling phenotype in cattle. *Nat. Genet.* 17: 71-74.
- Hernandez P, Park D, Rhee KS, 2002. Chloride salt type/ionic strength, muscle site and refrigeration effects on antioxidant enzymes and lipid peroxidation in pork. *Meat Sci.* 61: 405-410.
- Insausti K, Beriain MJ, Purroy A, Alberti P, Gorraiz C, Alzueta MJ, 2001. Shelf live of beef from local spanish cattle breeds stored under modified atmosphere. *Meat Sci.* 57: 273-281.
- Jiang ST, 1998. Contribution of muscle proteinases to meat tenderization. *Proc. Natl. Sci. Counc. Repub. China B.* 22.: 97-107.
- Kum-Tatt L, Tan IK, Seet AM, 1975. A new colorimetric method for the determination of NADH/NADPH dependent glutathione reductase in erythrocytes and in plasma. *Clin. Chem. Acta.* 58: 101-108.
- Lubinsky S, Bewley GC, 1979. Genetics of catalase in *Drosophila melanogaster*: Rates of synthesis and degradation of the enzyme in flies aneuploid and euploid for the structural gene. *Genetics* 91: 723-742.
- Martin JPJr, Daily M, Sugarman E, 1987. Negative and positive assays of superoxide dismutase based on hematoxylin autoxidation. *Arch. Biochem. and Biophys.* 255: 329-336.
- Meneghini R, Martins EL, 1993. Hydrogen peroxide and DNA damage., pp 83-93. En B Halli-

- well, OI Aruoma (Ed). DNA and free radicals. Harwood, London.
- Morrissey PA, Buckley DJ, Sheehy PJA, Monahan FJ, 1994. Vitamin E and meat quality. Proc. Nutr. Soc. 53: 289-295.
- Muriel E, Antequera T, Ruiz J, 2002. Efecto del tipo de músculo sobre parámetros de calidad en carne fresca de cerdo ibérico. Ciencia y Tecnología Alimentaria. 3: 241-247.
- Oliván M, Osoro K, Martínez A, Guerrero L, 2003. Características físico-químicas y calidad sensorial de la carne de terneros añejos de las razas asturianas cebados en intensivo o extensivo. ITEA. Vol extra 24: 22-24.
- Oliván M, Martínez A, Osoro K, Sañudo C, Panea B, Olleta JL, Campo MM, Oliver MM, Serra X, Gil M, Piedrafita J, 2004a. Effect of muscular hypertrophy on physico-chemical, biochemical and texture traits of meat from yearling bulls. Meat Sci. 68: 567-565.
- Oliván M, Coto-Montes A, Caballero B, Sierra V, Aldai N, Rodríguez-Colunga MJ, Osoro K, 2004b. Meat tenderization by acidic lysosomal proteinases associated with genotype in beef. Proceedings of 50th ICoMST (International Congress of Meat Science and Technology), Helsinki, Finlandia.
- Pigeolet E, Corbisier P, Houbion A, Lambert D, Michiels C, Raes M, Zachary MD, Remacle J, 1990. Glutathione peroxidase, superoxide dismutase, and catalase inactivation by peroxides and oxygen derived free radicals. Mech. Ageing. Dev. 51: 283-297.
- Pradhan AA, Rhee KS, Hernández P, 2000. Stability of catalase and its potential role in lipid oxidation in meat. Meat Sci. 54: 385-390.
- Renner M, Françoise D, Gatellier P, 1996. Antioxidant enzyme activities in beef in relation to oxidation of lipid and myoglobin. Meat Sci. 43: 111-121.
- Rosset R, Roussel-Ciquard N, 1978. Conditionnement de la viande fraîche. IAA. 357-369.
- Satoh Y, Shikama K, 1981. Autoxidation of oxymyoglobin. A nucleophilic displacement mechanism. J. Biol. Chem. 256:10272-10275.
- Taylor WE, Bhasin S, Artaza J, Byhower F, Azam M, Willard DH, Kull FC, González-Cadauid N, 2001. Myostatin inhibits cell proliferation and protein synthesis in C2C12 muscle cells. Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab. 280: E221-E228.
- Thomas M, Langley B, Berry C, Sharma M, Kirk S, Bass J, Kambadur R, 2000. Myostatin, a negative regulator of muscle growth, functions by inhibiting myoblast proliferation. J. Biol. Chem. 275: 40235-40243.
- Uytterhaegen L, Claeys E, Demeyer D, 1994. Effects of exogenous protease effectors on beef tenderness development and myofibrillar degradation and solubility. J. Anim. Sci. 72: 1209-1223.
- Wilson BR, Pearson AM, Shortland FB, 1976. Effect of total lipids and phospholipids on warmed-over-flavor in red and white muscle from several species as measured by thiobarbituric acid analysis. J. Agric. Food Chem. 24: 7-10.
- (Aceptado para publicación el 26 de octubre de 2005)

Categorización del cuero de vacuno mayor en Galicia

J.A. Carballo^{*,***}, J. Lendoiro^{**}, T. Moreno^{*}

* Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Apdo. 10. 15080 A Coruña

** Dtor. Producción. Matadero de Montellos. Apdo. 62. 15319 Betanzos (A Coruña)

*** Autor al que se debe dirigir la correspondencia: E-mail: jacs1955@hotmail.com

Resumen

El cuero de vacuno es el componente del quinto cuarto con un mayor valor comercial. Sus características dependen de factores genéticos, ambientales, de manejo e higiénico-sanitarios. La clasificación comercial se realiza en función de la edad del animal, peso y posibles defectos que puedan tener.

Se dispuso de datos de 20.505 vacas de desecho de las razas Rubia Gallega y Holstein Friesian, predominantes en la cabaña gallega, en las que se conoce el peso y clasificación de la canal y el peso del cuero. Estos se categorizaron en función de su peso en: ligeros, medios y pesados. Se realizó el análisis estadístico mediante el procedimiento GLM (SAS) y test de Duncan, analizándose los efectos de la raza, categoría del cuero y la clasificación de las canales.

El cuero representa en las vacas RG el 6,16 % de su peso al sacrificio. El peso del cuero es más elevado en las mejores conformaciones y los grados de engrasamiento más elevados.

Se encontraron unas buenas correlaciones (por encima de 0,75) entre el peso del cuero y el de la canal; aceptables entre el primero y la conformación e igualmente con el grado de engrasamiento de las canales (superiores a 0,56).

Palabras clave: Cuero vacuno mayor. Clasificación de canales.

Summary

Categorization of the cows hide in Galicia

Bovine hide is the highest commercial value component of the animal fifth quarter. The genetic, environmental, management and hygienic-sanitary factors have a big influence on the hide characteristics. The hide commercial classification is based on the animal age and weight, and also on some possible defects of it.

For this study, it was used the data of 20,505 unusable cows of Rubia Gallega and Holstein Friesian breeds, the more common on the Galician cattle. The bovine hide was classified depending on its weight, in light, medium and heavy. It was made the statistical analysis using the GLM (SAS) and Duncan test, for studying the breed, the hide category and the carcass classification effects.

The hide is the 6.16 % of the slaughter weight in the cows. The weight of the hide is higher on the best conformations and fatness scores of the carcasses.

It was found a very good correlation (upper than 0.75) between the weight of the hide and the carcass; and an acceptable correlation between the weight of the hide and the conformation of the carcass and with the fatness scores of the carcasses (superiority to 0.56).

Key words: Cowshide. Carcasses classification.

Introducción

El sacrificio del animal es la operación primaria de donde la canal representa el principal producto a obtener, pero no es el único, siendo el cuero, las vísceras, la sangre, la cabeza y las patas componentes que representan menos del 50 % del peso vivo del vacuno. Dentro del quinto cuarto es el cuero el que aporta un mayor beneficio adicional al matadero, pudiendo representar hasta la mitad del valor comercial del mismo.

Pocos son los estudios en relación con los componentes externos y de los órganos corporales del vacuno, debido a que estos no forman parte de la parte comestible de la canal, aunque afectan de una manera directa a su rendimiento industrial (Berg y Butterfield, 1979; Oliveira et al., 1994).

Independientemente de la raza de que se trate y desde el punto de vista estructural, el cuero esta compuesto de tres capas fundamentales: (figura 1).

- La Epidermis (A): originada a partir del ectodermo, constituye la capa más externa, siendo un órgano protector del cuero. Esta formada por tres estratos: el basal o germinativo, el espinoso, y el córneo. Constituida por una serie de células epiteliales con un alto contenido en queratina, en constante proceso de regeneración.

- La Dermis ó corión (B), debajo de la epidermis y formada a partir del mesodermo; está compuesta por un entramado denso de fibras de tejido conectivo con abundantes vasos sanguíneos y fibras nerviosas, separada de la epidermis por una membrana hialina o flor de cuero. Esta constituida por dos estratos: el papilar, más externo ó grano de piel, formado por una serie de crestas o papilas constituidas por tejido conjuntivo elástico, fibras nerviosas y vasos sanguíneos y linfáticos; y, por la reticular, o miga del cuero, con abundantes fibras elásticas formando una trama muy resistente que protege al organismo de los agentes externos.

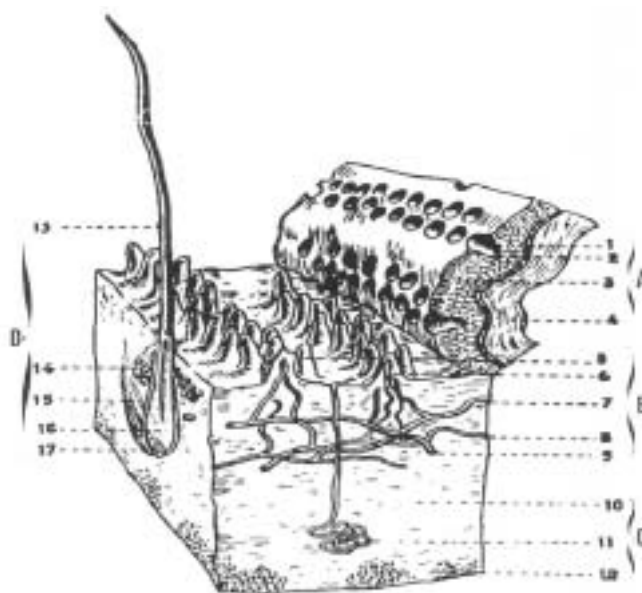


Figura 1. Estructura del cuero de bovino. A.- Epidermis; B.- Dermis; C.- Capa subcutánea; D.- Pelo.
 Figure 1. Hide structure of the bovine. A.- Epidermis; B.- Dermis; C.- Subcutaneous layer; D.- Hair.

• y, la Capa Subcutánea (C), es la capa más interna y de origen mesodérmico. Esta constituida por la prolongación del tejido conectivo procedente del corión, formada por un entramado de haces que limitan una serie de lagunas adiposas. Tienen como misión la protección frente a la agresión mecánica externa, el aislamiento térmico del cuerpo del animal, y es responsable de la movilidad del cuero. Esta capa no interesa desde el punto de vista industrial para la elaboración de cueros por su alto contenido en tejido adiposo.

Las características de los cueros de bovino vienen influenciados por diversos factores: genéticos (raza); sexo y edad; ambientales (radiación solar, temperatura, humedad); sistema de producción y alimentación; e higiénico-sanitarios (enfermedades cutáneas, traumatismos). El cuero es más grueso, elástico y turgente en los animales mejor alimentados (en sistemas intensivos de cebo), pero peor estimados por las tenerías por el contenido de tejido adiposo y más fino y magro en los animales de extensivo (pastoreo o de montaña), con un cuero muy

apreciado por la industria (Sanz Egaña, 1952; de Cuenca, 1953). Punto que ya se recogía en el Tratado de Curtidos escrito por el Sr. de La Lande, que fue publicado por la Academia Real de las Ciencias y Artes de Paris, en 1764, en el que se indicaba que los cueros de vacas y bueyes son más gruesos y dóciles para su elaboración como consecuencia de los pastos con los que eran alimentados.

