

Sumario

Producción Vegetal

Influencia de diferentes patrones de cerezo en el comportamiento agronómico y calidad del fruto de las variedades 'Summit' y 'Sunburst'
Influence of different sweet cherry rootstocks in the agronomic behaviour and fruit quality of the varieties 'Summit' and 'Sunburst'
M.J. Serradilla, M.A. Manzano, J.R. Mateos, F. Pérez, J. Prieto, V. Alarcón,
M. López-Corrales 3

Aplicación poscosecha de 1-metilciclopropeno en peras
Postharvest application of 1-methylcyclopropene on pears
M.A. Chiriboga, Y. Soria, C. Larrigaudière, I. Recasens 12

Características de calidad y composición de distintos cultivares de coliflor con destino al procesado mínimo
Quality characteristics of cauliflower cultivars for minimal processing
A. Simón 31

Producción Animal

Características de la canal de los tipos comerciales de cordero lechal, ternasco y pastenco en la raza Churra Tensina
Carcass characteristics of the commercial types of suckling lamb, light lamb and castrated lamb of Churra Tensina breed
A. Sanz, J. Álvarez-Rodríguez, L. Cascarosa, G. Ripoll, S. Carrasco, R. Revilla, M. Joy 42

Influencia de diferentes patrones de cerezo en el comportamiento agronómico y calidad del fruto de las variedades 'Summit' y 'Sunburst'

M.J. Serradilla, M.A. Manzano, J.R. Mateos, F. Pérez, J. Prieto, V. Alarcón, M. López-Corrales*

Centro de Investigación Finca 'La Orden- Valdesequera'. Apartado 22. 06080. Badajoz

* Correspondencia autor: margarita.lopez@juntaextremadura.net

Resumen

En este trabajo se ha evaluado el comportamiento agronómico y de calidad de las variedades 'Sunburst' y 'Summit' injertadas en una serie de patrones interesantes en el Valle del Jerte. Para ello se han determinado las producciones acumuladas, la tasa de crecimiento activo (TCA) y la eficiencia productiva, así como el peso, calibre, categoría, firmeza, color de la piel y pulpa, contenido en sólidos solubles, acidez titulable e índice de maduración. Los resultados obtenidos han puesto de manifiesto que, con ambas variedades, las mayores producciones acumuladas se han obtenido con los patrones Cab 6P y Cab 11E. Sin embargo, las cerezas de mayor peso, calibre y categoría se obtuvieron con el patrón Reboldo. El patrón Gisela 5 mostró las cerezas más firmes con ambas variedades. Las cerezas con mejor índice de maduración se han obtenido, en el caso de la variedad 'Sunburst', con Reboldo y con 'Summit' con el patrón Tabel Edabriz.

Palabras clave: *Prunus avium*, 'Summit', 'Sunburst', patrones cerezo, producción, vigor, eficiencia productiva, peso, calibre, color, firmeza, °Brix, acidez titulable e índice de maduración.

Summary

Influence of different sweet cherry rootstocks in the agronomic behaviour and fruit quality of the varieties 'Summit' and 'Sunburst'

The aim of this work was to evaluate the agronomic and quality behaviour of the 'Sunburst' and 'Summit' sweet cherry varieties on some interesting rootstocks in the Jerte Valley.

To achieve this objective were determined the following parameters: accumulated yield, active growth rate (TCA) and accumulated productivity as agronomic parameters: weight, size, category, firmness, skin and flesh colour, titratable acidity and maturity rate as quality ones.

The results showed that the Cab 11E and Cab 6P rootstocks had the highest accumulate yields for both varieties. However, the best weight, size and category were obtained with Reboldo. The Gisela 5 rootstock showed the most firm sweet cherries in both cases, which gives a good fitness for transport. The best quality sweet cherries were obtained with the rootstock Reboldo for 'Sunburst' and Tabel Edabriz for 'Summit'.

Key words: *Prunus avium*, 'Summit', 'Sunburst', cherry rootstocks, yield, production efficiency, fruit weight, size, colour, firmness, °Brix, titratable acidity and maturity rate.

Introducción

En Extremadura, el cultivo del cerezo se localiza en el Valle del Jerte, dónde se caracteriza por ser un cultivo tradicional, que ocupa cerca de 7.442 ha, con una producción potencial de 30 millones de kg de cereza (D.O.P. "Cereza del Jerte", 2005). En España, su cultivo ocupa una superficie próxima a las 29.000 ha en plantación regular con algo más de medio millón de árboles diseminados (MAPA, 2004), concentrándose el cultivo en Extremadura y Aragón con algo más del 56% de la superficie. Otras Comunidades Autónomas importantes son Andalucía, Cataluña y la Comunidad Valenciana con aproximadamente 3.000 has cada una de ellas. En la década de los 90, la superficie de cultivo ha ido aumentando principalmente en Aragón y Andalucía, estabilizándose a partir de 1998. Con respecto al comercio exterior, hay que resaltar el aumento espectacular de las exportaciones pasando de 352 t en el año 90 a unas 20.616 t en el año 2002 (MAPA, 2003).

Tradicionalmente el Valle del Jerte se ha caracterizado por el uso de un patrón rústico llamado "Rebollo" (franco de *Prunus avium* L.) que está perfectamente adaptado a las condiciones de suelo y al cultivo en secano propio de esta zona. Sin embargo, son árboles de crecimiento lento, de lenta entrada en producción y con elevados costes de producción (poda, recolección) por el gran volumen

de copa conferido. En la actualidad la mayoría de estos patrones proceden de viveros comerciales y son obtenidas a partir de cerezas producidas en plantas madres o procedentes de variedades comerciales.

La introducción en los años 70 y 80 de nuevos patrones con riego de apoyo permitiría aumentar la oferta de patrones y la posibilidad de plantaciones más intensivas (Moreno et al., 1997). Por ello, el objetivo de este trabajo es determinar el comportamiento agronómico de 6 patrones injertados con las variedades 'Summit' y 'Sunburst', así como la influencia de los mismos en las características físico-químicas de ambas variedades (Bernalte et al., 1999).

Material y métodos

El estudio se ha realizado en un campo de ensayo establecido en 1999 en Barrado (Cáceres) con suelo de textura Franco-arenosa y pH ácido cuyas propiedades físico-químicas aparecen reflejadas en la tabla 1. Los patrones estudiados han sido Cab 11E (*Prunus cerasus*), Cab 6P (*Prunus cerasus*), Rebollo (*Prunus avium* L.), Gisela 5 (*Prunus cerasus* x *Prunus canescens*), Gisela 6 (*Prunus cerasus* x *Prunus canescens*), Tabel Edabriz (*Prunus cerasus*) y Damil (*Prunus dawnyckensis*). El diseño experimental se hizo en bloques al azar con dos

Tabla 1. Propiedades físico-químicas del suelo
Table 1. Physicochemical soil properties

Determinación	Horizonte: 0-20 cm	Horizonte: 20-60 cm
Arcilla (%)	8.5	9.3
Limo (%)	20.1	17.2
Arena (%)	71.4	73.5
Textura	Franco-Arenoso	Franco-Arenoso
pH en agua 1:2,5	4.5	4.78
C.E. (mmhos/cm)	0.17	0.08
M. Orgánica (%)	1.6	1.4

repeticiones de 5 árboles por patrón y variedad. El estudio se llevó a cabo durante el periodo 2003-2006 para los parámetros agronómicos y 2004-2006 para los parámetros de calidad.

Para el estudio de calidad se eligieron al azar entre 2-2,5 Kg de cerezas en la misma fecha y en estado óptimo de maduración de cada una de las combinaciones variedad/ patrón y se analizaron los siguientes parámetros:

– **Peso y Calibre.** De cada muestra se seleccionaron 50 cerezas al azar y se determinó su peso en gramos con una balanza de precisión y calibre en milímetros con un pie de rey digital. Las categorías establecidas fueron las siguientes: B (+20 mm), A (22 mm), E (+24 mm), SE (+26 mm) y O (+28 mm).

– **Color.** Se utilizó un colorímetro triestímulo, utilizando el iluminador C y con paso de luz de 8 mm. El color fue medido en el espacio de color CIELab (1978) y a partir de los parámetros L, a y b para después calcular la cromaticidad (C) y el ángulo de tono ($^{\circ}$ hue), dos parámetros que describen la apariencia del color (Little, 1975). El color de la epidermis se midió en 25 cerezas realizándose por fruto 4 medidas en caras opuestas. El color de la pulpa también se midió en 25 cerezas realizando dos medidas en caras opuestas por fruto.

– **Textura.** Determinada individualmente sobre 25 cerezas del mismo calibre realizándose dos medidas en caras opuestas por fruto. Para ello se utilizó un texturómetro al que se acopló un disco de 40 mm de diámetro y se aplicó una fuerza de compresión hasta conseguir una deformación de 3 mm en el fruto con una velocidad de 10 mm/min, calculándose la fuerza máxima en N y la pendiente de la curva fuerza-deformación en N/mm.

– **Contenido en sólidos solubles (CSS).** Homogeneizado de 25 frutos, centrifugado a 3500 r.p.m durante 2 min. y determinación de los $^{\circ}$ Brix con un refractómetro digital.

– **Acidez titulable y pH.** Se determinó con la ayuda de un valorador automático. A partir del mismo homogenizado, se pesaron 5 g de muestra y se añadieron 50 ml de agua destilada. Para la valoración se ha utilizado NaOH 0,1 N y los resultados se expresaron en gramos de ácido málico por litro.

– **Análisis estadístico.** Los análisis fueron realizados con el programa estadístico SPSS v.11.0 para windows. Se ha realizado un ANOVA antes de la separación de medias. Para detectar diferencias significativas, se ha calculado la diferencia significativa general menor (Tukey, $p < 0,05$).

Resultados y discusión

Las producciones obtenidas para las diferentes combinaciones patrón-variedad, por años y las acumuladas desde la entrada en producción (período 2003-2006) se muestran en la tabla 2. En las dos variedades se observan diferencias importantes en la entrada en producción y en las producciones acumuladas. Con 'Sunburst' las mayores producciones acumuladas se han obtenido con Cab 6P y Cab 11E seguido de Reboldo, Damil, Tabel Edabriz y Gisela 6, correspondiendo las menores a Gisela 5.

Las producciones acumuladas con 'Summit' han sido inferiores a las de 'Sunburst' y también los valores más altos se han obtenido con Cab 6P y Cab 11E, seguidas del resto de los patrones. Sin embargo, teniendo en cuenta las características productivas de esta variedad, estas producciones han sido considerables debido posiblemente a la cobertura de polinización con la variedad 'Sunburst'.

Por tanto, el análisis de las producciones ha puesto de manifiesto el efecto tanto del patrón como de la variedad en las producciones, destacando el buen comportamiento productivo y la rapidez de entrada en producción de Cab 6P y Cab 11E.

Tabla 2. Producción (kg/árbol) de cada combinación patrón-variedad
 Table 2. Yield (kg/tree) of each treatment rootstock-variety

SUNBURST					
Patrón	4° verde (2003)	5° verde (2004)	6° verde (2005)	7° verde (2006)	Producción acumulada (2003-2006)
Rebollo	-	4	30	35	69
Cab 11E	3	15	36	50	104
Cab 6P	3.8	20	40	40	103.8
Gisela 5	3.5	5		10	18.5
Gisela 6	6.9	10	12	12	40.9
Damil	-	2	20	30	52
Tabel Edabriz	3.1	12	10	17	42.1
SUMMIT					
Patrón	4° verde (2003)	5° verde (2004)	6° verde (2005)	7° verde (2006)	Producción acumulada (2003-2006)
Rebollo	-	1	11	18	30
Cab 11E	1	13	28	35	77
Cab 6P	3	14	35	30	82
Gisela 5	4.2	6	6	10	26.2
Gisela 6	3.9	5	10	20	38.9
Damil	-	5	12	15	32
Tabel Edabriz	3	9	5	18	35

En cuanto a la tasa de crecimiento activo (TCA), se han mostrado diferencias de vigor en función a los patrones estudiados. Así, en base a la sección del tronco, con las dos variedades el mayor vigor se ha obtenido con Rebollo seguido de Cab 11E en el caso de 'Sunburst' y de Cab 6P con 'Summit' (tabla 3). El menor vigor con 'Sunburst' ha correspondido a Tabel Edabriz mientras que con 'Summit' ha sido Gisela-5 seguido muy de cerca de Gisela-6. Con estos tres últimos patrones el vigor ha sido muy similar entre ellos y muy inferior al de Cab 11E, Cab 6P y Damil (tabla 3).

El índice de Productividad o eficiencia productiva calculada como la relación existente entre la producción acumulada y la sección del tronco, muestra diferencias atribuibles a la variedad y al patrón.

Para 'Sunburst' la mejor eficiencia productiva ha correspondido a Cab 6P y Tabel Edabriz, seguido de Cab 11E y Gisela 6, ocupando el

último lugar Gisela 5 y Rebollo. Con 'Summit' los resultados han sido similares salvo que en último lugar se encuentran Damil y Rebollo. Todos los patrones estudiados han mostrado una mayor eficiencia productiva que Rebollo considerado de referencia debido al mayor vigor de este patrón (tabla 3).

En cuanto a los parámetros físicos de calidad, durante los tres años de estudio el calibre y el peso medio de los frutos se ha visto afectado por el patrón (tabla 4) y, al igual que otros autores, con las variedades muy fértiles los mejores calibres se obtienen con los patrones más vigorosos (Lichou *et al.*, 1990; Santos *et al.*, 1998). Así, el patrón Rebollo ha presentado, con ambas variedades, las cerezas de mayor peso y calibre. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Gonçalves *et al.* (2006) con la variedad 'Summit'.

Con el patrón Gisela 5 se han obtenido las cerezas de menor peso y calibre con ambas

Tabla 3. Eficiencia Productiva para cada combinación patrón-variedad
 Table 3. Productive efficiency for each treatment rootstock-variety

SUNBURST			
Patrón	TCA (cm ²)	% sección respecto a Reboldo	Eficiencia Productiva (kg/cm ²)
Cab 6P	74.9 ^c	48.3	1.41
Tabel Edabriz	31.1 ^a	20.1	1.37
Cab 11E	97.9 ^c	63.1	1.10
Gisela 6	38.6 ^{a,b}	24.9	1.08
Damil	69.6 ^{b,c}	44.6	0.77
Reboldo	155.0 ^d	100	0.46
Gisela 5	42.0 ^{b,c}	27.1	0.44
SUMMIT			
Gisela 6	35.0 ^a	23.0	1.13
Cab 11E	81.4 ^b	53.4	0.96
Tabel Edabriz	38 ^a	24.9	0.93
Cab 6P	91.6 ^b	60.1	0.91
Gisela 5	34.7 ^a	22.8	0.78
Damil	87.6 ^b	57.4	0.44
Reboldo	152.5 ^c	100	0.20

variedades, a pesar de su buen comportamiento agronómico en el año 2005.

Los resultados obtenidos con el Cab 11E y Cab 6P injertados con la variedad 'Sunburst', en cuanto peso y calibre, coinciden con los obtenidos por Jiménez *et al.* (2004). Sin embargo, con el patrón Damil estos autores obtuvieron mejores resultados con un mayor peso medio.

En cuanto a la distribución por categorías, con ambas variedades, los patrones Reboldo y Damil mostraron la mayor parte de las cerezas dentro de la categoría 'Oro'(+28 mm). En general, se observa una influencia del patrón en el calibre, dado que un mayor vigor está asociado con un mejor calibre.

En cuanto al color de la epidermis o piel, con ambas variedades se han obtenido cerezas de color rojo ($^{\circ}\text{hue} > 18^{\circ}$) (tabla 5). Cabe destacar que el patrón Reboldo indujo las cere-

zas de un color rojo oscuro (valores L y C más bajos), aunque en el caso de 'Summit' ha sido un color rojo vinoso, es decir, con una mayor acumulación de antocianinas (Mozetic *et al.*, 2004). Esto pondría de manifiesto una posible influencia del patrón en la acumulación de antocianinas y, por tanto, en el color de la piel. Mientras que con los patrones Cab 11E, Cab 6P y Damil, en caso de 'Sunburst', las cerezas han presentado un color rojo intenso (tabla 5), con un valor de cromaticidad más alto que el obtenido por Jiménez *et al.* (2004). Por último, con los patrones Gisela 5 y Gisela 6, las cerezas de la variedad 'Sunburst' han mostrado un color rojo más vivo (valores de L y C más alto) que el obtenido con la variedad 'Summit' (tabla 5).

El color de la pulpa en la variedad 'Sunburst' en todos los casos fue de color rojo ($^{\circ}\text{hue} < 54^{\circ}$), destacando Gisela 5 que presentó la pulpa de color rojo más claro

Tabla 4. Valores medios de peso, calibre y porcentajes de categoría para cada combinación patrón-variedad

Table 4. Mean values for weight, calibre and category percentages for each treatment rootstock-variety

SUNBURST							
Patrón	Peso (g)	Calibre (mm)	Categoría (%)				
			B	A	E	SE	O
Cab 11E	10.3 ± 1.5 ^c	27.7 ± 1.6 ^c	-	1.3	12.7	42	44
Cab 6P	10.1 ± 1.5 ^c	27.5 ± 1.6 ^c	-	1.3	15.3	48.7	34.7
Rebollo	11.7 ± 1.5 ^e	29.2 ± 1.5 ^f	-	-	3	17.3	79.7
Gisela 5	8.8 ± 1.7 ^a	25.9 ± 2.0 ^a	0.6	16	37.4	31.3	14.7
Gisela 6	10.7 ± 1.4 ^d	28.2 ± 1.5 ^d	-	-	7.3	36.7	44
Tabel Edabriz	9.5 ± 1.3 ^b	26.9 ± 1.5 ^b	-	3.3	20	25.4	51.3
Damil	11.0 ± 1.7 ^d	28.7 ± 1.9 ^e	-	0.7	2.7	35.3	61.3
SUMMIT							
Cab 11E	9.4 ± 1.2 ^{a,b}	27.4 ± 1.6 ^{b,c}	0.7	-	18	46.6	34.7
Cab 6P	9.4 ± 1.2 ^b	27.1 ± 1.3 ^b	-	0.7	19.3	52	28
Rebollo	10.5 ± 1.5 ^d	28.4 ± 1.8 ^d	-	0.7	10	32.6	56.7
Gisela 5	9.0 ± 1.2 ^a	26.4 ± 1.5 ^a	-	5.3	40	40.7	14
Gisela 6	9.8 ± 1.7 ^c	27.6 ± 2.1 ^c	-	1	20	38	41
Tabel Edabriz	9.4 ± 1.3 ^{a,b}	27.3 ± 1.7 ^{b,c}	-	2.7	14.6	48.7	34
Damil	10.2 ± 1.0 ^{c,d}	28.2 ± 1.2 ^d	-	-	3.4	45.3	51.3

Misma letra no hay diferencia significativa con un $P < 0,05$.

Categorías: B (+20 mm), A (22 mm), E (+24 mm), SE (+26 mm) y O (+28 mm).

durante los 3 años de estudio. Sin embargo, con la variedad 'Summit' las diferencias significativas son más notables ya que las cerezas que se han producido con Cab 6P, Cab 11E y Gisela 5 han mostrado la pulpa de color rojo-amarillo ($^{\circ}\text{hue} > 54^{\circ}$) y con el resto de patrones de color rojo (tabla 5).

En cuanto a la firmeza de los frutos (tabla 6), los mejores resultados se han obtenido con el patrón Gisela 5, tanto con 'Sunburst' como con 'Summit', que podría indicar que las cerezas producidas con este patrón serían más idóneas para el transporte. Cabe destacar que el patrón Cab 11E ha producido las cerezas menos firmes al igual que en el estudio llevado a cabo por Jiménez et al. (2004).

En relación a los parámetros químicos se han mostrado diferencias significativas en ambas variedades (tabla 7); en el caso de 'Sunburst' las cerezas de mejor calidad se han obtenido con Rebollo que ha presentado el mejor Índice de maduración (CSS/ Acidez) durante los años estudiados. Con Cab 6P se ha obtenido el mismo Índice de maduración (CSS/ Acidez) que el obtenido por Jiménez et al. (2004). Sin embargo, con Cab 11E ha sido más alto debido a que el valor de acidez ha sido más bajo y con Damil ha sido inferior al obtenido por Jiménez et al. (2004).

Respecto a la variedad 'Summit', con Tabel Edabriz se ha obtenido el mejor contenido en sólidos solubles, así como una acidez baja y, por tanto, el mejor Índice de maduración

Tabla 5. Valores medios de color de la epidermis y color de la pulpa para cada combinación patrón-variedad

Table 5. Mean values of skin colour and pulp colour for each treatment rootstock- variety

SUNBURST						
Patrón	Color Epidermis			Color Pulpa		
	¹ L	² °hue	³ C	¹ L	² °hue	³ C
Cab 11E	35.8 ± 5.5 ^{b,c}	23.1 ± 5.1 ^{b,c}	36.8 ± 7.9 ^{a,b}	52.2 ± 7.3 ^{c,d}	43.4 ± 10.6 ^{b,c}	32.2 ± 4.6 ^a
Cab 6P	35.2 ± 5.2 ^{a,b}	22.6 ± 4.4 ^{a,b}	37.8 ± 8.0 ^b	47.6 ± 9.4 ^{a,b}	35.7 ± 9.4 ^a	37.9 ± 4.2 ^c
Reboldo	34.2 ± 4.4 ^a	21.6 ± 4.3 ^a	35.7 ± 7.6 ^a	46.4 ± 9.2 ^a	39.2 ± 13.6 ^{a,b}	35.6 ± 5.3 ^b
Gisela 5	36.4 ± 3.2 ^c	24.1 ± 2.7 ^c	43.1 ± 4.9 ^d	55.1 ± 6.1 ^d	51.7 ± 13.9 ^d	38.0 ± 3.4 ^{c,d}
Gisela 6	34.7 ± 6.6 ^a	22.2 ± 9.0 ^{a,b}	37.1 ± 8.6 ^{a,b}	50.0 ± 10.3 ^{b,c}	45.5 ± 17 ^c	36.9 ± 4.7 ^{b,c}
Tabel Edabriz	36.6 ± 4.7 ^c	23.4 ± 4.3 ^{b,c}	40.5 ± 6.1 ^c	49.8 ± 8.9 ^{b,c}	43.5 ± 14.8 ^{b,c}	38.9 ± 4 ^d
Damil	36.6 ± 5.2 ^c	23.1 ± 4.6 ^{b,c}	38.5 ± 7.0 ^b	52.2 ± 8.4 ^{c,d}	47.5 ± 16.8 ^c	35.7 ± 4.1 ^b
SUMMIT						
Cab 11E	36.7 ± 4.2 ^c	23.0 ± 4.3 ^d	37.0 ± 5.5 ^d	62.7 ± 7.1 ^d	67.7 ± 17.8 ^e	27.2 ± 4.3 ^a
Cab 6P	33.5 ± 4.5 ^b	21.0 ± 4.4 ^c	35.4 ± 5.8 ^c	58 ± 8.5 ^c	55.2 ± 18.0 ^{c,d}	28.8 ± 5.3 ^b
Reboldo	32.1 ± 4.9 ^a	18.3 ± 6.1 ^a	30.6 ± 8.5 ^a	53.4 ± 12.2 ^a	47.3 ± 21.3 ^{a,b}	32.7 ± 6.7 ^c
Gisela 5	33.9 ± 3.4 ^b	20.9 ± 3.8 ^c	36.4 ± 5.6 ^{c,d}	58.1 ± 6.5 ^c	57.6 ± 16.4 ^d	33.7 ± 4.6 ^c
Gisela 6	33.1 ± 4.7 ^b	19.6 ± 6.0 ^b	33.0 ± 8.3 ^b	54.7 ± 10.7 ^{a,b}	52.7 ± 20.8 ^{c,d}	33.0 ± 5.0 ^c
Tabel Edabriz	31.7 ± 4.3 ^a	18.5 ± 4.8 ^a	31.6 ± 8.1 ^{a,b}	52.0 ± 11.3 ^a	45.4 ± 18.0 ^a	33.1 ± 5.8 ^c
Damil	33.2 ± 4.2 ^b	19.3 ± 5.6 ^{a,b}	31.5 ± 7.4 ^{a,b}	57.4 ± 9.0 ^{b,c}	51.2 ± 18.2 ^{b,c}	30.0 ± 5.5 ^b

Misma letra no hay diferencia significativa con un P < 0,05.

¹L: Luminosidad.

²°hue: Ángulo de tono.

³C: Cromaticidad.