Los cueros de la raza Rubia Gallega son flexibles, elásticos y fácilmente desplegados, con un pelo espeso, brillante, fino y liso (Sánchez, 1978), mientras que los de la Holstein Friesian son sueltos, flexibles, de mediano grosor y de un pelo fino (Sánchez Belda, 2002).

El cuero recibe distintos nombres, según su ubicación (figura 2): crupón ó lomo, es la parte central del mismo, procede del dorso, lomo y cadera del animal; falda ó barriga (4 y 5), procedente de la parte ventral; patas ó garras (3 y 6); cabeza ó pescuezo (1); y, cola (7).

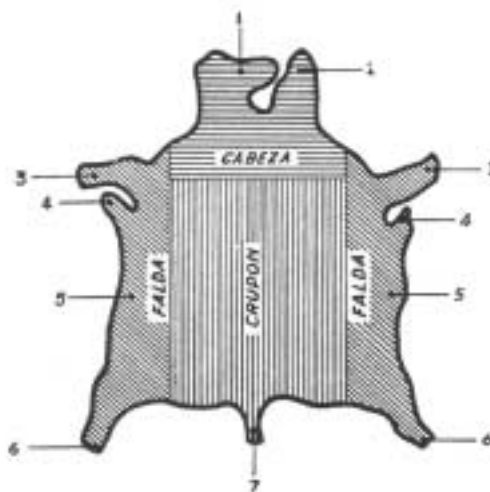


Figura 2. Distintas zonas del cuero.
Figure 2. Different hide areas.

El porcentaje del cuero con respecto al peso vivo del animal oscila entre el 7 y 10 %, según edad y sexo, siendo mayor en los machos adultos que en las hembras jóvenes (Forrest et al., 1979), mayor en los animales de raza pura que en los cruces (Rebak et al., 2003; Di Marco, 1998); mayor en los de pesos de sacrificios ligeros que en los pesados (Sanz Egaña, 1952); y, menor en los alimentados con concentrado que con forrajes (Jones et al., 1985; Perón, 1991).

Una vez desollado el animal se procede al pesado del cuero y a la adición de sal para su conservación y evitar su deterioro por acción bacteriana, antes de ser recogido para su posterior elaboración en las tenerías.

Los cueros se clasifican en matadero atendiendo a la edad del animal, siendo más valorados los de bovinos jóvenes (animales de menos de 24 meses) que los de adultos (vacas y toros); posteriormente por el peso y, finalmente, por la presencia de defectos o marcas.

Las causas de depreciación de los cueros son debidas a: las parasitosis (hipodermosis, sarna, tiñas), las prácticas de manejo (heridas y cicatrices producidas por agujones, golpes ó luchas) y por marcas de fuego (principalmente en el ganado de lidia); igualmente por un incorrecto desollado ó por un deficiente manejo en el matadero (cortes, desgarros, salazón insuficiente ó no uniforme). Estas pueden originar una disminución en el valor comercial, pudiendo llegar hasta el 40 % del precio que se obtenga en las subastas.

El curtido de las pieles consiste en la eliminación de la humedad del cuero y del sebo natural, dando una mayor firmeza a sus fibras y haciendo que el tejido resultante sea más fuerte.

El aprovechamiento del cuero de vacuno va dirigido a la obtención de diversos produc-

tos: el cuero propiamente dicho, empleado como materia prima en el ramo textil, calzado, guarnicionería, artesanía, encuadernaciones, etc.; la gelatina con diversos fines industriales; y, el pelo que se utiliza como fieltro y en tapicería.

Según datos provisionales del MAPA, en 2004, se sacrificaron 1.532.048 bovinos mayores, correspondiendo a Galicia 331.191 cabezas (21,62 %); de las cuales un alto porcentaje son imputables al desecho de las explotaciones gallegas, en donde predomina las razas Holstein Friesian y Rubia Gallega, y en menor medida a los animales procedentes de otras Comunidades Autónomas.

Según la Confederación Española de Curtidores la producción de cuero de vacuno acabado fue, en 2003, de 22.653 millones de m², siendo España deficitaria en este tipo de piel en unos 1.445 miles de m², es decir, un 6,4 %.

El objetivo de este estudio es la caracterización de los cueros procedentes de vacas de abasto, de las razas de mayor incidencia en la cabaña gallega, con un análisis del efecto del genotipo, categorías del cuero y ver su posible relación con el sistema clasificatorio de las canales.

Material y métodos

Se tuvo acceso al listado de sacrificios realizados en un matadero de la provincia de A Coruña, durante el periodo comprendido entre los meses de enero a septiembre de 2004, y con apoyo de los Documentos de Identificación Bovina, se seleccionaron las canales de las razas Rubia Gallega (RG) y Holstein Friesian (HF) que hubieran nacido y que procedieran directamente de alguna de las explotaciones ganaderas ubicadas dentro el territorio de Galicia, y con una edad superior a los 1.300 días (3,5 años).

Para no desvirtuar el análisis estadístico se eliminaron los grupos con un mínimo de datos, inferior a 100 canales (menos del 0,5 % del total de la población), por lo que resulto no disponer canales de las conformaciones "E" y "U", ni con el grado de engrasamiento "muy graso" ("5"), que por otro lado son categorías minoritarias en la producción gallega para este tipo de animales.

Como resultado de la selección de los datos se obtuvieron 20.505 canales: 3.277 RG y 17.228 HF, de las que se conocía la raza, edad, peso y clasificación de la canal (Norma SEUROP), y el peso en bruto del cuero. Su distribución se indica en la tabla 1.

Los cueros se clasificaron por su peso en las categorías de: ligeros (menos de 30 kg.), medios (más de 31 y menos de 40 kg.) y pesados (más de 41 kg.).

Los datos se analizaron mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS, teniendo en cuenta el efecto raza, categoría y clasificación de la canal (conformación y engrasamiento). Se realizó el test de Duncan para diferenciar las medias; y se calcularon los coeficientes de correlación (procedimiento CORR) entre las variables empleadas.

Resultados y discusión

Previo a la exposición de resultados y aprovechando resultados de anteriores estudios (Carballo et al., 1999; Carballo y Moreno, 2006) sobre la categorización de canales de vacuno mayor de la raza Rubia Gallega podremos obtener el porcentaje que representa el cuero con respecto al peso vivo del animal. Conociendo el rendimiento canal para cada grado de conformación y de engrasamiento de una población experimental, y los pesos medios del cuero (PC) y de la canal (PCF) de los datos obtenidos en matadero, podemos estimar el porcentaje del cuero sobre el peso del animal en vivo (PV); su calculo queda plasmado en la tabla II.

El porcentaje medio (6,16 %) es similar a los indicados por Sanz Egaña (1952) del 6,3 % e inferior al 7 % indicado por Madrid (1979) y al 8 % de Dangin (1988). Si los comparamos con anteriores estudios de Carballo y Lendoiro (2005 b), trabajando con animales de menos de 24 meses de edad, podemos indicar que en la RG el porcentaje de los terneros es superior en 0,89 puntos a los de las vacas (T: 7,05 vs V: 6,16 %).

Tabla 1. Distribución de los animales, por raza, conformación y estado de engrasamiento
Table 1. Animals distribution by breed, conformation and fatness score

Raza	Conformación			Engrasamiento				Total
	R	O	P	1	2	3	4	
RG	1.524	1.465	288	374	1.372	1.188	343	3.277
HF	668	12.123	4.437	4.011	6.160	5.573	1.484	17.228
TOTAL	2.192	13.588	4.725	4.385	7.532	6.761	1.827	20.505

RG= Rubia Gallega; HF= Holstein Friesian.

Norma SEUROP: En vacas: Conformación= E, U, R, O, P; Engrasamiento= Escala de 1 a 5.

Tabla 2. Cálculo del porcentaje del cuero de las vacas de la raza Rubia Gallega
 Table 2. Percentage calculation of the hide in Rubia Gallega cows

	Conformación				Engrasamiento				
	R	O	P	Media	1	2	3	4	Media
Rendimiento (%) ⁽¹⁾	53,52	48,38	46,45	49,45	42,10	47,03	50,02	54,09	48,31
Peso cuero (kg) ⁽²⁾	38,75	31,89	26,39	32,33	33,42	36,50	38,78	42,65	37,84
Peso canal (kg) ⁽²⁾	325,8	260,6	197,0	261,1	238,2	284,5	310,2	361,1	298,5
Peso vivo (kg) ⁽³⁾	608,7	538,6	424,1	523,8	565,8	604,9	620,2	667,6	614,6
% PC/PV (%) ⁽⁴⁾	6,37	5,92	6,22	6,17	5,91	6,03	6,25	6,39	6,15

(1) Carballo et al. (1999); Carballo y Moreno (2006)

(2) Media en la población de análisis

(3) PV= PCF⁽²⁾ * 100 / Rto⁽¹⁾

(4) %PC/PV= Peso cuero⁽²⁾ * 100 / PV⁽³⁾

El peso medio del cuero de la RG es superior en un 18,5 % al de la HF (tabla 3); esto es debido a un mayor peso canal originado por una mejor morfología de la raza acompañado por un estado de carnes más idó-

neo en el momento del desecho. Los PC están ligeramente por debajo del rango indicado para este tipo de animales por Asdrubali y Stradelli (1965) de entre 30 y 50 kg.

Tabla 3. Peso del cuero por genotipos
 Table 3. Hide weight by genotypes

	RG	HF
Peso medio	37,47 ± 6,32	30,52 ± 5,42
Peso mínimo	24,0	18,0
Peso máximo	51,0	53,0
Peso canal medio	294,5	261,2

Es la RG quien tiene una mayor proporción de cueros pesados (tabla 4) con una frecuencia del 56,0 % para los de categoría media y del 30,2 % para la pesada, que contrasta con los de la HF (56,2 % de ligeros y 39,0 % de medios). Similares resultados obtuvieron Carballo y Lendoiro (2005 a) cuando comparaban los cueros de Terneros y Añojos de los mismos genotipos.

Dentro de las categorías de cueros, y para cada raza, se obtuvieron diferencias significativas (P<0,001) para el PCF, y en la relación entre el peso del cuero y la canal (%PC/PCF), superior para los cueros pesados frente a

los ligeros. (9,53 % para la RG y 13,28 % para HF). En cambio si analizamos el efecto raza, y dentro de cada categoría, no se obtuvieron diferencias en el PCF ni en la relación %PC/PCF.

El PCF tiene una relación directa (P<0,001) con la conformación y el grado de engrasamiento (tablas 5 y 6), correspondiendo las canales más pesadas a las mejor clasificadas, coincidiendo con los resultados de Carballo et al. (1999).

El PC guarda de igual manera una relación directa con las categorías de clasificación

($P < 0,001$), obteniéndose diferencias extremas entre conformaciones del 19,85 % para la RG y el 32,26 % en la HF. Entre los grados de engrasamiento de las canales los resultados son similares para ambos genotipos, con diferencias del 21,64 % en RG y del 31,75 % en HF.

Para el efecto raza no se encontraron diferencias significativas en cada categoría de conformación, ni en el peso canal ni en el del cuero.

Por efecto de la conformación solo la RG presenta diferencias significativas en el %PC/PCF, debidas al mayor valor en la categoría "P" frente a la "R" y "O"; mientras que en la HF no se encontraron tales diferencias. Punto que contrasta con el mismo análisis realizado en las canales de los tipos Ternero y Añejo realizado por Carballo y Lendoiro (2005 b), debido a que se trataba de animales en fase de crecimiento y engorde.

Tabla 4. Medias, desviación típica y nivel de significación del efecto categorías de cueros por peso y genotipos

Table 4. Average, standard deviation and significance level of hide weight by genotypes

Raza	Categorías de PC	Ligeros	Medios	Pesados	N.S.
RG	Frecuencia	0,138	0,560	0,302	--
	Peso canal (kg)	246,9 ± 48,7 c	284,5 ± 43,8 b	336,0 ± 47,1 a	***
	% PC/PCF	12,81 ± 1,14 b	13,34 ± 1,78 ab	14,16 ± 1,72 a	***
HF	Frecuencia	0,562	0,390	0,048	--
	Peso canal (kg)	232,5 ± 36,4 c	292,0 ± 40,2 b	347,5 ± 45,4 a	***
	% PC/PCF	11,88 ± 1,48 c	12,35 ± 1,71 b	13,70 ± 1,69 a	***
N.S. Raza	Peso canal (kg)	n.s.	n.s.	n.s.	
	% PC/PCF	n.s.	n.s.	n.s.	

N.S.: *** $P < 0,001$; ** $P < 0,01$; * $P < 0,05$; n.s. No Significativo. PC= Peso del cuero; PCF= Peso canal fría
Medias con distintas letras son significativamente diferentes ($P < 0,05$) (Test de Duncan).

Tabla 5. Medias, desviación típica y nivel de significación del efecto conformación de la canal

Table 5. Average, standard deviation and significance level of the carcass conformation effect

Raza	Conformación	R	O	P	N.S.
RG	Peso canal (kg)	325,8 ± 45,4 a	260,6 ± 33,8 b	197,0 ± 35,3 c	***
	Peso cuero (kg)	39,35 ± 6,15 a	35,40 ± 5,63 ab	31,54 ± 4,62 b	***
	% PC/PCF	12,14 ± 1,64 b	13,66 ± 1,92 b	16,24 ± 2,44 a	***
HF	Peso canal (kg)	357,2 ± 43,0 a	276,9 ± 38,9 b	205,2 ± 26,9 c	***
	Peso cuero (kg)	38,81 ± 6,11 a	31,65 ± 4,85 b	26,29 ± 3,49 c	***
	% PC/PCF	10,91 ± 1,64	11,49 ± 1,35	12,94 ± 1,89	n.s.
N.S. Raza	Peso canal (kg)	n.s.	n.s.	n.s.	
	Peso cuero (kg)	n.s.	n.s.	n.s.	
	% PC/PCF	n.s.	n.s.	n.s.	

N.S.: *** $P < 0,001$; ** $P < 0,01$; * $P < 0,05$; n.s. No Significativo. PC= Peso del cuero; PCF= Peso canal fría
Medias con distintas letras son significativamente diferentes ($P < 0,05$) (Test de Duncan).

Tabla 6. Medias, desviación típica y nivel de significación del efecto del estado de engrasamiento de la canal

Table 6. Average, standard deviation and significance level of the carcass fatness score effect

Raza	Engrasamiento	1	2	3	4	N.S.
RG	Peso canal (kg)	238,2 ± 46,4 d	284,5 ± 4,13 c	310,2 ± 48,0 b	361,1 ± 49,7 a	***
	Peso cuero (kg)	33,42 ± 5,32 d	36,50 ± 5,25 c	38,78 ± 5,57 b	42,65 ± 5,30 a	***
	% PC/PCF	14,31 ± 2,41 a	12,96 ± 2,00 b	12,65 ± 1,85 b	11,89 ± 1,63 b	**
HF	Peso canal (kg)	205,5 ± 2,82 d	247,5 ± 27,0 c	292,0 ± 32,3 b	351,3 ± 33,1 a	***
	Peso cuero (kg)	26,14 ± 3,36 d	29,19 ± 3,82 c	33,03 ± 4,53 b	38,30 ± 5,42 a	***
	% PC/PCF	12,92 ± 1,69 a	12,08 ± 1,50 b	11,75 ± 1,52 c	13,31 ± 1,35 d	***
N.S. Raza	Peso canal (kg)	n.s.	*	n.s.	n.s.	
	Peso cuero (kg)	*	*	*	n.s.	
	% PC/PCF	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	

N.S.: *** P<0,001; ** P<0,01; * P<0,05; n.s. No Significativo. PC= Peso del cuero; PCF= Peso canal fría
Medias con distintas letras son significativamente diferentes (P<0,05) (Test de Duncan).

Para el estado de engrasamiento la relación %PC/PCF fue menor, en los dos genotipos, en las canales más magras frente a las engrasadas (P<0,05), quedando minimizado el incremento del peso del cuero, por una mayor acumulación de tejido adiposo en la canal.

Se observó que las diferencias en los pesos de los cueros están ligadas a la raza y a los

distintos grados de engrasamiento de las canales, según lo enunciado por Geay (1976).

Se obtuvieron unos buenos coeficientes de correlación (superiores a 0,75) entre el PCF y el PC en los dos genotipos (tabla 7).

El peso canal muestra unos buenos valores de correlación entre categorías de clasifica-

Tabla 7. Matriz de correlación por genotipos
Table 7. Correlation matrix by genotypes

	PCF	CONF	EE	PC	% PC/PCF
Rubia Gallega					
PCF	1,000	0,779 ***	0,644 ***	0,753 ***	-0,457 ***
CONF		1,000	0,529 ***	0,574 ***	-0,430 ***
EE			1,000	0,564 ***	-0,499 ***
PC				1,000	0,215 n.s.
% PC/PCF					1,000
Holstein Friesian					
PCF	1,000	0,752 ***	0,816 ***	0,761 ***	-0,493 ***
CONF		1,000	0,648 ***	0,557 ***	-0,389 ***
EE			1,000	0,669 ***	-0,369 **
PC				1,000	0,225 n.s.
% PC/PCF					1,000

PCF: Peso canal; CONF: Conformación; EE: Engrasamiento; PC: Peso cuero;
% PC/PCF: Relación peso cuero y canal.

ción: superior de 0,75 en los dos genotipos para la conformación, y para el grado de engrasamiento la HF obtuvo un mayor valor (0,816) que en la RG (0,644).

Para el peso del cuero se encontraron correlaciones aceptables (mayores de 0,56) con respecto a la clasificación de las canales; siendo menores (inferiores a 0,5 y negativas) a las obtenidas para las correlaciones con el %PC/PCF.

Conclusiones

El cuero representa en las vacas Rubia Gallega el 6,16 % de su peso al sacrificio, siendo un 18,5% más pesados que los de la Holstein Friesian.

El peso del cuero es mayor para los animales con mejor estado de carnes y los grados de engrasamiento más altos; con unas diferencias entre las categorías "R" y "P" del 19,85 % en la Rubia Gallega y del 32,26 % en la Holstein, y entre "1" y "4" del 21,64 % para la RG y de 31,75 % para la HF.

Para ambos genotipos se encontraron unas buenas correlaciones (por encima de 0,75) entre el peso del cuero y el de la canal, aceptables (superiores a 0,56) entre el primero y la conformación y respecto al engrasamiento de las canales.

Bibliografía

- Asdrubali M, Stradelli A, 1965. I macelli. Ed: Agricole. Bologna. 304 pp.
- Berg RT, Butterfield RM, 1979. Nuevos conceptos sobre el desarrollo de ganado vacuno. Ed: Acribia. Zaragoza. 297 pp.
- Carballo JA, Monserrat L, Brea T, 1999. Determinación objetiva de las características de la canales de vacas de desecho de la raza Rubia Gallega. Rev. Portuguesa de Zootecnia, V, (1). 51-58.
- Carballo JA, Lendoiro J, 2005 a. Categorización de los cueros de vacuno joven. ITEA, 26, (2): 712-714.
- Carballo JA, Lendoiro J, 2005 b. Relación entre el peso del cuero y la clasificación de la canal de vacuno joven. ITEA, 26, (2): 720-722.
- Carballo JA, Moreno T, 2006. Características cuantitativas de las canales de vacas de desecho en Galicia. Arch. Zootecnia, (sin publicar) 12 pp.
- Dangin F, 1988. Connaissance de la carcasse des animaux de boucherie chascuterie. Ed: Sepeta. Paris. 222 pp.
- De Cuenca CL, 1953. Zootecnia. Ed: Biosca. Madrid. 1419 pp.
- Di Marco ON, 1998. Crecimiento de vacunos para carne. Univ. de Mar del Plata. Argentina. 145 pp.
- Forrest JC, Aberle ED, Hedrick HB, Judge MD, Merkel RA, 1979. Fundamentos de ciencia de la carne. Ed: Acribia. Zaragoza. 264 pp.
- Geay Y, 1976. Weight determination of the carcass, including fifth quarter and empty body weight. EEC Agricultural Research Seminar: Criteria and methods for assessment of carcass and meat characteristics in beef production experiments. EUR 5489: 109-119.
- Jones SDM, Rompala RE, Jeremiah LE, 1985. Growth and composition of the empty body in steers of different maturity types feed concentrate or forrage diets. J. Anim. Sci., 60: 427-433.
- Madrid A, 1979. Aprovechamiento integral de subproductos de matadero. Ed: GDA. Madrid. 286 pp.
- Oliveira MAT, Fontes CAA, Lana RP, 1994. Biometría deo trato gastrointestinal e area corporal de bovinos. R. Soc. Bras. Zootec., 23, 576-584.
- Peron JA, 1991. Características e composição física e química, corporal e da carcaça de bovinos de cinco grupos genéticos, submetidos à alimentação restrita e "ad libitum". Tesis Maestrazgo. Univ. Federal de Viçosa. Brasil. 205 pp.

- Rebak GI, Capellari A, Revidatti MA, 2003. Peso y rendimiento de subproductos incomedibles y cuero resultantes de la faena de novillos de 22 a 24 meses, 3/8 y 5/8 Cebú x Hereford, tipo Cebú y tipo Hereford del Noroeste de Corrientes. Comunicaciones científicas y tecnológicas V-053. Univ. Nacional del Nordeste. Argentina. 3 pp.
- Sánchez Belda A, 2002. Razas ganaderas españolas. I.- Bovinas. Ed: Feagas y MAPA. 358 pp.
- Sánchez L, 1978. La raza vacuna Rubia Gallega. Ed: Celta. Lugo. 319 pp.
- Sanz Egaña C, 1952. Enciclopedia de la carne. Ed: Espasa Calpe. Madrid. 1504 pp.
- (Aceptado para publicación el 21 de febrero de 2006)

Producción de leche y crecimiento de los corderos de ovejas de raza "Churra-Tensina" explotadas en primavera bajo dos condiciones de manejo

M. Joy^{*,***}, R. Revilla^{*}, S. Gracia^{**}, R. Delfa^{*}

* Unidad de Tecnología en Producción Animal, CITA-Argón. Apdo 727, 50080 Zaragoza.

** Departamento de Grasas y Productos Lácteos del Laboratorio Agroambiental. Avenida de Montañana, 1005. 50016 Zaragoza

*** mjoy@aragon.es

Resumen

Se han comparado el crecimiento de los corderos y la producción y calidad de la leche de dos lotes de ovejas de raza Churra Tensina con partos de primavera explotadas siguiendo dos manejos diferentes: Extensivo (EXT), ovejas y corderos permanecieron desde el parto hasta el sacrificio de los corderos juntos, pastando una pradera polifita de montaña, sin recibir suplementación alguna; e Intensivo (INT), en el que las ovejas permanecieron en el pasto, sin los corderos, durante 9 h al día, recibiendo una suplementación diaria en aprisco de 500 g de harina de cebada por oveja y paja a libre disposición. Hasta el momento del destete ($52 \pm 0,86$ días de vida), los corderos se alimentaron con la leche materna y tuvieron libre acceso desde el inicio de la experiencia a concentrados comerciales. Posteriormente y hasta alcanzar el peso vivo establecido para el sacrificio (22-24 kg para ambos lotes), los corderos permanecieron en aprisco, consumiendo concentrado y paja.