Tabla 6. Valores medios de fuerza máxima y dureza para cada combinación patrón- variedad

Table 6. Mean values of maximum force and pulp firmness for each treatment rootstock- variety

Patrón	SUNBURST		SUMMIT	
	Fuerza max. (N)	Dureza (N/mm)	Fuerza max. (N)	Dureza (N/mm)
Cab 11E	6.4 ± 2.5 ^a	2.0 ± 0.7 ^a	8.0 ± 3.3 ^{b,c}	2.5 ± 0.9 ^{b,c}
Cab 6P	6.6 ± 3.1 ^{a,b}	2.1 ± 0.9 ^a	7.1 ± 2.4 ^a	2.2 ± 0.7 ^a
Reboldo	6.5 ± 2.8 ^a	2.1 ± 0.8 ^a	7.6 ± 3.0 ^{a,b}	2.4 ± 0.8 ^{a,b}
Gisela 5	9.6 ± 3.6 ^d	3.0 ± 0.9 ^d	9.9 ± 4.2 ^d	3.1 ± 1.1 ^d
Gisela 6	8.6 ± 3.4 ^c	2.7 ± 0.9 ^c	8.4 ± 4.0 ^c	2.6 ± 1.1 ^c
Tabel Edabriz	8.3 ± 3.7 ^c	2.6 ± 1.0 ^c	7.7 ± 3.3 ^{a,b}	2.4 ± 0.9 ^{a,b}
Damil	7.3 ± 3.0 ^b	2.3 ± 0.9 ^b	8.2 ± 2.2 ^{b,c}	2.6 ± 0.6 ^{b,c}

Misma letra no hay diferencia significativa con un P < 0,05.

Tabla 7. Valores medios de CSS¹, Acidez, pH e Índice de maduración para cada combinación patrón-variedad

Table 7. Mean values of SSC, Acidity, pH and Maturity Index for each treatment rootstock-variety

SUNBURST				
Patrón	¹ CSS (°Brix)	Acidez (g/l)	pH	Índice de maduración (CSS/Acidez)
Cab 11E	17.2 ± 0.6 ^a	6.9 ± 1.2 ^a	3.74 ± 0.1 ^b	2.53 ± 0.4 ^c
Cab 6P	17.2 ± 0.3 ^a	7.3 ± 0.8 ^d	3.69 ± 0.1 ^a	2.37 ± 0.3 ^a
Rebollo	19.1 ± 1.8 ^f	6.9 ± 0.8 ^a	3.78 ± 0.9 ^c	2.79 ± 0.2 ^f
Gisela 5	17.8 ± 0.9 ^c	7.0 ± 0.2 ^{a,b}	3.75 ± 0.9 ^{b,c}	2.54 ± 0.1 ^c
Gisela 6	18.8 ± 1.5 ^e	7.1 ± 0.3 ^{b,c,d}	3.78 ± 0.9 ^c	2.65 ± 0.3 ^e
Tabel Edabriz	18.1 ± 0.7 ^d	7.0 ± 0.6 ^{a,b}	3.74 ± 0.2 ^b	2.60 ± 0.1 ^d
Damil	17.5 ± 0.8 ^b	7.2 ± 0.4 ^{c,d}	3.76 ± 0.1 ^{b,c}	2.45 ± 0.2 ^b
SUMMIT				
Cab 11E	16.2 ± 1.4 ^b	6.8 ± 0.4 ^a	3.72 ± 0.1 ^{b,c}	2.40 ± 0.2 ^b
Cab 6P	16.9 ± 1.6 ^c	8.2 ± 2.2 ^c	3.71 ± 0.2 ^b	2.15 ± 0.3 ^a
Rebollo	17.1 ± 2.4 ^{c,d}	7.2 ± 0.5 ^b	3.65 ± 0.9 ^a	2.36 ± 0.3 ^b
Gisela 5	18.6 ± 1.2 ^e	8.0 ± 0.3 ^c	3.75 ± 0.2 ^{b,c}	2.33 ± 0.9 ^b
Gisela 6	17.3 ± 2.0 ^d	6.7 ± 0.4 ^a	3.76 ± 0.1 ^c	2.57 ± 0.2 ^c
Tabel Edabriz	19.1 ± 1.4 ^f	6.8 ± 0.3 ^a	3.71 ± 0.2 ^b	2.81 ± 0.8 ^d
Damil	15.5 ± 3.3 ^a	7.4 ± 0.3 ^b	3.66 ± 0.1 ^a	2.10 ± 0.4 ^a

Misma letra no hay diferencia significativa con un P < 0,05.

¹ CSS: Contenido en Sólidos Solubles.

(CSS/Acidez) durante los 3 años de estudio (tabla 7). Se puede concluir que con esta combinación variedad/patrón se producen las cerezas de mejor calidad, si bien estos resultados no coinciden con los obtenidos por Gonçalves *et al.* (2006).

Cabe destacar, en cuanto al contenido en sólidos solubles, que todas las cerezas, excepto las obtenidas con 'Summit' injertadas en Damil, han presentado valores por encima de 14-16% necesarios para su comercialización (Alonso *et al.*, 2006).

En general, durante los tres años de estudio, los mejores resultados con ambas variedades se han obtenido en el 2005 con todos los parámetros de calidad estudiados.

Conclusiones

En las condiciones estudiadas en el Valle del Jerte, con suelos de textura franco arenosa y pH ácido, los resultados obtenidos permiten extraer las siguientes conclusiones:

- Buen comportamiento agronómico de los patrones Cab 6P y Cab 11E, así como la mala adaptación de los patrones Gisela 5 y Gisela 6.
- Las mayores producciones acumuladas se han obtenido con Cab 11E y Cab 6P en ambas variedades.
- Con Rebollo se han obtenido las cerezas de mayor peso, calibre y categoría tanto con 'Sunburst' como con 'Summit', mostrando su

mejor adaptación geográfica y una posible influencia genética del patrón sobre la variedad.

– Con el patrón Gisela 5 se han obtenido los peores resultados tanto de producción acumulada, como de peso, calibre y categoría de las cerezas. Sin embargo, las cerezas han sido las más firmes, mostrando así una buena aptitud para el transporte.

– Las cerezas de mejor calidad en ‘Sunburst’ se han obtenido con Reboldo y en ‘Summit’ con Tabel Edabriz.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el proyecto PDT05B005 del Plan Regional de Investigación de la Junta de Extremadura y cofinanciado con Fondos FEDER. También, a través del Convenio de Colaboración entre la Denominación de Origen ‘Cereza del Jerte’ y la Consejería de Infraestructura y Desarrollo Tecnológico de la Junta de Extremadura.

Bibliografía

- Alonso J, Alique R, 2006. Tratamiento de postcosecha para mantener la calidad de las cerezas. *Vida Rural* 223: 31-36.
- Bernalte MJ, Hernández MT, Vidal-Aragón MC, Sabio E, 1999. Physical, chemical, flavor and sensory characteristics of two sweet cherry varieties grown in ‘Valle del Jerte’ (Spain). *Journal of Food Quality* 22: 403-416.
- Commission Internationale de l’Eclairage, 1978. Recommendations on uniform color spaces-color difference equations, psychometric color terms, suppl. 2 to Publ. 15, Paris.
- D.O.P. “Cereza del Jerte”, 2005. Registro de productores.
- Gonçalves B, Moutinho-Pereira J, Santos A, Silva AP, Bacelar E, Correira C, Rosa E, 2006. Scion-rootstock interaction affects the physiology and fruit quality of sweet cherry. *Tree Physiology* 26: 93-104.
- Jimenez S, Oarín A, Albás ES, Betrán JA, Gogorcena Y, Moreno MA, 2004. Effect of several rootstocks on fruit quality of “Sunburst” sweet cherry. *ISHS Acta Horticulturae* 658: 353-358.
- Lichou J, Edin M, Tronel C, Saunier R, 1990. Les porte-greffe. In: ‘*Le cerisier*’, *Chapitre* 5: 125-153. Ctifl-Paris.
- Little AC, 1975. Off on a tangent. *J. Food Sci.* 40: 410-411.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), 2003. Cerezo y guindo: Serie histórica de superficie, rendimiento, producción, precio, valor y comercio exterior. Anuario de Estadística agroalimentaria 2004 (Datos 2003 y 2004): Capítulo 14.22.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), 2004. Cerezo y guindo: Serie histórica de superficie, rendimiento, producción, precio, valor y comercio exterior. Anuario de Estadística agroalimentaria 2006 (Datos 2004, 2005 y 2006): Capítulo 14.20.
- Moreno J, Toribio F, Manzano MA, 1997. Estudio de comportamiento varietal de cerezo en el Valle del Jerte(Cáceres). *Actas del II Congreso Iberoamericano. III Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas*: 335-343.
- Mozetic B, Trebse P, Simcic M, Hribar J, 2004. Changes of anthocyanins and hydroxycinnamic acids affecting the skin colour during maturation of sweet cherries (*Prunus avium* L.). *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.* 37: 123-28.
- Santos J, Iglesias I, Viladegut V, 1998. Comportamiento agronómico de las variedades de cerezo ‘Burlat’, ‘Stark Hardy Giant’ y ‘Duroní 3’ sobre los patrones SL 64, Maxma 14 Brokforest, Tabel Edabriz, y Damil GM 61/1. *Fruticultura Profesional*. 65: 19-31.
- (Aceptado para publicación el 17 de octubre de 2007)

Aplicación poscosecha de 1-metilciclopropeno en peras

M.A. Chririboga^{*,**}, Y. Soria^{*,**}, C. Larrigaudière^{*}, I. Recasens^{*,**}

* Área de Poscosecha, Centro UdL-IRTA

** Departamento Hortofruticultura, Botánica y Jardinería, Universitat de Lleida, Av. Alcalde Rovira Roure, 191, 25198 Lleida (España). E-mail inmaculada.recasens@irta.es

Resumen

En esta revisión se han recopilado la mayoría de los trabajos publicados hasta el momento sobre la aplicación poscosecha de 1-metilciclopropeno (1-MCP) en peras (*Pyrus communis* L.). El 1-MCP actúa como antagonista del etileno, ocupando los lugares de unión de esta hormona con sus receptores. En consecuencia, el 1-MCP retrasa la maduración en los frutos climatéricos y las respuestas fisiológicas etileno-dependientes incluyendo el ablandamiento de la pulpa, la producción de volátiles y la pérdida de color verde. Si bien este compuesto no afecta al contenido de sólidos solubles, el efecto sobre la acidez es variable dependiendo de diferentes factores. A nivel fisiológico el tratamiento inhibe el metabolismo del ácido 1-aminociclopropano 1-carboxílico (ACC) y también aumenta el potencial antioxidante de la pera mediante un incremento de la actividad de la enzima peroxidasa. Como consecuencia de ello, el 1-MCP tiene un efecto beneficioso sobre la incidencia de desórdenes fisiológicos. Al igual que en otros frutos el tratamiento con 1-MCP inhibe el escaldado superficial y también desórdenes relacionados con la senescencia, como el corazón pardo o la descomposición interna. El principal problema que pueden tener las peras tratadas con 1-MCP es que en ocasiones no recobran su capacidad para madurar después de la conservación frigorífica. En esos casos permanecen siempre verdes y no alcanzan la madurez óptima de consumo. Se están estudiando las condiciones necesarias para recuperar la capacidad de madurar, incluyendo tratamientos térmicos o aplicaciones exógenas de etileno. Algunos de los resultados se han descrito ya en la bibliografía, pero se precisan todavía más estudios en algunas variedades antes de su uso a nivel comercial.

Palabras clave: Peras, 1-MCP, maduración, etileno, calidad, desórdenes fisiológicos.

Summary

Postharvest application of 1-methylcyclopropene on pears

The main aim of this review was to describe the current knowledge of the application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) in pears (*Pyrus communis* L.). The 1-MCP is an inhibitor of ethylene action that links at the receptor level. In this way, the 1-MCP delays ripening in climacteric fruits and blocks all the ethylene dependent processes especially firmness loss and inhibits the aroma production in the treated pears. The treatment does not cause changes in sugar levels but may limit acid loss depending on different factors. At a physiological level, the treatment inhibits the metabolism of 1-aminocyclopropane 1-carboxylic acid (ACC) and also increases the total antioxidant potential of the pear mainly through an important increase of peroxidase activity. As a consequence, the 1-MCP treatment has significant effects on physiological disorders incidence. As in others fruits, the treatment clearly inhibits scald disorder but also some senescent-related disorders in pear such as internal breakdown and brown heart. The main problem that the pears treated with 1-MCP may suffer was found in their inability, for some reasons that are still inexplicable, to recover their ripening potential after storage. In this condition the fruits remain 'evergreen' and do not reach their optimal commercial ripeness. Recently, some studies have been carried out to find the conditions to recover this ripening ability in 'evergreen' pears. Post-storage ripening settings including the use of thermal treatments or exogenous ethylene have

been tested. First interesting results are described in the literature but complementary experiments are needed in different cultivars before using 1-MCP in commercial stores.

Key words: Pears, 1-MCP, ripening, ethylene, quality, disorders.

Introducción

El compuesto 1-Metilciclopropeno (1-MCP) puede considerarse como una nueva herramienta añadida a la lista de opciones existentes para prolongar la vida poscosecha y mantener la calidad de algunas frutas y hortalizas (Blankenship y Dole, 2003). El producto comercial contiene un 0,14% de ingrediente activo y está registrado con el nombre de EthylBloc®, de la empresa Flor-life S.A., para productos hortícolas ornamentales y SmartFreshSM, de Agrofresh Inc., Rohm and Haas, para los productos comestibles. Su uso está autorizado en los Estados Unidos, desde 1999.

Desde el punto de vista físico-químico, el 1-MCP es un compuesto sintético de estructura cíclica que se encuentra en forma de gas en condiciones normales de presión y temperatura. Está pensado para retrasar la maduración de los frutos climatéricos: actúa como antagonista del etileno al inhibir su mecanismo de acción, ocupando los lugares de unión de esta hormona con sus receptores. Debido a que la afinidad del 1-MCP con los receptores es aproximadamente 10 veces mayor que la del propio etileno (Blankenship y Dole, 2003), este compuesto es efectivo a dosis extremadamente bajas, del orden de nL.L⁻¹. Hacen falta concentraciones de etileno de 100 µL.L⁻¹ o superiores para competir de manera eficaz con el 1-MCP por los receptores. Gracias a este modo de acción, el 1-MCP bloquea eficazmente los efectos del etileno tanto endógeno como exógeno.

Sin embargo, se ha visto que el 1-MCP no tiene la misma eficacia para reducir la

acción del etileno y retrasar la maduración en diferentes tipos de frutos (Blankenship y Dole, 2003). No sólo la especie si no también la variedad junto con la concentración aplicada, influye notablemente en la respuesta del 1-MCP, tal como se ha demostrado en diferentes variedades de manzanas (Fan et al., 1999; Rupansighe et al., 2000; Watkins et al., 2000; Mir et al., 2001; DeEll et al., 2002; Pre Aymard et al., 2003) y peras (Bari-telle et al., 2001; Argenta et al. 2003; Kubo et al., 2003; Calvo y Sozzi, 2004; Ekman et al., 2004; Trincherro et al., 2004).

La aplicación de 1-MCP en manzanas se ha investigado ampliamente y se usa ya de forma comercial desde hace algunos años en muchos países. En España ha sido autorizada su aplicación en algunas variedades de manzana en el año 2007. En peras, hoy en día se están realizando numerosas investigaciones sobre el efecto que produce en diferentes variedades tanto de verano como de otoño-invierno. En esta especie son menos los países donde está autorizado su uso. En Argentina y México se registró en el año 2001, en Estados Unidos y Sudáfrica en 2002 y en Australia en 2004. En China también está autorizado para peras asiáticas o nashis.

En peras, una calidad óptima de consumo se caracteriza por una textura mantecosa, un cambio de color apropiado y un sabor característico, asociado al contenido de azúcares, ácidos y a la producción de volátiles (Kappel et al., 1995; Ma et al., 2000). La pera es un fruto climatérico y su proceso de maduración está regulado por el etileno. Una inhibición de la biosíntesis de esta hormona o de su mecanismo de acción supone ralenti-

zar el proceso de maduración y aumentar la vida útil después de la cosecha (Argenta et al., 2003). La mayoría de las variedades de invierno requieren un periodo de frío para inducir la capacidad normal de maduración, por tanto necesitan la exposición a bajas temperaturas para estimular la producción de etileno endógeno y la subsiguiente maduración (Blankenship y Richarson, 1985).

Estudios recientes han demostrado que la aplicación poscosecha de 1-MCP retrasa considerablemente la maduración en muchas variedades de pera, incluyendo algunas peras de verano como 'Barlett' (Baritelle et al., 2001; Ekman et al., 2004; Trincherro et al., 2004) y 'Williams' (Calvo, 2003; Calvo 2004; Lafer, 2005) y otras de otoño e invierno tales como 'La France' (Hiwasa et al., 2003; Kubo et al., 2003); 'd'Anjou' (Baritelle et al., 2001; Argenta et al., 2003); 'Passe-Crassane' (Lelièvre et al., 1997) y 'Conference' (Eccher-Zerbini et al., 2005; Rizzolo et al., 2005). Las variedades de pera europeas en general se clasifican dentro de las que presentan una buena respuesta a la aplicación poscosecha de concentraciones relativamente bajas de 1-MCP.

Factores que afectan la aplicación de 1-MCP

Concentración, temperatura y duración del tratamiento

La concentración de 1-MCP requerida para saturar los sitios de unión de los receptores del etileno así como la persistencia del tratamiento difiere mucho entre las especies vegetales. La dosis mínima requerida es de 2.5 nL.L^{-1} en clavel (Sisler et al., 1996), mientras que en manzanas son eficaces las concentraciones a partir de 600 nL.L^{-1} . En parte, esta diferencia de comportamiento entre especies puede ser debida a una distinta afinidad por los receptores o a la síntesis de

nuevos receptores en los tejidos en crecimiento (Sisler y Serek, 2003).

Asimismo, las concentraciones efectivas de 1-MCP varían ampliamente con respecto al tiempo, temperatura y método de aplicación, existiendo una estrecha relación entre todos estos factores. Para una determinada dosis, la eficacia es menor al disminuir la temperatura y la duración del tratamiento. Existe la hipótesis de que las bajas temperaturas pueden reducir la afinidad del 1-MCP con los receptores del etileno. La temperatura también afecta a la síntesis de nuevos receptores, siendo ésta mayor a temperaturas elevadas.

Las peras son notablemente más sensibles a la exposición de 1-MCP que las manzanas (Blankenship y Dole, 2003; Crouch, 2003; Watkins y Miller, 2005). Por ello, en peras se han ensayado diferentes dosis aunque en general más bajas que las utilizadas en manzanas. Mattheis et al. (2000) encontraron que la inhibición de la maduración en peras mediante una sola aplicación de 1-MCP después de la cosecha, depende de la concentración dentro de un rango de 10 a 1000 nL.L^{-1} . Los resultados indican sin embargo que la eficacia del tratamiento depende de la variedad, al igual que en manzanas (Watkins et al., 2000).

Las temperaturas más adecuadas para la aplicación de este compuesto también son variables, desde muy bajas (entre -0.5 y 2°C) hasta temperaturas ambientales (18 - 20°C). La duración puede ir desde 10-12 horas hasta 20-24 horas, dependiendo de la dosis y la temperatura del tratamiento. Cuando la dosis y/o la temperatura son bajas, es necesario aplicar un tratamiento más prolongado y viceversa (comunicación personal AgroFresh).

Lafer (2005) demostró que una dosis de 125 nL.L^{-1} de 1-MCP, aplicado a 2°C durante 24 horas en peras 'Williams', no reduce las pér-

didadas debidas a pardeamiento interno durante el almacenamiento en atmósfera controlada, mientras que en 'Packham's Triumph', variedad con una mayor capacidad de conservación, sí reduce de forma significativa este desorden fisiológico. Dosis superiores de 625 nL.L⁻¹ no representan ninguna ventaja respecto a dosis más bajas para controlar alteraciones fisiológicas y podredumbres. En el estudio realizado por Calvo y Sozzi (2004) con peras 'Red Clapps' tratadas con 200 nL.L⁻¹ a 0-1°C durante 24 horas demostraron que la combinación del tratamiento con 1-MCP más la conservación en frío reduce significativamente los daños fisiológicos y el ablandamiento sin cambiar los atributos del sabor, evitando por tanto los problemas asociados a la sobremaduración. Ekman et al. en el año 2004 también reportaron que una exposición al 1-MCP entre 200 y 400 nL.L⁻¹ aplicada a 0°C durante 12 horas puede ser beneficiosa ya que reduce los desórdenes fisiológicos y retrasa la maduración en peras 'Barlett' durante el periodo de vida útil, después de la conservación. Resultados semejantes obtuvieron Trincherro et al. (2004) aplicando 400 nL.L⁻¹ de 1-MCP a una temperatura de 20°C durante 10 horas en peras 'Barlett', mostrando una inhibición temporal de la producción de etileno, un retraso del climaterio y también del ablandamiento y degradación de los tejidos.

Estado de madurez y momento de la aplicación

Cuando se aplica 1-MCP debe considerarse el estado de desarrollo del fruto. El estado de madurez en el momento de la cosecha es uno de los parámetros clave para la eficacia del 1-MCP durante la conservación frigorífica y la vida útil (Blankenship y Dole, 2003). Los mejores resultados en general se han obtenido cuando los frutos se cosechan y se

tratan antes del pico climatérico o al comienzo del mismo. Sin embargo, en peras el 1-MCP es capaz de suprimir la producción del etileno y el ablandamiento incluso cuando se aplica después de haber iniciado la maduración, aunque en ese caso se reduce la capacidad de respuesta al 1-MCP (Hiwasa et al., 2003).

La concentración requerida para inhibir el proceso de maduración depende por tanto del estado de madurez de los frutos en el momento del tratamiento (Sisler y Serek, 1997; Watkins et al., 2000). Calvo (2004) demostró en peras 'Williams' recolectadas en dos estados de madurez diferentes que la efectividad del 1-MCP decrece cuanto más avanzado es el estado de desarrollo; no obstante, los frutos cosechados tardíamente presentan una calidad superior al testigo. En ese estudio se ve que una dosis de 200 nL.L⁻¹ es efectiva aún para conservaciones prolongadas cuando los frutos son recolectados en el momento óptimo, mientras que para cosechas tardías se necesitan dosis más altas (400 y 500 nL.L⁻¹) para mantener la firmeza, la acidez y el color verde hasta 150 días. Resultados parecidos obtuvo Lafer (2005) en peras 'Williams', 'Bosc' y 'Packham's Triumph' tratadas con 1-MCP. Para una misma dosis de tratamiento, las peras recolectadas una semana después de la fecha óptima perdieron más firmeza que aquellas cosechadas en su estado óptimo de madurez.

La importancia del tiempo que transcurre desde la cosecha hasta el tratamiento con 1-MCP varía con la especie. Generalmente, cuando más precedero es el cultivo, más rápidamente debe ser aplicado después de la cosecha. En peras, si el tratamiento se hace antes de la conservación frigorífica, se recomienda tratar como máximo a los 7 días de la recolección, dependiendo de la variedad (comunicación personal, AgroFresh).

En peras, el tratamiento con 1-MCP también puede realizarse después de un periodo de frigoconservación. Sin embargo en este caso, se requieren dosis superiores a las dosis ensayadas en las aplicaciones previas a la conservación frigorífica. Así, un tratamiento con 400 nL L⁻¹ de 1-MCP en peras 'Bartlett' aplicado después de 30 días de frigoconservación es incapaz de disminuir el etileno inducido por el propio frío y retrasar el proceso de ablandamiento (Trincheró et al., 2004). En 'Passe-Crassane' la maduración puede inhibirse con 4000 nL.L⁻¹ de 1-MCP cuando se aplica después de 27 días a 0° C (Lelièvre et al., 1997). En peras 'La France' se han ensayado concentraciones muy elevadas de 1-MCP, entre 10 y 100 µL.L⁻¹, cuando la maduración debida a la exposición al frío ya se había iniciado (Kubo et al., 2003). Con 10 µL.L⁻¹ después de la conservación, se consiguió mantener la firmeza óptima de consumo durante un largo periodo de tiempo y se evitó el desarrollo de la descomposición interna y del escaldado de senescencia.

Por otro lado, también se han ensayado aplicaciones múltiples de 1-MCP a bajas concentraciones para superar el bloqueo de la maduración que produce en algunas ocasiones una sola aplicación con una concentración elevada. Una segunda aplicación de 1-MCP en peras 'Williams' después de 30 ó 60 días de conservación frigorífica produce una leve respuesta cuando las peras se tratan con 100 nL.L⁻¹ a la cosecha, pero no cuando se tratan con dosis más bajas (10 nL.L⁻¹). Peras conservadas durante 75 días en frío y tratadas en la cosecha con 100 nL.L⁻¹ de 1-MCP y 600 nL.L⁻¹ después de 60 días de frigoconservación, alcanzan la calidad de consumo 2 días más tarde que las tratadas únicamente con 100 nL.L⁻¹ en la cosecha o 4 días antes que las tratadas con 600 nL.L⁻¹ también en cosecha (Calvo, 2001). Resultados semejantes obtuvieron Trincheró et al. (2004), observando que aplicaciones entre

0.4 y 1.6 µL.L⁻¹ de 1-MCP a los 30 o 60 días después de la conservación no modifican de manera significativa los índices de madurez. Ekman et al. (2004) comprobaron que una reaplicación con dosis entre 200 y 400 nL.L⁻¹ de 1-MCP después de 4 semanas de conservación mantiene los frutos más verdes y firmes en contraste con la reaplicación a las 6 semanas. Según estos autores, los resultados sugieren que en frutos que han iniciado su proceso de maduración una reaplicación con 1-MCP es poco eficaz.