Los resultados mostraron que la producción de leche fue significativamente superior durante el primer mes de lactación en el tratamiento EXT, mientras que la calidad de la leche sólo mostró diferencias en la composición de los ácidos grasos (AG), destacando la reducción de la relación C18:2/C18:3 observada en el tratamiento EXT. A partir del mes de lactación la producción de leche fue mayor para el tratamiento INT y las diferencias en composición química fueron mínimas entre tratamientos. Los corderos presentaron un crecimiento elevado y similar entre tratamientos desde el nacimiento a los 52 días de vida (destete de los corderos INT). A partir de dicho momento el crecimiento fue mayor en el tratamiento INT como resultado de su mayor consumo de pienso (39,3 kg de pienso por animal y periodo). El sistema extensivo permitió la producción de corderos de 22-24 kg de peso vivo en un periodo de $81,9 \pm 2,57$ días.

Palabras clave: ovino, manejo, leche, cordero, crecimiento.

Summary

Lamb growth and milk production and quality has been compared

Churra-Tensina ewes with their male lambs were reared under two different managements: **Extensive (EXT)**, ewes and lambs were continuously stocked on the meadow and remained together from birth to slaughtering without any kind of supplement. **Intensive (INT)**, lambs remained always indoor and ewes grazed from 0800h to 1700h and the rest of day were kept indoor with their lambs to milk them. Ewes were supplemented with 500 g/day of barley meal and lambs had free access to concentrate. The lambs were weaned at an average age 52 ± 0.86 days.

Results showed that milk production during the first month of lactation was significantly higher in EXT treatment, while the quality of milk only showed differences in composition of the fatty acids

(FA), mainly the reduction C18:2/C18:3 observed in EXT. After the first month of lactation, INT treatment presented greater milk production and the differences in chemical composition were minimum among treatments. All lambs presented an average daily gain (ADG) high and similar among treatments from birth to 52 days (the weaning of INT lambs), being it a reflection of the mother's milk production. From the 52 days of life (the weaning of INT lambs) the ADG was greater in INT lambs as a result of its biggest consumption of concentrate (39.3 kg of concentrate for animal and period). The extensive system allows the production of lambs of 22-24 kg of body weight in a period of 81.9 ± 2.57 days.

Key words: sheep, management, milk, lamb, growth.

Introducción

La producción ovina adquiere una gran importancia económica, social y ambiental en los países del Mediterráneo y su futuro aparece cada vez más directamente relacionado con su vinculación al territorio, su imagen de producción respetuosa con el medio ambiente (Rancourt et al., 2006) y con la explotación de razas autóctonas y la obtención de productos de alta calidad (Canali y Consortium, 2006).

En estas circunstancias y teniendo en cuenta el incremento de la demanda de alimentos considerados "sanos y seguros" (Teixeira et al., 1996; Corcoran et al., 2001), se pueden establecer nuevos escenarios para la producción ovina, creando nuevas posibilidades económicas a los sistemas extensivos de producción que, entre otras alternativas, puedan compatibilizar sus prácticas con las establecidas en el reglamento de ganadería ecológica (Reglamento CEE 2092/91). Ello implicaría importantes cambios en las técnicas de producción actuales (Nardone et al., 2004), generalizando el pastoreo de los corderos, junto a sus madres, hasta el sacrificio.

Los trabajos relativos a la producción de corderos en pradera son numerosos (Valde-

rrábano y Folch, 1984; Alzón et al., 2001; Gorraiz et al., 2001; Velasco et al., 2001) y muestran que cuando se incluye un forraje en las dietas de cebo de corderos se registra una reducción de la ganancia media diaria si se compara con el cebo en base a una dieta no forrajera (Ely et al., 1979; McClure et al., 1994; 1995; Zervas et al., 1999). A pesar de dicha disminución, que puede ser más o menos importante en función de la calidad de los forrajes utilizados y del tipo de cordero producido, el pastoreo puede ser un sistema técnicamente asumible y rentable cuando la oferta de forraje es elevada y no limitante (Zervas et al., 1999), cuando se trata de producir corderos jóvenes y sacrificados a pesos ligeros como es el caso de la mayoría de las zonas de producción en España (Rancourt et al., 2006,) y cuando, además, el cordero producido en estas condiciones pueda ser amparado por marcas o denominaciones que le aseguren una demanda y un valor añadido (Teixeira et al., 2005).

En los sistemas de producción basados principalmente en el pastoreo es preciso cuantificar tanto los efectos de la alimentación sobre los parámetros productivos (Coleman et al., 1995a y b; Zea y Díaz, 2001), como las repercusiones de ésta sobre la calidad del

producto, integrando en este concepto aspectos cualitativos emergentes, como los relativos al carácter más "saludable" de los productos vinculados a la composición de la grasa (Blackburn *et al.*, 1991). Una relación de ácidos grasos poliinsaturados/saturados alta, una relación entre ácidos grasos poliinsaturados de enlace omega 6 y enlace omega 3 baja y un contenido en ácidos linoleico conjugados alto serían, según criterios médicos, características deseables en los alimentos (Enser *et al.*, 1998).

El tipo de alimentación influye en la cantidad y composición de grasa tanto de la carne (Enser *et al.*, 1998) como de la leche (Chilliard *et al.*, 2000). Numerosos trabajos muestran el efecto de la inclusión de determinadas grasas vegetales o semillas oleaginosas sobre la composición de la grasa (Palmquist *et al.*, 1993; Chilliard *et al.*, 2001). En cuanto al efecto de las dietas forrajeras sobre la composición química de la leche hay diversos trabajos disponibles en vacuno (Chilliard *et al.*, 2001; Schroeder *et al.*, 2003; Khanal *et al.*, 2005), siendo más escasos en el ovino (Addis *et al.*, 2005). Muchos son los factores que influyen en las respuestas productivas a las dietas ricas en forraje por lo que los resultados observados varían en función de la especie forrajera, la cantidad y calidad de forraje y el tipo de animal (Young *et al.*, 1994; McClure *et al.*, 1995; Zygoyiannis *et al.*, 1999; Velasco *et al.*, 2001).

El objetivo principal del presente trabajo fue estudiar el efecto del pastoreo en la producción de leche y el crecimiento de corderos de raza "Churra Tensina", criados en un sistema de producción extensivo con una alimentación basada exclusivamente en la leche materna y pasto, comparado con un manejo intensivo en el que los corderos, estabulados, recibieron una dieta a base de leche materna hasta el destete y concentrado desde el nacimiento.

Material y métodos

El ensayo se desarrolló en la finca experimental de Bescós de la Garcipollera (Huesca) que el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA) dispone en el Pirineo Oscense, durante la primavera de 2003.

Se utilizaron 38 ovejas de raza "Churra Tensina" madres de corderos machos procedentes de parto simple y con un PV medio al parto de $48,9 \pm 0,88$ kg. Los corderos junto a sus madres estuvieron estabulados durante la semana posterior al parto, con la finalidad de asegurar una pronta recuperación de la oveja y un correcto ahijamiento. Posteriormente, las ovejas y sus corderos se distribuyeron al azar en dos lotes similares en función del peso y de la fecha de parto:

Extensivo (EXT): Las ovejas junto con los corderos se mantuvieron permanentemente en pastoreo sin ningún tipo de suplementación. Los corderos no se destetaron y permanecieron en la pradera hasta alcanzar el peso al sacrificio de 22-24 kg.

Intensivo (INT): Las ovejas pastaron sin las crías durante 9 horas al día (8:00 hasta 17:00 h), permaneciendo el resto de la jornada en el aprisco junto con sus corderos y recibiendo una suplementación de 500 g de harina de cebada por oveja y paja a libre disposición. Hasta el momento del destete ($52 \pm 0,86$ días de vida), los corderos se alimentaron con la leche materna y tuvieron libre acceso desde el inicio de la experiencia a concentrados comerciales. Durante el primer mes de vida recibieron un concentrado lacteado de iniciación y desde este momento hasta el sacrificio un concentrado de cebo. En la tabla 1 se resumen las condiciones experimentales del presente estudio.

El pastoreo se realizó en una pradera de 1,12 ha de superficie, compuesta por un 22% de leguminosas (principalmente *Trifo-*

lium repens), 68% de gramíneas (*Festuca arrundinacea* y *F. pratensis*, *Dactylis glomerata*) y un 10% de otras especies (*Rumex acetosa*, *Ranunculus bulbosus*...). La pradera

se dividió en dos parcelas iguales y la carga ganadera media fue de 34 ovejas/ha durante los dos meses y medio que duró la experiencia.

Tabla 1. Condiciones experimentales del presente estudio (media \pm error estandar)
Table 1. Experimental conditions of the present study (mean \pm standard error)

	EXT	INT
Núm, animales	19	19
PVi ovejas (kg)	48,2 \pm 1.20	49,9 \pm 1,28
nCCi ovejas ¹	2,80 \pm 0,067	2,78 \pm 0,061
Fecha parto	27/3/5 \pm 1.14 días	27/3/5 \pm 1.14 días
PVi corderos (kg)	3,6 \pm 0,10	3,6 \pm 0,12
Suplementación	NO	SI
Destete	NO	52 \pm 0.86 ías
Duración ensayo	82 días	71 días

¹: nCCi= nota condición corporal inicial, según el método de Russel et al. (1969).

Se realizaron 4 controles de producción forrajera (30 de abril, 20 de mayo, 12 de junio y 2 de julio) muestreándose 20 cuadros de 0,25 m²/ha, que se segaban a 3 cm del suelo. La hierba, posteriormente al pesado, se secó a 60°C, se molió y se almacenó hasta

la realización de los análisis químicos (AOAC, 1999). En la tabla 2 se presentan las características y producciones de la pradera utilizada. La composición química tanto del pasto como de los concentrados utilizados se expone en la tabla 3.

Tabla 2. Características de la pradera utilizada por las ovejas Churra-Tensina para el pastoreo
Table 2. Characteristics of pasture grazed by Churra-Tensina ewes

	Núm anim/ha	L:G:O*	Kg MS/ha	Kg PB/ha	Kg MSof/ani/día
30/4/3	34	14:79:7	3.248	665,8	2,8
20/5/3	29	20:74:6	1.156	264,7	2,0
12/6/3	12,5	27:62:12	1.255	321,3	4,4
2/7/3	6,3	25:61:14	1.365	292,1	10,8

*L:G:O= proporción de Leguminosa:Gramínea:otros.

MS= materia seca; PB =proteína bruta; Msof/ani/día= materia seca ofrecida por animal y día.

Los muestreos de leche se realizaron quincenalmente, de media a los 13, 27 y 41 (\pm 0,86) días de lactación, en un grupo de 10 ovejas por tratamiento, utilizándose siempre los mismos animales en todos los mues-

treos. Los controles se realizaron a primera hora de la mañana y las crías fueron separadas de las madres durante 4 h, período que se utilizó para la estimación de la producción diaria (Doney et al., 1979).

Tabla 3. Composición química (% sobre materia seca) del pasto y de los alimentos utilizados en el presente estudio

Table 3. Chemical composition (% dry matter basis) of forage and feed used in the present study

	MS ¹	PB	FND	FAD	UFL
Pradera					
30/4/05	16,84	20,48	48,75	23,91	0,94
20/5/05	25,76	22,86	42,62	22,62	0,97
12/6/05	18,77	25,58	46,32	23,90	0,94
2/7/05	20,56	21,40	48,91	23,83	0,94
H, cebada	97,02	11,85	24,77	4,17	1,34
Paja	95,64	3,65	80,65	44,32	0,53
Pienso iniciación	97,94	18,23	15,03	4,53	1,34
Pienso engorde	97,00	16,72	17,43	3,29	1,36

¹ MS=materia seca; PB= proteína bruta; FND= fibra neutro detergente; FAD= fibra ácido detergente; UFL= unidades forrajeras lactación.

Se tomaron dos muestras de leche por animal y control que se conservaron con dicromato potásico a 4°C hasta su posterior análisis. La composición química de la leche se estimó mediante infrarrojos (Milkoscan, 255 AB, Foss Electric Ltd, U.K.) en el Laboratorio Interprofesional Lechero de Aragón. Tras la extracción de la grasa y su posterior metilación se determinó la composición en ácidos grasos (AG) siguiendo el método oficial (BOE núm. 208, 1979) en el Departamento de Grasas y Productos Lácteos del Laboratorio Agroambiental del Gobierno de Aragón. Se utilizó un cromatógrafo de gases HP-5890 con una columna capilar (SP2330) de 30 m x 0,25 mm x 0,2 µm, usando helio como gas portador.

Las ovejas y los corderos se pesaron semanalmente a primera hora de la mañana en una balanza electrónica de 0,5 kg de precisión. Las ganancias medias diarias se calcularon mediante el coeficiente de regresión lineal de los pesos con respecto al tiempo.

Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza, covarianza, regresión y correlación para determinar las diferencias existentes entre los distintos tratamientos, utilizando el

paquete estadístico SAS (1999). El diseño fue completamente aleatorizado con un único factor (sistema de producción), dos niveles del factor (Extensivo, Intensivo), con la unidad experimental animal (madre o cría). Para la producción y calidad de la leche además se consideraron dos factores (sistema de producción y día de lactación), dos niveles del factor sistema de producción (Extensivo, Intensivo) y tres niveles del factor día de producción (13, 27 y 41) con la unidad experimental animal (madre) y diez repeticiones.

Resultados y discusión

Producción de leche

La disponibilidad de hierba a lo largo de la experiencia osciló entre los 2 y los 10,8 kg MS por animal y día (tabla 2), lo que permitió una oferta media acorde con las ingestiones observadas en pastoreo por ovejas de pesos similares a los de la presente experiencia (Valderrábano y Folch, 1984). En función del periodo en el que se realizó la experiencia, primavera – inicio del verano, el pasto ofertado fue siempre de calidad

elevada, con un contenido en proteína bruta (PB) entre el 20 y el 26%.

La producción de leche en los dos primeros controles, a los 13 y 27 días de lactación, fue significativamente superior ($P < 0,05$) en el tratamiento extensivo, con 1.708 y 1.373 g/día frente a los 1.257 y 956 g/día obtenidos en las ovejas del tratamiento intensivo. Estas diferencias se anularon a los 41 días posparto, presentando ambos lotes producciones no significativamente diferentes (1.257 g/día vs 1.098 g/día para los tratamientos INT y EXT, respectivamente) (tabla 4). La presencia continua de los corderos junto a las madres en el tratamiento EXT pudo tener un efecto positivo sobre la producción de leche en los dos

primeros muestreos (Fuertes et al., 1998), mientras que, a partir de este momento, la suplementación podría favorecer la tendencia a una mayor persistencia de la lactación en las ovejas del lote INT (Bocquier y Caja, 2001), aunque en el presente estudio no hubo diferencias significativas en el muestreo a los 41 días de lactación. El inicio del pastoreo de los corderos, actividad a la que dedican tiempos entre los 100 y los 400 min/día en el período entre las tres semanas y el destete (Álvarez et al., no publicado), pudo motivar, también, una reducción en el tiempo destinado al amamantamiento y, consecuentemente, una reducción en la producción de leche de las madres del tratamiento EXT.

Tabla 4. Producción (g/día) y composición química (g/100 g) de la leche de ovejas Churro-Tensinas sometidas a dos manejos (extensivo e intensivo), según los días de lactación
Table 4. Milk production (g/day) and composition (g/100g) of Churro-Tensina ewes reared under two managements (extensive vs intensive), according to day of lactation

Componente	13 días de lactación		27 días de lactación		41 días de lactación	
	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT
Producción leche (g/día)	1708,0a	1257,3b	1372,7a	956,0b	1098,0	1256,7
Composición química (%)						
Grasa bruta	5,8	5,6	4,3	4,8	5,4	5,1
Proteína bruta	4,5	4,7	4,6	4,7	4,5	4,9
Lactosa	5,5	5,4	5,6	5,6	5,4	5,5
Extracto seco	10,8	10,9	11,0	11,0	10,7	11,1
Producción (g/día)						
Grasa bruta	95,80a	70,10b	59,25	45,97	59,86	64,62
Proteína bruta	76,01a	59,28b	62,63a	45,09b	50,14	60,86
Lactosa	93,89a	68,40b	77,72a	53,45b	59,36	69,36
Extracto seco	183,92a	137,07b	150,72a	105,37b	117,59	139,60

Medias con signos distintos dentro de la misma fila y muestreo son estadísticamente diferentes ($P < 0,05$).

El manejo no influyó ($P > 0,05$) sobre los componentes más importantes de la leche, grasa bruta (GB), PB y lactosa, aunque la leche producida por las ovejas del lote INT presentó una tendencia a un mayor contenido en PB, en consonancia con el hecho

de que dietas ricas en almidón favorecen el contenido en proteína bruta (Murphy y O'Mara, 1993) (tabla 4). En cuanto a las producciones diarias de proteína y grasa, se observó que en los dos primeros controles realizados, las producciones diarias de

PB fueron significativamente superiores ($P < 0,05$) en el tratamiento EXT, mientras que en el caso de la GB la producción diaria sólo presentó una superioridad significativa para este lote en el primer control.

La composición en AG de la grasa de la leche se expresa en la tabla 5. Las mayores diferencias entre los tratamientos se registraron en los dos primeros muestreos, observándose diferencias significativas ($P < 0,01$) en la mayoría de los AG, a excepción de los ácido linoleico (C18:2) en el primer muestreo, del ácido pentadecanoico (C15:0) en el segundo muestreo y del ácido butírico (C4) y palmítico (C16:0) en los dos controles. Los contenidos en AG de cadena corta y media (C4 al C15) fueron superiores en los tratamientos EXT ($P < 0,05$), mientras que los de cadena larga ($>C16$) lo fueron en el INT, excepto el ácido linolénico con valores medios de 1,449

vs 1,122 %, respectivamente para EXT vs INT ($P < 0,05$). El tercer muestreo realizado no mostró diferencias significativas entre tratamientos.

El contenido en ácido linolénico (C18:3) fue mayor en el tratamiento extensivo, con porcentajes del 1,396, 1,502, 1,180 vs 1,066, 1,177 y 1,101 para el primer, segundo y tercer muestreo, respectivamente. Cuando los animales pasan de una dieta en estabulación a pastoreo se observa un incremento rápido y notable de los AG de triple enlace, especialmente el ácido linolénico, principal componente de los ácidos grasos poliinsaturados omega 3 (AGPI n3), mientras que los ácidos grasos de doble enlace, como el ácido linoleico, principal componente del grupo de los ácidos grasos poliinsaturados omega 6 (AGPI n6), sólo se incrementan ligeramente (Chilliard et al., 2001).

Tabla 5. Composición en ácidos grasos (porcentaje del total) de la grasa de la leche de ovejas raza Churro-Tensinas sometidas a dos manejos (extensivo e intensivo), según los días de lactación
Table 5. Composition of fatty acids (Percentage of total fatty acids) from milk fat of Churro-Tensina ewes reared under two managements (extensive vs intensive), according to day of lactation

Ácido graso (%)	13 días de lactación		27 días de lactación		41 días de lactación	
	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT
C ₄	4,349	4,262	3,840	3,683	3,659	3,609
C ₆	3,794 ^a	2,719 ^b	3,411 ^a	2,318 ^b	2,930	3,033
C ₈	3,703 ^a	2,193 ^b	3,502 ^a	1,992 ^b	2,724	2,838
C ₁₀	9,402 ^a	4,799 ^b	8,954 ^a	4,544 ^b	7,314	7,850
C ₁₂	4,809 ^a	2,342 ^b	4,509 ^a	2,276 ^b	3,693	4,020
C ₁₄	8,736 ^a	4,774 ^b	7,348 ^a	4,926 ^b	7,528	7,666
C ₁₅	1,004 ^A	0,787 ^B	0,951	0,868	1,289	1,199
C ₁₆	16,909	16,797	16,328	16,897	17,786	19,029
C _{16:1}	0,489 ^b	0,983 ^a	0,633 ^b	1,034 ^a	0,843	0,901
C ₁₇	0,618 ^b	1,016 ^a	0,636 ^b	1,037 ^a	0,774	0,740
C ₁₈	12,262 ^b	15,717 ^a	13,711 ^{II}	16,189 ^I	16,410	14,780
C _{18:1}	25,438 ^b	35,184 ^a	28,172 ^b	36,303 ^a	27,394	26,773
C _{18:2}	1,719	2,154	1,198 ^b	1,839 ^a	1,256 ^B	1,693 ^A
C _{18:3}	1,396 ^A	1,066 ^B	1,502 ^I	1,177 ^{II}	1,180	1,101

Medias con superíndices distintos son estadísticamente diferentes dentro de cada fila y muestreo (I ≠ II, $P < 0,05$; A ≠ B, $P < 0,01$; a ≠ b, $P < 0,001$).

Si se agrupan los AG según el grado de insaturación (tabla 6) se observa que el tratamiento INT presentó siempre un mayor contenido en AG insaturados (AGI), tanto monoinsaturados (AGMI) como poliinsaturados (AGPI), aunque únicamente fueron significativamente superior los porcentajes de AGMI ($P < 0,001$). Por el contrario dicho tratamiento presentó un menor contenido en AG saturados (AGS) durante el primer mes de lactación ($P < 0,05$) mientras que en el último muestreo no se observaron diferencias ($P > 0,05$), presentando los dos tratamientos un contenido similar. Como consecuencia de ello el tratamiento INT presentó una mayor relación AGPI/AGS que únicamente fue significativa ($P < 0,05$) a los 27 días de lactación. El tratamiento EXT tuvo un menor contenido en AGMI y un mayor contenido en AGS (tabla 6), lo que explica

la disminución de la relación AGPI/AGS, resultados acordes con los encontrados por Dhiman et al. (1999).

En cuanto a la relación C18:2/C18:3 destacamos que fue siempre menor para la leche procedente de las ovejas del lote extensivo ($P < 0,05$) en los tres controles realizados, lo que está de acuerdo con la premisa de que las dietas ricas en forrajes reducen dicha relación (French et al., 2000; Enser et al., 1998).

El último muestreo, realizado a los 41 días de lactación, mostró escasas diferencias tanto a nivel de producción como de composición de la leche. Cardellino y Benson (2002) indican que las mayores diferencias siempre se encuentran al inicio de la lactación y van disminuyendo a medida que ésta avanza.

Tabla 6. Composición en ácidos grasos (porcentaje del total) de la grasa de la leche de ovejas *Churro-Tensinas* sometidas a dos manejos (extensivo e intensivo), según los días de lactación, agrupados por el grado de saturación: saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI) y poliinsaturados (AGPI), junto con las relaciones AGS/AGPI y C18:2 / C18:3

Table 6. Composition of fatty acids (Percentage of total Fatty acids) from milk fat of *Churro-Tensina* ewes reared under two managements (extensive vs intensive), according to day of lactation and grouped by the degree of saturation: saturated fatty acids (SFA), monounsaturated fatty acids (MUFA), and polyunsaturated fatty acids (PUFA), and relations between SFA/PUFA and C18:2 / C18:3

	13 días de lactación		27 días de lactación		41 días de lactación	
	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT
AGS	65,59 ^a	55,41 ^b	63,19 ^a	54,73 ^b	64,11	64,76
AGMI	25,93 ^b	36,17 ^a	28,81 ^b	37,34 ^a	28,24	27,67
AGPI	3,11	3,22	2,70	3,02	2,44	2,79
AGPI/AGS	0,05	0,06	0,04 ^B	0,06 ^A	0,04	0,04
C18:2/C18:3	1,25 ^B	2,10 ^A	0,83 ^b	1,63 ^a	1,11 ^B	1,54 ^A

Medias con superíndices distintos son estadísticamente diferentes dentro de cada fila y muestreo ($A \neq B$, $P < 0,01$; $a \neq b$, $P < 0,001$).