Respuestas fisiológicas del tratamiento con 1-MCP

Metabolismo del etileno y tasa de respiración

El tratamiento con 1-MCP inhibe la producción de etileno en los frutos climatéricos, de manera que se retrasan los procesos de ablandamiento y senescencia asociados a esta hormona. Sin embargo, la inhibición no persiste indefinidamente (Fan et al., 1999; Dong et al., 2002; Jeong et al., 2002; Ergun et al., 2005). Después de un periodo de tiempo se reinicia la producción de etileno dependiendo de varios factores entre ellos la dosis de 1-MCP aplicada, el estado de madurez y el tiempo y condiciones de conservación de los frutos.

Después de un período de tiempo que varía según la especie y la variedad, los tejidos vegetales tratados con 1-MCP recuperan parcialmente la sensibilidad al etileno. Como la unión o vinculación del 1-MCP a los receptores del etileno es en principio irreversible (Sisler et al., 1996), el reinicio de la maduración se da probablemente por la síntesis de nuevos receptores durante este periodo. La concentración de 1-MCP utilizada, la duración de la conservación (Watkins et al., 2000) y la madurez de los frutos en el

momento del tratamiento (Calvo, 2004) influyen en el tiempo que necesitan los frutos para reanudar el proceso de maduración. Sin embargo, en algunos ensayos con peras se ha visto que los frutos tratados con 1-MCP pierden la habilidad para madurar normalmente (Crouch, 2003; Chen y Spotts, 2005; Bai et al., 2006) quedando bloqueado este proceso.

En algunos frutos, y concretamente en peras, la inhibición de la producción de etileno por una aplicación de 1-MCP va paralela a una menor expresión de los genes que codifican las dos enzimas claves de la ruta biosintética del etileno: ACC (ácido 1-aminciclopropano-1-carboxílico) sintasa y ACC oxidasa (Lelievre et al., 1997).

Trincherro et al. (2004) observaron una clara inhibición de la producción de etileno en peras 'Barlett' tratadas con 400 nL.L⁻¹ de 1-MCP respecto a los frutos control. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Bai et al. (2006) en peras 'd'Anjou' tratadas con una concentración de 300 nL.L⁻¹, mientras que con dosis inferiores la inhibición es menor. En peras 'La France' se ha demostrado que una aplicación con una dosis elevada (20 µL.L⁻¹) inhibe la producción de etileno en los frutos en estado preclimatérico y la reduce en aquellos que han empezado su proceso de maduración (Hiwasa et al., 2003). Otros autores, en cambio, han comprobado que en peras tratadas con una dosis de 10 nL.L⁻¹ (Argenta et al., 2003) o de 500 nL.L⁻¹ de 1-MCP (Ekman et al., 2004), la producción de etileno no se inhibe totalmente aunque se retrasa varios meses el pico climatérico.

La inhibición de la producción de etileno depende de la dosis aplicada de 1-MCP, pero también depende del tiempo y de las condiciones de conservación. Según Rizzolo et al. (2005) la disminución de la producción de etileno en peras 'Conference' es mayor

con 50 nL.L⁻¹ de 1-MCP que con 25 nL.L⁻¹; y también se reduce en mayor grado en atmósfera controlada que en frío normal. Las mayores diferencias se observan para periodos de conservación prolongados.

El incremento en la respiración durante la maduración de los frutos climatéricos ha sido clásicamente asociado con el incremento del etileno. En general, el compuesto 1-MCP reduce la tasa de respiración en peras, pero no la inhibe totalmente (Argenta et al., 2003; Ekman et al., 2004; Trincherro et al., 2004). El efecto no es proporcional a la dosis aplicada, ya que a partir de una dosis efectiva, la reducción de la respiración no es mayor aunque se aumente la dosis (Argenta et al., 2003).

Metabolismo oxidante

Las condiciones ambientales durante la conservación frigorífica, tanto en frío normal como en atmósfera controlada, pueden inducir la acumulación de especies activas de oxígeno ('Active Oxygen Species' o AOS) y particularmente de peróxido de hidrógeno (Larrigaudière et al., 2001). La presencia de peróxido de hidrógeno en los tejidos puede ocasionar una degradación no enzimática de la membrana que acompaña a la aparición de desórdenes fisiológicos y a la senescencia (Miller, 1986).

El tratamiento con 1-MCP también induce importantes cambios en el metabolismo antioxidante de las peras durante la conservación frigorífica. Larrigaudière et al. (2004) demostraron que peras 'Blanquilla' tratadas con 100 nL.L⁻¹ de 1-MCP tenían niveles más bajos de peróxido de hidrógeno y ascorbato así como una capacidad antioxidante enzimática más elevada debida a una mayor actividad de las enzimas catalasa, peroxidasa y ascorbato peroxidasa a lo largo de la conservación frigorífica. Estos resultados

suponen una evidencia de que el beneficio del 1-MCP en el retraso de la maduración y la senescencia no se debe, exclusivamente, a su efecto sobre inhibición del etileno sino también de manera indirecta a su acción sobre el potencial antioxidante del fruto.

Efecto del 1-MCP sobre los parámetros de calidad

Evolución de la firmeza

La firmeza de la pera va disminuyendo durante los meses de conservación frigorífica, hasta alcanzar valores de 10 N o inferiores en frutos completamente maduros (firmeza medida por el método de Magness Taylor con un pistón de 8 mm de diámetro). Para una buena estimación organoléptica por parte del consumidor, la firmeza en peras no debería ser menor de 20 N en el momento del consumo. Minimizar el ablandamiento de la pulpa después de la cosecha, tanto durante el almacenamiento en frío como en la posterior vida útil o vida comercial, es la clave para mantener una buena calidad. El ablandamiento de la pulpa es etileno-dependiente, en consecuencia el 1-MCP puede retrasar ese proceso.

El descenso de la firmeza durante la conservación y vida útil depende de la variedad y del estado de madurez en cosecha. Después de la frigoconservación, el ablandamiento de los frutos se acelera debido a que la producción del etileno aumenta rápidamente a temperatura ambiente. La aplicación de 1-MCP antes de la conservación retarda el ablandamiento también durante la vida útil y mantiene los frutos con una firmeza comercial durante varios días adicionales con respecto a los frutos no tratados. Sin embargo, si la aplicación se realiza cuando los frutos ya han iniciado la maduración, el

efecto sobre la retención de la firmeza es mucho menor (Hiwasa et al., 2003).

La pérdida de firmeza, ocasionada por el ablandamiento de la pared celular, corre paralela a la producción de etileno. En peras, el efecto del 1-MCP sobre el ablandamiento se asocia con un descenso de la actividad de la enzima β -galactosidasa y con un efecto diferencial sobre la expresión de los genes que la codifican (Mwaniki et al., 2005), una reducción de la actividad glicosidasa (Trincheró et al., 2004) y una reducción del RNAm de los genes PG1 y PG2 de las poligalacturonasas pero no de los genes EG1 y EG2 de las endoglucanasas (Hiwasa et al., 2003). Según estos autores, los resultados sugieren que la expresión de los dos genes PG está regulada por el etileno mientras que la expresión de los EG es etileno-independiente.

Diversos trabajos evidencian la eficacia del tratamiento con 1-MCP para mantener la firmeza en las peras, tanto después de largos periodos de conservación frigorífica como después de unos días a temperatura ambiente. Los resultados difieren según las variedades estudiadas y la dosis de 1-MCP aplicada. Según Trincheró et al. (2004), peras 'Barlett' tratadas con 1-MCP y mantenidas de 6 días a 20°C son 75 N más firmes que las no tratadas. En la variedad 'Blanquilla', las peras tratadas con 100 nL.L⁻¹ mantienen una firmeza por encima de 49 N después de 5 meses de conservación frigorífica (Larrigaudière et al., 2004). Ensayos con peras 'Williams', han dado resultados variables según la fecha de cosecha y la dosis aplicada (Calvo, 2003). Este autor no observó diferencias significativas después de 60 días de conservación en la firmeza de las peras procedentes de cosechas tempranas y tratadas dentro de un rango de 100 a 600 nL.L⁻¹. En peras de cosechas tardías, la aplicación de 100 nL.L⁻¹ no fue suficiente para mantener niveles de firmeza aceptables

siendo necesarias aplicaciones por encima de 200 nL.L⁻¹. En ensayos posteriores se ha demostrado que la firmeza mantiene unos valores por encima de 20 N a los 180 días de conservación más 7 días de vida útil, independientemente de la dosis aplicada (200, 400 o 500 nL.L⁻¹ de 1-MCP), siempre que los frutos se recolecten en un estado de madurez óptimo. En cambio, si la cosecha es tardía se necesitan dosis mayores. El efecto del tratamiento también depende del periodo de vida útil después de la frigoconservación, de manera que se requieren dosis mayores para mantener una firmeza por encima de 20 N si los frutos permanecen 14 días a temperatura ambiente (Calvo, 2004).

En general se observa un efecto sinérgico entre el tratamiento con 1-MCP y la conservación en atmósfera controlada en el mantenimiento de la firmeza, aunque el comportamiento es variable en distintas variedades de pera (Eccher-Zerbini et al., 2005). El efecto es especialmente evidente después de periodos prolongados de vida útil (14 o 22 días) observándose diferencias significativas entre la atmósfera controlada y el frío normal (Rizzolo et al., 2005).

Producción de volátiles

El etileno regula la producción de componentes volátiles que contribuyen al aroma de los frutos climatéricos. El compuesto 1-MCP al reducir la producción de etileno, reduce la capacidad de producir estos volátiles. La duración de la respuesta viene determinada por las condiciones del tratamiento, y particularmente por el estado de madurez de los frutos en el momento de la aplicación. Sin embargo, el efecto no es irreversible sino que revierte cuando se inicia de nuevo la síntesis de etileno en los frutos (Mattheis et al., 2000).

En peras 'd'Anjou' se ha demostrado que el tratamiento con 1-MCP retrasa y reduce la producción de esteroides totales obteniéndose el máximo de estos compuestos a los 8 meses de conservación frigorífica, a diferencia de los frutos no tratados en los que la producción máxima se da a los 4 meses. La producción total de alcoholes y aldehídos no se retarda aunque sí disminuye. La producción de ácido acético también es menor entre los 2 y los 6 meses de conservación en los frutos tratados, pero no se presentan diferencias respecto al control, a los 8 meses (Argenta et al., 2003). Pese a esta reducción y retraso en la producción de volátiles, cuando los frutos tratados con 1-MCP empiezan a madurar la producción de volátiles es similar a la de los frutos control. Así en el ensayo anterior se observó que una aplicación de etileno después de la conservación estimuló la producción de algunos compuestos volátiles en los frutos tratados con 1-MCP, de manera que respondieron de igual forma a la aplicación exógena de etileno que los no tratados.

Eccher-Zerbini et al. (2005) demostraron también que en peras 'Conference' y 'Abbé Fetel' el tratamiento con 1-MCP tiene un efecto significativo en la reducción del total de volátiles. Los frutos tratados con 50 nL.L⁻¹ de 1-MCP redujeron la producción de volátiles tales como acetaldehído, metil acetato, metanol, etanol, butil acetato, butanol y etil butanoato. Estos compuestos generalmente se producen en altas cantidades en los frutos maduros y contribuyen al aroma característico de la pera madura.

El efecto del 1-MCP sobre la producción de volátiles y la calidad sensorial depende del tiempo de conservación y de la dosis aplicada. Rizzolo et al. (2005) comprobaron que la producción de volátiles en peras 'Conference' es mayor en los frutos control que en los tratados con 25 nL.L⁻¹ y en estos últimos mayor que en los tratados con 50 nL.L⁻¹. La

dosis más elevada, comparada con el control, provoca una menor producción de ésteres de acetato, etil butanoato, etanol, propanol, butanol, acetaldehído y propanal y una mayor producción de 3-metilbutil 2-metilbutanoato. Respecto a la calidad sensorial, los frutos control y los tratados con 25 nL.L⁻¹ alcanzan una calidad organoléptica óptima a las 14 semanas de almacenamiento, siendo más firmes, jugosos y aromáticos, mientras que los frutos tratados con 50 nL.L⁻¹ alcanzan estas características a las 22 semanas, cuando el resto de los frutos entra ya en una fase de deterioro.

Evolución del color

El compuesto 1-MCP reduce o retrasa la pérdida de color verde en diferentes frutas y hortalizas. Para muchos productos, especialmente vegetales de hoja y algunas variedades de manzana y también en algunas de peras, el mantenimiento del color verde es deseable en el mercado y el amarillamiento es considerado como un signo de senescencia (Watkins, 2006). Sin embargo, para otros frutos la pérdida de clorofila y el desenmascaramiento o la nueva síntesis de pigmentos coloreados es un aspecto esencial de la maduración (Kays, 1997). Por tanto, el éxito del uso del 1-MCP requiere un retraso, pero no una inhibición irreversible de los procesos que involucran el metabolismo de la pigmentación (Watkins, 2006).

Se ha comprobado que la aplicación de 1-MCP reduce la pérdida de color verde en peras 'Williams' tanto en conservación frigorífica como durante su posterior vida útil (Calvo, 2004). Los frutos tratados con 1-MCP presentan un valor del tono (ángulo Hue) mayor de 105°, por tanto mantienen el color verde hasta un período de 60 días de conservación más 7 días de vida útil, siempre que la cosecha se realice en el momento óptimo y hasta los 30 días cuando la cosecha

es más tardía. Para un periodo de vida útil más prolongado (14 días) el color varía hacia a un tono amarillento (Hue menor de 100°) en ambas cosechas.

Ekman et al. (2004) comprobaron asimismo que la aplicación de 1-MCP influye en la evolución del color en la variedad de peras 'Barlett'. Los frutos tratados tardan más días en alcanzar un tono amarillo (ángulo Hue igual o menor de 102°) que los frutos control. El efecto es variable respecto al tiempo de conservación y a la dosis aplicada. Estos autores ensayando aplicaciones de 500 y 1000 nL.L⁻¹, obtuvieron diferencias estadísticamente significativas después de 6 o 12 semanas de conservación a -1°C, mientras que a partir de las 18 semanas no se apreció ninguna diferencia respecto al control.

Isidoro y Almeida (2006) también encontraron diferencias en el color respecto a la dosis de 1-MCP aplicada en peras 'Rocha'. En este estudio, los frutos tratados con 500 o 1000 nL.L⁻¹ mantuvieron el color verde después de 120 días a 0°C más 7 días a 20°C, mientras que en los tratados con sólo 100 nL.L⁻¹ y en los no tratados el color amarillo se manifestó rápidamente durante el periodo de vida útil.

En la evolución del color además de la duración de la frigoconservación, influye también el régimen de almacenamiento. En peras 'Conference', después 22 semanas de conservación en frío normal más 7 días a 20°C el efecto del 1-MCP sobre el color aparece en los frutos tratados con 50 nL.L⁻¹, que presentan valores más elevados del tono (ángulo Hue) que los tratados con 25 nL.L⁻¹ y que los frutos sin tratar. En cambio, en atmósfera controlada, aunque durante todo el periodo de conservación los frutos tratados se mantienen más verdes que los control, a las 22 semanas no se detectan diferencias entre dosis (Rizzolo et al., 2005).

Contenido de ácidos orgánicos, azúcares y componentes nutricionales

El efecto del 1-MCP en la acidez titulable es variable, ya que muchas variedades se ven afectadas por el tratamiento pero otras no. Argenta et al. (2003) comprobaron en peras 'd'Anjou' que los valores de acidez titulable son superiores en los frutos tratados con 1-MCP que en los controles. Resultados similares obtuvo Lafer (2005) en un estudio efectuado con las variedades 'Williams', 'Bosc' y 'Packham's Triumph'. También Isidoro y Almeida (2006) observaron en pera 'Rocha' después de 120 días a 0 °C más 7 días a 20 °C que en los frutos tratados con dosis elevadas (500 o 1000 nL.L⁻¹) la acidez se mantiene constante y superior a la de los frutos no tratados o tratados con dosis más bajas (100 nL.L⁻¹). Con las dosis elevadas de 1-MCP se mantiene aproximadamente un valor de acidez de 1.4 g/L hasta los 14 días de vida útil, mientras que el resto de los frutos, a los 7 días ya presentan valores inferiores. Por otro lado, diversos estudios señalan que el tratamiento con 1-MCP no proporciona un efecto adicional (Trincherro et al., 2004) o consistente (Calvo, 2004) sobre la acidez en peras.

En cuanto al contenido de sólidos solubles en los frutos tratados con 1-MCP se podría esperar que fuera mayor que en aquellos no tratados, debido a la reducción que este compuesto provoca en la tasa de respiración. Sin embargo, se ha observado que el tratamiento puede aumentar, disminuir o no afectar al contenido de sólidos solubles, dependiendo de la especie, la variedad y las condiciones de conservación (Watkins, 2006). Algunos autores han demostrado que no existe efecto del tratamiento con 1-MCP en la concentración de sólidos solubles en las variedades de pera 'Beurré d'Anjou' (Calvo, 2003), 'Bosc' (Lafer, 2005), 'Packham's Triumph' (Calvo, 2003; Lafer, 2005), 'Bar-

lett' (Trincherro et al., 2004), 'Red Clapps' (después de al menos 45 días de conservación) (Calvo y Sozzi, 2004) y 'Williams' (Calvo, 2003; Calvo, 2004; Lafer, 2005). En otras variedades como 'Blanquilla' (Larrigaudiere et al., 2004) y 'Rocha' (Isidoro y Almeida, 2006) se ha detectado un contenido de sólidos solubles inferior en las peras tratadas.

El efecto de la aplicación de 1-MCP sobre la calidad nutricional ha sido poco estudiada (Watkins, 2006). Sin embargo en peras 'Blanquilla' tratadas con 1-MCP se ha visto que el contenido de ácido ascórbico (vitamina C) permanece a unos niveles más bajos que en los frutos sin tratar. Probablemente los niveles de ácido ascórbico decrecen en los frutos tratados debido a que aumenta la actividad de la enzima ascorbato peroxidasa que promueve la oxidación de este compuesto a dehidroascorbato (Larrigaudiere et al., 2004).

Pérdida de peso

Los resultados obtenidos en varios trabajos demuestran que el efecto del 1-MCP sobre la pérdida de peso durante la conservación no está del todo claro, ya que no son coincidentes para las distintas especies e incluso para las diferentes variedades de una misma especie. Según Calvo (2001a y 2001b) el 1-MCP no tiene efecto sobre la pérdida de peso en las variedades de pera 'Williams' y 'Beurré d'Anjou'. En 'Packham's Triumph', los resultados son variables entre autores; según Calvo (2001b) el tratamiento con 1-MCP no afecta mientras que según Moggia et al. (2002) reduce la pérdida de peso en esta variedad.

En otros casos se ha comprobado que el efecto del 1-MCP sobre la pérdida de peso es dependiente del estado de madurez de los frutos en el momento de la aplicación

del producto. Así, en un estudio realizado por Calvo (2004) con la variedad 'Williams', se vio que las peras cosechadas en el momento óptimo y tratadas con 1-MCP presentaban una menor deshidratación durante 150 días de conservación frigorífica. Sin embargo, en las peras cosechadas tardíamente, el tratamiento con 1-MCP no afectaba de manera significativa a la pérdida de peso.

Por otro lado, contradiciendo los resultados anteriores, Mitcham *et al.* (2001) afirman que peras tratadas con 1-MCP y conservadas en atmósfera normal tienen un mayor riesgo de pérdida de humedad y por consiguiente de pérdida de peso, que las conservadas en atmósfera controlada. Mattheis *et al.* (2000) sostienen que este mayor riesgo de deshidratación en los frutos tratados con 1-MCP se debe a una menor cantidad de componentes cuticulares lipídicos en la piel del fruto después del tratamiento. Como estos componentes lipídicos contribuyen a reducir la pérdida de humedad, el riesgo de deshidratación aumenta. Sin embargo, ambas referencias coinciden en que mediante un manejo adecuado de la humedad, este efecto puede contrarrestarse.

Efecto del 1-MCP sobre los desórdenes fisiológicos, los daños mecánicos y las podredumbres

La pera es una fruta sensible a las alteraciones o desórdenes fisiológicos de piel y pulpa que se desarrollan durante la conservación frigorífica. Estos desórdenes provocan una pérdida parcial o total del valor comercial de la fruta. Los desórdenes externos más habituales en pera son el escaldado superficial (en las variedades sensibles) y los daños físicos o mecánicos (daños por impacto, compresión y vibración). Entre los desórdenes internos destacan el corazón pardo ('brown heart'), la descomposición interna

('internal breakdown'), el pardeamiento interno ("internal browning") y los desórdenes asociados a la senescencia que afectan tanto a la piel como a la pulpa. Resulta deseable por tanto, el desarrollo de protocolos para el uso comercial del 1-MCP en peras para prevenir estas alteraciones.

Escaldado superficial

Diversos estudios realizados en diferentes variedades de pera indican que el tratamiento con 1-MCP reduce la incidencia y severidad del escaldado superficial, demostrando que puede ser un sustituto efectivo de los antiescaldantes difenilamina y etoxiquina. El 1-MCP ha resultado muy efectivo para prevenir el escaldado superficial en peras 'Beurré d'Anjou' y 'Packham's Triumph' (Calvo, 2003). Por ejemplo, dosis de 200 nL.L⁻¹ en 'Beurré d'Anjou' y de 400 nL.L⁻¹ en 'Packham's Triumph' inhiben totalmente el desarrollo de escaldado después de 270 días de conservación más 14 días de vida útil. Otros autores afirman sin embargo que el escaldado superficial se reduce gracias a la aplicación de 1-MCP, pero no se controla totalmente (Argenta *et al.*, 2003; Lafer, 2005). Rizzolo *et al.* (2005) indican que después de 22 semanas de conservación, tanto en frío normal como en atmósfera controlada el tratamiento con dosis bajas de 1-MCP (25 o 50 nL.L⁻¹) no resulta eficaz para reducir el escaldado superficial en peras 'Conference'. Eccher-Zerbini *et al.* (2005) afirman que el 1-MCP no puede sustituir a la atmósfera controlada en el control de esta alteración, pero sí reforzar su efecto. El 1-MCP parece ser más efectivo en las variedades que tienen tasas de producción de etileno más bajas.

Es necesario tener en cuenta que un control total del escaldado superficial mediante la aplicación de 1-MCP podría inhibir por completo el proceso de maduración de las peras

dependiendo de la dosis aplicada. Ekman et al. (2004) comprobaron que un tratamiento con dosis elevadas de 1-MCP (1000 nL.L^{-1}) evita la manifestación de escaldado superficial en 'Barlett' pero no permite que los frutos maduren normalmente después de la conservación frigorífica. Bai et al. (2006) observaron que el escaldado superficial en peras 'd'Anjou' no se controla con dosis de 25 nL.L^{-1} o inferiores, mientras que utilizando dosis de 300 nL.L^{-1} disminuye la incidencia de escaldado, pero las peras se mantienen duras, con una firmeza superior a 27 N y no alcanzan la calidad de consumo. Dosis intermedias de 50 nL.L^{-1} permiten alcanzar la madurez de consumo a la vez que reducir de forma substancial, aunque no controlar totalmente el escaldado.

El origen bioquímico del escaldado superficial ha sido relacionado con la acumulación de α -farnaseno y de compuestos trieno conjugados (CTH) en la piel de los frutos durante la conservación a bajas temperaturas (Soria y Recasens, 1997). Los CTH son resultado de la oxidación *in vivo* del α -farnaseno y son considerados como los agentes causales del escaldado superficial (Rowan et al., 1995; Whitaker et al., 1997). Isidoro y Almeida (2006) examinando el efecto del tratamiento con 1-MCP en los niveles de α -farnaseno y CTH en peras 'Rocha', encontraron que dosis de 500 y 1000 nL.L^{-1} inhiben el desarrollo de escaldado superficial porque reducen la acumulación de estos compuestos durante la conservación. Resultados similares se han obtenido en peras 'd'Anjou' tratadas con 300 nL.L^{-1} (Gapper et al., 2006).

En peras 'Conference' tratadas con 25 o 50 nL.L^{-1} de 1-MCP y conservadas hasta 14 semanas en frío normal, los contenidos de α -farnaseno disminuyen por efecto del tratamiento, pero para periodos más largos (22-25 semanas) no se aprecian prácticamente diferencias respecto a los frutos control (Eccher Zerbini et al., 2005; Rizzolo et

al., 2005). Los diferentes compuestos trieno conjugados evolucionan de forma distinta. La concentración de los compuestos CT258 durante las primeras semanas de conservación es más elevada en los frutos tratados y va disminuyendo de manera que al final de la conservación la concentración es mayor en los frutos control. En cambio, los valores de los compuestos CT281 en los frutos tratados se mantuvieron siempre por debajo de los detectados en los frutos control.

Se ha comprobado en peras "d'Anjou" (Gapper et al., 2006) que la aplicación de 1-MCP inhibe la expresión de PcAFS1, gen que codifica la enzima α -farnaseno sintetasa (AFS) reduciendo la síntesis y oxidación de α -farnaseno y por tanto la acumulación de CTH y retrasando el desarrollo de escaldado superficial. Un mecanismo similar se ha identificado en manzanas 'Law Rome' (Pechous et al., 2005), de donde se deduce que la regulación de la actividad y expresión de AFS es una herramienta para el control del escaldado superficial en estos frutos.

Daños mecánicos

El ablandamiento de las peras debido a la maduración incrementa su susceptibilidad a los daños físicos; los frutos parcial o totalmente maduros son mucho más susceptibles a las magulladuras por vibración e impacto. Según Calvo y Sozzi (2004), la aplicación de 200 nL.L^{-1} de 1-MCP en peras 'Red Clapps' puede proporcionar una mayor flexibilidad y resistencia para resistir los posibles daños físicos ocasionados en las diferentes operaciones comerciales como la clasificación, el envasado y el transporte. Como el tratamiento con 1-MCP retrasa la senescencia, también reduce las alteraciones propias de este estado del fruto, por ejemplo el escaldado de senescencia en peras 'd'Anjou' (Argenta et al., 2003), 'Abbé Fétel' (Eccher

Zerbini et al., 2005), 'Bon Chretien' y 'Packham's Triumph' (Crouch, 2003) y en peras 'La France' disminuye el pardeamiento interno debido a la senescencia (Kubo et al., 2003).

Desórdenes internos

La aplicación de 1-MCP se ha mostrado eficaz en el control de alteraciones internas del fruto, aunque en muchos casos el control de estas alteraciones depende de la variedad y de la dosis de 1-MCP. Según Argenta et al. (2003) en peras 'd'Anjou' el tratamiento con una dosis de 100 nL.L⁻¹ es suficiente para controlar el pardeamiento interno y el escaldado de senescencia después de 6 u 8 meses de conservación frigorífica. En peras 'Red Clapp's' una dosis de 100 nL.L⁻¹ no es suficiente para disminuir la incidencia de descomposición interna, mientras que aumentando la dosis a 200 nL.L⁻¹ se reduce la manifestación de los síntomas durante un periodo de 14 días a 20°C después de 60 días a -0,5°C (Calvo y Sozzi, 2004).

Asimismo Ekman et al. (2004) han evidenciado una reducción de la descomposición interna en peras 'Barlett' tratadas con 1-MCP. Después de 18 semanas de conservación a -1°C más 8 días a 20°C, en los frutos tratados con una dosis de 500 nL.L⁻¹ la incidencia de esta alteración se reduce al 10% frente a los no tratados que presentan una incidencia igual o superior al 50 %. Después de 24 semanas en los frutos tratados con 500 nL.L⁻¹ la incidencia de la alteración aumenta al 50% mientras que en los tratados con una dosis de 1000 nL.L⁻¹ no se observa ningún fruto afectado.

Lafer (2005) después de estudiar el efecto del tratamiento con 1-MCP en distintas variedades de pera indica que la incidencia de alteraciones asociadas a una recolección

tardía, como el pardeamiento interno, el corazón pardo o la presencia de cavidades, se reducen significativamente con el tratamiento de 1-MCP, aunque depende del año evaluado, y de que la variedad sea más sensible ('Williams' y 'Bosc') o menos ('Packham's Triumph').

Podredumbres

El tratamiento con 1-MCP también puede modificar el desarrollo de podredumbres, aunque las respuestas son muy variables entre especies y condiciones de aplicación. Las podredumbres originadas por los hongos *Penicillium expansum*, *Alternaria spp.* y *Botrytis cinerera* son las más habituales en peras después de prolongados períodos de conservación frigorífica (Lafer, 2005). La capacidad del 1-MCP para reducir estas podredumbres varía considerablemente según la variedad y el estado de madurez del fruto. Argenta et al. (2003) comprobaron que el tratamiento con 230 nL.L⁻¹ de 1-MCP disminuye la incidencia de podredumbres, al igual que lo observado en los desórdenes fisiológicos, pero de manera significativa únicamente en 'Williams' y 'Packham's Triumph'. También los frutos de una cosecha tardía presentan más podredumbres por hongos en comparación con los de la cosecha óptima o más temprana.

Se conoce poco acerca de cómo afecta el tratamiento con 1-MCP sobre las infecciones por patógenos. Según Saftner et al. (2003) 1-MCP puede reducir las podredumbres en manzanas gracias a que el tratamiento mantiene la firmeza y por tanto aumenta la resistencia a la infección. En melocotón la resistencia en los frutos tratados se ha correlacionado con una mayor actividad de las enzimas fenilalanina amonioliasa (PAL), polifenoloxidasas (PPO) y peroxidasa (POD) (Liu et al., 2005). En fresas, un incremento de susceptibilidad a las podredumbres en

los frutos tratados con elevadas concentraciones de 1-MCP puede estar asociado con una baja actividad de la PAL (Jiang et al., 2001). En principio, el retraso de la maduración asociado a la reducción de la producción de etileno puede aumentar la resistencia a la infección (Watkins, 2006). Sin embargo, se necesitan pequeñas cantidades de etileno endógeno para mantener los niveles básicos de resistencia a los estreses patológicos y medioambientales debido al efecto de esta hormona sobre la regulación de los genes de defensa que actúan contra el estrés (Marcos et al., 2005).

Bloqueo de la maduración en peras tratadas con 1-MCP

Dependiendo del producto hortícola al que se aplique el compuesto 1-MCP, puede ser deseable que la respuesta persista indefinidamente (como en las hortalizas de hoja) o bien que remita (como es el caso de los frutos climatéricos), permitiendo que pasado un cierto tiempo después del tratamiento los frutos maduren correctamente y alcancen las características organolépticas deseadas por el consumidor (Watkins, 2006).

A diferencia de las manzanas, la calidad óptima de consumo en muchas de las variedades de pera se alcanza cuando los frutos están blandos a la vez que se mantienen jugosos. La aplicación comercial de 1-MCP en variedades europeas es potencialmente problemático ya que en varios ensayos experimentales se observa que las peras tratadas con 1-MCP no llegan a recobrar su habilidad para madurar, y el efecto residual del tratamiento no se disipa fácilmente después de un período de conservación en frío ya que las peras mantienen una firmeza elevada y el color característico del estado inmaduro (Argenta et al., 2003; Ekman et

al., 2004; Trincherro et al., 2004; Chen y Spotts, 2005).

Las peras 'Barlett' y 'd'Anjou,' si no se tratan con 1-MCP, normalmente maduran después de la conservación frigorífica a lo largo de un periodo de vida útil de 5 y 7 días respectivamente y alcanzan su calidad de consumo con una firmeza de la pulpa entre 14 y 23 N (Chen et al., 2003). Sin embargo aplicando una dosis de 1-MCP igual o superior a 30 nL.L⁻¹ en peras 'Barlett', éstas pierden completamente su capacidad de madurar, sin alcanzar la firmeza óptima de consumo después de 3-5 meses de frigoconservación (Chen y Spotts 2005). Bai et al. (2006) en un ensayo realizado en 2003 también encontraron que aplicando una dosis de 300 nL.L⁻¹ en peras 'Barlett' y 'd'Anjou', los frutos no maduran normalmente después de la conservación.

La respuesta al tratamiento y la posterior capacidad para madurar correctamente después de la conservación en frío depende de la variedad, de la dosis aplicada y del tiempo que las peras permanecen en la cámara frigorífica. En peras 'Williams' una concentración de 10 nL.L⁻¹ de 1-MCP no es suficiente para inhibir la maduración mientras que las dosis más altas (100, 200, 400 y 600 nL.L⁻¹) aunque tampoco llegan a inhibirla, la retrasan (Calvo, 2003). Cuando se usan las dosis de 400 y 600 nL.L⁻¹ y las peras se conservan por un período de 90 días se necesitan más de 20 días a temperatura ambiente para adquirir la calidad de consumo. Estas mismas dosis (400 y 600 nL.L⁻¹) inhiben la capacidad normal de maduración en peras 'Beurré d'Anjou' y 'Packham's Triumph' cuando se conservan 90 y 150 días en frío. Aplicando la dosis de 400 nL.L⁻¹ se necesitan 15 días a 20°C para adquirir una calidad comestible, después de 210 días de conservación frigorífica en 'Beurré d'Anjou' o 270 días en 'Packham's Triumph'. Con una dosis de 600 nL.L⁻¹, 'Beurré d'Anjou' requiere 11 días para

madurar después de 270 días de frigoconservación mientras que 'Packham's Triumph' no llega a madurar normalmente.

Según un estudio de Crouch (2003) con dosis de 300 a 1000 nL.L⁻¹ en las variedades 'Bon Chretien' y 'Packham's Triumph', las peras tratadas permanecen más firmes que las no tratadas (69 N y 40 N respectivamente) a la vez que tampoco se produce un cambio de color después de 7 días a 15°C, permaneciendo verdes mientras que los testigos maduran normalmente. Los frutos tratados sólo cambian a un color amarillo después de un periodo de 3 semanas a 15°C. Sin embargo, las peras de las cosechas más tardías recuperan mejor la maduración durante el almacenamiento a 15°C que las de las cosechas más tempranas. Estos resultados demuestran que la respuesta al tratamiento con 1-MCP en peras es también dependiente del estado de maduración de los frutos en el momento de la aplicación del 1-MCP.

Todos estos resultados sugieren que el 1-MCP tiene un efecto residual prolongado en pera y/o hay un lapso de tiempo antes de que los niveles de etileno permitan una respiración normal en los frutos y puedan darse los procesos propios de la maduración. Considerando que 1-MCP se une irreversiblemente a los sitios de unión de los receptores del etileno (Sisler et al., 1996), una aplicación exógena o la propia síntesis de etileno no pueden superar este efecto hasta que se generen nuevos receptores (Crouch, 2003).

Existe un debate acerca de las principales causas fisiológicas que llevan a recobrar la habilidad para madurar en peras tratadas con 1-MCP. La síntesis de nuevos receptores y, probablemente, la disociación del 1-MCP de los sitios de unión de los receptores del etileno después de períodos largos de tiempo son las dos hipótesis que pueden explicar la reanudación del proceso de maduración

(Blankenship y Dole, 2003). En cualquier caso, las condiciones de la aplicación de 1-MCP (concentración, temperatura, y duración del tratamiento) deberían permitir que las peras maduren normalmente después de un tiempo de conservación, para alcanzar los parámetros óptimos de comercialización y consumo.

Para evitar el problema del bloqueo de la maduración en peras debido al tratamiento con 1-MCP, Crouch (2003) propone utilizar dosis más bajas o reducir el tiempo de aplicación mientras que Bai et al. (2006) en principio sugieren el uso de tratamientos de acondicionamiento térmico después de la conservación frigorífica, para no modificar la dosis de 300 nL.L⁻¹ que se aplica a nivel comercial.

Bai et al. (2006) identificaron que la mejor combinación de acondicionamiento en peras 'Barlett' tratadas con 300 nL.L⁻¹ de 1-MCP es de 10 días a 20°C o 20 días a 10°C, si los frutos han permanecido 2 meses en frío normal o 4 meses en atmósfera controlada, y de 10 días a 15°C, para conservaciones de 4 meses en frío normal y 6 meses de atmósfera controlada. Con esta combinación tiempo-temperatura, las peras mantienen una firmeza de la pulpa por encima de 45 N y pueden ser transportadas y distribuidas sin riesgo de daños mecánicos. Los frutos maduran durante los días siguientes a 20°C hasta alcanzar una firmeza inferior a 27 N (calidad comestible) en aproximadamente 7 días más tarde que los controles. Sin embargo, en este mismo ensayo se determinó que en peras 'd'Anjou' tratadas con 300 nL.L⁻¹ de 1-MCP ninguna combinación de preacondicionamiento de 10-20°C durante 5-20 días permite alcanzar un ablandamiento o madurez de consumo. Las peras de esta variedad sólo maduran reduciendo la dosis aplicada, necesitando un periodo de vida útil de aproximadamente 7 días cuando la

dosis es inferior a 25 nL.L⁻¹ y de 21 días para tratamientos con 50 nL.L⁻¹ de 1-MCP.

En vista de los estudios anteriores, se hace necesario continuar las investigaciones sobre los efectos concretos que el 1-MCP provoca en las distintas variedades de pera y ajustar las condiciones del tratamiento en cuanto a dosis, temperatura, tiempo y momento de aplicación. Asimismo se requiere ensayar distintos sistemas para evitar que se altere la capacidad de madurar de los frutos después de un periodo de conservación frigorífica y alcanzar los valores de firmeza, color, aromas y ausencia de alteraciones fisiológicas que permitan una buena comercialización.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado con el soporte económico de una beca predoctoral MAEC-AECI, del Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación y la Agencia Española de Cooperación Internacional. Se agradece también a la empresa AgroFresh por su ayuda financiera.

Bibliografía

- Argenta LC, Fan XT, Mattheis JP, 2003. Influence of 1-methylcyclopropene on ripening, storage life, and volatile production by d'Anjou cv. pear fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51: 3858-3864.
- Bai J, Mattheis JP, Reed N, 2006. Re-initiating softening ability of 1-methylcyclopropene-treated 'Bartlett' and 'd'Anjou' pears after regular air or controlled atmosphere storage. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 81: 959-964.
- Baritelle AL, Hyde GM, Fellman JK, Varith J, 2001. Using 1-MCP to inhibit the influence of ripening on impact properties of pear and apple tissue. *Postharvest Biology and Technology*. 23: 153-160.
- Blankenship SM, Dole JM, 2003. 1-Methylcyclopropene: A review. *Postharvest Biology and Technology*. 28: 1-25.
- Blankenship SM, Richardson DG, 1985. Development of ethylene biosynthesis and ethylene-induced ripening in d'Anjou pears during the cold requirement for ripening. *Journal of American Society for Horticultural Science*. 110: 520-523.
- Calvo G, 2001a. Efecto del 1-metilciclopropeno en peras cv. Williams cosechadas con dos estados de madurez diferentes. Informe convenio Rohm and Haas. INTA Alto Valle, Río Negro, Argentina. 33p.
- Calvo G, 2001b. Efecto del 1-MCP sobre la madurez y control de escaldadura en peras cv. Beurré D'anjou y Packham's Triumph. Informe convenio Rohm and Haas. INTA Alto Valle, Río Negro, Argentina. 53p.
- Calvo G, 2003. Effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on pear maturity and quality. *Acta Horticulturae*. 628 (Vol 1): 203-211.
- Calvo G, 2004. Effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on William's pears harvested in two stage of maturity. *RIA, Revista de Investigaciones Agropecuarias*. 33: 3-25.
- Calvo G, Sozzi GO, 2004. Improvement of postharvest storage quality of 'Red Clapp's' pears by treatment with 1-methylcyclopropene at low temperature. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 79: 930-934.
- Chen PM, Spotts RA, 2005. Changes in ripening behaviors of 1-MCP-treated 'd'Anjou pears after storage. *International Journal of Food Science*. 5: 3-18.
- Chen PM, Varga DM, Seavert CF, 2003. Developing a value-added fresh-cut 'd'Anjou' pear product. *HortTechnology*. 13: 314-320.
- Crouch I, 2003. 1-Methylcyclopropene (Smart-Fresh™) as an alternative to modified atmosphere and controlled atmosphere storage of

- apples and pears. *Acta Horticulturae*. 600: 433-439.
- DeEll JR, Murr DP, Porteous MD, Rupasinghe HPV, 2002. Influence of temperature and duration of 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment on apple quality. *Postharvest Biology and Technology*. 24: 349-353.
- Dong Li, Lurie S, Zhou HongWei, 2002. Effect of 1-methylcyclopropene on ripening of 'Canino' apricots and 'Royal Zee' plums. *Postharvest Biology and Technology* 24: 135-145.
- Eccher-Zerbini P, Cambiaghi P, Grassi M, Rizzolo A, 2005. The effect of 1-MCP on the quality of 'Conference' and 'Abbe Fetel' pears. *Acta Horticulturae*. 671: 397-403.
- Ekman JH, Clayton M, Biasi WV, Mitcham EJ, 2004. Interactions between 1-MCP concentration, treatment interval and storage time for 'Bartlett' pears. *Postharvest Biology and Technology*. 31: 127-136.
- Ergun M, Jeong JW, Huber DJ, Cantliffe DJ, 2005. Suppression of ripening and softening of 'Galia' melons by 1-methylcyclopropene applied at pre-ripe or ripe stages of development. *HortScience*. 40: 170-175.
- Fan XueTong, Blankenship SM, Mattheis JP, 1999. 1-Methylcyclopropene inhibits apple ripening. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 124: 690-695.
- Gapper NE, Bai JH, Whitaker BD, 2006. Inhibition of ethylene-induced alpha-farnesene synthase gene PcAFS1 expression in 'd'Anjou' pears with 1-MCP reduces synthesis and oxidation of alpha-farnesene and delays development of superficial scald. *Postharvest Biology and Technology*. 41: 225-233.
- Hiwasa K, Kinugasa Y, Amano S, Hashimoto A, Nakano R, Inaba A, Kubo Y, 2003. Ethylene is required for both the initiation and progression of softening in pear (*Pyrus communis* L.) fruit. *Journal of Experimental Botany*. 54: 771-779.
- Isidoro N, Almeida DPF, 2006. Alpha-farnesene, conjugated trienols, and superficial scald in 'Rocha' pear as affected by 1-methylcyclopropene and diphenylamine. *Postharvest Biology and Technology*. 42: 49-56.
- Jeong J, Huber DJ, Sargent SA, 2002. Influence of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on ripening and cell-wall matrix polysaccharides of avocado (*Persea americana*) fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 25: 241-256.
- Jiang Y, Joyce DC, Terry LA, 2001. 1-Methylcyclopropene treatment affects strawberry fruit decay. *Postharvest Biology and Technology*. 23: 227-232.
- Kappel F, Fisherfleming R, 1995. Ideal pear sensory attributes and fruit characteristics. *HortScience*. 30: 988-993.
- Kays SJ, 1997. *Postharvest physiology of perishable plan products*. Athens: Georgia Exon Press.
- Kubo Y, Hiwasa K, Owino W, Nakano R, Inaba A, 2003. Influence of time and concentration of 1-MCP application on the shelf life of pear 'La France' fruit. *HortScience*. 38 (7): 1414-1416.
- Lafer G, 2005. Effects of 1-MCP treatments on fruit quality and storability of different pear varieties. *Acta Horticulturae*. 682 (Vol 2): 1227-1231.
- Larrigaudiere C, Lenthéric I, Pintó E, Vendrell M, 2001. Short-term effects of air and controlled atmosphere storage on antioxidant metabolism in 'Conference' pears. *Journal of Plant Physiology*. 158: 1015-1022.
- Larrigaudiere C, Vilaplana R, Soria Y, Recasens I, 2004. Oxidative behaviour of 'Blanquilla' pears treated with 1-methylcyclopropene during cold storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 84: 1871-1877.
- Lelievre JM, Tichit L, Dao P, Fillion L, Nam Young-Woo, Pech J.C.; Latche, 1997. Effects of chilling on the expression of ethylene biosynthetic genes in Passe-Crassane pear (*Pyrus communis* L.) fruits. *Plant Molecular Biology*. 33: 847-855.
- Liu HongXia, Jiang WeiBo, Zhou LiGang, Wang BaoGang, Luo YunBo, 2005. The effects of 1-methylcyclopropene on peach fruit (*Prunus persica* L. cv. Jiubao) ripening and disease resistance. *International Journal of Food Science & Technology*. 40: 1-7.

- Ma S, Chen PM, Mielke EA, 2000. Storage life and ripening behavior of 'Cascade' pears as influenced by harvest maturity and storage temperature. *Journal of American Pomological Society*. 54: 138-147.
- Marcos JF, Gonzales-Candelas L, Zacarias L, 2005. Involvement of ethylene biosynthesis and perception in the susceptibility of citrus fruits to *Penicillium digitatum* infection and the accumulation of defence-related mRNAs. *Journal of Experimental Botany*. 56: 2183-2193.
- Mattheis JP, Fan X, Argenta LCA, 2000. Manipulation of 'Barlett' pear fruit ripening with 1-MCP. In *Septiembre 4-9, Anonymous*. 263-265p.
- Miller AR, 1986. Oxidation of cell wall polysaccharides by hydrogen peroxide: A potential mechanism for cell wall breakdown in plants. *Biochemical Biophysical Research Communications*. 141: 283-244.
- Mir NA, Curell E, Khan N, Whitaker M, Beaudry RM, 2001. Harvest maturity, storage temperature, and 1-MCP application frequency alter firmness retention and chlorophyll fluorescence of 'Redchief Delicious' apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 126: 618-624.
- Mitcham B, Mattheis J, Bower J, Biasi B, Clayton M, 2001. Responses of European Pears to 1-MCP. *Perishables Handling Quarterly*. 108: 16-19.
- Moggia C, Pereira M, Yuri J, 2002. Effectiveness of application of SmartFresh (1-MCP) in Packham's Triumph pears. *Revista Fruticola*. 22:3.
- Mwaniki MW, Mathooko FM, Matsuzaki M, Hiwasa K, Tateishi A, Ushijima, K., Nakano, R., Inaba, A., Kubo Y., 2005. Expression characteristics of seven members of the beta -galactosidase gene family in 'La France' pear (*Pyrus communis* L.) fruit during growth and their regulation by 1-methylcyclopropene during postharvest ripening. *Postharvest Biology and Technology*. 36: 253-263.
- Pechous SW, Watkins CB, Whitaker BD, 2005. Expression of α -farnesene synthase gene AFSI in relation to levels of α -farnesene and conjugated trienols in peel tissue of scald-susceptible 'Law rome' and scald-resistant 'Idared' apple fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 35: 125-132.
- Pre-Aymard C, Weksler A, Lurie S, 2003. Responses of 'Anna', a rapidly ripening summer apple, to 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology*. 27: 163-170.
- Rizzolo A, Cambiaghi P, Grassi M, Eccher Zerbini P, 2005. Influence of 1-methylcyclopropene and storage atmosphere on changes in volatile compounds and fruit quality of conference pears. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53: 9781-9789.
- Rowan DD, Allen JM, Fiedler S, Spicer JA, Brimble MA, 1995. Identification of conjugated triene oxidation products of α -farnesene and conjugated trienols in apple skin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 43: 2040-2045.
- Rupasinghe HPV, Murr DP, Paliyath G, Skog L, 2000. Inhibitory effect of 1-MCP on ripening and superficial scald development in 'McIntosh' and 'Delicious' apples. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 75: 271-276.
- Saftner RA, Abbott JA, Conway WS, Barden CL, 2003. Effects of 1-methylcyclopropene and heat treatments on ripening and postharvest decay in 'Golden Delicious' apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 128: 120-127.
- Sisler EC, Dupille E, Serek M, 1996. Effects of 1-methylcyclopropene and methylcyclopropene on ethylene binding and ethylene action on cut carnation. *Plant Growth Regulation*. 18: 79-86.
- Sisler EC, Serek M, 2003. Compounds interacting with the ethylene receptor in plants. *Plant Biology*. 5: 473-480.
- Sisler EC, Serek M, 1997. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: Recent developments. *Physiology Plantarum*. 100: 577-582.
- Soria Y, Recasens I, 1997. Superficial scald in apples. *ITEA Producción Vegetal*. 93: 49-64.