Crecimiento de los corderos

Los pesos de los corderos al nacimiento, a los $52 \pm 0,86$ días (destete del tratamiento

intensivo) no presentaron diferencias significativas ($P > 0,05$) entre tratamientos (tabla 7). El peso medio al nacimiento encontrado fue ligeramente inferior al reseñado por

Olleta et al. (1992) y Casasús et al. (1996) en la misma raza, pudiendo ser debido al efecto del año, ya que las ovejas finalizaron su gestación en pastoreo sin recibir suplementación alguna (Casasús et al., 1994).

El peso a los 52 días, que corresponde con el destete del tratamiento INT, fue similar entre tratamientos ($P>0,05$), aunque el valor de la media de los corderos INT fue 0,9 kg más que la media de los EXT, lo que puede ser debido al inicio de ingestión de pienso por parte de los corderos y a la mayor producción de leche de sus madres observada al final de la lactación. El peso al sacrificio fue prefijado con el objetivo de ajustarse a la categoría comercial más demandada en Aragón (22-24 kg, PV).

Durante la primera etapa estudiada (nacimiento a los 52 días de vida), la Ganancia Media Diaria (GMD) de los corderos de ambos tratamientos fue similar entre ellos, con valores de 253 y 273 g para el extensivo e intensivo respectivamente (tabla 7). El efecto del sistema de manejo sobre la GMD fue significativo ($P<0,01$) en la etapa que transcurre entre los 52 días de vida (destete en INT) y el sacrificio y en el periodo de estudio global (nacimiento-sacrificio) (tabla 7). En el conjunto de la experiencia, la GMD de los corderos del tratamiento extensivo, 242 g, fue satisfactoria y estuvo acorde con los resultados reseñados para la raza Churra-Tensina por Olleta et al. (1992) y Casasús et al. (1994; 1996) en condiciones similares de explotación.

Tabla 7. Peso vivo, ganancia media diaria (GMD, g), ingestión de pienso y tiempo transcurrido (días) observados en corderos Churro-Tensinos sometidos a dos manejos (extensivo e intensivo), según intervalos de su desarrollo

Table 7. Body weight, average daily growth (ADG, g) and time spent(days) observed in lambs Churro-Tensinos reared under two managements (extensive vs intensive), according to the development interval

Intervalo	Extensivo	Intensivo	RSD	Efecto
Peso vivo de los corderos (kg)				
Nacimiento	3,6	3,6	0,5	n.s.
Destete ¹	17,0	17,9	2,7	n.s.
Sacrificio	23,0	23,1	0,9	n.s.
GMD (g) ²				
Nacimiento-destete	253	273	0,037	n.s.
Destete-sacrificio	217	292	0,067	**
Nacimiento-sacrificio	242	281	0,034	**
Pienso consumido (Kg)				
Nacimiento-destete	-	9,3		
Destete-sacrificio	-	30,0		
Nacimiento-sacrificio	-	39,3		
Días transcurridos				
Nacimiento-destete	52,8	52,4	5,3	n.s.
Destete-sacrificio	29,1	18,9	12,6	*
Total	81,9	71,3	10,8	**

¹ Destete= Corresponde a los 52 días de vida, momento en el que los corderos del lote INT fueron destetados.

² GMD= ganancia media diaria (g) calculada por regresión lineal entre el peso vivo y la edad del cordero, n.s.: $P>0,05$;

*: $P<0,05$; **: $P<0,01$.

El mayor crecimiento de los corderos INT se tradujo en una reducción del tiempo requerido para alcanzar el PV de sacrificio de 22-24 kg (tabla 7). Los corderos EXT necesitaron 81,9 días mientras que los INT en 71,3 días de vida alcanzaban el peso final ($P < 0,05$), Olleta et al. (1992) también observaron una reducción significativa del periodo necesario para alcanzar el peso al sacrificio en corderos de la misma raza explotados en condiciones similares a las nuestras.

Los corderos del tratamiento intensivo consumieron una media inferior a 40 kg de pienso durante todo el periodo experimental (tabla 7). Este consumo fue muy superior al observado por Alvarez (2005) trabajando en las mismas condiciones experimentales, aunque similar al registrado por Joy et al. (2005) en corderos Rasa Aragonesa pastando praderas de alfalfa, seguramente a consecuencia de la importancia del factor año en los sistemas extensivos de producción, que se traduce en importantes variaciones cuantitativas y cualitativas en la composición del pasto y por lo tanto en la cantidad y calidad de la leche producida por las madres (Casasús et al., 2002).

Conclusiones

Pese a los menores crecimientos diarios observados en los corderos del lote EXT, los resultados obtenidos muestran la posibilidad de la raza Churra Tensina para producir corderos exclusivamente en pastoreo, en un tiempo sólo ligeramente superior al experimentado mediante un manejo basado en la oferta de concentrado durante todo el ciclo productivo y un destete a partir del día 50 de vida, con un consumo medio cercano a los 40 kg de concentrado por animal. Los corderos producidos bajo el sistema de manejo extensivo pueden suponer una alternativa válida en un proceso de "diversi-

ficación productiva" de las explotaciones de montaña, basada en la oferta estacional de un producto "diferente" y que podría enfocarse al mercado local durante los meses de verano. El manejo extensivo seguido podría ser, así mismo, un modelo a seguir por las explotaciones que opten por la producción ecológica, ya que las pautas seguidas en el mismo son totalmente compatibles con la reglamentación actualmente existente.

El manejo extensivo se ha traducido en cambios significativos en la composición de la grasa de la leche, en el sentido de una disminución en la relación C18:2/C18:3. Es preciso continuar los estudios relativos a como esta diferente composición de la grasa de la leche puede repercutir en la composición cualitativa de la grasa de los corderos producidos.

Agradecimientos

El presente trabajo ha sido financiado por el INIA (proyecto RTA03-031). Los autores desean agradecer al personal del CITA por su apoyo técnico en el desarrollo de la experiencia. Deseamos expresar nuestro agradecimiento a S. Tort y a G. Bleriot por su colaboración. Un muy especial agradecimiento a **Angel Bergua** (en memoria) por su gran ilusión en el cuidado del rebaño utilizado y sin cuya ayuda y predisposición dicho trabajo no se hubiera podido realizar.

Bibliografía

Addis M, Cabiddu A, Pinn G, Decandia M, Pierda G, Pirirsi A, Molle G, 2005. Milk and cheese fatty acid composition in sheep fed Mediterranean forages with reference to conjugated linoleic acid cis-9, trans-11.J: Dairy Sci. 88: 3443-3454.

- Alzón M, Arana A, Santamaría C, Mendizábal JA, Erburu JA, Eguinoa P, Purroy A, 2001. Producción de corderos en praderas. I. Influencia sobre el desarrollo y metabolismo del tejido graso. IX Jornadas sobre producción animal. ITEA Vol extra 22: 634-636.
- Álvarez J, 2005. Extensificación ovina en zonas de montaña: Estrategias de manejo durante la lactación en ovejas churra tensina con parto en primavera. Proyecto fin de carrera. Universitat de Lleida.
- Association of Oficial Analytical Chemists, 1999. Official methods of Analysis, 16th edition AOAC International, Maryland, USA.
- Blackburn HD, Snowder GD, Glimp H, 1991. Simulation of lean lamb production systems. J. Anim. Sci. 69: 115-124.
- Bocquier F, Caja G, 2001. Production et composition du lait de brebis: effets de l'alimentation. INRA Prod. Anim. 14: 129-140.
- Boletín Oficial del Estado, 1979. BOE núm. 208
- Canali G, Consortium E, 2006. Common agricultural policy reform and its effects on sheep and goat market and rare breeds conservation. Small Rum. Res. 62: 207-213.
- Cardellino RA, Benson ME, 2002. Lactation curves of commerciant ewes rearing lambs. J. Anim. Sci. 80: 23-27.
- Casasús I, San Juan L, Bergua A, Olleta JL, Revilla R, 1994. La Oveja Churra Tensina: caracterización productiva y reproductiva. XIX Reunión Científica de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, Burgos, págs. 401-408.
- Casasús I, Choquecallata J, Bergua A, Sanz A, Revilla R, 1996. Extensificación de la producción ovina: un ejemplo de explotación en zonas de montaña. Actas de la XXXVI Reunión Científica de la S.E.E.P.: 313-317. Logroño.
- Casasús I, Sanz A, Villalba D, Ferrer R, Revilla R, 2002. Factors affecting animal performance during the grazing season in a mountain cattle production system. J. Anim. Sci. 80: 1638-1651.
- Chilliard Y, Ferlay A, Doreau M, 2001. Effect of different types of forages, animal fat or marine oil in cow's diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids. Livestock Production Science, 70: 31-48.
- Chilliard Y, Ferlay A, Mansbridge RM, Doreau M, 2000. Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, trans conjugated fatty acids. Ann. Zootech. 49: 151-205.
- Coleman SW, Gallavan RH, Phillips WA, Volesky JD, Rodríguez S, 1995a. Silage or limit-fed grain growing diets for sters: II. Empty body and carcass composition. J. Anim. Sci. 73: 2621-2630
- Coleman SW, Gallavan RH, Williams CB, Phillips WA, Volesky JD, Rodríguez S, Bennett GL, 1995b. Silage or limit-fed grain growing diet for steers: I. Growth and carcass quality. J. Anim. Sci., 73: 2609-2620.
- Corcoran K, Bernues A, Manrique E, Pacchioli T, Baines R, Boutonnet JP, 2001. Current consumer attitudes towards lamb and beef in Europe. Proceedings of Production systems and product quality in sheep and goats. Options méditerranéennes.- Serie -A- Séminaires-Méditerranéennes 46: 75-79.
- Dhiman TR, Anand GR, Satter LD, Pariza MW, 1999. Conjugated linoleic acid content of milk from cows fed different diets. J. Dairy Sci. 82: 2146-2156.
- Doney JM, Peart JN, Smith WF, Louda F, 1979. A consideration of the techniques for estimation of milk yield by suckled sheep and a comparison of estimates obtained by two methods in relation to the effect of breed, level of production and stage of lactation. J. Agric. Sci., Camb. 92: 123-132.
- Ely DG, Glenn BP, Mahyuddin M, Kemp JD, Thrift FA, Deweese WP, 1979. Drylot vs pasture: early-weaned lamb performance to two slaughter weights. J. Anim. Sci. 48 (1): 32-37.
- Enser M, Hallett KG, Hewett B, Fursey GAJ, Wood JD, Harrington G, 1998. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in