- Trincherò GD, Sozzi GO, Covatta F, Frascina AA, 2004. Inhibition of ethylene action by 1-methylcyclopropene extends postharvest life of 'Bartlett' pears. *Postharvest Biology and Technology*. 32: 193-204.
- Watkins CB, 2006. The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. *Biotechnology Advances*. 24: 389-409.
- Watkins CB, Miller WB, 2005. 1-Methylcyclopropene (1-MCP) based technologies for storage and shelf-life extension. *Acta Horticulturae*. 687: 201-207.
- Watkins CB, Nock JF, Whitaker BD, 2000. Responses of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions. *Postharvest Biology and Technology*. 19: 17-32.
- Whitaker BD, Solomos T, Harrison PA, 1997. Quantification of α -farnesene and its conjugated trienol oxidation products from apple peel by C18-HPLC with UV detection. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 45: 760-765.
- (Aceptado para publicación el 26 de diciembre de 2007)

Características de calidad y composición de distintos cultivares de coliflor con destino al procesado mínimo

A. Simón

Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agroalimentario de la Rioja. Crta. Logroño-Mendavia, NA-134 km 87, 26071 Logroño. E-mail: postcosecha.cida@larioja.org

Resumen

Se ha estudiado el comportamiento de cinco cultivares de coliflor cortada en floretes, envasados en cuatro tipos de film plástico y mantenidos a 5 °C durante 13 días. Se determinaron las atmósferas en el interior de los envases, el color, la textura, el pardeamiento del corte, la detección de olor extraño, el ácido ascórbico y los polifenoles totales.

Los cultivares Lorien y Cristalino fueron los que más modificaron la atmósfera sobre todo con el film de PVC no perforado, alcanzando niveles de CO₂ del 8% y niveles de O₂ cercanos o inferiores al 2%, aunque en ningún caso se detectó olor extraño. El cultivar E51100 resultó de buena calidad para el procesado mínimo, con un elevado nivel de ácido ascórbico y de polifenoles totales. El cultivar Lorien presentó cortes muy oscurecidos por lo que no se considera adecuado para el procesado mínimo. Los cultivares Caprio y Cristalino sufrieron una importante alteración de la textura. El cultivar May Fair tuvo un comportamiento aceptable para el procesado mínimo. El ácido ascórbico, en general, se mantuvo o incluso aumentó durante el almacenamiento y también se produjo un incremento importante de los polifenoles totales.

Palabras clave: *Brassica oleracea* cv. Botritis, atmósferas modificadas, color, textura, ácido ascórbico, polifenoles totales.

Summary

Quality characteristics of cauliflower cultivars for minimal processing

The behaviour of five cultivars of minimally processed cauliflower, packaged in four different plastic films and stored at 5°C for up to 13 days, was studied. Atmospheres generated inside the packages, colour, texture, cut darkening, off-odour, ascorbic acid and total phenols content were determined.

The cultivars that most modified the atmosphere inside the packages were Lorien and Cristalino mainly in non-perforated PVC film. Off-odours were not detected.

E51100 cultivar was characterized by good quality for minimal processing and high ascorbic acid and phenols content. Lorien cultivar showed very dark cuts, being considered not adequate for minimal processing. Caprio and Cristalino cultivars suffered an important toughness during storage. May Fair cultivar showed good quality for minimal processing.

Ascorbic acid content were kept or even increased during storage. An increase in total phenols was observed.

Key words: *Brassica oleracea* cv. Botrytis., modified atmospheres, colour, texture, ascorbic acid, total phenols.

Introducción

Actualmente existe una demanda de productos vegetales "listos para usar" que mantengan su calidad de frescos y faciliten su preparación en casa, lo que se consigue mediante un procesado mínimo que comprende operaciones como el cortado, lavado envasado y mantenimiento en refrigeración durante un tiempo limitado (Wiley R.C., 1997).

Dentro de los productos vegetales mínimamente procesados, la coliflor se puede comercializar cortada en floretes y envasada en pequeñas unidades recubiertas con un film plástico adecuado que evite la deshidratación excesiva y la formación de atmósferas modificadas perjudiciales. Además, este tipo de productos deben mantenerse en estantes refrigerados durante el período de comercialización, con el fin de proteger su calidad y aumentar su vida útil.

La coliflor es un producto con alta actividad respiratoria (Kader, 1985a), que, al ser envasada, genera una atmósfera modificada pasiva caracterizada por una disminución de la concentración de O_2 y un incremento de la concentración de CO_2 . La composición de la atmósfera pasiva depende de la actividad respiratoria del vegetal, de la permeabilidad del film plástico que forma el envase, de la cantidad de producto envasado, de la relación entre la cantidad de producto y la superficie del envase y de la temperatura de almacenamiento (Kader, 1986). El diseño del envase con un film plástico de permeabilidad adecuada resulta decisivo para evitar la formación de una atmósfera pasiva en el interior del envase que perjudique al producto. Según varios autores citados por Romo Parada *et al.* (1989), una atmósfera inferior al 2% de O_2 y superior al 5% de CO_2 puede producir daños fisiológicos en la coliflor, que van acompañados de olores extraños, ablandamiento y decoloración que a veces solo se notan después del cocinado.

Sanz *et al.* (2007) observaron que distintos cultivares de coliflor originaron atmósferas diferentes para un mismo film plástico y lo atribuyeron a que los cultivares pueden tener actividades respiratorias diferentes, lo que se debe tener en cuenta en la elección del film.

Entre las alteraciones observadas en la coliflor mantenida en refrigeración, cabe citar el amarilleamiento que se produce y que se refleja en el aumento del parámetro b^* (Simón *et al.* 2007) o del chroma (Berrang *et al.* 1990; Hodges *et al.* 2006). También es importante el pardeamiento que puede producirse en las zonas cortadas (Sanz *et al.* 2007) o la alteración de la textura que se refleja en un aumento de la fuerza de cizallamiento en la coliflor almacenada (Simón *et al.* 2007). Desde el punto de vista de composición, la coliflor se caracteriza por su importante contenido en vitamina C, formada en su mayor parte por ácido ascórbico, y que apenas se degrada durante el almacenamiento refrigerado (Albrecht *et al.* 1990; Simón *et al.* 2007). También es de interés su contenido en polifenoles que pueden actuar como sustratos del pardeamiento enzimático y que actualmente reciben mucha atención por sus propiedades antioxidantes posiblemente beneficiosas para la salud. (Podsdek, 2007).

Los cultivares de coliflor pueden tener un comportamiento distinto acerca de las alteraciones y características citadas, lo que puede determinar su aptitud para el procesado mínimo.

El objetivo de este trabajo es estudiar el comportamiento de cinco cultivares de coliflor cortada en floretes, envasados en cuatro tipos de film plástico y mantenidos a 5 °C durante 13 días. Se determinaron las atmósferas creadas en los envases, el color, la textura, el pardeamiento del corte, la detección de olor extraño, el ácido ascórbico y los polifenoles totales.

Material y métodos

Se ha trabajado con cinco cultivares de coliflor (*Brassica oleracea* var *Botritis*) de distinto ciclo, cultivadas por el ITG Agrícola de Navarra, en Sartaguda (Navarra). Se plantaron el 4 de agosto de 2006 y son los siguientes junto con su fecha de recolección: E51100 (9 enero); Lorien (14 febrero); Caprio (5 marzo); Cristalino (17 marzo); May Fair (20 abril). Estos cultivares han mostrado un buen comportamiento agronómico y cubren una amplia etapa de recolección de coliflor (ciclo tardío y ultratardío). Sería conveniente ampliar este estudio a otras variedades y también a las de ciclo temprano pero las limitaciones prácticas no nos han permitido hacerlo.

Las coliflores se recogieron con pesos comprendidos entre 1,2 y 1,7 kg sin hojas. Se seleccionaron inflorescencias bien cubiertas por las hojas, de manera que no presentarían amarilleamiento debido a la exposición al sol. Después de recogidas se mantuvieron durante 24 horas a 3 °C y 90% H.R. hasta la preparación del ensayo.

Las coliflores se cortaron en floretes y se envasaron en bandejas de poliestireno de 22,5 x 13,5 x 2 cm a razón de 450 g/ bandeja aproximadamente. Las bandejas se recubrieron con cuatro tipos de film plástico cuyas características se muestran en la tabla 1.

Los envases de coliflor se almacenaron a 5 °C y 90% de H.R. durante 13 días.

Se analizaron el CO₂ y el O₂ en el interior de los envases, en los días 1, 5 y 13 de almacenamiento. En las coliflores iniciales y en las envasadas y almacenadas durante 13 días, se determinaron el color, el pardeamiento del corte, la textura, detección de olor extraño, los polifenoles totales y el ácido ascórbico. Todas las determinaciones se llevaron a cabo sobre dos bandejas en el momento inicial y en cada tratamiento de envasado a los 13 días.

Determinación de los gases CO₂ y O₂

El CO₂ y O₂ en el interior de los envases se analizaron con el medidor de gases Checkmate model 9900, tomando las muestras automáticamente con una jeringa.

Medida del color

El color se determinó mediante los parámetros L*, hue y chroma, medidos con el colorímetro MiniScan XE de Hunter (Hunterlab, Reston, VA, USA), con un diafragma de 8 mm de diámetro, calibrado con una placa blanca (X = 81,1, Y = 86,0, Z = 91,8). Las condiciones de medida fueron con iluminante C y un ángulo de observación de 10°. En cada bandeja se realizaron cuatro medidas que se promediaron.

Textura

La textura se midió con la máquina universal Instron modelo 1140 equipada con la

Tabla 1. Características de los films plásticos según datos del fabricante
Table 1. Film characteristics. Data provided by manufacturer

Tratamiento	Tipo de film	Espesor (µm)
A	PVC perforado	12
B	PVC no perforado	12
C	P-Plus 240 (polipropileno microperforado)	35
D	PELD (polietileno baja densidad)	10

célula Kramer. Cada medida se tomó sobre 45 g de coliflor que se situó dentro de la célula Kramer y se sometió a un cizallamiento con una velocidad de bajada de la prensa de 50 mm min⁻¹. Se registró la máxima fuerza de cizallamiento expresada en Newtons (N). Para cada bandeja se tomaron dos medidas y se calculó la media.

Oscurecimiento de los cortes y olor

En el día 13 se observaron los cortes de los troncos de los floretes calificándolos según el grado de oscurecimiento observado visualmente en: ningún oscurecimiento, ligeramente oscurecidos, o muy oscurecidos.

Se observó también si se detectaba o no algún olor extraño al abrir los envases.

Polifenoles totales

Los polifenoles totales se analizaron sobre la coliflor liofilizada, realizando la extracción como describen Choi y Sapers (1994) y utilizando el reactivo de Folin-Ciocalteu según el método de Slinkard y Singleton (1977), con ácido clorogénico como patrón.

Ácido ascórbico

El ácido ascórbico se ha analizado sobre un extracto con ácido metafósforico 5%, mediante el método colorimétrico descrito por Cakmak y Marschner (1992), en el que el ácido ascórbico reacciona con 2,2-dipyridyl en presencia de FeCl₃, dando un color rosado cuya absorbancia se lee a 525 nm en un espectrofotómetro UV Perkin Elmer modelo Lambda 10 (Norwalk USA).

Análisis estadístico

El análisis de la varianza se realizó con el programa SYSTAT Statistics versión 7.0, con-

siderando los factores variedad y tratamiento con dos repeticiones. Los tratamientos fueron: el del día inicial y los cuatro tratamientos de envasado a los 13 días. Para la comparación de medias se calculó la DMS para $P \leq 0,05$.

Resultados y discusión

Atmósferas creadas con los distintos tipos de film

La atmósfera resultó similar a la del aire (20-21% O₂ y 0% CO₂), en el film de PVC perforado (A) para todas las variedades.

En los otros films (B, C y D), la composición de la atmósfera alcanzó su mayor nivel de CO₂ y menor de O₂ en el día primero de almacenamiento, en el que la concentración de O₂ fue diferente entre los tres tipos de film. Se alcanzaron valores entre 0,91% y 11,5% con el film B (PVC no perforado), 14,9% y 18% con el film C (P-Plus 240) y 3,28% y 13,2% con el film D (PELD), dependiendo de las variedades (figura 1). El CO₂ alcanzó valores similares entre los tres films, aunque diferentes según las variedades. Estos valores oscilaron entre 3,6% y 8,2% con el film B, entre 4,5% y 8,9% con el film C y entre 4,2% y 8,4% con el film D (figura 1).

El análisis de la varianza mostró un efecto significativo del factor tiempo sobre las concentraciones de CO₂ y O₂ aunque también resultó significativa ($P \leq 0,001$) la interacción variedad x tiempo en los tres tipos de film. Esto se puede explicar porque, en algunas de las variedades (E51100, Lorien, Caprio y Cristalino) se produjo un descenso de CO₂ y un aumento de O₂ a lo largo del almacenamiento mientras que estos cambios no resultaron significativos en el cultivar May Fair (figura 1). El descenso de CO₂ y aumento de O₂ ya había sido observado por Simón *et al.* (2007) en el cultivar Lepini y puede ser debi-

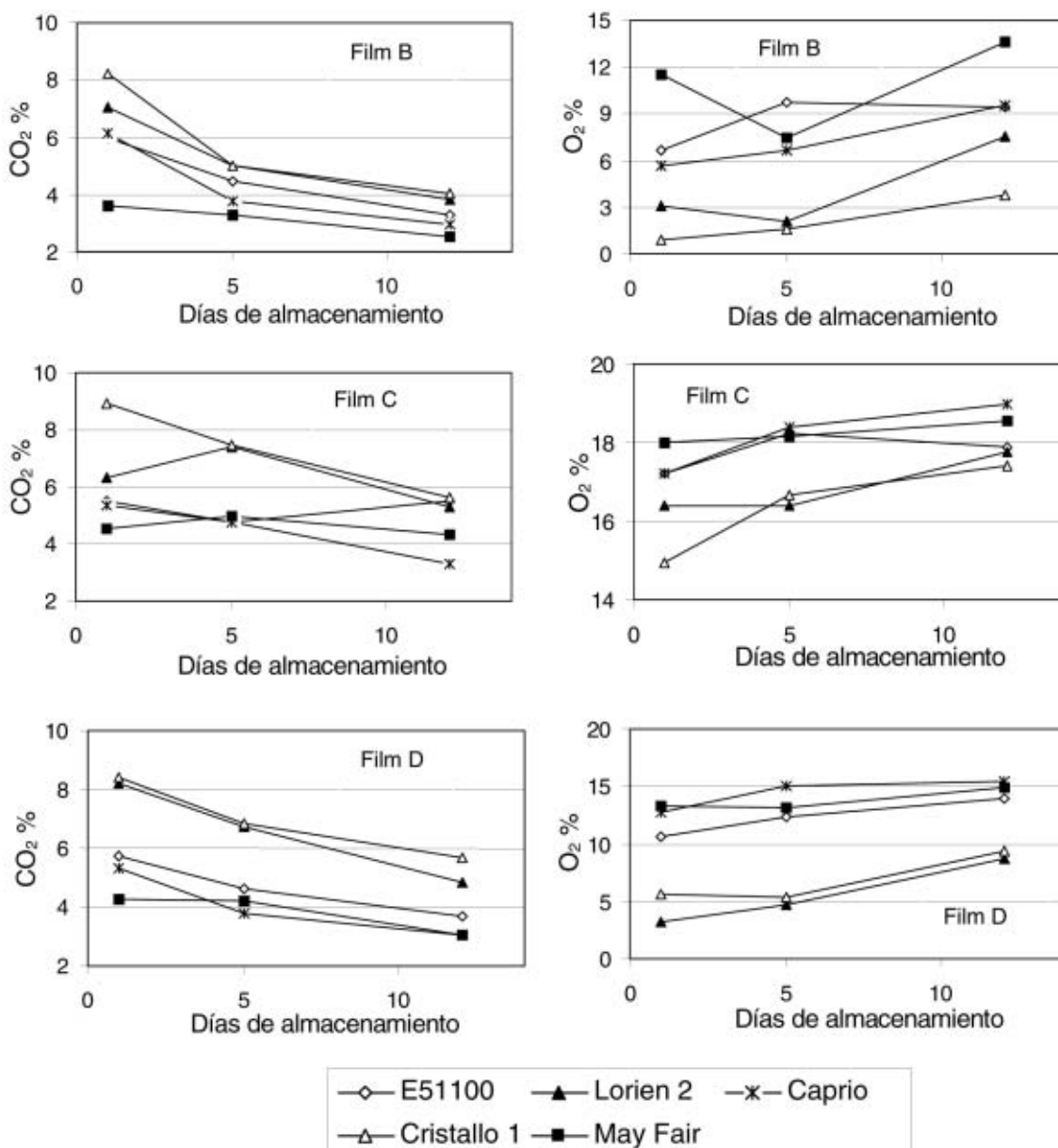


Figura 1. Composición de la atmósfera en envases de coliflor mínimamente procesada, almacenada a 5 °C durante 13 días, para tres tipos de film (Film B: PVC no perforado; Film C: P-Plus240; Film D: PELD).

Figure 1. Atmosphere composition in minimally processed cauliflower, packaged in three different plastic films and stored at 5 °C for 13 days, (Film B: non perforated PVC, Film C: P-Plus 240; Film D: LDPE).

do a un descenso de la actividad respiratoria de la coliflor (Romo-Parada *et al.* 1989).

Por otra parte, los cultivares Lorien y Cristalillo han alcanzado las mayores concentraciones de CO₂ y las menores de O₂ en los tres tipos de film, mientras que E51100, Caprio y May Fair han modificado las atmósferas en menor medida (figura 1). También Sanz *et al.* (2007) observaron diferencias en las atmósferas creadas por otros cultivares de coliflor. Existen bastantes referencias que muestran distintas actividades respiratorias entre variedades de un mismo producto (Fonseca *et al.* 2002) y esta puede ser la causa de las diferencias en la composición atmosférica encontradas entre los cultivares de coliflor estudiados, aunque también puede influir el grado de madurez o desarrollo del producto.

Para coliflor, se han recomendado atmósferas de 2-5% de CO₂ y 2-5% de O₂ (Kader, 1985b) y por otra parte, atmósferas con menos del 2% de O₂ o más de 5% de CO₂ pueden producir daños fisiológicos en la coliflor, acompañados de olores extraños, ablandamiento de los tejidos y decoloración, según varios

autores (Romo-Parada *et al.* 1989). En nuestro trabajo, las variedades Lorien y Cristalillo envasadas en el film B, han presentado valores de O₂ cercanos o inferiores al 2% y valores de CO₂ entre 5% y 8%, al menos durante los primeros 5 días de almacenamiento (figura 1). Estos valores se encuentran en el límite de lo que podría ser una atmósfera perjudicial, aunque no se han observado síntomas de deterioro del producto.

Color

El parámetro de color hue representa el tono amarillo para el valor de 90, para valores mayores tiende hacia el verde y para valores menores tiende hacia el rojo. Los valores registrados oscilan entre 89 y 92, o sea muy cercanos a la tonalidad amarilla.

Existen diferencias significativas de este parámetro entre los cultivares, siendo el cultivar Caprio el que presenta los mayores valores (figura 2). En el cultivar Cristalillo se observó una disminución significativa de hue, en los cuatro tratamientos de envasado y almacenando 13 días, respecto al valor inicial, pero esta

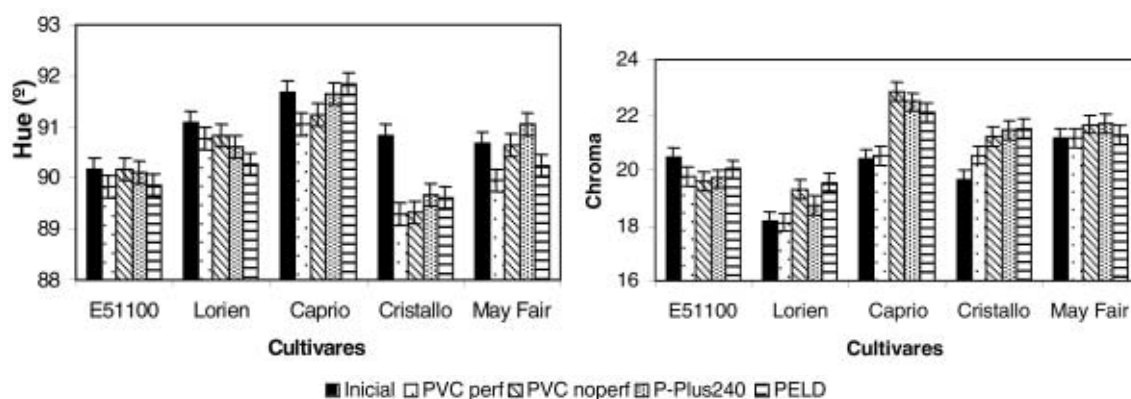


Figura 2. Parámetros de color de coliflor mínimamente procesada, en el estado inicial y a 13 días de almacenamiento a 5 °C, en cuatro tipos de film. Las barras representan el error estándar.

Figure 2. Colour parameters of minimally processed cauliflower packaged in four different plastic films and stored at 5 °C for 13 days. Bars represent standad error.

tendencia no se observó en los demás cultivares. Otros autores no han encontrado cambios significativos del valor de hue durante el almacenamiento de coliflor en condiciones parecidas a las nuestras (Berrang *et al.*, 1990; Hodges *et al.*, 2006).

El parámetro chroma se refiere a la pureza de color y en nuestro caso guarda una significativa ($P \leq 0,001$) correlación con el parámetro b^* . El chroma presentó los valores mas bajos en el cultivar Lorien (figura 2), lo que se apreció visualmente por una tonalidad mas blanca de este cultivar, frente a la tonalidad mas crema de los otros. La coliflor almacenada 13 días y envasada en los films B, C y D, en los que se produjo una atmósfera modificada, experimentó un incremento significativo ($P \leq 0,001$) del chroma, respecto al valor inicial, en los cultivares Lorien, Caprio y Cristalino, mientras que las diferencias no fueron significativas en E51100 y May Fair (figura 2). Este aumento del chroma solo se apreció visualmente, como un tono amarillento mas intenso, en el cultivar Caprio, en el que este incremento fue mayor. También Simón *et al.* (2007) observaron aumento del parámetro b^* en coliflores del cultivar Lepini envasadas en atmósfera modificada, mientras que esto no ocurrió en atmósfera normal. Otros autores, también han observado aumento del chroma en coliflor almacenada, aunque Berrang *et al.* (1990) no encontraron diferencia entre atmósfera normal y modificada y Hodges *et al.* (2006) refieren valores del chroma inferiores en atmósfera modificada respecto a la atmósfera normal. Estos distintos comportamientos pueden ser explicados porque los cultivares utilizados en los trabajos citados son diferentes.

Desde el punto de vista práctico, los aumentos del chroma observados en nuestro trabajo no representaron un deterioro importante del aspecto de la coliflor ya que son menos intensos que los referidos por Simón

et al. (2007) en el cultivar Lepini, y en este caso, un panel de catadores consideró aceptables las muestras de coliflor almacenadas hasta 21 días.

Textura

En todos los cultivares se observó un aumento significativo de la fuerza en alguno o en todos los tratamientos de coliflor a los 13 días de almacenamiento respecto al valor inicial, pero en mayor medida en los cultivares Caprio y Cristalino (figura 3). En algunas muestras de estos cultivares, la correosidad era tal que no se pudo llegar a cortar la coliflor con las hojas de la célula Kramer. El incremento de la fuerza de cizallamiento se debe a que los tejidos se vuelven menos tiernos o mas correosos y ha sido referido por Simón *et al.* (2007) en el cultivar Lepini, en el que la fuerza aumentó en mayor medida en atmósfera normal frente a las atmósferas modificadas. En el presente trabajo, las diferencias entre los cuatro films de envasado solo fueron significativas para el cultivar Caprio, en el que la mayor fuerza se alcanzó con el film de PVC perforado.

La importancia práctica de estos cambios habrá que evaluarla mediante el análisis sensorial de la textura en la coliflor cocida.

Ácido ascórbico y polifenoles totales

El cultivar E51100 destacó por su elevado contenido inicial de ácido ascórbico frente a los otros cuatro cultivares que presentaron valores mas parecidos entre sí (tabla 2). Estos valores son del mismo orden que los referidos por Simón y Ramos (2005) para los mismos cultivares, confirmándose así las diferencias varietales.

Los cambios en el ácido ascórbico, a los 13 días de almacenamiento respecto al valor inicial siguen distinta pauta según los culti-

vares. En los cultivares E51100 y Lorien, el contenido de ácido ascórbico se mantuvo en el film de PVC perforado (atmósfera normal) mientras que se produjo un incremento del orden de 32% en los otros tres tipos de film en los que hubo una atmósfera modificada. Sin embargo, en el cultivar Caprio, el incremento de ácido ascórbico a los 13 días respecto al contenido inicial se produjo en los cuatro tipos de envasado

aunque el valor en el film de PVC no perforado no difiere significativamente del valor inicial. En el cultivar Cristalino, se produjo un descenso de ácido ascórbico de 42% en el film de PVC perforado mientras que los otros tres films no presentaron diferencias significativas respecto al valor inicial. En el cultivar May Fair solo fue significativamente superior respecto al valor inicial, el contenido del film P-Plus240.