- relation to production system and implications for human nutrition. *Meat Sci.* 49 (3): 329-341.
- French P, Stanton C, Lawless F, O'Riordan EG, Monahan FJ, Caffrey PY, Moloney AP, 2000. Fatty acid composition, including conjugated linolenic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *J. Anim. Sci.* 78: 2849-2855.
- Fuertes JA, Gonzalo C, Carriedo JA, San Primitivo F, 1998. Parameters of test day milk yield and milk components for dairy ewes. *J. Dairy Sci.* 81: 1300-1307.
- Gorraiz C, Indurain G, Villanueva I, Goñi V, Alzuetta MJ, Sariés V, Eguinoa P, Beriain, MJ, Purroy A, 2001. Producción de corderos en praderas. II. Influencia sobre la calidad de la carne. IX Jornadas sobre producción animal. ITEA Vol. Extra 22: 637-639.
- Joy M., Delgado I, Muñoz F, Delfa R, 2005. Efecto del pastoreo de alfalfa en el cebo de corderos de Raza Rasa Aragonesa. XLV Reunión científica de la SEEP. Producciones Agroganaderas: Gestión Eficiente y Conservación del Medio Natural. Volumen I: 245-251. Gijón, Asturias.
- Khanal RC, Dhiman TR, Ure AL, Brennan CP, Boma RL, McMahon DJ, 2005. Consumer acceptability of conjugated linoleic acid-enriched milk and cheddar cheese from cows grazing on pasture. *J. Dairy Sci.* 88: 1837-1847.
- McClure KE, Van Keuren RW, Althouse PG, 1994. Performance and carcass characteristics of weaned lambs either grazed on chardgrass, ryegrass or alfalfa or fed all-concentrate diets in drylot. *J. Anim. Sci.* 72: 3230-3237.
- McClure KE, Solomon MB, Parret NA, Van Keuren RW, 1995. Growth and tissue accretion of lambs fed concentrate in drylot, grazed on alfalfa or ryegrass at weaning, or after back-grounding on ryegrass. *J. Anim. Sci.* 73: 3437-3444.
- Murphy JJ, O'Mara F, 1993. Nutritional manipulation of milk protein concentration and its impact on the dairy industry. *Livestock Production Science* 35: 117-134.
- Nardone A, Zervas G, Ronchi B, 2004. Sustainability of small ruminant organic systems of production. *Livestock Production Science* 90: 27-39
- Olleta JL Sierra I, Sañudo C, 1992. Producción de carne en la agrupación ovina churra tensina: cordero pastenco y de cebo. ITEA, Vol. 88 (2): 119-128.
- Palmquist DL., Beaulieu AD, Barbano DM, 1993. Feed and animal factors influencing milk fat composition. *J. Dairy Sci.* 76: 1753-1771.
- Rancourt M. de, Fois N., Lavín M.P., Tchakérian E., Vallerand F., 2006. Mediterranean sheep and goats production: an uncertain future. *Small Rum. Res.* 62: 167-179.
- Reglamento (CEE) nº 2092/91 del consejo, sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios. Marzo 2001.
- Russel AJF, Doney JM, Gunn RG, 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *J. Agric. Sci., Camb.* 72: 451-454.
- SAS Institute Inc. (1999) Version 8.1, Cary N.C. USA.
- Schroeder GF, Delahoy JE, Vidaurreta I, Bargo F, Gagliostro GA, Muller LD, 2003. Milk fatty acid composition of cows fed total mixed ration or pasture plus concentrates replacing corn with fat. *J. Dairy Sci.* 86: 3237-3248.
- Teixeira A, Delfa R, Albertí P, 1996. Influence of production factors on the characteristics of meat from ruminants in Mediterranean area. In "Basis of the quality of typical Mediterranean animal products". EAAP Publication nº 90, pp. 315-319.
- Teixeira A, Batista S., Delfa R, Cadavez V., 2005. Lamb meat quality of two breeds with protected origin designation. Influence of breed sex and live weight. *Meat Sci.* 71: 530-536.
- Valderrábano J., Folch J. 1984. Producción intensiva de corderos en praderas de regadío. Primeros resultados. *Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Serie: Ganadera* 21: 23-34.

- Velasco S, Cañeque V, Pérez C, Lauzurica S, Díaz MT, Huidobro F, Manzanares C, González J, 2001. Fatty acid composition of adipose depots of suckling lambs raised under different production systems. *Meat Sci.* 59: 325-333.
- Young OA, Cruickshank GJ, MacLean KS, Muir PD, 1994. Quality of meat from lambs graze on seven pasture species in Hawkes Bay. *New Zealand J. of Agricultural Research* 37: 177-186.
- Zea J, Díaz MD, 2001. Estudio comparativo de la suplementación energética a los ensilados de alfalfa o pradera y su efecto en el comportamiento de terneros. XLI Reunión científica de la S.E.E.P.: 367-372.
- Zervas G, Hadjigeorgiou I, Zabeli G, Koutsotolis K, Tziala C, 1999. Comparison of a grazing-with an indoor-system of lamb fattening in Greece. *Livestock Production Science* 61: 245-251.
- Zygoyiannis D, Katsaouni N, Stamataris C, Arsenos G, Tsaras L, Doney J, 1999. The use of nutritional management after weaning for the production of heavier lamb carcasses from greek dairy breeds. *Livestock Production Science* 57: 279-289.
- (Aceptado para publicación el 12 de junio de 2006)

**PREMIOS DE PRENSA AGRARIA 2006
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.

El día 9 de abril de 1987, la Junta Directiva de AIDA aceptando la propuesta del Jurado del Premio ITEA 1986 instituyó dos premios; uno para los artículos publicados en la sección de Producción Animal y otro para aquellos que aparezcan en la sección de Producción Vegetal.

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 a los premios serán todos aquellos que se publiquen en ITEA en el año 2006. 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-Gobierno de Aragón.
 - d) Director del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza.
 - e) Director de la Estación Experimental de Aula Dei.
4. Los premios serán anuales y con una dotación de 300 € cada uno.
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.



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

CIHEAM/IAMZ - Cursos 2004-05-06

CIHEAM

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
PRODUCCIÓN VEGETAL	*MEJORA GENÉTICA VEGETAL	4 Oct. 04/ 10 Jun. 05	Zaragoza	IAMZ
	GESTIÓN DE RIESGOS EN LA AGRICULTURA MEDITERRÁNEA: SEGUROS AGRARIOS	22-26 Nov. 04	Zaragoza	IAMZ/MAPA-ENESA/ OCDE/AECI
	USO DE LOS MARCADORES MOLECULARES EN MEJORA VEGETAL	17-28 Ene. 05	Cabrils	IAMZ/IRTA
	*OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA	26 Sep. 05/ 31 Mayo 06	Córdoba	UCO/CAP-JA/ CSIC/COI/IAMZ
	DISEÑO Y ANÁLISIS DE SERIES DE ENSAYOS: MÉTODOS CLÁSICOS Y BASADOS EN QTLs	12-23 Sep. 05	Zaragoza	IAMZ/Generation Challenge Program
	AGRICULTURA DE REGADÍO SOSTENIBLE EN LA REGIÓN MEDITERRÁNEA: GESTIÓN DE INSUMOS Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN	14-25 Nov. 05	Zaragoza	IAMZ
	HORTICULTURA INTENSIVA Y MEDIO AMBIENTE	16-20 Ene. 06	Zaragoza	IAMZ
	CARACTERIZACIÓN DE LA VARIABILIDAD ESPACIAL Y TEMPORAL PARA LA PLANIFICACIÓN AGRARIA Y EL MANEJO DE CULTIVOS EN CONDICIONES MEDITERRÁNEAS	7-17 Mar. 06	Zaragoza	IAMZ/CARDA
	ALIMENTOS FUNCIONALES: BASES CIENTÍFICAS Y OPORTUNIDADES PARA EL SECTOR AGROALIMENTARIO	3-7 Abr. 06	Zaragoza	IAMZ
	PRODUCCIÓN ANIMAL	PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO DE CAMPAÑAS DE SANEAMIENTO GANADERO	13-17 Sep. 04	Zaragoza
TRAZABILIDAD DE PRODUCTOS CÁRNICOS: SISTEMAS Y TÉCNICAS		13-17 Dic. 04	Zaragoza	IAMZ
VALORIZACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS DE OVINOS Y CAPRINOS EN EL ÁREA MEDITERRÁNEA. TECNOLOGÍAS ACTUALES Y PERSPECTIVAS DE MERCADO		7-18 Feb. 05	Pamplona	IAMZ/Univ. Pública de Navarra
TÉCNICAS MOLECULARES EN MEJORA GENÉTICA ANIMAL		4-8 Abr. 05	León	IAMZ/Univ. León
PRODUCCIÓN ANIMAL Y GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE		2-7 Mayo 05	Fonte Boa	IAMZ/EZN
*PRODUCCIÓN ANIMAL		3 Oct. 05/9 Jun. 06	Zaragoza	IAMZ

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

- MEJORA GENÉTICA VEGETAL: 04-05; 06-07; 08-09
- MARKETING AGROALIMENTARIO: 03-04; 05-06; 07-08
- OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA: 03-04; 05-06; 07-08
- ECONOMÍA Y GESTIÓN DE LA ACTIVIDAD PESQUERA:
04-05; 06-07; 08-09
- PRODUCCIÓN ANIMAL: 03-04; 05-06; 07-08
- ACUICULTURA: 04-05; 06-07; 08-09
- PLANIFICACIÓN INTEGRADA PARA EL DESARROLLO RURAL
Y LA GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE: 04-05; 06-07; 08-09

Se destinan primordialmente a titulados superiores en vías de especialización postuniversitaria. No obstante se estructuran en ciclos independientes para facilitar la asistencia de profesionales interesados en aspectos parciales del programa. 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, Ordenación Rural en Función del Medio Ambiente y Acuicultura finaliza el 15 de Mayo 2002. El plazo de inscripción para los cursos de Mejora genética vegetal, Planificación integrada para el desarrollo rural y la gestión del medio ambiente, Economía y gestión de la actividad pesquera y Acuicultura finaliza el 15 de Mayo 2004. El plazo de inscripción para el curso de Olivicultura y elaiotecnica finaliza el 15 de Abril 2005. El plazo de inscripción para los cursos de Producción animal y Marketing agroalimentario finaliza el 15 de Mayo 2005.

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.

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
MEDIO AMBIENTE	PROGRAMAS DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL PARA EL CONTROL DE INCENDIOS FORESTALES EN LA REGIÓN MEDITERRÁNEA	27 Sep./1 Oct. 04	Zaragoza	IAMZ/MMA-DGB/FAO/AECI
	*PLANIFICACIÓN INTEGRADA PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	4 Oct. 04/ 10 Jun. 05	Zaragoza	IAMZ
	ECONOMÍA AMBIENTAL Y DE LOS RECURSOS NATURALES	24 Ene./4 Feb. 05	Zaragoza	IAMZ
	RESTAURACIÓN FORESTAL EN LA LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN: INNOVACIONES, CONTROL DE CALIDAD Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS	19-25 Sep. 05	Zaragoza	IAMZ/REACTION/CE-DGInvestigación
	NUEVAS ESTRATEGIAS PARA LA PLANIFICACIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA REGIÓN MEDITERRÁNEA	12-16 Dic. 05	Zaragoza	IAMZ
	MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA SEQUÍA: MÉTODOS, TÉCNICAS Y ALTERNATIVAS DE GESTIÓN	12-16 Feb. 06	Aleppo	IAMZ/ICARDA/FAO
	DIAGNÓSTICO, SEGUIMIENTO Y GESTIÓN DE LA SALUD DE LOS BOSQUES	20-25 Feb. 06	Zaragoza	IAMZ
	BALANCE DE CARBONO EN SISTEMAS AGRARIOS Y FORESTALES: EL POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES Y LOS COMPROMISOS DEL PROTOCOLO DE KIOTO	27-31 Mar. 06	Barcelona	IAMZ/CREAF
	LOS INDICADORES AMBIENTALES COMO HERRAMIENTA DE APOYO A LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL MEDIO RURAL	8-12 Mayo 06	Zaragoza	IAMZ
	SISTEMAS DE AYUDA A LA DECISIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL DE ZONAS RURALES	12-16 Jun. 06	Zaragoza	IAMZ
COMERCIALIZACIÓN	LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL COMERCIO Y SU IMPACTO EN EL COMERCIO INTERNACIONAL AGROALIMENTARIO	18-22 Oct. 04	Zaragoza	IAMZ/OMC
	ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN EL MARKETING AGROALIMENTARIO: NORMATIVAS, SISTEMAS Y REPERCUSIONES EMPRESARIALES	7-11 Mar. 05	Zaragoza	IAMZ
	TRAZABILIDAD Y ETIQUETADO DE LOS ALIMENTOS: RESPUESTA A LOS REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD Y DE MERCADO	14-18 Mar. 05	Zaragoza	IAMZ
	MARKETING DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN FRESCO	11-22 Abr. 05	Zaragoza	IAMZ
	ESTRATEGIAS DE MARKETING EN EL MERCADO INTERNACIONAL DEL VINO	16-20 Mayo 05	Zaragoza	IAMZ
	*MARKETING AGROALIMENTARIO	3 Oct. 05/9 Jun. 06	Zaragoza	IAMZ
PESCA Y AGRICULTURA	DIAGNÓSTICO Y CONTROL DE ENFERMEDADES DE PECES EN ACUICULTURA MARINA MEDITERRÁNEA	13-24 Sep. 04	Santiago de Compostela	IAMZ/Univ. Santiago de Compostela
	*ECONOMÍA Y GESTIÓN DE LA ACTIVIDAD PESQUERA	27 Sep. 04/ 18 Mar. 05	Barcelona	Univ. Barcelona/ MAPA/FAO/IAMZ
	*ACUICULTURA	6 Oct. 04/ 8 Abr. 05	Las Palmas de Gran Canaria	ULPGC/ICCM/IAMZ
	DISEÑO Y GESTIÓN DE CRIADEROS DE MOLUSCOS BIVALVOS	14-19 Feb. 05	Zaragoza	IAMZ/FAO
	ESTABLECIMIENTO Y GESTIÓN DE AREAS MARINAS PROTEGIDAS DE INTERÉS PESQUERO	7-12 Mar. 05	Palma de Mallorca	IAMZ/IEO
	USO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN PESCA Y ACUICULTURA	13-24 Jun. 05	Zaragoza	IAMZ/AECI
	TRAZABILIDAD DE PRODUCTOS DEL MAR: SISTEMAS Y TÉCNICAS	17-21 Oct. 05	Zaragoza	IAMZ/FAO
	MEJORAS TECNOLÓGICAS EN ARTES DE PESCA PARA UNA GESTIÓN SOSTENIBLE	6-10 Feb. 06	Zaragoza	IAMZ
	ACUICULTURA MEDITERRÁNEA Y GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	24-28 Abr. 06	Murcia	IAMZ/CAA-CARM
CULTIVO DE ALGAS MARINAS: TÉCNICAS, USOS Y PERSPECTIVAS DE DESARROLLO	22-26 Mayo 06	Zaragoza	IAMZ	

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

Apartado 202 - 50080 ZARAGOZA (ESPAÑA)
Teléfono +34 976 716000 - Fax +34 976 716001 - e-mail iamz@iamz.ciheam.org
www.iamz.ciheam.org

INFORMACIÓN PARA AUTORES

De acuerdo con los fines de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA) ITEA publica artículos que hagan referencia a los distintos aspectos de las ciencias agro-alimentarias, cuyo contenido sean resultados obtenidos, descripción de métodos, técnicas o materiales, presentación de nuevas ideas, etc. El envío de un artículo para que se considere su publicación en ITEA implicará que el mismo no haya sido publicado o enviado para publicar en cualquier otro medio de difusión y ha de indicarse expresamente en la carta que acompaña al artículo original. Los derechos sobre todos los artículos o ilustraciones publicados serán propiedad de ITEA, que deberá recibir por escrito la cesión, una vez aceptado el artículo. Sólo los resúmenes de los mismos podrán ser reimpresos.

Se enviarán tres copias en una versión reciente de Word para Windows. La extensión máxima será de 25 folios de texto mecanografiado a doble espacio, tablas y figuras incluidos. Los artículos que superen dicha extensión serán considerados sólo excepcionalmente. Los autores deberán aceptar cualquier modificación editorial en la presentación de los artículos. Los artículos se remitirán a evaluadores expertos en el tema y el autor recibirá las indicaciones que deberán ser atendidas. En caso de desacuerdo, el autor deberá justificarlo debidamente por escrito. Una vez realizadas las correcciones, el autor enviará un sólo ejemplar mecanografiado y una copia en disquete o por correo electrónico. Terminado el proceso de evaluación, se enviará una carta de aceptación al remitente. Los autores recibirán las primeras pruebas de impresión que deberán ser revisadas y devueltas rápidamente a la Redacción. El retraso en el retorno de las pruebas determinará que el artículo sea publicado con las correcciones del Editor.

La publicación de un artículo de ITEA no implica responsabilidad o acuerdo de ésta con lo expuesto, significando solamente que el Comité de Redacción lo considera de suficiente interés para ser publicado. Una vez publicado, los autores recibirán 25 separatas del artículo. El autor podrá encargar separatas adicionales, en cuyo caso se le informará previamente del coste que correrá por cuenta del propio autor. Los originales serán mecanografiados en castellano y enviados a:

Sr. Director de la Revista ITEA
Apartado 202
50080 ZARAGOZA

Los originales deberán mecanografiarse a doble espacio en hojas de tamaño DIN A4, dejando márgenes amplios. Cada página estará numerada, utilizándose hojas separadas para las referencias bibliográficas, las tablas, las figuras y los pies de figuras.

Al principio de cada trabajo se indicará:

- Título. El título no deberá incluir abreviaturas ni fórmulas químicas (excepción de los símbolos químicos para indicar isótopos), y se procurará que sea lo más breve posible.
- Apellido del autor o autores, precedidos de las iniciales del nombre.
- Dirección postal, indicando el autor a quien se va a dirigir la correspondencia, el teléfono y su dirección de correo electrónico.

En la redacción de los trabajos se deberá prestar atención especial al estilo, puntuación, disposición lógica y jerárquica de títulos y subtítulos y al empleo de abreviaturas, las cuáles no deberán utilizarse en el resumen; en el texto deberán aparecer juntas la abreviatura y el nombre completo la primera vez que aparezcan. Se aplicará el Sistema Internacional de Unidades

Dada la diversidad de las colaboraciones que pueden interesar a los lectores de ITEA, se mantendrá un criterio amplio en cuanto se refiere al plan de redacción de los mismos. En general se procurará mantener una disposición lógica, considerando cuidadosamente la jerarquía de títulos, subtítulos y apartados. Se evitará la separación innecesaria de parte del texto en forma de anexos. Todas las colaboraciones constarán en primer lugar de un resumen corto de unas 200 a 250 palabras. Dicho resumen deberá ser comprensible por sí mismo y sin referencias al artículo. Tras el resumen se incluirán las palabras clave, separadas por comas, que sin exceder el número de seis podrán incluir el nombre científico y vulgar de las especies objeto de estudio y la técnica relevante utilizada. En lo posible se evitará incluir palabras que ya figuren en el título y en el resumen, tratando de utilizar sinónimos y palabras derivadas. Además, se adjuntará la traducción al inglés del título, del resumen y de las palabras clave.

En el caso de artículos experimentales, se seguirán los siguientes apartados: Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión. La introducción deberá explicar la finalidad del artículo. El tema se expondrá de la manera más concisa posible, utilizando un vocabulario preciso y directo. Deberá asimismo, quedar claro qué partes del artículo representan contribuciones propias y cuáles corresponden a aportaciones de otros trabajos. Se podrá incluir un apartado de Agradecimientos antes de la Bibliografía.

Los trabajos experimentales de extensión reducida, podrán publicarse como Nota Técnica. No excederán de 2.000 palabras, incluidos tablas o ilustraciones y deberán incluir la traducción al inglés del Título, Resumen y Palabras Clave.

Además:

- los nombres latinos de géneros, especies y nombres de variedades deben ponerse en cursiva. Los nombres de cultivares entre comillas simples (p.ej., 'Sugar Baby')

- los nombres de los productos químicos deben comenzar con minúsculas (p. ej., progesterona en vez de Progesterona; sulfato de metilo en vez de Sulfato de Metilo).
- los nombres y fórmulas químicas se nombrarán según las normas IUPAC (p. ej., H_2SO_4 en vez de SO_4H_2) y los comerciales se escribirán con la inicial en mayúscula (p.ej., Foligón, Sincrozoo, etc.);
- las llamadas en nota a pie de página o cuadro, que deberán ser las menos posibles y, en todo caso, hechas mediante números correlativos entre paréntesis; ejemplo (1), (2), evitando el uso de asteriscos, letras o cualquier otro signo
- el nivel de significación estadística, * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; *** = $p < 0,001$; NS = no significativo, no necesitan explicación.

Tablas y Figuras

- El número de tablas y figuras será reducido al mínimo necesario, y los datos no deben ser presentados al mismo tiempo en forma de tabla y de figura.
- Las tablas, dibujos, gráficos, mapas y fotografías deben acompañarse separadamente al texto, aunque señalando su emplazamiento aproximado. Los dibujos, gráficos, mapas y fotografías deben incluirse como figuras. Las tablas y figuras deben llevar numeración diferente y estar citadas en el texto.
- Los encabezamientos de tablas y los pies de figura deben redactarse de modo que el sentido de la ilustración pueda comprenderse sin necesidad de acudir al texto. Además, se deberá incluir su traducción al inglés. Los gráficos, dibujos y mapas serán presentados con la mayor calidad posible y en blanco y negro excepto en casos excepcionales que deberán ser aceptados por la revista.

Bibliografía

Sólo deberán citarse aquellas referencias relacionadas con el trabajo o que contribuyan a la comprensión del texto. Los autores deben evitar las relaciones exhaustivas de referencias, salvo en el caso de revisiones bibliográficas.

Las referencias en el texto deben hacerse siguiendo los siguientes ejemplos: (Padilla, 1974), (Vallace y Raleigh, 1967), (Vergara et al., 1994). Los nombres de entidades u organismos que figuren como autores, por ejemplo: Dirección General de la Producción Agraria (DGPA), deberán citarse completos en la Bibliografía la primera vez. Las referencias múltiples se harán según se indica en el siguiente ejemplo: (Martinez et al., 1971 y 1979; Ayala y Ortega, 1977). Cuando de un mismo autor o autores exista más de una referencia del mismo año de publicación, se distinguirán unas de otras añadiendo una letra del alfabeto, en minúscula y comenzando por a, al año de publicación (Lorenzo, 1966a; Aparisi, 1970a y b). Si las citas deben hacerse formando parte de la frase en el texto, sólo el año de publicación figurará entre paréntesis: ... como indicaban Gómez et al. (1969) ...

Al final del trabajo y precedida del apartado Bibliografía se hará constar una lista de todas las referencias utilizadas en el texto. Esta lista deberá ordenarse alfabéticamente según el nombre del primer autor de cada trabajo referido. En el caso de incluir varios trabajos del mismo autor, éstos se ordenarán por orden cronológico. En el caso de menciones como "Comunicación personal", "Resultados no publicados", éstas no se harán constar en la Bibliografía.

Ejemplos:

Artículos en revistas:

Demarquilly C, 1969. Valeur alimentaire du maïs fourrage. I. Composition chimique et digestibilité du maïs sur pied. Ann. Zootech. 18: 17-32.

Herrero J, Tabuenca MC, 1966. Épocas de floración de variedades de hueso y pepita. An. Aula Dei 8: 154-167.

Tabuenca MC, 1968a. Necesidades de frío invernal de variedades de peral. An. Aula Dei 9: 1-9.

Tabuenca MC, 1968b. Necesidades de frío invernal de variedades de albaricoquero. An. Aula Dei, 9: 10-24.

Vallace JD, Raleigh RJ, 1967. Protein intake and exercise for pregnant heifers. J. Anim. Sci. 26: 931-936.

Vergara H, Gallego L, Molina A, Torres A, 1994. Efecto del nivel de reservas corporales de las ovejas en el parto y del tipo de cría sobre el crecimiento de corderos de raza manchega. ITEA 90: 73-80.

Comunicaciones de Congresos:

Angel I, 1972. The use of fasciculate form (determinate habit) in the breeding of new Hungarian pepper varieties. Third Eucarpia Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum, 17-24, Universidad de Turín (Italia).

Capítulos de libros:

Gamborg OL, 1984. Plant cell cultures: nutrition and media, pp. 18-26. En: IK Vasil (Ed.). Cell Culture and Somatic Cell Genetics of Plants. Vol. 1, 825 pp. Academic Press, USA

Para obtener información adicional envíe un mensaje a: mferruz@aragob.es