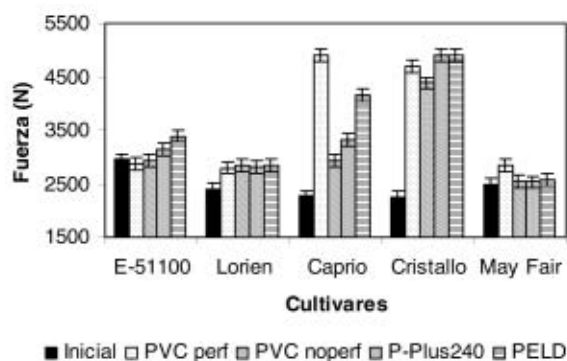


Figura 3. Fuerza de cizallamiento de coliflor mínimamente procesada, en el estado inicial y a los 13 días de almacenamiento a 5 °C en cuatro tipos de film. Las barras representan el error estándar.
Figure 3. Shear force of minimally processed cauliflower packaged in four different plastic films and stored at 5 °C for 13 days. Bars represent estándar error.

Tabla 2. Contenido de ácido ascórbico (mg/100 g MF) en coliflor mínimamente procesada en el estado inicial y a 13 días de almacenamiento a 5°C en cuatro tipos de film
Table 2. Ascorbic acid content (mg/100 g FM) in minimally processed cauliflower, packaged in four different films, on day 0 and after 13 days of storage at 5°C

Cultivar	Día 0	Día 13			
		PVC perf	PVC no perf.	P-Plus240	PELD
E51100	63,97 ^b	65,80 ^b	78,07 ^a	85,35 ^a	82,99 ^a
Lorien	36,83 ^c	36,66 ^c	47,95 ^{ab}	48,86 ^a	40,07 ^b
Caprio	37,51 ^b	46,40 ^a	44,57 ^{ab}	52,10 ^a	51,77 ^a
Cristalino	45,76 ^{ab}	26,15 ^c	38,95 ^b	49,66 ^a	39,34 ^b
May Fair	37,44 ^b	44,05 ^{ab}	39,09 ^b	50,46 ^a	41,72 ^b

Los valores de cada cultivar seguidos por distintas letras son significativamente diferentes ($P \leq 0,05$)
DMS_{0,05} = 8,71

Las coliflores, y en general las crucíferas, muestran una elevada retención de ácido ascórbico durante el almacenamiento mientras que en otros vegetales como espárrago o alubia verde se produce un importante deterioro de esta vitamina (Albretch *et al.* 1990). Según estos autores, este comportamiento puede estar relacionado con el alto contenido en compuestos de azufre y en glutatión de las crucíferas.

Leja *et al.* (2001) observaron un incremento de ácido ascórbico del 25% en brócoli almacenado a 5 °C sin envasar, al cabo de siete días. Este aumento de ácido ascórbico que observaron también en lechuga, lo atribuyen al estrés de la recolección y a la baja temperatura.

Los cultivares presentaron diferentes contenidos iniciales de polifenoles, siendo los de E51100 y May Fair los más elevados mientras que Cristalino y Caprio presentaron contenidos significativamente inferiores al compararlos teniendo en cuenta la DMS (tabla 3), ya que las letras solo comparan los valores correspondientes a cada cultivar. El análisis de la varianza resultó en una interacción variedad x tratamiento significativa pero resultaría farragoso comparar en la

tabla los 25 valores medios. Los polifenoles aumentaron a los 13 días de almacenamiento en todos los tratamientos, desde un 27% en E51100 hasta un 94% en Cristalino. Leja *et al.* (2001) también observaron un aumento de polifenoles en brócoli almacenado a 5 °C durante siete días y lo consideraron como un índice de la senescencia postrecolección.

Los polifenoles más abundantes en la coliflor son los flavonoles quercetina y kampfrol y en menor proporción las flavonas apigenina y luteolina. Tanto la vitamina C como los flavonoides tienen propiedades antioxidantes que pueden ejercer un efecto beneficioso para la salud (Podsedeck, 2007).

Oscurecimiento del corte y olor extraño

El oscurecimiento del corte ha sido diferente entre los cinco cultivares. El cultivar Lorien presentó los cortes muy oscurecidos mientras que en Caprio no se observó ningún oscurecimiento y E51100, Cristalino y May Fair se mostraron solo ligeramente oscurecidos. Esta tendencia al pardeamiento de los cortes no guarda relación con el contenido de polifenoles, ya que los de mayor contenido que han sido E51100 y May Fair (tabla 3) no son

Tabla 3. Polifenoles totales (mg ácido clorogénico/100 g MS) en coliflor mínimamente procesada en el estado inicial y a 13 días de almacenamiento a 5 °C en cuatro tipos de film

Table 3. Total phenols content (mg chlorogenic acid/100 g DM) in minimally processed cauliflower, packaged in four different films, on day 0 and after 13 days of storage at 5 °C

Cultivar	Día 0	Día 13			
		PVC perf	PVC no perf.	P-Plus240	PELD
E51100	8,49 ^b	10,38 ^a	10,79 ^a	10,50 ^a	10,44 ^a
Lorien	6,17 ^d	9,76 ^a	7,93 ^c	9,57 ^{ab}	8,86 ^b
Caprio	5,11 ^c	8,41 ^b	8,79 ^b	8,56 ^b	9,76 ^a
Cristalino	4,95 ^b	9,62 ^a	9,60 ^a	8,89 ^a	9,37 ^a
May Fair	7,73 ^b	11,45 ^a	11,43 ^a	11,83 ^a	12,17 ^a

Los valores de cada cultivar seguidos por distintas letras son significativamente diferentes ($P \leq 0,05$) $DMS_{0,05} = 0,813$

los que mas se hayan pardeado. Esta característica de los cultivares de coliflor es muy importante para determinar la aptitud para el procesado mínimo, y entre los cultivares estudiados en este trabajo, Lorien es el menos apropiado para este uso por su alto nivel de oscurecimiento.

No se ha detectado olor extraño en ninguna de las condiciones ensayadas en este trabajo. El cultivar Cristalino que es el que alcanzó un nivel de O₂ en torno al 2% con el film B, durante cinco días por lo menos (figura 1) tampoco presentó olor extraño en este ensayo. Pero en otros ensayos realizados por nuestro equipo, cuyos resultados no se han publicado, este cultivar alcanzó niveles entre el 1% y el 2% de O₂ durante más de 5 días con el film B, y en este caso sí se detectó olor extraño. Por ello, el film de PVC no perforado no se considera apropiado para cultivares como Cristalino.

Conclusiones

La elección de film plástico adecuado para el envasado depende del comportamiento del cultivar. En este trabajo, el film de PVC no perforado no es recomendable para cultivares como Lorien o Cristalino.

El cultivar E51100 puede ser apto para el procesado mínimo, porque sufre solo pequeños cambios en el color, textura y pardeado de los cortes, además de tener un alto contenido en ácido ascórbico y en polifenoles totales.

El cultivar Lorien es poco apto para el procesado mínimo por su tendencia a dar cortes muy oscurecidos.

A los cultivares Caprio y Cristalino se les puede objetar la importante alteración que sufren de la textura, aunque falta por valorar la apreciación sensorial de esta alteración en el producto cocido.

El cultivar May Fair presentó un comportamiento aceptable para el procesado mínimo.

Bibliografía

- Albrecht JA, Schafer HW, Zottola EA, 1990. Relationship of total sulfur to initial and retained ascorbic acid in selected cruciferous and non-cruciferous vegetables. *J. of Food Science*. 55, 181-183.
- Berrang ME, Brackett RE, Beuchat LR, 1990. Microbial, color and textural qualities of fresh asparagus, broccoli and cauliflower stored under controlled atmosphere. *J. of Food Protection*. 53 (5), 391-395.
- Cakmak I, Marschner H, 1992. Magnesium deficiency and high light intensity enhance activities of superoxide dismutase, ascorbate peroxidase and glutathione reductase in bean leaves. *Plant Physiology*. 98, 1222-1227.
- Choi SW, Sapers GM, 1994. Effects of washing on polyphenol oxidase in commercial mushrooms (*Agaricus bisporus*). *J. Agric.Food Chem*. 42, 2286-2290.
- Fonseca SC., Oliveira FAR, Brecht JK, 2002. Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: a review. *J. Food Engineering*. 52, 99-119.
- Hodges DM, Munro KD, Forney Ch F, McRae KB, 2006. Glucosinolate and free sugar content in cauliflower (*Brassica oleracea* var.*botrytis* cv. Freemont) during controlled atmosphere storage. *Postharvest Biology and Technology*. 40, 123-132.
- Kader AA, 1985 a. Postharvest biologie and technology: An overview. En: *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. University of California. Special publication 3311. Pg. 3-7.
- Kader AA, 1985 b. Modified atmospheres and low-pressure systems during transport and storage. En: *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. University of California. Special publication 3311. Pg. 58-64.

- Kader AA, 1986. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technology* 40, 99-104.
- Leja M, Mareczek A, Starzynska A, Rozek S, 2001. Antioxidant ability of broccoli flower buds during short-term storage. *Food Chemistry* 72, 219-222.
- Podsdek A, 2007. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. *LWT-Food Science and Technology*. 40, 1-11.
- Romo-Parada L, Willemot C, Castaigne F, Gosselin C, Arul J, 1989. Effect of controlled atmospheres (low oxygen, high carbon dioxide) on storage of cauliflower (*Brassica oleracea* L., Botrytis group). *J. of Food Science*. 54(1), 122-158.
- Sanz S, Olarte C, Echavarri JF, Ayala F, 2007. Evaluation of different varieties of cauliflower for minimal processing. *J. of the Science of Food and Agriculture*. 87, 266-273.
- Simón A, Gonzalez Fandos E, Rodríguez D, 2007. Effect of film and temperature on the sensory, microbiological and nutritional quality of minimally processed cauliflower. *International J. of Food Science and Technology*. (en prensa).
- Simón A, Ramos JL, 2005. Calidad de variedades de coliflor. *Cuaderno de Campo. Gobierno de la Rioja*. Nº 32, 13-15.
- Slinkard K, Singleton VL, 1977. Total phenol analysis: Automation and comparison with manual methods. *Am. J. Enol. Vitic.* 28(1), 49-55.
- Wiley RC, 1997. Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas. Ed. Acribia S.A. Zaragoza. Pg. 1-13.
- (Aceptado para publicación el 15 de enero de 2008)

Características de la canal de los tipos comerciales de cordero lechal, ternasco y pastenco en la raza Churra Tensina

A. Sanz¹, J. Álvarez-Rodríguez, L. Cascarosa, G. Ripoll, S. Carrasco, R. Revilla*, M. Joy

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón. Avda. Montañana 930, 50059 Zaragoza

* Centro de Transferencia Agroalimentaria de Aragón. Avda. Movera s/n, 50174 Zaragoza

¹ Autor para correspondencia: Tel. 976 716459; Fax 976 716335; e-mail: asanz@aragon.es

Resumen

Con objeto de analizar las posibilidades de diversificación de la producción ovina en Aragón se estudiaron las canales procedentes de 42 corderos machos de parto simple de la raza Churra Tensina, sacrificados a 9-12 kg (lechal), 20-24 kg (ternasco) y 28-35 kg (pastenco). Todos los corderos se mantuvieron con sus madres en pastoreo hasta el sacrificio, siendo los lechales los únicos que no dispusieron de pienso comercial.

Las canales más ligeras presentaron el mayor rendimiento comercial (53,8, 51,4, y 49,5%, para lechal, ternasco y pastenco, respectivamente; $P < 0,001$), la peor conformación (O-, O+ y R; $P < 0,001$) y el menor grado de engrasamiento (2, 2+, 3; $P < 0,01$). El color de la carne difirió entre tipos comerciales ($P < 0,001$), mostrando un color claro las canales de lechal, rosado las de ternasco y rojo las de pastenco. No se registraron diferencias significativas en el color de la grasa de los tres tipos comerciales. Los animales más ligeros presentaron la mayor proporción de grasa pélvico-renal y el menor porcentaje de grasa mesentérico-omental ($P < 0,001$). Los corderos pastencos presentaron el mayor porcentaje de piezas de primera categoría y los corderos lechales la mayor proporción de piezas de segunda categoría ($P < 0,05$). El rango de características de la canal observadas en este trabajo confirmaría la viabilidad comercial de los tres tipos de cordero, abriendo alternativas de producción frente al tradicional ternasco.

Palabras clave: categoría comercial, conformación, color, depósito graso, despiece

Summary

Carcass characteristics of the commercial types of suckling lamb, light lamb and castrated lamb of Churra Tensina breed

To prospect the diversification of lamb production in Aragón, forty-two single male lambs of Churra-Tensina breed were slaughtered at three different live-weights: 9-12 (suckling lamb), 20-24 (light lamb) or 28-35 kg (castrated lamb). Lambs were reared with their dams at pasture until slaughter, having light and castrated lambs access to concentrate.

Lighter carcasses showed the greatest dressing percentage (53.8, 51.4 and 49.5%, for suckling, light and castrated lambs, respectively; $P < 0.001$), the worst conformation (O-, O+ and R; $P < 0.001$) and the lowest fatness degree (2, 2+ and 3; $P < 0.001$). Meat colour varied with slaughter weight (light, pink+ and red, $P < 0.001$), but fat colour was similar in the three lamb categories. The lightest animals reached the highest pelvic-renal ($P < 0.001$) and the lowest mesenteric-omental fat percentage ($P < 0.001$). Joints percentage of first commercial category was higher in the castrated lamb category ($P < 0.05$), and joints percentage of second commercial category was greater in the suckling lamb group ($P < 0.05$). The range of carcass characteristics found in the current study confirms the commercial viability of the three lamb categories, opening new production alternatives to the traditional light lamb.

Key words: commercial category, conformation, colour, fat depot, joints

Introducción

En Aragón existen entorno a 2,8 millones de cabezas de ovino, que representan un 15% del total nacional (MAPA, 2006). El sistema de producción varía según la zona geográfica debido a los condicionantes de producción forrajera, ya que existen grandes diferencias entre las tres provincias (Zaragoza, Huesca y Teruel) en cuanto a disponibilidad de pasto natural y cultivos forrajeros. Esta limitación repercute sobre el resto de factores técnicos de la explotación, especialmente sobre la planificación reproductiva y el sistema de cría de corderos, de forma que los sistemas más comunes de producción se basan en el destete temprano de corderos y el cebo con concentrado, con el objetivo comercial de obtener canales ligeras tipo "Ternasco" (18-26 kg, menor a 3 meses de edad).

Esta dinámica de intensificación se ha establecido también en la mayoría de explotaciones ovinas del Pirineo Central, lo que ha supuesto en algunas explotaciones una drástica reducción en el aprovechamiento de los amplios recursos pastorales disponibles en las zonas de montaña (Choquecallata, 2000). Esta tendencia entra en conflicto con las actuales directrices de la Política Agraria Común, que promueven un mayor uso de los recursos pastorales, así como el mantenimiento de razas autóctonas, especialmente aquéllas en peligro de extinción, como es el caso de la Churra Tensina. Por ello, se requiere estudiar la habilidad adaptativa de las razas autóctonas en condiciones productivas basadas en el pastoreo, de forma que puedan suponer un incentivo para su explotación frente a otras razas (Sanz et al., 2005).

La producción de cordero pastenco fue en su momento una alternativa para los rebaños trashumantes, que alimentaban a los corderos nacidos en primavera con leche materna y pastos de puerto, obteniendo un cordero de unos 25-35 kg y 5-8 meses de

edad al llegar el otoño (Olleta et al., 1992b). Actualmente, este producto ha quedado reducido casi exclusivamente para consumo familiar en zonas de montaña.

Por su parte, la producción de cordero lechal de la raza Churra Tensina (9-12 kg, menor a 35 días de edad), aunque no es habitual, podría resultar interesante en aquellas explotaciones con marcada estacionalidad de los recursos pastorales, reduciendo de este modo los costes de alimentación del conjunto oveja-cordero.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar las posibilidades de diversificación de la producción ovina en la raza Churra Tensina, mediante la tipificación de las características de la canal de sus tipos comerciales de cordero lechal, ternasco y pastenco.

Material y métodos

Animales y diseño experimental

Se utilizaron 42 corderos machos de parto simple de raza Churra Tensina sacrificados a tres intervalos de peso vivo (PV): 9-12 kg y $34 \pm 0,8$ días de vida, 20-24 kg y $62 \pm 1,3$ días y 28-35 kg y $183 \pm 3,1$ días, según las categorías comerciales lechal, ternasco y pastenco, respectivamente. Los animales procedían de la finca experimental La Garcipollera, en el Pirineo Oscense ($42^{\circ} 37' N$, $0^{\circ} 30' W$, 945 m sobre el nivel del mar).

Los corderos tipo lechal ($n = 15$, fecha media parto: 21 de Octubre de 2005) se alimentaron de leche materna y permanecieron en pradera de fondo de valle con sus madres. Los corderos ternascos ($n = 12$, fecha media parto: 28 de Marzo de 2005), además de la alimentación anterior, tuvieron acceso a concentrado (185 y 175 g PB/kg MS, 193 y 212 g FND/kg MS, de iniciación (primer mes) y cebo, respectivamente). Los corderos pas-

tencos ($n = 15$, fecha media parto: 10 de Abril de 2005) fueron castrados a los 35 días de edad y siguieron un manejo análogo a los ternascos durante la primavera (hasta los 75 días de edad). En verano, se trasladaron a los puertos de montaña, donde se alimentaron de leche materna y pastos supra-forestales. A los $161 \pm 3,1$ días de edad bajaron del puerto y permanecieron en pradera de fondo de valle durante 20 días, donde dispusieron de leche materna, pasto y 250 g de concentrado de engorde por animal y día.

Cuando los corderos alcanzaron el peso comercial de sacrificio, se trasladaron al matadero experimental del CITA en Montaña (Zaragoza), donde fueron sacrificados siguiendo la normativa sobre protección de animales en el momento del sacrificio (RD 54/1995).

Medidas

Los corderos se pesaron en granja antes de su traslado al matadero (PVG) y en matadero antes del sacrificio (PVS). Tras el sacrificio se registró el peso de la canal caliente (PCC) y de la grasa mesentérica y omental. El peso de la canal fría (PCF) se determinó tras el oreo durante 24 horas en cámara de refrigeración a 4 °C. Se calcularon el rendimiento de matadero ($PCC*100/PVS$), el rendimiento comercial ($PCF*100/PVS$) y las pérdidas por oreo de la canal ($(PCC-PCF)*100/PCC$).

Se tomaron las siguientes medidas objetivas de conformación sobre la canal fría (figura 1; Colomer-Rocher *et al.*, 1988): longitud de la pierna (F), anchura de la grupa (G), longitud interna de la canal (L), perímetro de la grupa (D), profundidad del tórax (T_h) y

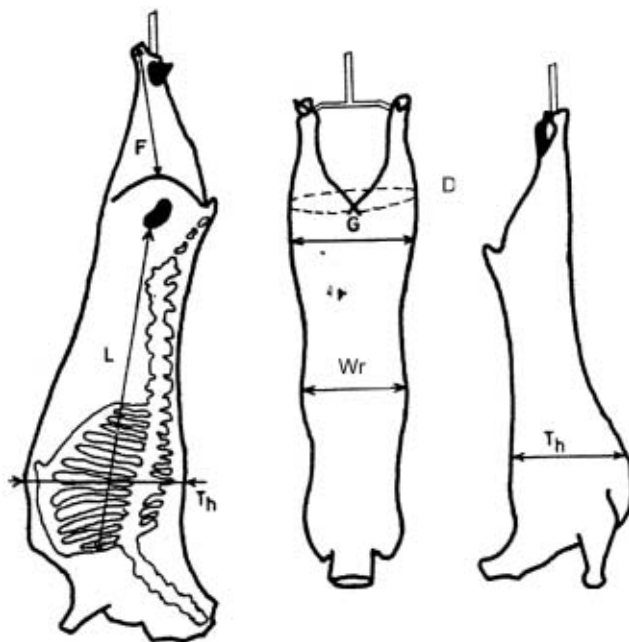


Figura 1. Medidas zoométricas de conformación en la canal ovina (Colomer-Rocher *et al.*, 1988).
Figure 1. Zoometric measurements of lamb carcass conformation (Colomer-Rocher *et al.*, 1988).

anchura del tórax (Wr). A partir de estas medidas se obtuvieron los índices de redondez del pecho (Wr/Th), compacidad de la pierna (G/F), compacidad de la canal (PCF/LM) y el cociente G/LM.

La clasificación subjetiva de la conformación y del grado de engrasamiento se evaluó mediante la escala de patrones fotográficos descrita en el Modelo Comunitario de Clasificación de canales de ovino (DOCE, 1994). El estado de conformación fue valorado con una escala que va de 18 para S+ (Superior) a 1 para P- (pobre) según el sistema SEUROP (S superior, E excelente, U muy bueno, R bueno, O aceptable y P pobre), y la clasificación para el grado de engrasamiento fue valorado desde 12 (4+, muy engrasada) hasta 1 (1-, muy escasa) de la escala 1 (poco engrasada), 2 (ligeramente engrasada), 3 (medianamente engrasada), 4 (engrasada). Para la clasificación de las canales de más de 13 kg (pastencos), la escala utilizada fue de 5 puntos, donde el estado 1 correspondía a canales de cobertura grasa escasa y el estado 5 a canales con una cobertura grasa muy importante.

Las características subjetivas de la grasa (cantidad, color y consistencia) y el color de la carne de la canal se determinaron según la metodología propuesta por Colomer-Rocher et al. (1988): cantidad de grasa pélvico-renal de 1- (muy escasa) a 9+ (muy cubierto) para escasa, normal o excesiva; el color de la grasa de 1- (muy blanco) a 9+ (amarillo intenso) para blanco, crema o amarillo; la consistencia de la grasa de 1- (muy dura) a 9+ (muy aceitosa) para dura, blanda o aceitosa; y el color de la carne de 1- (muy claro) a 9+ (muy rojo) para claro, rosa y rojo.

El despiece normalizado se realizó en la media canal izquierda considerando siete regiones anatómicas, en función de la categoría comercial: (1ª) Costillar, pierna y badal, (2ª) espalda y (3ª) cuello, bajos y cola (Colomer-Rocher et al., 1988; figura 2).

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza de los datos con el procedimiento GLM de SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA), según el

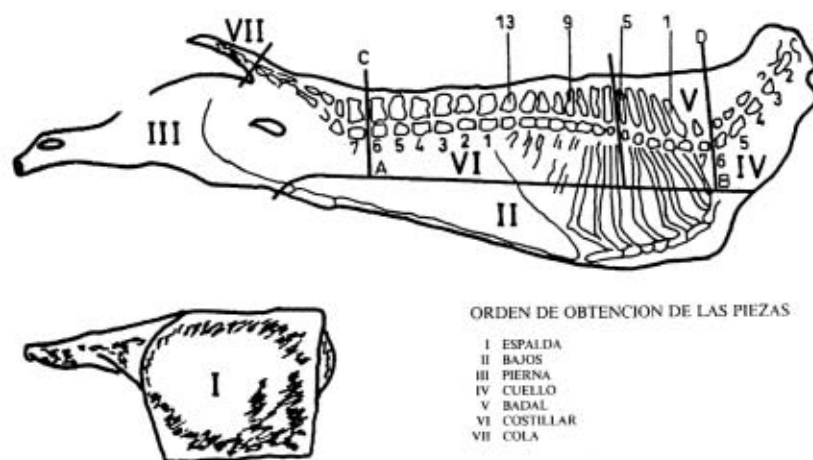


Figura 2. Esquema de despiece ovino normalizado (Colomer-Rocher et al., 1988).

Figure 2. Joints of the lamb half carcass (Colomer-Rocher et al., 1988).

siguiente modelo: $y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$, donde y_{ij} = Variable dependiente (respuesta del animal j del tipo i); μ = Media de la población; α_i = Efecto fijo con tres niveles (i = lechal, ternasco, pastenco); ε_{ij} = Error experimental.

Se realizó la prueba de separación de medias entre los distintos niveles del factor tipo comercial, con un nivel de confianza del 95%. Los resultados se presentan como medias mínimas cuadráticas y su error estándar (e.e.).

Resultados

Rendimientos de la canal y pérdidas por oreo

En la tabla 1 se muestran los pesos vivos y en canal, las pérdidas y los rendimientos de las canales de los diferentes tratamientos. El porcentaje de pérdidas originadas en el proceso de refrigeración de la canal fue similar en las tres alternativas de diversificación ($P > 0,05$).

Tabla 1. Pesos vivos al sacrificio, pesos de la canal, pérdidas y rendimientos en corderos de raza Churra Tensina de los tipos comerciales Lechal (9-12 kg PV), Ternasco (20-24 kg PV) y Pastenco (28-35 kg PV).

Table 1. Slaughter live-weights, carcass weights, shrink losses and dressing percentages in suckling (9-12 kg LW), light (20-24 kg PV) and castrated (28-35 kg PV) Churra Tensina lambs.

	Lechal	Ternasco	Pastenco	e.e	Significación ¹
PV al sacrificio (PVS), kg	11,1 ^a	22,3 ^b	33,0 ^c	0,51	***
Peso canal caliente (PCC), kg	6,1 ^a	11,7 ^b	16,2 ^c	0,30	***
Peso canal fría (PCF), kg	6,0 ^a	11,4 ^b	15,8 ^c	0,29	***
Pérdidas por oreo, % ²	2,6	2,3	2,3	0,23	NS
Rendimiento matadero, % ³	55,2 ^c	52,6 ^b	50,7 ^a	0,60	***
Rendimiento comercial, % ⁴	53,8 ^c	51,4 ^b	49,5 ^a	0,57	***

¹ Distinta letra en la misma fila indica diferencias significativas ($P < 0,05$).

² Pérdidas por oreo (%) = $(PCC-PCF)*100/PCC$.

³ Rendimiento matadero (%) = $PCC*100/PVS$.

⁴ Rendimiento comercial (%) = $PCF*100/PVS$.

Los rendimientos en matadero y comercial fueron superiores en la categoría lechal ($P < 0,001$) frente a los tipos ternasco y pastenco, obteniendo éste último los menores rendimientos.

Medidas zoométricas de conformación

Como era de esperar, el tipo comercial pastenco mostró los mayores valores en todas las medidas lineales (tabla 2) de la canal. Al

relacionar las medidas anteriores entre sí se observó que las canales de corderos ternascos y pastencos presentaron un mayor índice de redondez de pecho (Wr/Th , $P < 0,001$) que los lechales. También se observó un aumento del índice de compacidad (PCF/LM , $P < 0,001$) conforme aumentaba el peso al sacrificio. No se encontraron diferencias significativas entre tipos en el índice de compacidad de la pierna (G/F) ni en el cociente anchura de la grupa/longitud interna de la canal (G/LM , $P > 0,05$).

Tabla 2. Medidas zoométricas e índices de conformación en la canal de corderos de raza Churra Tensina de los tipos comerciales Lechal (9-12 Kg PV), Ternasco (20-24 Kg PV) y Pastenco (28-35 kg PV).
 Table 2. Carcass zoometric measurements and conformation indexes in suckling (9-12 kg LW), light (20-24 kg PV) and castrated (28-35 kg PV) Churra Tensina lambs.

	Lechal	Ternasco	Pastenco	e.e	Significación ¹
Longitud de la pierna (F), cm	22,3 ^a	25,0 ^b	28,0 ^c	0,24	***
Anchura de la grupa (G), cm	15,0 ^a	18,1 ^b	21,0 ^c	0,16	***
Longitud interna de la canal (L), cm	42,0 ^a	51,3 ^b	58,7 ^c	0,51	***
Perímetro de la grupa (D), cm	44,5 ^a	53,4 ^b	59,2 ^c	0,41	***
Profundidad del tórax (Th), cm	18,1 ^a	22,4 ^b	26,3 ^c	0,20	***
Anchura del tórax (Wr), cm	12,7 ^a	17,5 ^b	21,1 ^c	0,23	***
Wr/Th	0,70 ^a	0,78 ^b	0,80 ^b	0,01	***
G/F	0,67	0,72	0,75	0,06	NS
PCF/LM, g/cm	142 ^a	223 ^b	270 ^c	0,01	***
G/LM	0,36	0,35	0,36	0,03	NS

¹ Distinta letra en la misma fila indica diferencias significativas ($P < 0,05$).

Clasificación subjetiva

Las canales de los corderos pastencos tuvieron mejor conformación (8,4 = R; $P < 0,05$; figura 3) que la obtenida en las canales de corderos ternascos (6,4 = O+) y corderos lechales (4,1 = O-); asimismo presentaron un mayor grado de engrasamiento que los otros tipos comerciales ($P < 0,05$).

En la misma línea, la cantidad de grasa en las canales de corderos pastencos (6,6 =

mucha-) fue mayor ($P < 0,05$) a la obtenida en los corderos ternascos (4,7 = normal) y en los corderos lechales (4,6 = normal), aunque no se encontraron diferencias significativas en el color de la grasa entre categorías, ni en la consistencia de la grasa, que fue dura en todas.

El color de la carne difirió entre tipos ($P < 0,001$), observándose una carne roja en los corderos pastencos, rosada en los corderos ternascos y clara en los corderos lechales.

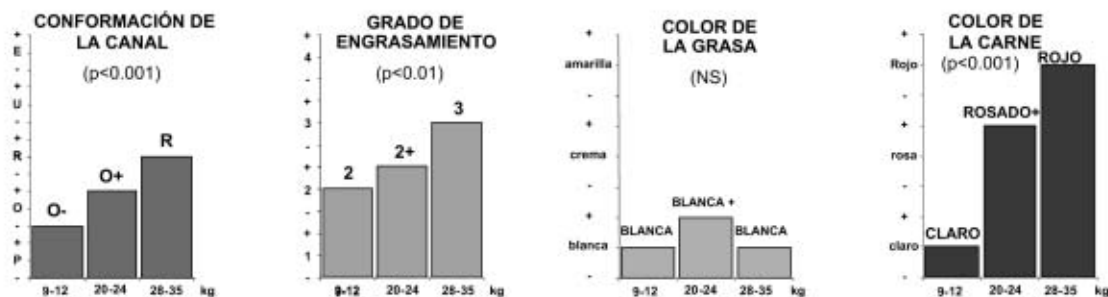


Figura 3. Evaluación subjetiva de las canales de corderos de los tipos comerciales Lechal (9-12 kg PV), Ternasco (20-24 kg PV) y Pastenco (28-35 kg PV) de la raza Churra Tensina.

Figure 3. Carcass subjective evaluation in suckling (9-12 kg LW), light (20-24 kg PV) and astrated (28-35 kg PV) Churra Tensina lambs.

Depósitos adiposos

El porcentaje de grasa mesentérico-omental en los corderos pastencos fue similar al de los corderos ternascos y superior al encontrado en los corderos lechales ($P < 0,05$, tabla 3). Por el contrario, el porcentaje de grasa pélvico-renal fue significativamente mayor en los corderos lechales ($P < 0,05$) que en el resto.

Composición regional

La importancia relativa de las distintas regiones anatómicas de despiece y el porcentaje en peso de las distintas categorías comerciales, tomadas sobre la media canal izquierda, se exponen en la tabla 4. El porcentaje de costillar de las canales de corderos pastencos fue significativamente superior al resto de categorías, como también lo fue la propor-

Tabla 3. Peso y proporción de los depósitos adiposos en la canal de corderos de raza Churra Tensina de los tipos comerciales Lechal (9-12 kg PV), Ternasco (20-24 kg PV) y Pastenco (28-35 kg PV).

Table 3. Weight and proportion of carcass fat depots in suckling (9-12 kg LW), light (20-24 kg PV) and castrated (28-35 kg PV) Churra Tensina lambs.

Depósito adiposo	Lechal	Ternasco	Pastenco	e.e.	Significación ¹
Mesentérico-omental, g	193,0 ^a	508,5 ^b	1351,5 ^c	57,2	***
Mesentérico-omental, %	56,4 ^a	65,3 ^b	67,9 ^b	1,5	***
Pélvico-renal, g	154,4 ^a	279,5 ^b	644,9 ^c	35,5	***
Pélvico-renal, %	43,7 ^b	34,8 ^a	32,1 ^a	1,5	***

¹ Distinta letra en la misma fila indica diferencias significativas ($P < 0,05$).

Tabla 4. Porcentaje en peso de las piezas y de las categorías comerciales obtenidas a partir de la media canal izquierda de corderos de raza Churra Tensina de los tipos comerciales Lechal (9-12 kg PV), Ternasco (20-24 kg PV) y Pastenco (28-35 kg PV).

Table 4. Weight proportion of joints and commercial categories obtained from half left carcass in suckling (9-12 kg LW), light (20-24 kg PV) and castrated (28-35 kg PV) Churra Tensina lambs.

	Lechal	Ternasco	Pastenco	e.e.	Significación ¹
Piezas comerciales, %					
Costillar	19,9 ^a	21,0 ^b	22,8 ^c	0,34	***
Pierna	33,2 ^b	32,5 ^b	31,7 ^a	0,24	***
Badal	6,9 ^a	6,9 ^a	7,4 ^b	0,14	**
Espalda	20,9 ^c	19,9 ^b	19,1 ^a	0,21	***
Cuello	7,9 ^b	7,8 ^b	6,8 ^a	0,16	***
Bajos	10,1 ^a	10,6 ^a	11,1 ^b	0,18	***
Cola	1,2 ^{ab}	1,3 ^b	1,1 ^a	0,06	*
Categorías comerciales, %					
Primera	60,0 ^a	60,4 ^a	61,9 ^b	0,28	***
Segunda	20,8 ^c	19,9 ^b	19,1 ^a	0,21	***
Tercera	19,2	19,7	19,0	0,21	NS
M. <i>Longissimus dorsi</i> , %	4,7 ^b	4,7 ^b	4,4 ^a	0,09	*
Peso media canal izquierda, kg	2,96 ^a	5,66 ^b	7,87 ^c	0,15	***

¹ Distinta letra en la misma fila indica diferencias significativas ($P < 0,05$).

ción de badal y bajos. Por el contrario, el tipo pastenco presentó la menor proporción de pierna, espalda y de músculo *Longissimus dorsi*. El porcentaje de piezas de primera categoría (costillar, pierna y badal) fue mayor en el tipo comercial pastenco ($P < 0,05$), mientras que el porcentaje de piezas de segunda categoría (espalda) fue mayor en el tipo lechal ($P < 0,05$).

Discusión

Rendimientos de la canal y pérdidas por oreo

No se encontraron diferencias significativas al analizar las pérdidas por oreo, si bien los resultados obtenidos en el tipo lechal (2,6%) fueron ligeramente superiores a las encontradas en los tipos ternasco y pastenco (2,3 y 2,3%, respectivamente). En este sentido, Olleta et al. (1992a), al comparar dichas pérdidas en corderos (machos y hembras) ternascos (22 kg PVS) y de cebo (27 kg PVS) de la raza Churra Tensina, observaron pérdidas mayores en el ternasco (2,8 vs. 2,2%, $P < 0,05$). Esto podría ser debido a que un mayor peso de los animales lleva implícito una disminución relativa de la superficie de las canales y un aumento del estado de engrasamiento, que protege las canales y evita las pérdidas de agua (Ruiz de Huidobro y Cañeque, 1993; Velasco et al., 2000).

Los rendimientos matadero y comercial disminuyeron significativamente ($P < 0,05$) conforme aumentó el peso vivo al sacrificio, obteniendo el tipo cordero lechal los mayores rendimientos. Alcalde et al. (2005), al estudiar la calidad de la canal de corderos lechales y ternascos de la raza Churra Lebrjana, también observaron una disminución de los rendimientos al aumentar el peso al sacrificio, lo que atribuyeron al mayor desarrollo del tracto digestivo de los ternascos, si bien las diferencias no fueron significati-

vas ($P > 0,05$). Díaz et al. (2005) en un estudio comparativo de distintos pesos canal (< 5,5 kg, 5,5-6,5 kg y $\geq 6,5$ kg) dentro de la categoría lechal, encontraron que el rendimiento de la canal aumentaba significativamente hasta los 6,5 kg ($P < 0,05$), debido a que la proporción de tracto digestivo en relación a los otros componentes del animal disminuye hasta ese peso de canal.

En la tabla 5 se indican los rendimientos comerciales de diferentes razas ovinas españolas sacrificadas según las categorías comerciales lechal, ternasco y cordero precoz o pastenco. En la raza Churra Tensina los rendimientos disminuyeron conforme aumentó el peso de sacrificio. Una tendencia similar presentaron las razas Churra y Lacha, con mayores rendimientos en todas las referencias en la categoría lechal. Sin embargo, los corderos de las razas Rasa Aragonesa y Talaverana mostraron un incremento del rendimiento comercial cuando se sacrificaban a pesos vivos superiores (28-35 kg), lo que pudo deberse a la menor precocidad de las razas rústicas de aptitud más cárnica, así como a diferencias en la alimentación y el manejo de los animales al destete.

El rendimiento de la canal en las razas Serra da Estrela y Merino Branco decreció al aumentar el peso de sacrificio de 16 a 25 kg (55,2 vs. 52,8%; $P < 0,05$), mientras que entre los 25 y 30 kg el rendimiento no difirió significativamente (52,8 y 52,5%; $P > 0,05$) (Santos Silva y Vaz Portugal, 2001). Estos resultados fueron atribuidos al rápido crecimiento de los compartimentos gastrointestinales de los corderos destetados (> 16 kg), como consecuencia del incremento en la ingestión de alimento sólido.

Los rendimientos obtenidos en el ternasco Churro Tensino fueron mayores que los de las demás razas. Esto podría ser debido, en primer lugar, a que los animales del presente ensayo no se destetaron, y en segundo

Tabla 5. Rendimiento comercial de la canal de distintas razas españolas sacrificadas a distintas categorías comerciales.
 Table 5. Carcass dressing percentage from Spanish breed lambs slaughtered at different commercial categories.

Raza	Lechal (9-12 kg)	Ternasco (20-24 kg)	Cordero precoz o pastenco (28-35 kg)	Fuente
Churra Tensina	53,8 ^{a1}	51,4 ^b	49,5 ^c	Presente estudio ² Beriaín et al. (2000)
Lacha	50,5 ^a	41,7 ^c	45,4 ^b	
Rasa Aragonesa	50,4 ^a	43,5 ^c	47,3 ^b	Martínez-Cerezo et al. (2002)
Churra	49,9 ^a	46,1 ^c	47,6 ^b	
Rasa Aragonesa	46,2 ^c	47,3 ^b	48,8 ^a	
Merino Español	52,2 ^a	46,1 ^c	47,6 ^b	López et al. (1994)
Lacha	47,5 ^a	41,8 ^b	41,3 ^c	
Talaverana	47,0 ^c	48,9 ^b	51,4 ^a	Guía y Cañeque (1992)
Manchega	54,5 ^a	48,7 ^c	49,8 ^b	Ruiz de Huidobro y Cañeque (1993)

¹ a, b y c indican el orden de rendimientos dentro de cada raza.

² Los corderos tipo ternasco y tipo pastenco del presente estudio no se destetaron.

lugar, a que muchos estudios utilizan el peso vivo obtenido en granja para calcular el rendimiento comercial, omitiendo las pérdidas generadas por el transporte y previas al sacrificio. En este sentido, Sañudo et al. (1994), al estudiar la influencia del destete en la calidad de la canal y de la carne en corderos de raza Rasa Aragonesa, también encontraron que los corderos no destetados presentaban mayores rendimientos de la canal (49,7% para destetados y 52,2% para no destetados). En la misma línea, en corderos de raza Talaverana criados en pasto con suplementación hasta 24-28 kg, Cañeque et al. (2001) observaron que el rendimiento de la canal mejoró al aumentar la edad de destete (a 45 días, 65 días o sin destetar).

Medidas zoométricas de conformación

Lógicamente, todas las medidas lineales realizadas sobre las canales aumentaron en valor

absoluto a medida que se incrementó el peso de la canal ($P < 0,05$). Las medidas que expresaban anchuras y contornos (G, D, Th, Wr) fueron aumentando con el peso canal en relación a las que expresaban longitudes, haciéndose la canal cada vez más redonda y ancha y mostrando, por tanto, una mejor conformación, como observaron Guía y Cañeque (1992) en corderos de raza Talaverana.

Los índices de compacidad de la canal (PCF/LM) y redondez de pecho (Wr/Th) también aumentaron con el peso de la canal ($P < 0,05$), aunque la diferencia en redondez de pecho no fue significativa entre los tipos comerciales ternasco y pastenco, coincidiendo estos resultados con los obtenidos por Olleta et al. (1992a) al comparar el tipo comercial ternasco (PVS 22 kg) con cordero de cebo (PVS 27 kg) en esta misma raza.

Ruiz de Huidobro y Cañeque (1993), en machos de raza Manchega sacrificados según los tipos comerciales lechal, ternasco

y cordero precoz, sí encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) en el índice de redondez del pecho y en el de compacidad de la canal, mientras que en el índice de compacidad de la pierna sólo se hallaron diferencias significativas entre el cordero lechal y el cordero precoz ($P < 0,05$).

En un estudio donde se comparaban corderos de diferentes razas (Churra, Rasa Aragonesa y Merina) sacrificados a distintos intervalos de peso vivo (10-12 kg, 20-22 kg y 30-32 kg), se observó que los valores de compacidad de la canal en las tres razas eran mayores ($P < 0,05$) conforme aumentaba el peso de sacrificio (Martínez-Cerezo et al., 2002). Se observaron diferencias significativas entre razas, de forma que las canales de lechal de Merino fueron las más compactas, mientras que en la categoría ternasco no hubo diferencias entre razas, y en el tipo cordero precoz las canales de Merino y Rasa fueron significativamente más compactas que las canales de raza Churra.

Al comparar estos resultados con el presente ensayo se observa que la raza Churra Tensina presenta una compacidad similar a la raza Merina en la categoría lechal (0,14 kg/cm en ambas razas), mientras que para el resto de categorías la Churra Tensina sería más compacta que las demás (0,22 y 0,27 kg/cm para ternasco y pastenco Churro Tensino; 0,19 y 0,25 kg/cm para ternasco y cordero precoz de Rasa y Merino; y 0,18 y 0,24 kg/cm para ternasco y cebo precoz Churro), lo que podría ser debido tanto a diferencias raciales en el patrón de desarrollo como a los diferentes sistemas de manejo (no destete vs. destete) y de alimentación (leche más concentrado vs. concentrado) a los que se sometieron los animales en ambos trabajos.

Clasificación subjetiva

Las canales de los corderos pastencos fueron las que mejor puntuación presentaron en la valoración subjetiva de la conforma-

ción según la escala SEUROP, alcanzando el estado R (conformación buena; 80% de las canales entre R+ y R), mientras que los corderos ternascos obtuvieron una clasificación O+ (ligeramente superior a normal; 75% entre R y O) y los corderos lechales O- (inferior a normal, pero no pobre; 73% entre O- y P+).

En el estudio comparativo entre los tipos ternasco (22 kg PVS) y cordero de cebo (27 kg PVS) en esta misma raza, ambos sin destetar y estabulados, Olleta et al. (1992a) no encontraron diferencias significativas entre grupos en la calificación subjetiva de la conformación (R), aunque la categoría cordero de cebo fue la que obtuvo mayor puntuación. Por otra parte, la nota de conformación lograda en la categoría ternasco (R) fue ligeramente superior a la obtenida en nuestra experiencia en esta categoría (O+), debido posiblemente a la mayor actividad locomotriz que tuvieron nuestros ternascos al no estar estabulados.

Alzón et al. (2000) observaron, en corderos de raza Navarra sacrificados con 29 kg PV y 109 días de edad y con una metodología análoga a la nuestra, unos resultados de conformación intermedios entre los valores que se obtuvieron en las canales de ternascos y pastencos de raza Churra Tensina (7,5 puntos y estado R- para la raza Navarra y 6,4 y 8,4 puntos y estado O+ y R, para ternasco y pastenco de raza Churra Tensina, respectivamente), lo que indicaría que, posiblemente, ambas razas sacrificadas a pesos iguales y con un mismo manejo, presentarían una conformación similar.

Respecto al grado de engrasamiento de las canales, se apreció que los corderos lechales se clasificaron dentro de la categoría 2 (escasa; 73% de las canales entre 2+ y 2-), no encontrándose diferencias significativas ($P > 0,05$) con los corderos ternascos, que se valoraron como 2+ (entre cobertura escasa y media; 67% entre 3+ y 2+).

Las canales del tipo lechal del presente trabajo, en comparación con las canales de los otros tipos comerciales de mayor edad, mostraron un grado de finalización muy aceptable. Así, los corderos tipo lechal, procedentes de razas de ordeño como la Churra Castellana y Lacha, presentan buen crecimiento en la fase de lactación, con una terminación adiposa muy temprana en virtud de la alta energía procedente de su abundante dieta láctea y la mayor precocidad general de estos genotipos lecheros (Sierra et al., 2003).

Los corderos pastencos alcanzaron una clasificación de 3 en dicha escala (engrasamiento medio; 67% entre 4- y 2+), que se correspondería con una canal cubierta en su totalidad o en su mayor parte por una fina capa de grasa.

Tanto la conformación como el grado de engrasamiento obtenidos en los corderos pastencos fueron superiores a los observados en animales manejados de forma similar en pastos de montaña en Noruega (85% de las canales entre O+ y R-, cobertura grasa media 2-; Adnøy et al., 2005). Sin embargo, en su caso los corderos no se castraron, ni estuvieron suplementados durante los últimos 20 días previos al sacrificio.

Ruiz de Huidobro y Cañeque (1993), en canales de corderos Manchegos sacrificados según los tipos comerciales lechal (15 kg PVS), ternasco (24 kg PVS) y cebo precoz (33 kg PVS), tampoco obtuvieron diferencias significativas de engrasamiento entre lechal y ternasco ($P > 0,05$). No obstante, la grasa de cobertura en estas dos categorías en la raza Churra Tensina mostró valores superiores a los del anterior trabajo, igualándose en el grupo de mayor peso de sacrificio (32-33 kg). Esto confirmaría de nuevo la mayor velocidad de deposición de tejido adiposo de la raza Churra Tensina a edades tempranas frente a la Manchega, que alcanzaría una mejor terminación a mayor peso (Sierra et al., 2003).

Alfonso et al. (2001), en un estudio comparativo entre canales de corderos de distintas razas y pesos (Rasa Aragonesa, 10,1 kg PCF; Churra Castellana, 5,5 kg PCF; Manchega, 11,9 kg PCF y Merina, 13,2 kg PCF) y pertenecientes a distintas denominaciones de origen, tan sólo encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) en el estado de engrasamiento al comparar las canales Churras (5,5 kg, tipo lechazo) con el resto de canales.

Los tres tipos comerciales del presente estudio mostraron una grasa blanca, a diferencia del trabajo de Olleta et al. (1992b), en el que se observó una grasa más oscura en las canales más pesadas. La consistencia de la grasa también fue similar en las tres categorías comerciales de Churro Tensino (Dura). Por el contrario, Alzón et al. (2000) obtuvieron en corderos de pasto una grasa ligeramente más dura que la de corderos de cebo. También Valderrábano y Folch (1984) indicaron que la grasa depositada en corderos de pradera fue más consistente que aquella depositada en corderos alimentados con pienso concentrado.

El color de la carne es uno de los factores más relevantes en los que se fija el consumidor en el momento de la compra, existiendo diferentes criterios según la procedencia del consumidor. En los países de la Europa Mediterránea se prefiere un color de la carne rosa pálido, mientras que en los países del Norte de Europa se admiten coloraciones más oscuras (Font i Furnols et al., 2006).

El color de la carne de las canales de nuestro ensayo estuvo influido por el peso de sacrificio, de manera que las canales más pesadas tuvieron una coloración más oscura ($P < 0,001$), de forma paralela a lo observado en los resultados de valoración instrumental del color por espectrofotometría (Ripoll et al., 2006).

Las canales del tipo comercial lechal presentaron una coloración clara, debida fundamentalmente a la dieta láctea que recibieron. El color de la carne en los animales lactantes depende del contenido de hierro del alimento ingerido (Miltenburg *et al.*, 1992). Por tanto, dado el escaso contenido de hierro en la leche de oveja, la concentración de mioglobina en el músculo de los corderos durante las primeras semanas de vida es baja y la carne presenta coloración clara (Lawrie, 1998).

Algunos trabajos han observado efectos del tipo de alimentación durante el período de engorde (pasto vs. concentrado) (Priolo *et al.*, 2002) o durante su última fase (acabado) (López Gallego *et al.*, 1997) sobre la coloración de la carne (más roja en los animales de pastoreo) en corderos pesados (> 30 kg).

Las canales de tipo ternasco presentaron una coloración rosada y, a pesar de que los corderos se criaron en pastoreo con acceso a concentrado, estuvieron dentro del rango de color que en la bibliografía otorgan al ternasco y que varía del rosa al rojo pálido (Olleta *et al.*, 1992a).

Finalmente, las canales de corderos pastencos fueron las más oscuras, presentando una coloración roja. El incremento de peso de la canal (de 7,5 a 15,5 Kg) lleva consigo un oscurecimiento de la carne que se refleja en la mayor concentración de mioglobina de los corderos de mayor peso (Sañudo *et al.*, 1993 y 1996).

Martínez-Cerezo *et al.* (2005) observaron que, en las razas Rasa Aragonesa, Churra y Merino, la carne se oscurecía al pasar de 10 kg a 20 kg de peso vivo. Sin embargo, un incremento de peso de 20 a 30 kg no provocó un oscurecimiento significativo de ésta, por lo que los autores afirmaron que un cambio en la dieta (leche a concentrado) podría ejercer un mayor efecto sobre el color de la carne que el peso o la edad. En nuestro ensayo, en cambio, el aumento de

peso y la edad fueron los responsables de este oscurecimiento, ya que la alimentación de los corderos ternascos y pastencos fue similar, aunque probablemente los corderos pastencos incorporaron una mayor proporción de forraje en su dieta.

Depósitos adiposos

Los pesos de las grasas pélvico-renal y mesentérico-omental aumentaron con la edad de sacrificio, incrementándose al pasar del tipo comercial ternasco a pastenco. El porcentaje de grasa pélvico-renal disminuyó ($P < 0,05$) con el peso al sacrificio, obteniendo el tipo lechal el mayor valor (43,7%), mientras que entre los tipos ternasco y pastenco no hubo diferencias significativas (34,8% vs. 32,1%; $P > 0,05$). Estos resultados estarían de acuerdo con el patrón de desarrollo de los depósitos grasos propuesto por Teixeira *et al.* (1989): mesentérico, intermuscular, omental, pélvico-renal, subcutáneo, y por último, intramuscular. Por ser uno de los depósitos grasos presentes en la canal de crecimiento más precoz, la grasa de riñonada se ha considerado un buen indicador del estado de engrasamiento de canales ligeras (Alcalde *et al.*, 1999).

Composición regional

El porcentaje de piezas de la media canal izquierda reflejó la variación de cada pieza dentro de la canal a lo largo de las categorías comerciales estudiadas. Así, al aumentar el peso de sacrificio el porcentaje de costillar fue mayor, encontrándose diferencias entre tipos comerciales ($P < 0,001$), mientras que, por el contrario, la proporción de espalda disminuyó ($P < 0,001$). Como ya indicaron otros autores (Díaz, 2001; Ruiz de Huidobro, 1992), estos resultados demuestran que el costillar es una pieza de desarrollo tardío y que la espalda es de desarrollo precoz.

Por otra parte, la proporción de badal y bajos aumentó y los porcentajes de pierna y cuello disminuyeron significativamente al pasar de la categoría ternasco a pastenco ($P < 0,05$).

Ruiz de Huidobro y Cañeque (1993), con corderos de raza Manchega sacrificados dentro de las mismas categorías comerciales, también observaron una disminución del porcentaje de pierna y espalda y un aumento de la proporción de costillar y badal, al incrementarse el peso de sacrificio ($P < 0,05$). Sin embargo, las categorías ternasco y pastenco tuvieron unos porcentajes similares de costillar y espalda ($P > 0,05$), mientras que la proporción de pierna y badal tan sólo fue diferente significativamente entre el tipo lechal y pastenco ($P < 0,05$).

En corderos de raza Segureña sacrificados a un intervalo de pesos de 19-25 kg (tipo ternasco) (Peña et al., 2005) se obtuvieron unos porcentajes de espalda y pierna similares a los nuestros en esta categoría (20,3% y 33,7% para espalda y pierna, respectivamente, frente a 19,9% y 32,5% para Churra Tensina). Por el contrario, el porcentaje de costillar que presentaron fue ligeramente menor a nuestro caso (17,4% para Segureña y 21,0% para Churra Tensina).

Con relación a la calidad comercial, el porcentaje de piezas de primera categoría aumentó al pasar del tipo comercial ternasco al pastenco ($P < 0,05$), pero no entre la categoría lechal y ternasco ($P > 0,05$). En este sentido, Ruiz de Huidobro y Cañeque (1993), en corderos de raza Manchega, observaron que las categorías ternasco y pastenco tuvieron la mayor proporción de piezas de primera categoría ($P < 0,05$).

El porcentaje de piezas de segunda categoría disminuyó ($P < 0,001$) al aumentar el peso de sacrificio, y en el porcentaje de piezas de tercera categoría no se encontraron diferencias significativas entre tipos comerciales, de forma similar a lo observado por

Ruiz de Huidobro y Cañeque (1993). Por el contrario, Juárez et al. (2005) encontraron, en corderos lechales y ternascos de la raza Merino de Grazalema, un descenso de las piezas de tercera categoría al aumentar el peso de sacrificio ($P < 0,05$), mientras que el porcentaje de piezas de segunda categoría se mantuvo constante.

Conclusiones

El rango de características de la canal observadas en este estudio confirmaría la viabilidad comercial de los tres tipos de cordero, abriendo, por tanto, alternativas de producción frente al tradicional ternasco. Los tipos comerciales lechal y pastenco de raza Churra Tensina podrían ofrecer al mercado productos bien conformados, permitiendo atender la demanda de mercados diferenciados y recuperar, en el caso del pastenco, un producto tradicional abandonado.

Los sistemas de producción de los tres tipos comerciales estudiados son compatibles, además, con la reglamentación de la Agricultura Ecológica, pudiéndose dirigir su producción hacia ese tipo de mercado.

Agradecimientos

Trabajo en memoria de nuestros colegas A. Bergua y R. Delfa (sin sus ideas, ayuda y predisposición este trabajo no se hubiera podido realizar). Los autores desean agradecer a E. Balmisse y al personal del CITA (Finca Experimental La Garcipollera y centro de Montaña) por su colaboración. Trabajo financiado con fondos INIA-FEDER (RTA2003-031 y RZ2004-028). J. Álvarez-Rodríguez y S. Carrasco disfrutaron de becas predoctorales INIA y AEI, respectivamente.

Referencias bibliográficas

- Adnoy T, Haug A, Sorheim O, Thomassen MS, Varszegi Z, Eik LO, 2005. Grazing on mountain pastures-does it affect meat quality in lambs? *Livest. Prod. Sci.* 94: 25-31.
- Alcalde MJ, Sañudo C, Osorio JC, Olleta JL, Sierra I, 1999. Evaluación de la calidad de la canal y de la carne en canales ovinas ligeras del tipo comercial "Ternasco". *ITEA 95A*: 49-64.
- Alcalde MJ, Horcada A, Juárez M, Siles A, Porras C, Valera M, 2005. Calidad de la canal de corderos (ternasco y lechal) de la raza autóctona andaluza Churra Lebrijana. *XXX Jornadas SEOC*: 35-37.
- Alfonso M, Sañudo C, Berge P, Fisher AV, Stamatari C, Thorkelsson G, Piasentier E, 2001. Influential factors in lamb meat quality. Acceptability of specific designations. *Opt. Méd.* 46: 19-28.
- Alzón M, Arana A, Santamaría C, Mendizábal J A, Erburu JA, Eguinoa P, Purroy A, 2000. Parámetros de crecimiento y características de la canal de corderos de raza Navarra producidos en pasto o en cebadero. *XXV Jornadas SEOC*: 119-121.
- Beriain MJ, Horcada A, Purroy A, Lizaso G, Chasco J, Mendizábal JA, 2000. Characteristics of Lacha and Rasa Aragonesa lambs slaughtered at three live weights. *J. Anim. Sci.* 78: 3070-3077.
- Cañeque V, Velasco S, Díaz M, Pérez C, González J, Huidobro F, Lauzurica S, Manzanares C, 2001. Effect of weaning age and slaughter weight on carcass and meat quality of Talaverana breed lambs raised at pasture. *Anim. Sci.* 73: 85-95.
- Choquecallata J, 2000. Diversidad de sistemas de explotación ovina en el Pirineo Central: interrelaciones entre el gradiente de intensificación reproductiva, las estrategias alimenticias y la economía de la explotación. Tesis doctoral. Universidad Pública de Pamplona, 257 págs.
- Colomer-Rocher F, Morand-Fehr P, Kirton AH, Delfa R, Sierra I, 1988. Método normalizado para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales ovinas producidas en el área mediterránea, según los sistemas de producción. *Cuadernos INIA n° 17*. 41 pp.
- Daza A, 1997. Reproducción y sistemas de explotación del ganado ovino. Ed. Mundi-Prensa, Madrid. 384 pp.
- Díaz MT, 2001. Características de la canal y de la carne de corderos lechales manchegos. Correlaciones y ecuaciones de predicción. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 308 pp.
- Díaz MT, De la Fuente J, Lauzurica S, Pérez C, Velasco S, Álvarez I, Ruiz de Huidobro F, Onega E, Blázquez B, Cañeque V, 2005. Use of carcass weight to classify Manchego sucking lambs and its relation to carcass and meat quality. *Anim. Sci.* 80: 61-69.
- DOCE, 1994. Reglamento (CEE), n° 1278/94 del Consejo, de 30 de mayo de 1994, por el que se modifica el reglamento CEE n° 2137/92 del Consejo, relativo al modelo comunitario de Clasificación de canales de ovino. *DOCE número L 140, 3/6/1994*: 5-6 pp.
- Font i Furnols M, San Julián R, Guerrero L, Sañudo C, Campo MM, Olleta JL, Oliver MA, Cañeque V, Álvarez I, Díaz MT, Branscheid W, Wicke M, Nute GR, Montossi F, 2006. Acceptability of lamb meat from different producing systems and ageing time to German, Spanish and British consumers. *Meat Sci.* 72: 545-554.
- Guía E, Cañeque V, 1992. Crecimiento y desarrollo del cordero Talaverano. Evolución de las características de su canal. Servicio de Investigación Agraria de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Serie Producción Animal n° 5. 55 pp.
- Juárez M, Alcalde MJ, Horcada A, Casas JP, Azor P, Torres R, 2005. Primeros resultados del estudio de la canal de corderos lechales y ternascos de la raza autóctona andaluza Merino de Grazalema. *XXX Jornadas SEOC*: 70-72.
- Lawrie RA, 1998. Ciencia de la carne. Ed. Acribia. Zaragoza. España.
- López M, Colomer F, Rodríguez MC, Sierra I, 1994. Producción de carne en la raza Lacha.

- Rendimiento de la canal y componentes del quinto cuarto de lechales, ternascos y corderos. XVI Jornadas SEOC: 433-441.
- López-Gallego F, Espejo M, López M^a M, Villar A, 1997. Mejora de los sistemas extensivos de acabado de corderos en Extremadura. ITEA, vol. Extra, 18 (1): 236-238.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2006. Anuario de Estadística Agrarioalimentaria 2004. Ed. MAPA. Madrid. España.
- Martínez-Cerezo S, Olleta JL, Sañudo C, Delfa R, Cuartielles I, Pardos JJ, Medel I, Panea B, Sierra I, 2002. Calidad de la canal en tres razas ovinas españolas. Efecto del peso al sacrificio. XXVII Jornadas SEOC: 288-295.
- Martínez-Cerezo S, Sañudo C, Panea B, Medel I, Delfa R, Sierra I, Beltrán JA, Cepero R, Olleta JL, 2005. Breed, slaughter weight and ageing time effects on physico-chemical characteristics of lamb meats. *Meat Sci.* 69: 325-333.
- Miltemburg GAJ, Wensing T, Smulders FJM, Breukink HJ, 1992. Relationship between blood hemoglobin, plasma and tissue iron, muscle heme pigment and carcass color of veal. *J. Anim. Sci.* 70: 2766-2772.
- Olleta JL, Sañudo C, Sierra I, 1992a. Producción de carne en la agrupación ovina Churra tensina: calidad de la canal y de la carne en los tipos ternasco y cordero de cebo. *Arch. Zootec.* 41: 197-208.
- Olleta JL, Sañudo C, Sierra I, 1992b. Producción de carne en la agrupación ovina Churra Tensina: cordero pastenco y de cebo. ITEA 88A: 119-128.
- Panea B, Joy M, Sanz A, Carrasco S, Delfa R, 2006. Calidad sensorial de la carne de corderos procedentes de diferentes tipos comerciales. VII Congreso SEAE Trabajo n^o 182; libro de resúmenes del Congreso. pp. 149.
- Peña F, Cano T, Domenech V, Alcalde MJ, Martos J, García-Martínez A, Herrera M, Rodero E, 2005. Influence of sex, slaughter weight and carcass weight on "non-carcass" and carcass quality in segureña lambs. *Small Ruminant Res.* 60: 247-254.
- Priolo A, Micol D, Agabriel J, Prache S, Dransfield E, 2002. Effect of grass or concentrate feeding systems on lamb carcass and meat quality. *Meat Sci.* 62: 179-185.
- Real Decreto 54/1995, de 20 de enero (BOE n^o 39, de 15 de febrero de 1995). Normas mínimas sobre protección de los animales en el momento de su sacrificio o matanza.
- Ripoll G, Delfa R, Joy M, Sanz A, Panea B, Carrasco S, Alberti P, 2006. Evolución del color y de la dureza de la carne de tres tipos de cordero de raza Churra Tensina. XXXI Jornadas SEOC: 73-75.
- Ruiz de Huidobro F, 1992 Estudios sobre crecimiento y desarrollo en corderos de raza Manchega. Tesis Doctoral, Universidad Complutense. Facultad de Veterinaria, Madrid.
- Ruiz de Huidobro F, Cañeque V, 1993. Producción de carne en corderos de raza Manchega. II. Conformación y estado de engrasamiento de la canal y proporción de piezas en distintos tipos comerciales. *Investigaciones Agrarias. Producción y Sanidad Animales* 8: 233-245.
- Santos Silva J, Vaz Portugal A, 2001. The effect of weight on carcass and meat quality of Serra da Estrela and Merino Branco lambs fattened with dehydrated Lucerne. *Anim. Res.* 50: 289-298.
- Sañudo C, Sierra I, 1993. Calidad de la canal y de la carne en la especie ovina. *Ovino y Caprino. Monografías del Consejo General de Colegios Veterinarios.* Madrid. pp. 207-254.
- Sañudo C, Sierra I, Osorio MT, Alcalde MJ, Santolaria P, Alberti P, 1993. Variation of meat quality in light lamb depending on weight increase of the carcass (7,4-15,4 kg), Alberta. Canada.
- Sañudo C, Sierra I, Olleta JL, Martín L, Campo MM, Santolaria P, 1994. Influencia del destete en la calidad de la canal y de la carne en ternasco de Aragón. XIX Jornadas SEOC: 76-81.
- Sañudo C, Santolaria P, Maria G, Osorio M, Sierra I, 1996. Influence of carcass weight on instrumental and sensory lamb meat quality in intensive productions systems. *Meat Sci.* 42: 195-202.

- Sanz A, Álvarez J, Balmisse E, Delfa R, Revilla R, Joy M, 2005. Rendimientos productivos y reproductivos de ovejas y corderos de la raza Churra Tensina sometidos a diferentes estrategias de manejo en primavera. ITEA Vol. Extra 26: 207-209.
- Sierra I, Alfonso M, Sañudo C, 2003. Tipos comerciales de calidad en las razas ovinas autóctonas y su discriminación etnológica. *Pequeños Rumiantes*, 4 (1): 32-37.
- Teixeira A, Delfa R, Colomer-Rocher F, 1989. Relationships between fat depots and body condition score or tail fatness in the Rasa Aragonesa breed. *Anim. Prod.* 49: 275-280.
- Valderrábano J, Folch J, 1984. Producción intensiva de corderos en praderas de regadío. Primeros resultados. *Anales INIA. Servicio Ganadería* 21: 23-34.
- Velasco S, Lauzurica S, Cañeque V, Pérez C, Huidobro F, Manzanares C, Díaz MT, 2000. Carcass and meat quality of Talaverana breed sucking lambs in relation to gender and slaughter weight. *Anim. Sci.* 70: 253-263.
- (Aceptado para publicación el 3 de enero de 2008)

**PREMIOS DE PRENSA AGRARIA 2008
DE LA
ASOCIACIÓN INTERPROFESIONAL
PARA EL DESARROLLO AGRARIO**

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

Los premios se regirán de acuerdo a las siguientes

BASES

1. Podrán concursar todos los artículos que versen sobre cualquier tema técnico-económico-agrario.
2. Los artículos que podrán acceder a los premios serán todos aquellos que se publiquen en ITEA en el año 2008. Consecuentemente, los originales deberán ser enviados de acuerdo con las normas de ITEA y aprobados por su Comité de Redacción.
3. El jurado estará constituido por las siguientes personas:
 - a) Presidente de AIDA, que presidirá el jurado.
 - b) Director de la revista ITEA, que actuará de Secretario.
 - c) Director Gerente del CITA
(Diputación General de Aragón).
 - d) Director del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza.
 - e) Director de la Estación Experimental de Aula Dei.
4. Los premios serán anuales y con una dotación económica.
5. Las deliberaciones del jurado serán secretas, y su fallo inapelable.
6. El fallo del jurado se dará a conocer en la revista ITEA, y la entrega del premio se realizará con motivo de la celebración de las Jornadas de Estudio de AIDA.



CIHEAM

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

CIHEAM/IAMZ - Cursos 2006-07-08

	CURSOS	FECHAS	LUGAR	ORGANIZACIÓN
PRODUCCIÓN VEGETAL	*MEJORA GENÉTICA VEGETAL	2 Oct. 06/8 Jun. 07	Zaragoza	IAMZ/UdL
	*OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA	24 Sep. 07/ 31 Mayo 08	Córdoba	UCO/JA/CSIC/COI/ INIA/IAMZ
	MÉTODOS ESTADÍSTICOS EN GENÓMICA DE PLANTAS	18-29 Feb. 08	Zaragoza	IAMZ
	TENDENCIAS ACTUALES EN AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN CONDICIONES MEDITERRÁNEAS	31 Mar./4 Abr. 08	Zaragoza	IAMZ/ICARDA/FERT
	CULTIVOS ENERGÉTICOS SOSTENIBLES EN EL MEDITERRÁNEO	5-9 Mayo 08	Zaragoza	IAMZ
PRODUCCIÓN ANIMAL	PRODUCCIÓN CAPRINA	6-17 Nov. 06	Murcia	IAMZ/CAA-CARM
	TRAZABILIDAD DE PRODUCTOS CÁRNICOS: SISTEMAS Y TÉCNICAS	11-15 Dic. 06	Zaragoza	IAMZ
	PRODUCCIÓN AVÍCOLA EN CLIMAS CÁLIDOS	5-10 Feb. 07	Zaragoza	IAMZ
	BIENESTAR ANIMAL EN LA PRODUCCIÓN GANADERA	12-16 Mar. 07	Zaragoza	IAMZ
	CALIDAD DE LA CARNE Y DE PRODUCTOS CÁRNICOS EN RUMIANTES	16-20 Abr. 07	Zaragoza	IAMZ
	NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LA PRODUCCIÓN DE OVINO DE LECHE	14-19 Mayo 07	Vitoria	IAMZ/Neiker
	*NUTRICIÓN ANIMAL	1 Oct. 07/6 Jun. 08	Zaragoza	IAMZ/UZ/FEDNA
	*MEJORA GENÉTICA ANIMAL Y BIOTECNOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN	1 Oct. 07/6 Jun. 08	Barcelona/ Valencia	UPV/UAB/IVIA/INIA/ IAMZ

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

- MEJORA GENÉTICA VEGETAL: 06-07; 08-09; 10-11
- OLIVICULTURA Y ELAIOTECNIA: 07-08; 09-10; 11-12
- NUTRICIÓN ANIMAL: 07-08; 09-10; 11-12
- MEJORA GENÉTICA ANIMAL Y BIOTECNOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN: 07-08; 09-10; 11-12
- PLANIFICACIÓN INTEGRADA PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE: 06-07; 08-09; 10-11
- MARKETING AGROALIMENTARIO: 07-08; 09-10; 11-12
- ACUICULTURA: 06-07; 08-09; 10-11
- ECONOMÍA Y GESTIÓN DE LA ACTIVIDAD PESQUERA: 06-07; 08-09; 10-11

Se destinan primordialmente a titulados superiores en vías de especialización de posgrado. No obstante se estructuran en secciones 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 el curso de Olivicultura y elaiotecnica finaliza el 15 de Abril 2007. El plazo de inscripción para los cursos de Nutrición animal, Mejora genética animal y biotecnología de la reproducción y Marketing agroalimentario finaliza el 15 de Mayo 2007. El plazo de inscripción para los cursos de Mejora genética vegetal, Planificación integrada para el desarrollo rural y la gestión del medio ambiente, Acuicultura y Economía y gestión de la actividad pesquera finaliza el 1 de Mayo 2008.

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	*PLANIFICACIÓN INTEGRADA PARA EL DESARROLLO RURAL Y LA GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	2 Oct. 06/8 Jun. 07	Zaragoza	IAMZ/UdL
	ECONOMÍA AMBIENTAL Y DE LOS RECURSOS NATURALES	15-26 Ene. 07	Zaragoza	IAMZ
	DISEÑO Y EJECUCIÓN DE PLANES DE GESTIÓN DE SEQUÍA: ORGANIZACIÓN, METODOLOGÍA Y ACTUACIONES	4-8 Feb. 08	Zaragoza	IAMZ/ICARDA
	INDICADORES AGROAMBIENTALES Y DE DESARROLLO COMO HERRAMIENTAS DE APOYO A LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL MEDIO RURAL	14-18 Abr. 08	Zaragoza	IAMZ
	RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE RÍOS MEDITERRÁNEOS	9-13 Jun. 08	Zaragoza	IAMZ
COMERCIALIZACIÓN	INVESTIGACIÓN DE MERCADOS AGROALIMENTARIOS: NUEVOS ENFOQUES	25-29 Sep. 06	Zaragoza	IAMZ
	ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN EL MARKETING AGROALIMENTARIO: NORMATIVAS, SISTEMAS Y REPERCUSIONES EMPRESARIALES	13-17 Nov. 06	Zaragoza	IAMZ
	TRAZABILIDAD Y ETIQUETADO DE LOS ALIMENTOS: RESPUESTA A LOS REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD Y DE MERCADO	20-24 Nov. 06	Zaragoza	IAMZ
	ESTRATEGIAS DE MARKETING DE ACEITE DE OLIVA	26-30 Mar. 07	Zaragoza	IAMZ/COI
	MARKETING DE PRODUCTOS ECOLÓGICOS	21-25 Mayo 07	Zaragoza	IAMZ
*MARKETING AGROALIMENTARIO	1 Oct. 07/6 Jun. 08	Zaragoza	IAMZ	
PESCA Y AGRICULTURA	ESTRATEGIAS, ALTERNATIVAS DE DESARROLLO Y OPCIONES TECNOLÓGICAS EN ACUICULTURA MEDITERRÁNEA	18-23 Sep. 06	Zaragoza	IAMZ/AECI
	* ACUICULTURA	2 Oct. 06/ 30 Mar. 07	Las Palmas de Gran Canaria	ULPGC/ICCM/IAMZ
	*ECONOMÍA Y GESTIÓN DE LA ACTIVIDAD PESQUERA	2 Oct. 06/4 Abr. 07	Barcelona	Univ. Barcelona/ MAPA/IAMZ
	AVANCES EN LA REPRODUCCIÓN DE PECES Y SU APLICACIÓN AL MANEJO DE REPRODUCTORES	19-24 Feb. 07	Castellón	IAMZ/CSIC-IATS
	DISEÑO Y GESTIÓN DE ARRECIFES ARTIFICIALES DE INTERÉS PESQUERO	7-11 Mayo 07	Zaragoza	IAMZ/MAPA-SGPM
	CONTROL DE LA CALIDAD Y DE LA SEGURIDAD DEL PESCADO Y DE LOS PRODUCTOS DE LA PESCA	11-15 Jun. 07	Zaragoza	IAMZ/FAO
	COMERCIALIZACIÓN DE LOS PRODUCTOS DEL MAR: TENDENCIAS Y RETO	12-16 Nov. 07	Zaragoza	IAMZ/FAO/ MAPA-FROM
	ORGANIZACIÓN DE SISTEMAS DE ESTADÍSTICAS PESQUERAS	14-18 Ene. 08	Zaragoza	IAMZ/AECI
	SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN Y SU APLICACIÓN EN ACUICULTURA	10-14 Mar. 08	Tarragona	IAMZ/IRTA
	NUTRICIÓN DE PECES: SOSTENIBILIDAD Y CALIDAD DE LOS PRODUCTOS	26-30 Mayo 08	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

INSCRIPCIÓN EN AIDA

* Si desea Ud. pertenecer a la Asociación, rellene la ficha de inscripción así como la carta para la domiciliación del pago de la cuota de asociado y envíelas a AIDA. Apto. 727. 50080 Zaragoza.

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

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

Dirección postal

Teléfono

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

Área en que desarrolla su actividad profesional

CUOTA ANUAL:

Firma.

ITEA 36 €

FORMA DE PAGO:

Cargo a cuenta corriente o libreta

Cargo a tarjeta

Cheque bancario

VISA

Tarjeta número:

MASTERCARD

□□ □□□□□□□□□□□□□□□□

Fecha de caducidad: /

SR. DIRECTOR DE.....

Muy Sr. mío:

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

Atentamente,

Firmado:

BANCO O CAJA DE AHORROS:

SUCURSAL:

DIRECCIÓN CALLE/PLAZA: N.º

CÓDIGO POSTAL:

POBLACIÓN:

