

Sumario

Producción Animal

Composición química y digestibilidad "in vitro" de silaje de maíz y de pasturas procedentes de la pampa húmeda, Argentina

Chemical composition and "in vitro" digestibility of corn and pasture silages from humid pampa Argentina

A.G. Inza, L. Igarza, H.G. Landi, S. Mogni, S. Aranguren 3

Características de la canal de cordero lechal de diversas razas producidas en España (revisión bibliográfica)

Carcass characteristics of different breeds of suckling lambs from Spain – a review autores

E. Miguélez, J.M. Zumalacárregui, M.T. Osorio, J. Mateo 14

Producción Vegetal

Variabilidad del contenido en tocoferoles en la pepita del almendro para su consideración en un programa de mejora genética

Variability in tocopherol content in almond kernels as a selection criterion in almond breeding

O. Kodad, R. Socias i Company, M.S. Prats, M.C. López Ortiz 31

Aplicación del modelo de Markowitz para la determinación de la cartera eficiente de vinos en la empresa vinícola

Application of the model of Markowitz for the determination of the efficient portfolio of a company of wines

M. Díaz, R. Bernabéu, M. Olmeda 43

Empleo del análisis de componentes principales en la evaluación de cuatro variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) en la región oriental de Cuba

Use of the principals components análisis in the evaluation of four onion varieties (Allium cepa L.) in the eastern region of Cuba

Elio Lescay Batista y Carlos Moya Pérez 54

Composición química y digestibilidad “*in vitro*” de silaje de maíz y de pasturas procedentes de la pampa húmeda, Argentina

A.G. Inza*, L. Igarza*¹, H.G. Landi**¹, S. Mogni*, S. Aranguren*

* Laboratorio de Análisis de Alimentos. Depto. de Fisiopatología. E-mail: letigar@vet.unicen.edu.ar

** Área Producción Bovinos de Leche. Depto. Producción Animal. E-mail: landih@vet.unicen.edu.ar
Campus Universitario. Facultad de Ciencias Veterinarias- Universidad Nacional del Centro. T.E. 54
2293 439850. CP 7000. Tandil. ARGENTINA.

¹ Autores a los que dirigir la correspondencia.

Resumen

El objetivo fue analizar la composición química y digestibilidad “*in vitro*” de silaje de maíz de planta entera y de pastura elaborados en la Pampa Húmeda Argentina. Se trabajó con silaje de maíz, grano lechoso, grano pastoso y grano duro y silaje de pastura, durante seis años (1996- 2001). Se analizó: materia seca (n=757), digestibilidad “*in vitro*” de la materia seca (n=776), proteína bruta (n=771), fibra neutro detergente con y sin amilasa (n=245 y n=106 respectivamente) y fibra ácido detergente (n=656). Se estudió la influencia de datos climáticos. El análisis estadístico realizado fue un ANOVA con un modelo experimental que contempla el efecto recurso y el efecto año anidado dentro de recurso utilizando el GLM y el LS Means del SAS. Se observó diferencias en materia seca entre silo de maíz, grano lechoso y grano duro (23,4 y 42,8), siendo similar la materia seca para silo de maíz grano pastoso y silo de pastura (30,6 y 31,6). Silo de maíz, grano lechoso y silo de pastura fueron comparables en fibra ácido detergente (31,0 versus 35,0) y fibra neutro detergente con amilasa (57,3) versus fibra neutro detergente (53,8). Silo de maíz grano pastoso y silo de pastura, presentaron para todas las variables de composición, diferencias entre años. Para digestibilidad *in vitro* de la materia seca se observó efecto año en los tres estados de silo de maíz.

En silo de maíz grano pastoso y silo de pastura se observó efecto año, no pudiéndose determinar una relación directa con las variables climáticas analizadas, por lo cual se recomienda el análisis de este tipo de alimento previo a su utilización.

Palabras clave: forraje conservado, valor nutritivo, clima, rumiantes.

Summary

Chemical composition and “*in vitro*” digestibility of corn and pasture silages from humid pampa Argentina

The objective was to analyse the chemistry composition and *in vitro* digestibility of corn plant and pasture silage elaborated in Argentine Humid Pampa. Corn silage with grain at the milk-, paste- and firm-grain stage and pasture silage were analysed during six years (1996-2001). Dry matter (n=757), *in vitro* digestibility of dry matter (n=776), crude protein (n=771), neutral detergent fibre with and without amylase (n=245 and n=106) and acid detergent fibre (n=656) were analysed. The influence of climate dates was studied. ANOVA was carried out with experimental model that included the feed effect and nested year effect within feeds utilizing the GLM and the LS means of SAS. Differences in dry matter between milkgrain corn silage and pastegrain corn silage (23.4 and 42.8) were observed. Dry matter in paste grain corn silage and pasture silage was similar (30.6 and 31.6). Acid detergent fibre (31.0 versus 35.0) and neutral detergent fibre with amylase (57.3) versus neutral detergent fibre without amylase

(53.8) in milk-grain corn silage and pasture silage respectively were similar. There were differences in all the composition variables between paste-grain corn silage and pasture silage and between years. For *in vitro* dry matter digestibility, a year effect in the three stages of corn silage was found. In paste-grain corn silage and pasture silage year effects were observed, but no direct relation between these results and weather was not possible to determine, thus the analysis of silage quality is recommended for its correct use.

Key words: conserved forage, nutritive value, climate, ruminant.

Introducción

Los silajes de maíz principalmente y el de pastura son suplementos de gran importancia para los sistemas de producción de leche y también en los esquemas intensivos de producción de carne en la región Pampeana Húmeda, Argentina (de 32° a 38° Latitud Sur y de 56° a 64° Longitud Oeste). La Región Pampeana está formada por las siguientes provincias: Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba y parte de Entre Ríos y La Pampa, ocupando aproximadamente 500.000 km cuadrados. Es en esta región donde la producción láctea muestra toda su potencialidad, con principales cuencas lecheras y casi la totalidad de los tambos e industrias del sector (figura 1). La superficie destinada a silaje de maíz está en crecimiento. Las condiciones climáticas y las prácticas de manejo con que se conduzca el cultivo afectan la calidad del grano, la producción de biomasa total y la partición de esta entre los distintos órganos de la planta (Uhart y Andrade, 1991; Cirilo y Andrade, 1996; Vega y Valentinuz, 1997). La diferente partición podría afectar, por consiguiente, a la composición química de la planta, al proceso de conservación y al valor nutritivo del silaje de maíz que se obtenga (Graybill et al., 1991; Bertoia et al., 1996).

Desde el punto de vista nutritivo, la calidad del maíz depende: 1) del contenido del grano en el momento de ensilar, 2) de su

composición química y 3) de su digestibilidad (Bertoia et al., 1996).

El grano es el componente de mayor calidad por su concentración energética (Kaiser y Piltz, 2002) y comprende, en situaciones normales, entre un 40 y un 50% de la materia seca total (MS). Si por situaciones climáticas o de manejo se reduce la cantidad de grano, la calidad del tallo resulta proporcionalmente más importante para el valor nutritivo del cultivo. La proteína se encuentra en los granos, que son menos afectados por los procesos fermentativos, luego los mayores porcentajes de proteína se encontrarían en maíces con mayor contenido de grano (Pichard y Rybertt, 1993).

En Nueva Zelanda el silaje de pastura se realiza con el excedente de primavera y frecuentemente se producen atrasos en el periodo óptimo de ensilado con incrementos en los tallos florales y espigas de baja calidad (Charlton y Dalton, 2002). Una situación similar ocurre en Argentina, sumándose la poca maquinaria especializada disponible y la mayor cantidad de días con lluvias durante el periodo óptimo del ensilado. Además la tecnificación del proceso es inferior a la que se dispone para el ensilado del maíz.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el comportamiento de la composición química y la digestibilidad "*in vitro*" del silaje de maíz de planta entera y de pastura el-

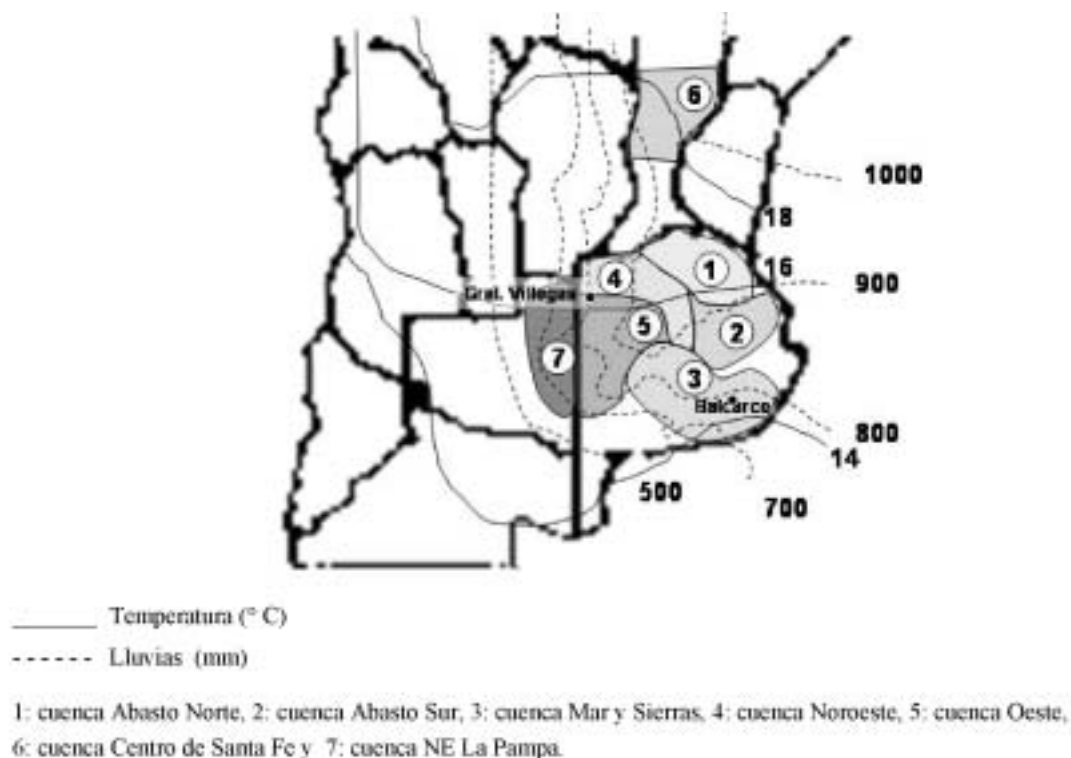


Figura 1. Cuencas lecheras de la pampa húmeda Argentina con registros de temperatura y lluvias correspondientes.

Figure 1. Milk zones of the Argentine humid pampa with temperature and rains registers.

borados durante seis años consecutivos, en la Pampa Húmeda Argentina.

oeste (NO), Oeste (O), Centro de Santa Fe (CSF), y NE de La Pampa (NELP).

Material y métodos

Zonas de estudio:

Para realizar el estudio las muestras fueron identificadas según su procedencia en distintas zonas lácteas de Argentina (cuencas), pertenecientes a distintas zonas geográficas con características diferentes de composición de suelos y condiciones climáticas: Abasto norte; Abasto sur; Mar y Sierras (MyS), Nor-

Muestras experimentales:

Se analizaron muestras de forraje conservado como silaje de maíz (SM) con grano lechoso (GL), grano pastoso (GP) y grano duro (GD) y silaje de pastura (SP) remitidas al Laboratorio de Análisis de Alimentos de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del Centro (Tandil) durante seis años consecutivos (1996-2001). El procedimiento de ensilaje fue por compactación del material a ensilar para extraer

la mayor cantidad de oxígeno posible (silo puente).

La clasificación de los silajes de maíz en GL, GP y GD, coincidente con el estado fenológico de la planta, fue realizada en el Laboratorio según la resistencia ofrecida por el tegumento a la presión realizada por la uña del dedo mayor. Las pasturas ensiladas en general pertenecían a excedentes de primavera (rygrass, trébol rojo y otras) en estado fenológico avanzado.

El número diferente de muestras analizadas para cada variable resultó de la solicitud diferente de análisis realizada por cada remitente.

Análisis químicos:

Los análisis de laboratorio realizados fueron:

- **Materia Seca (MS):** por secado en estufa a 60° con circulación de aire hasta peso constante. La temperatura utilizada obedece a la necesidad de realizar la técnica de DIVMS. (AOAC: 934.01)
- **Nitrógeno total (% N):** método semi-micro Kjeldhal (AOAC: 2001.11)
- **Pared celular: fibra neutro detergente con o sin amilasa (% FNDa-FND):** método de Göering y Van Soest (1970)
- **Fraccionamiento de la Pared Celular: fibra ácido detergente (% FAD)** método de Göering y Van Soest (1970).
- **Digestibilidad in vitro de la materia seca de la muestra (% DIVMS):** Se estudió la digestibilidad de la materia seca total de la muestra, utilizando licor ruminal proveniente de un bovino con fístula ruminal y cánula permanente, clínicamente sano y alimentado con heno de buena calidad. El análisis se realizó siguiendo las indicaciones de la técnica de Tilley y Terry (1963).

Todas las variables analizadas se expresaron como porcentaje de la MS.

Variabes climáticas:

El análisis de las variables climáticas fue realizado para las cuencas de mayor número de muestras (representan el 70% de la cantidad de muestras analizadas): MyS y del O. Se tomaron los registros de lluvias, temperaturas máximas y mínimas mensuales y evapotranspiración (ETP) de los años correspondientes, obtenidos desde las estaciones agro- meteorológicas de INTA- Balcarce e INTA-Castelar respectivamente, considerando la ubicación de la toma de datos en las Estaciones Experimentales INTA en el partido de Balcarce como MyS y en General Villegas como O (figura 1).

Análisis estadísticos:

Se realizó un análisis de varianza con un modelo experimental que contempla el efecto recurso (SMGL, SMGP, SMGD y SP) y el efecto año anidado dentro de recurso. Para evaluar recurso se usó el efecto error del anidado como término del error. Se utilizó el GLM y LS means del SAS. Con similar procedimiento se analizó el efecto zona geográfica, solamente sobre SMGP por representar el mayor número de muestras analizadas. Para el análisis del efecto zona se consideraron las MyS; 0; NO; CSF y NELP.

Resultados y discusión

Los resultados de los datos de temperatura máxima y mínima registrados en cada cuenca son mostrados en la figura 2. Se registraron mayores temperaturas máximas y menores mínimas durante el ciclo invernal en

General Villegas, comparado con las temperaturas de Balcarce.

Los registros climáticos de lluvias y ETP mensuales por año para General Villegas y Balcarce se observan en la figura 3. En los ciclos del desarrollo del maíz correspondientes a diciembre de 1997 y 1998 se registraron menores valores de ETP comparado con los otros ciclos y un déficit de lluvias comparado con los requerimientos de ETP en enero del 1996, 1997 y 1999. Los registros climáticos en primavera (crecimiento de pasturas para ensilar) demuestran solo déficit en septiembre de 1996 y un excedente de lluvias importante en primavera de 2001 (figura 3).

Para el análisis entre los recursos (tabla 1) se observan diferencias ($P < 0,05$) en MS de diferentes estados de SM, siendo similar SMGP y SP. SMGL es comparable a SP en FAD y FNDa ó FND (respectivamente), indicando el mayor contenido de tallo en la planta de maíz para ese estado. Se observan valores menores en componentes químicos (FNDa y FAD) ($P > 0,05$) entre SMGL versus SMGP y SMGD que afectarían el consumo y los componentes de la leche en rumiantes, esto fue demostrado anteriormente por Bal et al. I (1997 y 2000) y Jhonson et al. (1999). Esta declinación hacia la madurez en FND y FAD se produciría porque incrementa la concentración de grano (almidón).

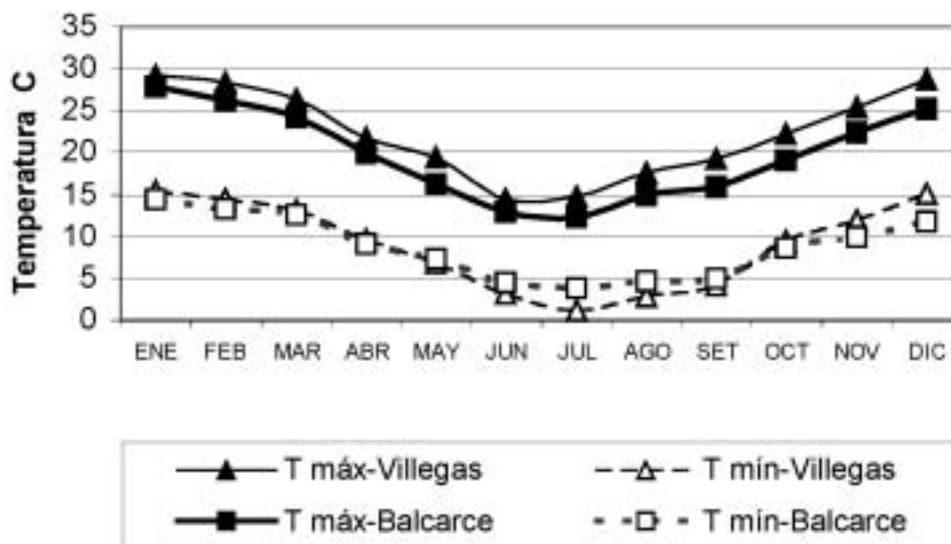


Figura 2. Temperaturas máximas y mínimas mensuales promedio durante el periodo 1996 a 2001.

Figure 2. Means monthly maxim and minim temperatures during the period 1996 to 2001.

SMGP y SP presentaron variación entre años, indicando que factores tales como, clima o tiempo de elaboración del recurso, afectarían su calidad. En el año 1998 se registró el ingreso de la mayor cantidad de muestras

clasificadas como SMGP, coincidiendo con menor registro de lluvias en marzo (momento de la confección del silaje) lo que posiblemente permitió el ensilado en el estado adecuado del cultivo. (tabla 2; figura 3).

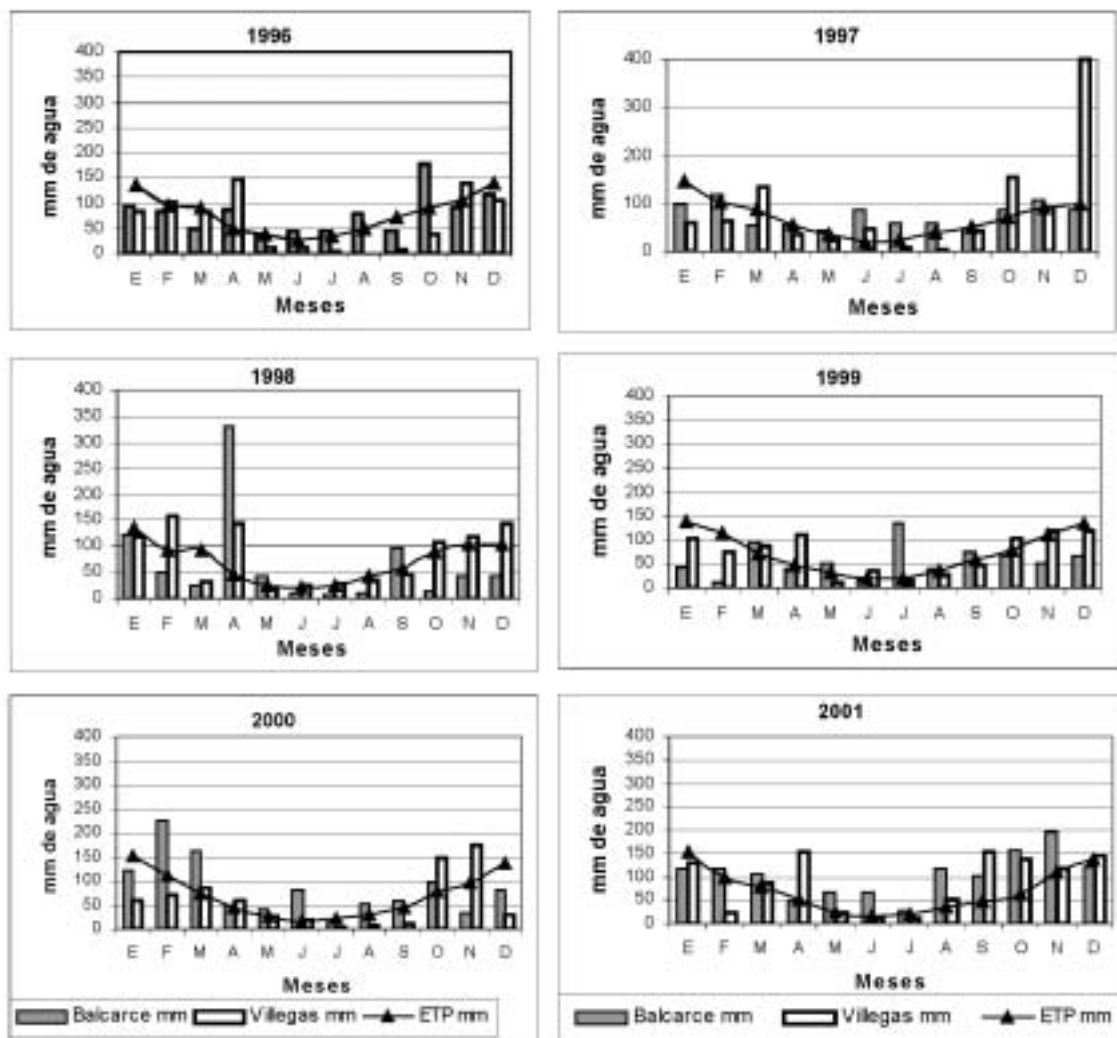


Figura 3. Registros medidos de lluvias (mm) y ETP (mm) mensuales durante el periodo 1996 al 2001.
 Figure 3. Rain and evapotranspiration (ETP) monthly registration during 1996-2001 period.

El mayor valor de MS del SMGP se registró para el año 2001 ($P < 0,05$), tendiendo a disminuir ambos guarismos para los ciclos 1998, 1999 (tabla 2). El menor contenido de FAD se cuantificó para SMGP, condición óptima de la planta para realizar un silaje, FAD incrementó ($P < 0,05$) para el SMGL debido a una mayor proporción de tallo y hojas. Estos resultados son coincidentes con los registrados en el

NRC (2001) (SMGL: 34,1; SMGP: 28,1; SMGD: 27,5), siendo menores a los registrados por laboratorio del INTA-Rafaela, Argentina (Gaggiotti *et al.*, 1996) (SMGL: 39,5; SMGP: 34,6 y SMGD: 34). El mayor contenido de FAD se registró para SP (tabla 1) posiblemente debido a la madurez de las plantas forrajeras al momento del corte descrito. Esto es semejante a los valores registrados para las pastu-

ras de estado medio (FAD: 36,4) descriptas en el NRC (2001).

Para la variable DIVMS, se observó efecto año ($P < 0.05$) para SM en los tres estados

(tabla 3). Los valores mayores de DIVMS para SM se registraron en GL y GD en los años 2001 y 1999 (respectivamente). Para DIVMS, el SP no presentó diferencias ($P > 0.05$) comparado a SM ni efecto año.

Tabla 1. Contenido promedio de materia seca (MS), fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FNDa) y proteína bruta (PB), en silaje de maíz (SM) con grano lechoso (GL), grano pastoso (GP) y grano duro (GD) y silaje de pastura (SP)

Table 1. Mean content of dry matter (DM), acid detergent fiber (ADF), neutre detergent fiber (NDFa) and brute protein (PB) in corn silage with milking grain (GL), pasty grain (GP) and firm grain (GD) and pasture silage (PS)

	SMGL	SMGP	SMGD	SP	P
MS					
media	23,4 c	30,6 b	42,8 a	31,6 b	
n	51	575	36	95	<0,01
DE	3,66	6,01	9,08	7,22	
FAD					
media	31,0 a	26,3 b	26,9 b	35,0 a	
n	49	504	31	72	<0,01
DE	4,71	4,72	6,55	5,20	
FNDa					
media	57,3	46,4	46,4	53,8*	
n	22	210	13	106	<0,01
DE	6,85	7,23	9,22	6,68	
PB					
media	7,6 b	7,6 b	7,4 b	12,1 a	
n	50	579	36	108	<0,01
DE	1,55	1,27	1,31	3,50	

* FDN: valor obtenido sin adición de amilasa.

P: comparación significativa entre los recursos

a,b y c: indican diferencias significativas entre recursos ($P < 0.05$).

EL valor para PB fue siempre mayor para el SP que para SM (tabla 2). Sin embargo el valor para SP es menor al registrado por el NRC (2001), (PB: 17,1). En tablas nacionales, no han sido encontrados valores sobre SP de composición química de alimentos, por lo que no ha sido posible la comparación. El resultado de nuestro análisis sobre silajes de maíz, indicaría el equilibrio de calidad entre fuente de fibra y EN para producción suministrada por este recurso. Los niveles

altos de FDN encontrados indicarían que estos silajes de maíz son importante fuente de fibra en la dieta, si bien estos valores reducirían la digestibilidad y la EN de producción (Weis y Wyatt, 2002; Owens, 2002). La alta digestibilidad hallada se debería a la presencia de grano en el silaje, que incrementaría su importancia como alimento energético. El bajo contenido de PB hallado sería consecuencia de maíces seleccionados para la producción de energía (Hartnell et

al., 2005). Considerando como valores metas (*Target*) en calidad para SP lo recomendado por distintos autores en Nueva Zelanda (MS: 25 a 30 %; PB: 16 a 20 %; DIVMS: >70%) nuestros resultados indica-

rían que las pasturas ensiladas son de baja calidad debido al estado fenológico avanzado de cosecha. Esto determinaría menor eficiencia en producción de carne y de leche (Holmes et al., 2002).

Tabla 2. Efecto año sobre la composición química de silajes de maíz y pastura durante el periodo 1996-2001

Table 2. Effect year over chemistry composition of corn and pasture silage (DM, ADF, NDFa and BP) during the period 1996-2001

Recurso	variable	estadístico	1996	1997	1998	1999	2000	2001	P
Grano Pastoso	MS	media	32,2 bc	31,4 b	29,4 a	29,3 a	31,1 ab	33,6 c	< 0,0001
		DE	7,03	5,97	5,60	5,02	5,73	7,16	
		n	35	119	184	109	63	65	
	FNDa	media				48,9 c	43,8 a	46,3 b	< 0,0001
		DE				6,03	5,02	6,89	
		n				106	55	49	
	FAD	media	26,7 b	27,0 b	27,0 b	25,6 ab	23,9 a	25,4 ab	< 0,002
		DE	4,11	5,56	4,44	3,71	3,80	4,18	
		N	35	115	176	100	41	37	
	PB	media	8,0 b	7,93 b	7,50 a	7,46 a	7,59 ab	7,23 a	< 0,0001
		DE	0,92	1,51	0,96	1,14	1,05	1,21	
		n	35	118	206	107	58	55	
Grano Duro	MS	media		47,2 b	40,3 ab	37,8 a			< 0,0001
		DE		8,48	6,07	10,8			
		n		21	7	8			
Silo Pastura	MS	media		29,4 a	32,,5 ab	32,0 ab	28,6 a	36,0 b	< 0,0001
		DE		7,00	4,09	8,60	8,49	6,38	
		n		39	15	13	8	20	
	FND	media		52,1 a	52,4 ab	54,5 b	58,0 b	54,9 ab	< 0,003
		DE		7,33	6,92	6,62	10,53	4,45	
		n		37	13	13	8	35	
	FAD	media		34,6 a	34,9 ab	38,7 b	33,3 a	34,0 a	< 0,002
		DE		4,78	5,43	8,17	8,21	2,65	
		n		14	13	11	4	30	
	PB	media		13,2 c	12,2 b	13,5 c	9,58 a	10,6 a	< 0,0001
		DE		3,79	2,98	3,42	2,71	2,85	
		n		39	15	13	6	34	

a, b, c significan diferencias entre años para cada recurso.

Materia seca (MS), fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FNDa) y proteína bruta (PB).

La variable MS presentó el mayor coeficiente de variación (CV: 19.7%) y la DIVMS presentó el menor valor (CV: 7.2%) para todas las zonas. Similares resultados se obtuvieron en el NRC (2001).

Para el análisis de zona se utilizó el SMGP procedente de las Cuencas: MyS, O, NO, CSF y NELP. Las otras cuencas no se incluyeron por tener un *n* insuficiente (tabla 4). El *n* para las variables de las cuencas analizadas fue diferente en función al envío realizado al Laboratorio.

En el análisis entre cuencas se observó que para SMGP el menor valor de DIVMS (60,9) y el mayor de FAD (28,5) se registraron en el NELP, siendo diferentes al resto de las cuencas. La MS fue diferente entre CSF (32,9) y NELP (27,6). La cuenca CFS está ubicada en la zona de mayor registros de lluvias y de

mayores temperaturas (figura 1). No se registraron diferencias entre zonas ($P < 0.05$) para los valores de FNDa y PB.

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir que:

En el periodo de estudio no se observó un patrón de comportamiento climático constante entre ciclos.

Para SMGP y SP se observó efecto año, si bien no se ha podido determinar una relación directa con las variables climáticas analizadas. La calidad nutritiva del SMGP fue la que menos variación tuvo comparada con la calidad de los otros recursos.

En función de la variabilidad registrada, se recomienda el análisis de este tipo de alimentos para una mejor utilización de los recursos disponibles.

Tabla 3. Digestibilidad *in vitro* de silaje de maíz (SM) con grano lechoso (GL), grano pastoso (GP) y grano duro (GD) y silaje de pastura (SP) y su efecto año
Table 3. In vitro digestibility of corn silage with milking grain (GL), pasty grain (GP) and firm grain (GD) and pasture silage (PS) and its years effect.

Recurso	estadístico	DIVMS	Años					P	
			1996	1997	1998	1999	2000		2001
Grano Lechoso	media	64,0		67,4 c	59,2 a	66,9 bc	69,0 c	72,0 c	0,05
	DE	6,95		6,71	6,16	5,35	0,07	4,17	
	n	50		6	21	20	2	2	
Grano Pastoso	media	67,0	69,5 b	68,5 b	63,7 a	68,4 b	69,3 b	68,8 b	0,05
	DE	5,12	3,38	3,89	5,53	4,26	3,49	3,76	
	n	589	35	117	209	109	59	65	
Grano Duro	media	68,1		67,9 b	61,5 a	72,0 b		66,7 ab	0,05
	DE	5,63		5,47	6,21	3,25		3,09	
	n	33		18	4	8		3	
Silaje pastura	media	64,6		64,8	65,3	62,2	63,8	65,2	0,05
	DE	6,65		6,24	7,39	9,63	7,86	5,11	
	N	104		34	15	12	7	35	

a, b, c significan diferencias entre años para cada recurso.

Tabla 4. Digestibilidad in vitro promedio de la materia seca (DIVMS), fibra ácida detergente (FAD) y proteína bruta (PB) en silaje de maíz (SM) con grano pastoso (GP) para las diferentes zonas geográficas

Table 4. Mean digestibility of the dry matter (DM), acid detergent fiber (ADF) and crude protein (CP) in corn silage with milking grain, pasty grain and firm grain for different geographic zones

Variable	Estadístico	Cuencas					p
		M y S	O	NO	CSF	NELP	
MS	media	31,3 ab	29,9 ab	31,6 ab	32,9 a	27,6 b	0.009
	DE	6,02	6,08	5,17	5,16	5,75	
	n	187	238	39	34	23	
FAD	media	25,4 bc	27,7 a	26,0 ab	25,3 c	28,5 a	0.0001
	DE	3,78	3,94	4,01	3,58	5,60	
	n	151	212	37	32	23	
FNDA	media	45,9	48,4	45,4	45,1	-	
	DE	5,71	6,29	6,93	6,16		
	n	90	79	9	9		
PB	media	7,7	7,6	7,6	8,0	7,6	
	DE	0,98	1,19	0,77	1,06	1,07	
	n	197	235	39	32	23	
DIVMS	media	67,4 a	66,7 a	68,3 a	68,9 a	60,9 b	0.0001
	DE	4,79	5,26	3,79	4,30	5,79	
	n	219	236	38	21	23	

Cuencas: M y S: Mar y Sierras; O: Oeste; NO: noroeste, CSF: centro de Santa Fe y NELP: noreste de La Pampa. a,b y c: indican diferencias significativas entre zonas (P<0.05).

Materia seca (MS), fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FNDA), proteína bruta (PB) y digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS).

Bibliografía

Association of Official Analytical Chemists –AOAC–. (1990). Oficial methods of analytical chemist. 15th ed. (K, Helrick editor) Arlington, VA, p: 250-253.

Bal MA, Coors JG and Shaver RD. 1997. Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion and milk production. J Dairy Sci 80: 2497-2503.

Bal MA, Shaver RD, Al-Jobeile H, Coors JG and Lauer JG. 2000. Corn silage hybrid effects on

intake, digestion, and milk production by dairy cows. J Dairy Sci. 83: 2849-2858.

Bertoia L, Frugone M, Amestoy O y Sartori M. 1996. Silaje de maíz. Morgan-Mycogen. p. 46. Ed. Argentina.

Cirilo A y Andrade F. 1994. Sowing date and maize productivity: I. Crop growth and dry matter partitioning. Crop Sci. 34: 1039-1043.

Charlton D and Dalton C. 2002. Managing pastures properly - Some problems and solutions. Copyright.http://www.Lifestylefarmer.com/

- Gaggiotti M, Romero L, Bruno O, Comeron E y Quaino O. 1996. Tabla de composición química de alimentos. Estación Experimental Agropecuaria INTA-Rafaela. Centro Regional Santa Fe. Ed. Perfil S.A. Argentina. pp. 42-46.
- Goering HK and Van Soest PJ. 1970. Forage Fiber Analysis. *Agriculture Hand.* 379. USDA, Washington, DC.
- Graybill J, Cox W y Otis D. 1991. Yield and quality of forage maize as influenced by hybrid, planting date and plant density. *Agronomy J.* 83: 559-564.
- Hartnell GF, Hatfield RD, Mertens DR and Martin NP. 2005. Potential benefits of plant modification of alfalfa and corn silage to dairy diets. *Proc. Southwest Nutr. Conf.* 156-172.
- Holmes CW, Brookes IM, Garrick DJ, Mackenzie DDS, Parkinson TJ and Wilson GF. 2002. Cap.15: Nutrition: Food intake and nutritive value, pp. 263-294. In *Milk Production from pasture. Principles and practices.* Ed. D. Swain. New Zealand.
- Johnson L, Harrison JH, Hunt C, Shinnors K, Doggett CG and Sapienzas D. 1999. Nutritive value of corn silage as affected by maturity and mechanical processing: a contemporary review. *J Dairy Sci.* 82: 2813-2825.
- Kaiser AG and Piltz JW. 2002. Silage production from tropical forages in Australia. <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/silage/kaiser-paper/kaisersilage.htm>
- NRC National Research Council. 2001. *Nutrient Requirements of dairy Cattle.* 7ta. Rev. Ed. Natl. Acad. Sci., Washington, D.C. EEUU.
- Owens F, Soderlund S and Hinds M. 2002. Developing new specialty grains for ruminants. Pages 48-70 in *Proceedings 13th Annual Florida Nutrition Symposium.*
- Pichard G y Rybertt G. 1993. Degradación de las proteínas en el proceso de ensilaje. *Ciencia e Investigación Agraria,* 20: 402-429.
- Tilley J, Terry R. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion forage crops. *J. British Grassland Soc* 18: p: 104-111.
- Uhart S y Andrade F. 1991. Nitrogen and carbon accumulation and remobilization during grain filling in maize under different source/sink ratios. *Crop Sci.,* 35: 183-190.
- Vega C y Valentinuz O. 1997. *Actas del VI Congreso Nacional de Maíz.* Pergamino, Noviembre de 1997. Argentina. III: 20-26.
- Weiss WP and Wyatt DJ. 2002. Effects of feeding diets based on silage from corn hybrids that differ in concentration and in vitro digestibility of neutral detergent fiber to dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85:3462-3469.
- (Aceptado para publicación el 27 de noviembre de 2006)

Características de la canal de cordero lechal de diversas razas producidas en España (revisión bibliográfica)

E. Miguélez, J.M. Zumalacárregui, M.T. Osorio, J. Mateo*

Departamento de Higiene y Tecnología de los Alimentos. Universidad de León. Campus Vegazana s/n. 24071 León. España.

* Enviar correspondencia: E-mail: dhtjmo@unileon.es Tel. 987291247. Fax 987291284.

Resumen

En Europa, la carne de cordero lechal es un producto característico de la zona mediterránea. Apreciada gastronómicamente por su calidad organoléptica es considerada además como una carne típica regional procedente de sistemas de producción ganadera tradicional. Los lechales son producidos en general en explotaciones de ganado ovino lechero de diversas razas autóctonas, no autóctonas o cruces.

Las características de conformación, composición regional, grado de engrasamiento y composición tisular de las canales de lechales de las razas españolas han sido ampliamente estudiadas en los últimos años. El objeto de estos estudios ha sido describir el producto, proponer sistemas de clasificación de canales adecuados, o estudiar el efecto de factores como la raza, el peso al sacrificio, el sexo, etc. sobre la calidad de la canal.

De la revisión bibliográfica realizada se puede destacar que la canal de lechazo tiene unas características bien definidas y diferenciadas con respecto a canales de mayor peso, por lo que deberían utilizarse sistemas de clasificación específicos para canales de lechales. Por otra parte, en animales de tan corta edad y bajo peso, aunque los efectos de raza, sexo o peso pueden llegar a ser detectados, estos son poco acusados. Finalmente, se ha observado que el grado de engrasamiento es mejor predictor de la composición de la canal que la conformación de la misma.

Palabras clave: lechales, ovino, composición tisular, despiece, conformación.

Summary

Carcass characteristics of different breeds of suckling lambs from Spain – a review autores

In Europe, suckling lamb meat is a highly valued product from the Mediterranean area because of its edible quality. This is due to its sensorial characteristics and to be considered a typical product coming from traditional livestock production systems. Suckling lambs are mainly produced in dairy sheep farms. Several sheep breeds specialised in milk production are used in Spain, they can be autochthonous, non-autochthonous and crossbreed.

In the last years, the conformation characteristics, regional and tissue composition of the carcass of suckling lamb of Spanish breeds have been widely studied by several authors. These studies were aimed to describe the product, to propose different carcass classification systems specific for suckling lambs, and to study the effect of several factors such as breed, weight, sex, etc. Reviewing the existing literature, it can be concluded that suckling lamb carcasses have some specific and differentiated characteristics with regard to heavier carcasses. Furthermore, in spite of the low age and light carcass weight of suckling lambs, differences regarding breed, sex or carcass weight have been detectable. However, these eventual differences seemed to be not of great relevance. Finally, fatness measurements are better predictor than conformation for carcass tissue percentages.

Key words: suckling lamb, ovine livestock, tissue composition, dissection, conformation.

Introducción

La canal de ovino se define como el cuerpo del animal sacrificado tal y como se presenta después de las operaciones de sangrado, eviscerado y desollado, sin cabeza (separada a nivel de la articulación occipito-atloidea), patas (separadas al nivel de las articulaciones carpo-metacarpianas o tarso-metatarsianas), cola (separada entre la sexta y la séptima vértebra caudal), sin ubres, órganos sexuales, hígado ni asadura; mientras que los riñones y la grasa de riñonada se incluyen en la canal (Reglamento CEE nº 2137/92 del Consejo, relativo al modelo comunitario de clasificación de canales de ovino (DOCE, 1992). No obstante, los estados miembros podrán admitir presentaciones distintas cuando no se use la presentación de referencia. Así, en las canales de cordero lechal en España se permite la presencia de la cabeza y asadura, la cola entera y el epiplón recubriendo la parte dorsal de la misma, por ser un sistema tradicional de presentación, principalmente en el Norte de España y Levante (García-Díez, 1990).

Una definición legal de cordero lechal, o lechazo, se recoge en la Orden de 18 de Septiembre de 1975 (BOE, 1975), modificada por Orden de 24 de Septiembre de 1987 (BOE, 1987), que establece la Norma de calidad para canales de ovino destinadas al mercado nacional. Según esta orden, los lechales han de tener menos de 45 días de edad, haber sido alimentados fundamentalmente con leche y su peso canal será inferior a 8 kg, con carne de color blanco nacado o rosa claro y muy tierna.

La calidad de la canal ha sido definida por Colomer-Rocher (1973) como "el conjunto de características cuya importancia relativa confiere a la canal una máxima aceptación frente a los consumidores o frente a la demanda del mercado". La canal es un producto alimentario estrechamente vinculado

con todos los eslabones de la cadena alimentaria, por lo tanto, la calidad de la canal vendrá definida desde diversas perspectivas, dependiendo del eslabón que se considere.

Los principales factores que definen la calidad de la canal de ovino son el peso, la conformación, la composición regional, el grado de engrasamiento y la composición tisular, así como diversas características de la carne y de la grasa como el color y la consistencia (Sañudo et al., 1991). Estos factores están en su mayor parte recogidos en los sistemas de clasificación de canales de ovino. El peso de la canal es un factor clave en el sistema de clasificación oficial de la UE (DOCE, 1992), diferenciándose dos tipos, las canales de más de 13 kg y las de un peso inferior –canales ligeras. En las canales ligeras, sin cabeza y asadura, se establecen tres categorías según el peso: A (<7 kg), B (7,1-10 kg) y C (10,1-13 kg), estando por tanto los lechales contemplados en la categoría A. En los lechales amparados por la única indicación geográfica protegida (IGP) de cordero lechal en España, la "IGP Lechazo de Castilla y León", el peso para las canales con cabeza, asadura y epiplón está comprendido entre 5,5 kg y 8 kg y en el caso que no lleven incorporada la cabeza y la asadura, entre 4,5 y 7 kg (BOCyL, 1997).

Respecto a los otros factores de calidad, en el caso del cordero lechal, desde un punto de vista comercial, se valoran positivamente las canales con buena conformación de la canal, y más concretamente una riñonada amplia y llena y unos contornos ligeramente redondeados, y con un grado de engrasamiento medio-alto (Comunicación personal, 2006). El consumidor aprecia además el color claro de la carne y una reducida intensidad en el sabor, características que son propias de los animales jóvenes (Díaz, 2001).

En España, al igual que en otros países de la Europa mediterránea, la producción de carne de lechal tanto de razas autóctonas

como la Churra, Lacha, Castellana, Manchega o Canaria, como de razas no autóctonas como la Assaf o sus cruces representa una parte importante del total de la carne de ovino (Sañudo et al., 1998). En concordancia con este hecho, las características de calidad de la canal de los lechales producidos en España han sido objeto de investigación reciente relevante.

Con esas investigaciones se ha buscado en primer lugar describir o definir las características de las canales de lechazo de diversas razas autóctonas, obteniendo datos sobre conformación, composición regional, grado de engrasamiento y composición tisular. Además, en algunos casos, se ha determinado el efecto de diversas variables como la raza, el sexo o el peso de la canal (Sañudo et al., 1997; Horcada et al., 1998; Vergara y Gallego, 1999; Beriain et al., 2000; Díaz et al., 2003; Miguélez et al., 2006; Gutiérrez, 2006). Dentro de estos estudios, el trabajo de Gutiérrez (2006) presenta un enfoque original, al estudiar la influencia del programa de selección aplicado a las ovejas en una asociación de productores – este sistema se basa en parámetros relacionados con la producción láctea o la morfología mamaria y corporal – sobre la calidad de la canal y de la carne de lechazo. Más allá de estos estudios y con miras a la autenticidad de la carne de lechazo, bien porque esté amparada por una marca de calidad, o bien porque proceda de una determinada raza o pertenezca a una categoría comercial, sería muy valioso desarrollar métodos rápidos, aplicables en los mataderos, utilizando posiblemente técnicas de análisis de imagen y basándose en la variabilidad en la conformación y grado de engrasamiento de la canal, que permitieran discriminar entre canales aptas y no aptas (fraudes).

En segundo lugar se ha estudiado la aptitud de ciertas medidas objetivas o subjetivas de la canal para predecir la composición tisular

de la misma (Ruiz de Huidobro y Cañeque, 1994a y b; Díaz et al., 2004; Miguélez et al., 2006), o la correlación entre las características de la canal con la calidad organoléptica de la carne (Cañeque et al., 2004).

Por otra parte, en otros trabajos de investigación se han aplicado o contrastado distintos sistemas de clasificación de canales de lechales, estudiando su idoneidad (Miguel et al., 2003; Ruiz de Huidobro et al., 2004; Gutiérrez, 2006). De estos últimos trabajos se desprende la importancia del estado de engrasamiento como criterio de clasificación y se recomienda el uso de patrones fotográficos específicos para canales de lechal (no contemplados hasta el momento en los sistemas oficiales).

En el presente trabajo se recogen los resultados obtenidos en esos estudios sobre las características de las canales de cordero lechal, se indican las metodologías utilizadas, e igualmente se comenta el efecto sobre dichas características de la raza, el peso de la canal y el sexo.

Peso de la canal

El peso de las canales de ovino es el criterio más importante de clasificación. Se utiliza para optimizar la rentabilidad en la producción, fijar el valor comercial en el mercado, siendo además un parámetro objetivo y fácil de determinar (Sañudo et al., 1992; Cunhal-Sendim et al., 1999). El peso influye sobre las características de calidad de las canales, entre otras razones por la distinta velocidad de crecimiento de los tejidos y de las regiones anatómicas (Hammond, 1932).

La valoración de este parámetro en las canales de lechales ha evolucionado con el tiempo, habiéndose detectado en las últimas décadas una tendencia de preferencia hacia canales de pesos más bajos (García-Díez, 1990; Sañudo et al., 1992). En cualquier caso,

el peso de la canal de lechal en el mercado se caracteriza por presentar variaciones anuales debidas principalmente a las pautas de oferta-demanda: menores pesos en épocas de gran consumo (Navidad) y mayores pesos en primavera y otoño (Sañudo et al., 1992).

Por otra parte, la edad a la que se alcanza el peso de sacrificio deseado es un carácter que muestra cierta variabilidad, dependiendo de factores como la raza, el tipo de alimentación, el sexo, el número de crías por parto y el número de parto de la oveja (Sañudo et al., 1993, 1997; Sánchez et al., 1998; Manso et al., 1998; Vergara et al., 2001; Díaz et al., 2003; Gutiérrez, 2006).

Conformación

La conformación de una canal ha sido definida como “el espesor de los planos musculares y adiposos en relación con el tamaño del esqueleto” (De Boer et al., 1974) y viene determinada por la forma general de la misma, su grado de redondez y compacidad. La forma de una canal es un indicador del desarrollo alcanzado por el animal. La valoración de la conformación de las canales de ovino se utiliza en la mayoría de los sistemas de clasificación, apreciándose amplitud en la riñonada, unas piernas anchas y cortas, cuello corto y ancho con predominio de los perfiles convexos y de las medidas de anchura sobre longitud (Colomer-Rocher, 1974). Para la IGP “Lechazo de Castilla y León” la legislación exige “perfil rectilíneo con tendencia subconvexa”, “proporciones armónicas” y “contornos ligeramente redondeados”.

No obstante lo dicho, la conformación no es un criterio de clasificación utilizado en la normativa de la UE en el caso de las canales de ovino ligeras. La explicación parece radicar principalmente en dos hechos, por una parte, comparando con canales de ovino de mayor peso, su conformación es pobre o

inferior (Sañudo et al., 2000) y, por otra parte, la correlación entre la conformación, determinada mediante medidas morfométricas, y la composición tisular de la canal ha resultado ser débil y no significativa (Ruiz de Huidobro y Cañeque, 1994b; Vergara, 1996; Miguélez et al., 2006).

Para el establecimiento de la conformación de la canal ovina de una manera objetiva con fines de investigación, se han utilizado diversas medidas morfométricas de la canal y media canal (Boccard et al., 1958; Colomer-Rocher et al., 1988; Ruiz de Huidobro et al., 2000), que han sido determinadas en diversas razas y se muestran en la tabla 1.

La raza es uno de los factores con influencia sobre la conformación de las canales de lechazo. Sañudo et al. (1997) encontraron algunas diferencias significativas relativas a la conformación entre canales de Churra, Castellana, Manchega y cruces de Awassi. Así las canales de los cruces de Awassi tuvieron menor longitud de la canal que las de las razas autóctonas. Además, las canales de Castellana presentaron mayores valores de profundidad del tórax (Th) que las de Manchega y de longitud de la canal (L) que las de Churra. En otro estudio, Martínez-Cerezo et al. (2002) observaron en la Churra mayor longitud de la canal que en la Rasa Aragonesa, siendo en ambos casos el peso de canal medio de 5,4 kg. Asimismo encontraron en las churras mayor longitud de la canal y de la pierna y menor compacidad que en lechales merinos con un peso canal de 6,1 kg. También y en relación a la compacidad, la Castellana presentó mayor índice de compacidad que la Ojalada y ésta a su vez mayor que la Churra en un estudio en que se compararon las tres razas autóctonas de Castilla y León (Miguélez et al., 2006).

Generalmente, el peso de la canal ha sido correlacionado directa y significativamente

Tabla 1. Peso (kg) y medidas de (cm) conformación de canales de lechazo de distintas razas
 Table 1. Carcass weight (kg) and conformation measurements of suckling lambs of several breeds

RAZA	PCF	L	F	Th	Os1	Os2	A	B	PCF/L
Talaverana(52) ^a	5,2-6,4	41-44	23-24	19-20	-	-	-	-	125-149
Rasa Aragonesa (25) ^b	5,4±0,4	43,4±0,9	16,7±0,6	18,6±4,2	-	-	-	-	124
Merina (25) ^b	6,3±0,7	43,7±1,3	16,4±0,5	18,8±7,9	-	-	-	-	140
Churra (25) ^b	5,7±0,6	44,2±1,3	17,1±0,5	18,5±6,2	-	-	-	-	122
Churra (120) ^c	5,5	42,7±0,7	-	18,1±1,5	-	-	4,0±0,3	1,8±0,1	129
Churra (12) ^d	5,6±0,2	39,7±1,4	22,6±0,9	17,9±0,4	2,2±0,1	3,2±0,1	3,8±0,2	1,8±0,1	142
Castellana(12) ^d	5,5±0,2	40,8±1,0	23,5±1,2	18,2±0,5	2,2±0,1	3,3±0,1	3,9±0,3	1,8±0,1	136
Awasi cruces (12) ^d	5,0±0,7	38,3±2,4	22,4±1,2	17,8±0,5	2,4±0,2	3,2±0,3	3,8±0,3	1,8±0,2	131
Manchega (12) ^d	5,5±0,5	40,1±1,7	23,5±0,7	17,6±0,7	2,3±0,1	3,3±0,1	3,8±0,3	1,8±0,2	137
Manchega (12) ^e	8,1±0,4	47,6±1,2	26,4±1,8	20,8±0,8	-	-	-	-	169,7
Rubia de El Molar (6) ^f	5,1-8,0	40-47	22-25	18-22	-	-	-	-	129-169
Churra (56) ^h	~5,2	41,9±1,8	25,5±1,5	18,2±0,9	-	-	-	-	123
Castellana (30) ^h	~5,6	41,3±1,5	25,6±1,2	18,3±0,7	-	-	-	-	135
Ojalada (25) ^h	~5,4	41,9±1,4	25,0±1,4	18,2±0,7	-	-	-	-	129

^a Sancha *et al.* (1996), ^b Martínez-Cerezo *et al.* (2002), ^c Sánchez *et al.* (1998), ^d Sañudo *et al.* (1997), ^e Ruiz de Huidobro y Cañeque (1993), ^f Blázquez *et al.* (2001). ^h Miguélez *et al.* (2006)

PCF: Peso de la canal fría sin cabeza, ni asadura. L: Longitud interna de la canal. F: Longitud de la pierna. Th: Profundidad del tórax. Os1 y Os2: Medidas definidas en Material y Métodos. A: Diámetro mayor en sentido medio-ventral del *L. dorsi*. B: Diámetro máximo en sentido dorso-ventral del *L. dorsi*. (): nº de muestras.

sobre muchos de los parámetros de conformación (Sancha et al., 1996; Díaz et al., 1999; Blázquez et al., 2001; Miguélez et al., 2006), aunque el efecto del peso sobre estas medidas fue moderado debido al corto rango de pesos.

Respecto al sexo, en algunos estudios se ha observado mayor compacidad en las canales de lechazo macho que hembra, aunque este efecto no siempre se ha evidenciado. Horcada et al. (1998) encontraron que la puntuación de la conformación de canales de lechazo de raza Lacha fue superior en las procedentes de machos que en las de hembras. Igualmente, el índice de compacidad de canales de lechales machos de la IGP "Lechazo de Castilla y León" fue significativamente superior que la de las canales hembras (Miguélez et al., 2006). Por el contrario, en los estudios realizados a este respecto por Díaz et al. (1999) en raza Manchega y Sancha et al. (1996) en raza Talaverana, no se detectaron diferencias significativas.

Composición regional

El despiece de la canal es la acción de separar determinadas regiones de la canal en base a intereses comerciales, que deben ser manejables en el comercio minorista. La composición de las piezas obtenidas y las propiedades de los músculos que la componen determinan su categoría comercial. El despiece de las canales de ovino varía según la zona geográfica, hecho que también se observa en el caso del cordero lechal (García-Díez, 1990). No obstante, la Federación Nacional de Empresarios Carniceros Charcuteros (FNECC, 1987) propuso un despiece de referencia en el ámbito nacional. En los trabajos científicos encaminados a determinar la composición regional de las canales de ovino se han seguido procedimientos normalizados de despiece, siendo el más utili-

zado en España el de Colomer-Rocher et al. (1988) (este procedimiento difiere sensiblemente del de la mencionada federación de carniceros, con el que se obtiene una menor proporción en peso en pierna, espalda, cuello y bajos y mayor de chuletero).

En la tabla 2 se muestra la composición regional de canales de lechal procedentes de diferentes razas, obtenida según el método de Colomer-Rocher et al. (1988). En algunos estudios se ha observado que la raza tiene influencia significativa sobre la composición regional (Sañudo et al., 1997; Miguélez et al., 2006). En el estudio de Miguélez et al. con las razas de la IGP "Lechazo de Castilla y León", la Churra tuvo el mayor porcentaje de espalda, mientras que la Castellana mostró la mayor proporción de pierna y bajos.

Por otra parte, a medida que aumenta el peso al sacrificio de los lechales, el porcentaje de las piezas de sus canales experimenta una ligera variación, siendo el cambio más notable el descenso significativo del porcentaje de la pierna y/o espalda (Castrillo, 1979; Blázquez et al., 2001 y 2002; Pérez et al., 2002; Miguélez et al., 2006). Finalmente, el factor sexo parece no tener un claro efecto sobre la composición regional; aunque en algún trabajo se hayan detectado diferencias significativas entre sexos (Sancha et al., 1996; Cañeque et al., 1999), en otros no se observaron (Castrillo, 1979; Pérez et al., 2002; Miguélez et al., 2006).

Grado de engrasamiento y composición tisular

La canal de los animales de abasto está constituida por un número elevado de tejidos que, dependiendo de la proporción en la que se encuentren, influyen en gran medida en su calidad. Los numerosos tejidos presentes en la canal se agrupan desde un punto

de vista funcional en músculo, grasa y hueso. De estos, el tejido muscular es el de mayor interés económico, ya que, además de ser el más abundante, es el más deseado por el consumidor. La grasa es el componente más variable y aunque existe una tendencia

general a la obtención de canales magras, debe estar presente en una cantidad óptima para proporcionar unas propiedades sensoriales adecuadas. En lo que respecta al hueso, y por razones obvias, es deseable una presencia mínima en las canales.

Tabla 2. Porcentaje de las distintas piezas obtenidas de canales de lechazos de diferentes razas según el método normalizado de Colomer-Rocher et al. (1988)

Table 2. Percentage of joints obtained from suckling lamb carcasses of several breeds following the standard method of Colomer-Rocher et al. (1988)

RAZA	PC	Pierna	Espalda	Costillar	Badal	Bajos	Cuello
Rubia de El Molar (6) ^a	5,1-8,0	35,2-33,1	20,5-19,3	20,7-22,5	7,7-8,4	8,8-10,9	6,9-5,5
Rubia de El Molar (6) ^b	5	33,96	21,58	19,30	7,67	7,46	8,49
Manchega (49) ^c	5,6-7,5	33,7-33,4	20,1-19,6	20,7-22,2	7,4-7,3	10,3-9,7	7,1-7,2
Manchega (12) ^d	8,1±0,4	34,3±1,7	21,7±0,8	19,7±1,2	7,1±0,5	10,5±0,6	6,7±0,9
Talaverana (52) ^e	5,2-6,4	34,8-34,2	20,4-20,2	20,5-21,3	7,6-7,4	9,5-9,9	7,2-6,9
Churra (11) ^f	~5,6	35,0±1,0	21,9±0,8	19,9±1,2	7,0±0,5	9,4±0,8	6,8±0,5
Churra (56) ^g	~5,2	33,5±1,5	21,8±1,9	27,9±2,6*	9,8±1,4	7,0±1,8	
Castellana (30) ^g	~5,6	34,2±0,7	20,9±1,0	26,9±1,3*	11,0±1,2	7,1±1,1	
Ojalada (25) ^g	~5,4	33,4±1,0	19,9±0,9	28,7±1,8*	10,1±1,0	7,9±0,9	
Gallega (24) ^h	6,9±0,6	33,8	21,4	20,0	7,4	8,8	7,7

^a Blázquez et al. (2001), ^b Blázquez et al. (2002), ^c Cañeque et al. (1999), ^d Ruiz de Huidobro y Cañeque (1993), ^e Sánchez et al. (1996), ^f Delfa et al. (1992), ^g Miguélez et al. (2006), ^h Sánchez et al. (2000).

PC: Peso canal; (): n° de muestras; *: Costillar y badal se pesaron juntos como una sola pieza.

En relación con la distribución y proporción de tejidos de la canal, los tipos de determinaciones que se recogen en los estudios revisados se pueden dividir en dos grandes grupos, los que evalúan el grado de engrasamiento, a partir de medidas objetivas y subjetivas y, por otra parte, los que establecen los porcentajes de los diferentes tejidos, obtenidos por disección de la canal o alguna región anatómica de la misma.

Se considera al grado de engrasamiento un criterio clave para el valor comercial de la canal (Sañudo et al., 2000). Este viene determinado principalmente por los siguientes parámetros: cantidad de grasa total, reparto de la grasa en los distintos depósitos adi-

posos, así como su distribución en las diferentes regiones anatómicas (Teixeira et al., 1992). Como señalan estos autores, la grasa es el componente del animal que presenta mayor variación tanto cuali como cuantitativa entre individuos. En la práctica del matadero, el grado de engrasamiento de las canales de lechazo se aprecia fundamentalmente en la superficie externa e interna, en la riñonada, en el epiplón y en la cola (García-Díez, 1990) y debe ser el justo, ni excesivo, ni escaso. En el Reglamento relativo a la IGP "Lechazo de Castilla y León" se especifica en relación con la grasa que los riñones estarán cubiertos en más de la mitad de su superficie.

El grado de engrasamiento se puede evaluar de forma subjetiva y objetiva, la primera es la valoración propuesta para la clasificación de canales. En este sentido, la normativa Europea para la clasificación de canales de ovino de peso inferior a 13 kg contempla la existencia de cuatro clases (de la 1 a la 4) en base a la cobertura grasa presente en la superficie externa e interna de la canal. Anteriormente, Colomer-Rocher et al. (1988) habían propuesto un sistema subjetivo de evaluación de la cantidad de grasa pélvica y renal en canales de ovino y otro del grado de engrasamiento general de la canal con patrones fotográficos. Estos pro-

cedimientos de evaluación de grado de engrasamiento han sido ideados para canales de ovino de mayor peso que las de ovino lechal, y por lo tanto no son idóneas para clasificar este tipo de canales, generalmente menos engrasadas. Por este motivo, Miguel et al. (2003) han propuesto el uso de unos patrones fotográficos de grado de engrasamiento de la canal con el mérito de ser específicos para lechales (con 3 categorías). Igualmente, en el estudio de Gutiérrez (2006) se trabaja con patrones fotográficos de la grasa de cobertura de la zona renal obtenidos a partir de canales de lechazo (estableciéndose 5 categorías).

Tabla 3. Peso de la canal fría y valores de los parámetros utilizados en la valoración del grado de engrasamiento de las canales de corderos lechales

Table 3. Cold carcass weight and fatness parameters of suckling lamb carcasses

RAZA	Peso canal (kg)	C (mm)	EGS (mm)	GPR (g)	GPR (%)
Talaverana (35) ^a	5-8	-	1,9-2,5	-	2,8-3,3
Talaverana (52) ^b	5,2-6,4	-	1,9-2,5	72-95	2,8-3,0
Suffolk Down (30) ^c	5,7-8,0	1,2-2,1	-	-	-
Rubia de El Molar (6) ^d	5,1-8,0	-	1,8-3,0	-	-
Manchega (49) ^e	5,4-7,0	-	-	-	2,2-3,1
Manchega (49) ^f	5,3-7,5	-	1,9-2,5	-	3,0-3,4
Manchega (12) ^g	8,1±0,4	-	2,3±1,1	~100	~2,5
Manchega (12) ^h	5,5±0,5	1,6±1,0	-	-	-
Churra (12) ^h	5,6±0,2	2,2±0,7	-	-	-
Castellana (12) ^h	5,5±0,2	1,9±1,0	-	-	-
Cruces Awassi (12) ^h	5,0±0,7	1,6±1,0	-	-	-
Lacha (30) ⁱ	~5,6	-	~1,8	-	-
Lacha (15) ^j	5,7	-	1,6±0,47	-	-
Rasa Aragonesa (15) ^j	5,9	-	2,0±1,6	-	-
Manchega (12) ^k	7,67±0,37	-	-	87	-
Churra (56) ^l	~5,2	-	-	61,5±24,3	3,1±0,9
Castellana (30) ^l	~5,6	-	-	64,2±14,3	2,9±0,6
Ojalada (25) ^l	~5,4	-	-	71,5±25,1	3,2±1,0
IGP 'Lechazo de Castilla y León' (30) ^l	~5,7	2,0±0,9	-	79,2±21,0	3,1

^a Cañeque et al. (1997), ^b Sancha et al. (1996), ^c Pérez et al. (2002), ^d Blázquez et al. (2001), ^e Miguel et al. (2000), ^f Díaz et al. (2003), ^g Ruiz de Huidobro y Cañeque (1993), ^h Sañudo et al. (1997), ⁱ Vergara et al. (2001), ^j Horcada et al. (1998), ^k Beriaín et al. (2000) y ^l Miguélez et al. (2006).

(): n° de muestras, C (espesor de grasa subcutánea a nivel de la 13 costilla), EGS (espesor de grasa subcutánea a 4 cm de la última costilla y 4 cm de línea media) y GPR (grasa pélvica renal sobre peso de la media canal).

Dentro de los parámetros objetivos, aunque la disección es la forma exacta de evaluar el grado de engrasamiento, se han descrito medidas que permiten estimar el grado de engrasamiento como son el espesor de grasa subcutánea en distintas zonas anatómicas del lomo, el peso de la grasa pelvico-renal, omental o mesentérica. En la tabla 3 se recogen los valores obtenidos de la evaluación objetiva del grado de engrasamiento en canales de lechazo de distintas razas.

El efecto de la raza como fuente de variación del grado de engrasamiento es muy difícil de determinar, primero por la elevada variación individual y segundo por la influencia subyacente de factores como la edad y peso vivo al sacrificio (Sierra et al., 1992; Vergara et al., 1997; Sañudo et al., 1993; 1997). Sin embargo, desde un punto de vista general y según se menciona en los trabajos anteriormente citados, el efecto de la raza en el grado de engrasamiento de las canales de ovino se resume en los siguientes puntos i) las canales pesadas de razas lecheras tienden a acumular más grasa que las de carne; ii) las razas con cola grasa depositan más grasa subcutánea en la región lumbar que otras razas; iii) las razas más prolíficas tienden a depositar más grasa interna y menos de cobertura que las menos prolíficas teniendo el mismo contenido en grasa intramuscular; iv) las razas rústicas depositan más grasa interna.

Es perfectamente conocido que la cantidad de grasa de la canal ovina está estrechamente ligada al peso vivo (Vergara et al., 1997; Cañeque et al., 1997; Blázquez et al., 2001; Díaz et al., 2003) y la edad del animal (Pollott et al., 1994), aumentando su cuantía a medida que ambos parámetros son más elevados. El efecto del peso sobre el grado de engrasamiento se ha llegado a observar incluso en canales de lechales, a pesar del estrecho rango de peso utilizado en los estudios (entre 5 y 8 kg) (Sancha et

al., 1996; Velasco et al., 1996; Cañeque et al., 1997; Díaz et al., 1999 y 2003; Ruiz de Huidobro et al., 1999; Blázquez et al., 2001; Pérez et al., 2002; Miguélez et al., 2006).

El sexo es otro factor relacionado con el contenido en grasa de las canales de ovino. El desarrollo del tejido adiposo de los machos es inferior al de las hembras (Teixeira et al., 1992). Esta afirmación se observa, aunque de forma moderada, también en lechales, con pesos vivos inferiores a 15 kg (Ruiz de Huidobro et al., 1999; Díaz et al., 1999; Cañeque et al., 1999; Vergara y Gallego, 1999; Alzón et al., 2000; Vergara et al., 2001; Pérez et al., 2002; Díaz et al., 2003; Miguélez et al., 2006).

La cantidad de grasa en la canal ovina también está relacionada con el nivel nutricional (Teixeira et al., 1992) dependiendo en gran medida de la ingesta calórica en la dieta. Aunque en ovinos de menos de 20 kg de peso vivo el nivel energético de la ración no tiene tanta importancia, pues el animal regula su nivel de ingestión de acuerdo a sus necesidades (Cañeque et al., 1994). En este sentido, Vergara et al. (2001) no observaron diferencias significativas en la cantidad de grasa pelvico-renal en corderos lechales de raza Manchega alimentados con lactancia natural o artificial a pesar de la diferencia en el contenido energético de las leches.

Entre la metodología utilizada en la disección de canales o regiones anatómicas conviene resaltar los métodos normalizados propuestos Colomer-Rocher (1988) y Fisher y De Boer (1994) por ser los más empleados. En la tabla 4 se recogen los resultados obtenidos en la disección de canales de ovino lechal procedentes de distintas razas y en la Tabla 5 los valores de la disección obtenida para las distintas piezas.

El efecto de la raza sobre la composición tisular obtenida por disección se ha puesto

de manifiesto en diversos estudios. Sañudo et al. (1997) detectaron diferencias significativas en la composición tisular de cuatro razas ovinas. Los corderos lechales de raza Churra tuvieron menos músculo (54,23%) y más grasa (17,18%) que los de las razas Manchega (57,8% y 12,7%, respectivamente) y Castellana (56,23% y 14,15%, respectivamente) y que los cruces de Awassi (55,89% y 13,61%, respectivamente). Por su

parte, De la Fuente et al. (1998) encontraron una menor cantidad de músculo en la espalda de la raza Churra que en las razas Rasa Aragonesa y Merina, mientras que las canales de Churra presentaron mayor porcentaje de hueso. También, Miguélez et al. (2006) encontraron que las canales de raza Churra y Ojalada tuvieron menos músculo y más hueso que las de Castellana.

Tabla 4. Componentes de la disección de la canal de lechazos de distintas razas (%)
Table 4. Percentages of the tissues obtained by dissection of suckling lambs carcasses of several breeds

RAZA	PC	Músculo	G T	G S	G I	Hueso	Desechos
Manchega (49) ^a	5,3-7,5	53,2-54,1	16,8-17,6	7,9-8,4	5,7-5,8	24,2-23,0	6,3-5,1
Manchega (12) ^b	5,5±0,5	57,9±2,3	12,7±2,8	4,1±1,5	8,3±1,5	25,8±1,0	4,0±0,8
Churra (12) ^b	5,6±0,2	54,2±2,0	17,2±2,5	6,1±1,0	10,6±1,9	24,7±1,0	3,9±0,6
Castellana (12) ^b	5,5±0,2	56,2±2,4	14,1±2,5	4,8±1,1	9,0±1,3	25,4±0,9	4,2±0,6
Awassi (12) ^b	5,3±0,7	55,9±2,2	13,6±3,4	4,6±1,5	6,6±1,8	25,8±1,8	4,7±0,6
Manchega (12) ^c	7,67	60,75	-	2,28	6,65	22,60	5,12
Talaverana (52) ^d	5,2-6,4	54,2-52,7	18,6-21,5	7,4-8,9	7,5-8,5	23,2-21,9	~4
Talaverana (35) ^e	~5-7	55,0-54,6	17,0-19,2	6,4-8,8	7,4-6,8	24,0-21,7	-
Manchega (49) ^f	5,6-7,5	53,9-53,8	15,8-18,3	7,3-8,9	5,4-5,9	24,3-22,7	-
Manchega (12) ^g	8,1±0,4	59,4±2,8	17,0±4,1	5,9±1,7	8,4±1,8	20,6±1,4	-
Churra (11) ^h	~5,6	56,2±1,9	20,3±3,7	6,4±1,7	10,9±1,5	23,5±2,0*	-
IGP 'Lechazo de Castilla y León' (30) ⁱ	~5,7	53,5±2,6	18,4±3,4	8,1±2,0	7,3±1,8	26,0±1,6	2,0±0,6
Gallega ⁱ	6,9±0,6	57,5±3,8	-	6,0±2,8	8,8±1,8	18,0±1,9	-

^a Díaz et al. (2003), ^b Sañudo et al. (1997), ^c Vergara et al. (2001) ^d Velasco et al. (1996), ^e Cañeque et al. (1997), ^f Cañeque et al. (1999), ^g Ruiz de Huidobro y Cañeque (1994a), ^h Delfa et al. (1992) y ⁱ Miguélez et al. (2006), ^j Sánchez et al. (2000).

PC: Peso canal (kg); G T: Grasa total; G S: Grasa subcutánea; G I: Grasa intermuscular. (): n° de muestras. * Huesos más desechos; (): n° de muestras.

El peso de la canal o el peso vivo al sacrificio ha ejercido en la mayoría de los estudios realizados un efecto significativo sobre los porcentajes de los tejidos de la canal de lechales (Castrillo, 1975; Cantero et al., 1996; Velasco et al., 1996; Cañeque et al., 1997 y 1999; Pérez et al., 2002; Díaz et al., 2003; Miguélez et al., 2006). La proporción de hueso disminuye cuando aumenta el peso, debido a que es el tejido de desarrollo más precoz. Respec-

to al porcentaje de músculo, generalmente se ha observado una moderada disminución al aumentar el peso de las canales (Cantero et al., 1996; Velasco et al., 1996; Pérez et al., 2002). En relación con el contenido en grasa total, varios autores (Cantero et al., 1996; Cañeque et al., 1997; Velasco et al., 1996; Pérez et al., 2002; Miguélez et al., 2006) han detectado pequeños incrementos aunque significativos a medida que aumenta el peso.

Tabla 5. Componentes titulares (%) del despiece de canales de lechazo de diversas razas
 Table 5. Percentages of the main tissues obtained from dissection of carcass joints in suckling lambs of several breeds

	Peso (kg)	Músculo	G Total	G S	G I	G P	Hueso	Desechos
Pierna								
*SuffolkDown (30) ^a	0,95-1,44	55-54	14-19	-	-	-	24-22	2,4-1,4
*Apenninica (20) ^d	1,20	59	10	4,7	5,6	-	24	5,2
Manchega (12) ^e	1,31±0,74	64±2	11±3	5,4±1,8	3,8±0,7	1,7±0,6	23±1	2,7
Talaverana (52) ^f	0,90-1,11	60-59	14-16	6,4-7,8	4,4-4,8	2,8-3,3	23-22	3,7-3,6
Churra (56) ^g	0,89±0,06	58,9±2,2	12,8±2,1	-	-	2,2±0,6	27,4±1,6	0,8±0,1
Castellana (30) ^g	0,95±0,06	60,1±1,6	12,3±1,9	-	-	2,2±0,5	26,6±1,2	1,0±0,4
Ojalada (25) ^g	0,92±0,08	59,2±2,2	13,9±2,4	-	-	2,3±0,6	25,9±1,6	1,0±0,5
IGP LechazoCyL ^g	0,921±0,07	59,6±2,4	13,3±2,8	6,1±1,6	4,7±1,1	2,5±0,8	26,2±1,3	0,9±0,6
Espalda								
*SuffolkDown (30) ^a	0,56-0,79	55-54	15-20	-	-	-	24-22	2,7-1,9
Rasa Arag. (25) ^b	-	62±3	9±3	-	-	-	25±2	4,0±0,7
Merino esp. (25) ^b	-	63±2	11±3	-	-	-	24±1	3,3±0,8
Churra (25) ^b	-	60±2	10±3	-	-	-	26±2	3,5±1,3
*Churra (110) ^c	0,75±0,05	63±4	7	2,5±0,7	4,2±0,7	-	28±2	2,8±0,4
Manchega (12) ^e	0,75±0,08	61±2	13±4	4,6±2,0	8,4±2,0	-	23±2	2,9
Talaverana (52) ^f	0,53-0,66	59-57	14-17	7,2-8,3	7,0-8,7	-	24-23	2,7-2,6
Churra (56) ^g	0,55±0,04	56,8±2,1	14,7±2,4	-	-	-	27,4±1,7	1,1±0,6
Castellana (30) ^g	0,58±0,05	59,4±2,2	12,7±2,3	-	-	-	27,1±1,7	0,8±0,6
Ojalada (25) ^g	0,56±0,04	56,9±2,7	14,7±2,7	-	-	-	27,3±1,8	1,1±0,6
IGP LechazoCyL ^g	0,55±0,04	57,8±2,2	14,8±2,4	8,2±2,6	6,6±2,6	-	26,5±1,3	0,9±0,7
Costillar y badal								
Manchega (12) ^e	1,02	60	22	6,1	8,6	7,6	15	3,0
Talaverana (52) ^f	0,73-0,93	51	23-27	7,0-8,6	7,9-8,7	8,2-9,2	21-19	4,4-3,2
IGP LechazoCyL ^g	0,79±0,08	49,7±4,1	22,5±4,7	7,9±2,8	7,1±1,6	-	25,3±3,0	2,5±1,0
Bajos								
Manchega (12) ^e	0,40±0,04	45,0±4,1	32,7±5,5	11,7±2,5	20,1±3,9	-	20±2	1,2
Talaverana (52) ^f	0,2-0,3	38-37	33-36	11-12	18-20	-	25-24	4,2-3,8
IGP LechazoCyL ^g	0,28±0,04	39,5±4,3	31,8±6,2	15,1±5,1	16,5±4,8	-	24,4±2,8	4,4±2,3
Cuello								
Manchega (12) ^e	0,26±0,04	54±4	15±4	3,4±1,0	11,4±3,8	-	26±3	5,7
Talaverana (52) ^f	0,19-0,22	47-46	17-19	9,3-11,4	8,1-8,0	-	28-27	6,9-7,5
IGP LechazoCyL ^g	0,22±0,04	47,8±5,5	17,6±5,6	8,4±5,4	9,1±5,8	-	29,5±5,7	5,1±1,9

^a Pérez et al. (2002), ^b Martínez Cerezo et al. (2002), ^c Sánchez et al. (1998), ^d Russo et al. (2003), ^e Ruiz de Huidobro y Cañeque (1994a), ^f Cantero et al. (1996) y ^g Miguélez et al. (2006).

G: Grasa. G S: Grasa subcutánea. G I: Grasa Intermuscular. G P: Grasa pélvica. (): n° de muestras; IGP LechazoCyL: IGP 'Lechazo de Castilla y León'.

*En estos experimentos no se siguió el despiece normalizado de Colomer-Rocher et al. (1988).

Grasa subcutánea e intramuscular se pesaron conjuntamente.

Anteriormente se mencionó cómo el factor sexo influye en el grado de engrasamiento, y esto consecuentemente influye sobre el porcentaje del resto de los tejidos. El efecto del sexo sobre los porcentajes de los tejidos de canales de lechazo ha sido puesto de manifiesto en diversos trabajos (Cantero et al., 1996; Velasco et al., 1996; Cañeque et al., 1999; Pérez et al., 2002; Díaz et al., 2003; Miguélez et al., 2006); en general las canales procedentes de hembras tuvieron menos porcentaje de hueso y más de grasa (con diferencias entre 0,5 y 1%). Por el contrario, ni Guía y Cañeque (1992) en raza Talaverana, ni López (1987) en raza Lacha, encontraron diferencias en el porcentaje de grasa total entre sexos.

Como alternativa al trabajo de disección de la canal, se han realizado estudios encaminados a la estimación de la composición tisular de la misma mediante ecuaciones de regresión múltiple obtenidas a partir de diversas variables de conformación, grado de engrasamiento, composición tisular de las piezas consideradas individualmente y peso de la canal. En la mayoría de los casos, el tejido que se ha predicho con mayor exactitud ha sido la grasa (Ruiz de Huidobro y Cañeque, 1994b; Díaz et al., 2004; Miguélez et al., 2006).

Aunque los resultados varían de unos autores a otros, las medidas de conformación presentan una escasa correlación con la composición tisular, mientras que algunas medidas del grado de engrasamiento como el contenido en grasa pelvicorrenal o el espesor de la grasa dorsal, junto con el peso de la canal han dado resultados mucho mejores (Ruiz de Huidobro y Cañeque, 1994b; Vergara, 1996; Miguélez et al., 2006). Sin embargo, la predicción de la composición tisular de la canal más precisa se ha obtenido usando los datos de disección de algunas piezas (Boccard et al., 1976; Kemps-ter, 1981), aunque este procedimiento

implica más tiempo de trabajo y no es viable desde un punto de vista práctico en el matedero. En cualquier caso, Guía y Cañeque (1992) y Vergara (1996) proponen la espalda como la pieza de elección para predecir la composición tisular de la canal de lechales de raza Talaverana y Manchega, respectivamente. Por otra parte, Ruiz de Huidobro y Cañeque (1994b) y Miguélez et al. (2006) indicaron que los parámetros de composición de la pierna y el costillar fueron mejores predictores de la composición general de la canal de corderos manchegos y de los de IGP "Lechazo de Castilla y León" que la de la espalda y otras piezas.

En cualquier caso, como señalan Ruiz de Huidobro y Cañeque (1994b), las ecuaciones de predicción deben emplearse para animales de la misma raza y criados en condiciones similares, ya que en caso contrario se pueden encontrar discrepancias, a veces importantes, entre los valores reales y los estimados.

Conclusiones

Las canales de cordero lechal presentan unas características distintivas con respecto a las de corderos de mayor edad, por lo que el sistema de clasificación/valoración de las mismas requiere una metodología específica.

En algunos estudios se han detectado diferencias significativas entre determinadas razas en cuanto a la compacidad, la proporción de piezas obtenidas tras el despiece o los porcentajes de músculo, hueso y grasa; sin embargo, con fines prácticos y de cara a la autenticidad, parece difícil poder utilizar las características de la canal para diferenciar o discriminar canales de lechazo de distintas razas. Por una parte, las diferencias observadas fueron poco acusadas. Por otra parte, los resultados obtenidos pueden estar

influidos no solo por la raza, sino también por otras fuentes de variación como la edad y el peso al sacrificio, el sexo, la alimentación, el sistema de explotación, la metodología utilizada para su determinación, etc.

El efecto del sexo y del peso vivo al sacrificio, o el peso canal, sobre la conformación y composición regional y composición tisular de la canal de lechal ha sido detectado en algunos estudios y en otros no, pero en cualquier caso es también poco marcado, posiblemente debido a la corta edad de los animales y el estrecho rango de peso de las canales. En cualquier caso, el índice de compactidad, el porcentaje de hueso y de grasa fueron los parámetros más afectados.

Las medidas de conformación de la canal no son buenas predictoras de su composición tisular. Los coeficientes de correlación fueron mucho mejores al utilizar el grado de engrasamiento en el área de la región pélvico-renal junto con el peso de la canal, y mejores aún cuando se consideró la composición de espalda, pierna o costillar (según el estudio que se considere), aunque esta última forma de predicción no es viable en el ámbito del matadero.

Bibliografía

- Alzón M, Arana A, Santamaría C, Mendizábal JA, 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 Científicas y IV Internacionales de la SEOC, 119-121. Teruel (España).
- 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. *Journal of Animal Science*, 78: 3070-3077.
- Blázquez B, Miguel E, Onega E, Ruiz De Huidobro F, 2001. Evolución de la calidad de la canal y de la carne ovinas entre los 5 y los 25 kg de peso vivo, pp. 643-645. *Información Técnica Económica Agraria*, Vol. Extra 22.
- Blázquez B, Onega E, Miguel E, Ruiz De Huidobro F, 2002. Evolución comparada de las piezas de carnicería y de las normalizadas en el cordero, en función del aumento de peso vivo. *Producción Ovina y Caprina. XXVII Jornadas Científicas y VI Jornadas Internacionales de la SEOC*, 270-274. Valencia (España).
- Boccard DR, Dumont BL, Peyron C, 1958. Valeur significative de quelques mensurations pour apprecier la qualité des carcasses d'agneux. In *Proceedings 4th Meeting of the European Research Workers*, 15-19. Cambridge (UK).
- Boccard R, Dumont BL, Lefebvre J, 1976. Étude de la production de la viande chez les ovins. X. Relations entre la composition anatomique des differents régions corporelles de l'agneau. *Annales Zootechnia*, 25: 95-110.
- BOCyL, 1997. Orden de 28 de mayo de 1997 de la Consejería de Agricultura y Ganadería, por la que se aprueba el Reglamento de la Indicación Geográfica Protegida «Lechazo de Castilla y León» y de su Consejo Regulador. BOCyL nº 107 de 6 de junio de 1997.
- BOE, 1975. Orden de la Presidencia del Gobierno de 18 de septiembre de 1975 por la que se aprueba la norma de calidad para canales de ovino destinadas al mercado nacional. BOE nº 234 de 30 de septiembre de 1975.
- BOE, 1987. Orden de 24 de septiembre de 1987 del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno, por la que se modifica la Orden de 18 de septiembre de 1975 por la que se aprueba la norma de calidad para canales de ovino destinadas al mercado nacional. BOE nº 233 de 29 de septiembre de 1987.
- Cantero MA, López D, Pérez C, Velasco S, Sancha JL, Cañeque V, Ruiz De Huidobro F, Gayán J, Gómez A, García C, 1996. Producción de carne en corderos lechales de raza Talaverana. III. Composición tisular de las piezas de la canal.

- XXI Jornadas de la SEOC, 595-601. Logroño (España).
- Cañeque V, Lauzurica S, Guía E, Velasco S, 1994. Utilization of soda treated straw in lamb fattening and effect on carcass quality. 45th Annual Meeting of the EAAP. Edinburgh (UK).
- Cañeque V, Sancha JL, Cantero MA, Velasco S, Ruiz De Huidobro F, López D, Lauzurica S, Pérez C, García C, 1997. Efecto del peso de sacrificio sobre el engrasamiento de la canal en corderos lechales de raza Talaverana, pp. 709-711. Información Técnica Económica Agraria. Vol. Extra 18.
- Cañeque V, Pérez C, Velasco S, Díaz MT, Lauzurica S, Ruiz De Huidobro F, Gayán J, 1999. Parámetros productivos del lechal Manchego. III. Despice y composición tisular, pp. 110-112. Información Técnica Económica Agraria. Vol. Extra 20.
- Cañeque V, Pérez C, Velasco S, Díaz MT, Lauzurica S, Álvarez I, Ruiz de Huidobro F, Onega E, De la Fuente J, 2004. Carcass and meat quality of light lambs using principal components analysis. *Meat Science*, 67: 595-605.
- Castrillo O, 1975. La composición corporal de los corderos de raza Churra y su evolución en el transcurso del crecimiento. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria de León. Universidad de Oviedo (España).
- Castrillo C, 1979. Variaciones en la composición corporal de los corderos Churros en relación con el peso, el sexo y el contenido graso de la dieta. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria de León. Universidad de Oviedo (España).
- Colomer-Rocher F, 1973. Exigencias de calidad en la canal. *Anales INIA, Servicio de Producción Animal*, 4: 117-132.
- Colomer-Rocher F, 1974. Tabla para la clasificación de canales ovinas. Hoja Técnica, INIA, 3. Madrid (España).
- Colomer-Rocher F, Morand-Fehr P, Kirton AH, Delfa R, Sierra I, 1988. Métodos normalizados para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales caprinas y ovinas. MAPA. Cuadernos INIA, 17: 21-30.
- Comunicación personal (2006). Asociación de criadores de ganado ovino selecto de raza churra (ANCHE).
- Cunhal-Sendim A, Albiac J, Delfa R, Lahoz F, 1999. Percepción de la calidad de la canal de cordero ligero. *Archivos de Zootecnia*, 48: 187-196.
- De Boer H, Dumont BL, Pomeroy RW, Weniger JH, 1974. Manual in EAAP reference methods for the assessment of carcass characteristics in cattle. *Livestock Production Science*, 1: 151-164.
- De La Fuente J, Tejón D, Rey A, Thos J, López-Bote CJ, 1998. Effect of rearing system on growth, body composition and development of digestive system in young lambs. *J. Animal Physiology and Animal Nutrition*, 78: 75-83.
- Delfa R, Teixeira A, González C, 1992. Composición de la canal. Medida de la composición. Calidad de la canal ovina III. *Ovis*, 23: 9-22.
- Díaz MT, Ruiz De Huidobro F, Lauzurica S, Velasco S, Pérez C, Cañeque V, Gayán J, 1999. Parámetros productivos del lechal Manchego. II. Engrasamiento y conformación, pp. 107-109. Información Técnica Económica Agraria. Vol. Extra 20.
- Díaz MT, 2001. Características de la canal y de la carne de corderos lechales manchegos. Correlaciones y ecuaciones de predicción, p 3. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid (España).
- Díaz MT, Velasco S, Pérez C, Lauzurica S, Huidobro F, Cañeque V, 2003. Physico-chemical characteristics of carcass and meat Manchego-breed suckling lambs slaughtered at different weights. *Meat Science*, 65: 1247-1255.
- Díaz MT, Cañeque V, Lauzurica S, Velasco S, Ruiz de Huidobro F, Pérez C, 2004. Prediction of suckling lamb carcass composition from objective and subjective carcass measurements. *Meat Science*, 66: 895-902.
- DOCE, 1992. Reglamento (CE) n° 2137/1992 de Consejo relativo al modelo comunitario de clasificación de canales de ovino y por el que

- se proroga el Reglamento (CEE) nº 338/91 del Consejo. DOCE L 214 de 30 de julio de 1992.
- Fisher AV, De Boer H, 1994. The EAAP standard method of sheep carcass assessment. Carcass measurements and dissection procedures. Report of the EAAP Working Group on Carcass Evaluation, in cooperation with the CIHEAM Instituto Agronómico Mediterráneo of Zaragoza and the CEC Directorate General for Agriculture in Brussels. *Livestock Production Science*, 38: 149-159.
- FNECC, 1987. Tratado de carnicería. Federación Nacional de Empresarios Carniceros-Charcuteros. Madrid (España).
- García-Díez AJ, 1990. Canales de lechales ovinos churros. *Avances en Alimentación y Mejora Animal*, 30: 3-11.
- Guía E, Cañeque V, 1992. Crecimiento y desarrollo del cordero Talaverano. Evolución de las características de su canal. *Investigación Agraria en Castilla-La Mancha. Serie: Área de Producción Animal*, 5. Ed. Consejería de Agricultura de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Toledo (España).
- Gutiérrez J, 2006. Factores que influyen sobre el lechazo de raza Churra, pp 35-69 *Tesina de licenciatura*. Universidad de León (España).
- Hammond J, 1932. Citado por Castrillo O, 1975. La composición corporal de los corderos de raza Churra y su evolución en el transcurso del crecimiento. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria de León. Universidad de Oviedo (España).
- Horcada A, Beriain MJ, Purroy A, Lizaso G, Chasco J, 1998. Effect of sex on meat quality of Spanish lamb breeds (Lacha and Rasa Aragonesa). *Animal Science*, 67: 541-547.
- Kempster AJ, 1981. The indirect evaluation of sheep carcass composition in breeding schemes, population studies and experiments. *Livestock Production Science*, 8: 263-271.
- López M, 1987. Calidad de la canal y de la carne en los tipos lechal y ternasco en corderos de raza Lacha y estudio de su desarrollo. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria de Zaragoza (España).
- Manso T, Ruiz A, Castro T, 1998. Rendimiento a la canal, quinto cuarto y despiece de corderos de raza Churra sometidos a distintas estrategias de alimentación. *Archivos de Zootecnia*, 47: 73-84.
- 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 Científicas y VI Jornadas Internacionales de la SEOC, 288-295. Valencia (España).
- Miguel E, Díaz MT, Cañeque V, Onega E, Velasco S, Lauzurica S, Pérez C, Ruiz de Huidobro F, 2000. La clasificación de las canales de cordero lechal. I. Utilidad del método oficial de la Unión Europea para canales de menos de 13 kg. XXV Jornadas Científicas y IV Internacionales de la SEOC, .103-106. Teruel (España).
- Miguel E, Onega E, Cañeque V, Velasco S, Díaz MT, Lauzurica S, Pérez C, Blázquez B, Ruiz De Huidobro F, 2003. Carcass classification in suckling lambs. Discrimination ability of the European Union scale. *Meat Science*, 63: 107-117.
- Miguélez E, Zumalacárregui JM, Osorio MT, Betea O, Mateo J, 2006. Carcass characteristics of suckling lambs protected by the PGI "Lechazo de Castilla y León" European quality label: Effect of breed, sex and carcass weight. *Meat Science*, 73: 82-89.
- Pérez P, Maino M, Tomic G, Mardones E, Pokniak J, 2002. Carcass characteristics and meat quality of Suffolk Down suckling lambs. *Small Ruminant Research*, 44: 233-240.
- Pollott GE, Guy DR, Croston D, 1994. Genetic parameters of lamb carcass characteristics at three end-points: fat level, age and weight. *Animal Production*, 58: 65-75.
- 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. *Investigación Agraria: Producción y Sanidad Animales*, 8: 233-245.
- Ruiz De Huidobro F, Cañeque V, 1994a. Producción de carne en corderos de raza Manchega.

- III Composición tisular de las canales y de las piezas. *Investigación Agraria: Producción y Sanidad Animales*, 9: 57-70.
- Ruiz De Huidobro F, Cañeque V, 1994b. Producción de carne en corderos de raza Manchega. IV Ecuaciones predictoras de la composición tisular de las canales. *Investigación Agraria: Producción y Sanidad Animales*, 9: 71-82.
- Ruiz De Huidobro F, Velasco S, Pérez C, Cañeque V, Lauzurica S, Díaz MT, Manzanares C, 1999. Parámetros productivos del lechal Manchego. IV. pH, color y capacidad de retención de agua, pp. 113-115. *Información Técnica Económica Agraria*. Vol. Extra 20.
- Ruiz de Huidobro F, Cañeque V, Onega E, Velasco S, 2000. Morfología de la canal ovina. En: *Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes*. Cañeque V, y Sañudo C. (Coords.). *Monografías INIA; Ganadería Nº 1*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Ministerio de Ciencia y Tecnología, pp 81-102. Madrid (España).
- Ruiz de Huidobro F, Miguel E, Díaz MT, Velasco S, Lauzurica S, Pérez C, Onega E, Blázquez B, Cañeque V, 2004. Carcass classification in suckling lambs. II. Comparison among subjective carcass classification methods: fatness scales and conformation scales with 0.25 point-intervals. *Meat Science*, 66: 135-142.
- Russo C, Preziuso G, Verità P, 2003. EU carcass classification system: carcass and meat quality in light lambs. *Meat Science*, 64: 411-416.
- Sancha JL, Pérez C, Cantero MA, Velasco S, Cañeque V, Ruiz De Huidobro F, López D, Lauzurica S, Gayán J, 1996. Producción de carne en corderos lechales de raza Talaverana. II. Características de la canal y proporción de piezas. XXI Jornadas de la SEOC, 655-662. Logroño (España).
- Sánchez A, Alfonso M, Sañudo C, Pardos JJ, Delfa R, Sierra I, Fisher A, 1998. Caracterización de la calidad de la canal de los tipos ternasco y lechal con Denominación de Origen. *Producción Ovina y Caprina*, 23: 133-137.
- Sánchez L, Fernández B, López M, Sánchez B, 2000. Caracterización racial y orientaciones productivas de la raza ovina gallega. *Archivos de Zootécnia*, 49: 167-174.
- Sañudo C, Sierra I, Olleta JL, Conesa A, Alcalde JJ, 1991. La calidad organoléptica de la carne con especial referencia a la especie ovina: Factores que la determinan, métodos de medida y causas de variación. III Curso Internacional de Producción Ovina. Zaragoza (España).
- Sañudo C, González C, Delfa R, 1992. El peso de la canal. *Ovis*, 16: 9-19.
- Sañudo C, Sierra I, Alcalde MJ, Rota A, Osorio JC, 1993. Calidad de la canal y de la carne en corderos ligeros y semipesados de las razas Rasa Aragonesa, Lacoune y Merino Alemán, pp. 203-214. *Información Técnica Económica Agraria*, 89 A.
- Sañudo C, Campo MM, Sierra I, M, María GA, Olleta JL, Santolaria P, 1997. Breed effect on carcass and meat quality of suckling lambs. *Meat Science*, 46: 357-365.
- Sañudo C, Sánchez A, Alfonso M, 1998, Small ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality. *Meat Science*, 49: S29-S64.
- Sañudo C, Alfonso M, Sánchez A, Delfa R, Teixeira A, 2000. Carcass and meat quality in light lambs from different fat classes in the EU carcass classification system. *Meat Science*, 56: 89-94.
- Sierra I, Sañudo C, Alcalde MJ, 1992. Calidad de la canal en corderos ligeros tipo ternasco. *Canales españolas y de importación*, pp. 88-94. *Información Técnica Económica Agraria*, 88 A.
- Teixeira A, Delfa R, González C, 1992. El grado de engrasamiento. *Ovis*, 19: 21-35.
- Velasco S, Gayán J, Lauzurica S, Ruiz De Huidobro F, López D, Cantero MA, Sancha JL, Cañeque V, Pérez C, Gómez A, Carcía C, 1996. Producción de carne en corderos lechales de raza Talaverana. IV. Composición tisular de la canal. XXI Jornadas de la SEOC, 673-677. Logroño (España).
- Vergara H, 1996. Características del crecimiento y de la calidad de la canal de corderos de raza Manchega. Tesis doctoral. Universidad de Castilla la Mancha (España).

- Vergara H, Fernández C, García A, Gallego L, 1997. Estudio comparativo de la calidad de la canal de corderos de raza Manchega en función del peso de sacrificio, pp. 712-714. *Información Técnica Económica Agraria*. Vol. Extra 18.
- Vergara H, Gallego L, 1999. Effect of type of suckling and length of lactation period on carcass and meat quality in intensive lamb production systems. *Meat Science*, 53: 211-215.
- Vergara H, Berruga MI., Gallego L, 2001. Efecto del tipo de lactancia, artificial vs natural en la calidad de la canal y de la carne de corderos lechales de raza Manchega. XXVI Jornadas Científicas y V Jornadas Internacionales de la SEOC, 313-316. Sevilla (España).
- (Aceptado para publicación el 12 de junio de 2006)

Variabilidad del contenido en tocoferoles en la pepita del almendro para su consideración en un programa de mejora genética

O. Kodad*, R. Socias i Company*, M.S. Prats**, M.C. López Ortiz**

*Unidad de Fruticultura, CITA de Aragón, Apartado 727, 50080 Zaragoza. Email: rsocias@aragon.es

**Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología, Universidad de Alicante, Apartado 99, 03080 Alicante.

Resumen

Debido a la importancia de los tocoferoles en la estabilidad de los aceites y por lo tanto en el mantenimiento de la calidad de la pepita de la almendra, se ha estudiado la composición en los homólogos α -, γ - y δ -tocoferol en las pepitas de ocho parentales y 48 selecciones de almendro (*Prunus amygdalus* Batsch) procedentes de cinco familias obtenidas por los cruzamientos entre estos parentales. Se ha observado una gran variabilidad en el contenido de los tres homólogos, incluso entre los genotipos de la misma familia, con diferencias significativas entre las familias y los individuos. Así el contenido en α -tocoferol osciló entre 187,3 y 490,3 mg/kg aceite, el de γ -tocoferol entre 12,9 y 27,6, y el de δ -tocoferol entre 12,3 y 22,4, confirmando la mayor presencia en las almendras del α -tocoferol, el homólogo de mayor actividad. Así mismo se encontró una correlación significativa y positiva entre los contenidos de α - y δ -tocoferol. Destacó el contenido en tocoferol de 'Marcona', una de las variedades españolas consideradas de mayor calidad, así como de algunas selecciones prometedoras por su floración extra tardía. La variación continua del contenido sugiere que estos caracteres podrían estar bajo control poligénico y la correlación positiva entre los contenidos en α - y δ -tocoferol podría permitir la selección para un elevado contenido en uno de los dos homólogos con el objetivo de aumentar el nivel del otro. Las diferencias significativas para el α - y el γ -tocoferol sugieren la importancia de la elección de los parentales y que la selección para un elevado contenido en tocoferol es un objetivo plenamente posible en un plan de mejora del almendro.

Palabras clave: Almendro, *Prunus amygdalus*, Pepita, Composición, Almacenaje, Tocoferol, Mejora.

Summary

Variability in tocopherol content in almond kernels as a selection criterion in almond breeding

Due to the importance of tocopherols in oil stability and, consequently, in maintaining almond (*Prunus amygdalus* Batsch) kernel quality, the content of the three homologues α -, γ - and δ -tocopherol has been determined in the kernels of eight almond parents and 48 selections coming from five families obtained by crosses among these parents. A high variability in the content of the three homologues has been observed, even among genotypes of the same family, with significant differences among families and individuals. The content in α -tocopherol ranged between 187,3 and 490,3 mg/kg of oil, that of γ -tocopherol between 12,9 and 27,6, and that of δ -tocopherol between 12,3 and 22,4, confirming in almond the higher content of α -tocopherol, the homologue with major activity. A significant and positive correlation was also found between the contents in α - and δ -tocopherol. The high tocopherol content in 'Marcona', a traditional Spanish cultivar considered of the highest quality, was specially relevant, as well as that in several promising selections of very late blooming time. The continuous variability in tocopherol contents suggests that these contents could be under polygenic control. The positive correlation between the contents in α - and δ -tocopherol could allow selection for

a high isomer content with the objective of increasing the content of the other isomer. The significant differences found for the α - and γ -tocopherol contents suggest the importance in parent election in almond breeding and that selection for a high tocopherol content is a clearly attainable objective in this breeding program.

Key words: Almond, *Prunus amygdalus*, Kernel, Composition, Storage, Tocopherol, Breeding.

Introducción

La pepita, parte comestible del almendro, es un producto de un elevado valor nutritivo. Actualmente, en el comercio nacional e internacional del almendro, la definición de su calidad se basa fundamentalmente en las características físicas de la almendra y en la homogeneidad de la partida, sin prestar mucha atención a su composición química, aunque la mejor utilización industrial de cada variedad depende en gran medida de sus distintos componentes químicos (Berger, 1969). Su alto valor nutritivo deriva principalmente de su elevado contenido en lípidos, que constituyen una fuente importante de calorías que, sin embargo, no contribuyen a la formación de colesterol en el organismo, debido a su elevado nivel de ácidos grasos insaturados, especialmente de ácidos grasos mono-insaturados (Sabate y Hook, 1996).

La mayoría de los aceites vegetales contienen tocoferoles en distintas proporciones, y en particular los aceites insaturados en elevadas concentraciones. Los tocoferoles son componentes monofenólicos naturales con diferente actividad antioxidante (Reische et al., 1998), de los que existen varios homólogos según la posición y el número de radicales metilo. Su principal función bioquímica es probablemente la protección de los ácidos grasos poliinsaturados frente a la peroxidación (Kamal-Eldin y Appelqvist, 1996).

El contenido en tocoferoles se ha estudiado en distintas especies comestibles con un ele-

vado contenido en grasa: avellano, *Corylus avellana* L. (Özdemir et al., 2001), nogal, *Juglans regia* L., y olivo, *Olea europea* L. (Kamal-Eldin y Andersson, 1997), cacahuete, *Arachis hypogaea* L. (Chu y Hsu, 1999), y nuez de Camboya, *Irvingia malayana* Oliv. ex A. Benn. (Bandelier et al., 2002), y se ha correlacionado con su actividad antioxidante. En el almendro también se ha comprobado que el contenido en tocoferol tiene un papel importante en la protección de los lípidos de la almendra frente a la oxidación, con lo cual se puede alargar su almacenaje (Senesi et al., 1996; Zacheo et al., 2000; García-Pascual et al., 2003). Además, al estudiar Fourie y Basson (1989) los cambios en el contenido en tocoferol en varios frutos secos, encontraron que las pepitas de almendro, con un contenido en tocoferol más alto que en los otros frutos secos, presentaron la mayor duración de almacenaje.

La determinación de la composición de la almendra en tocoferol es un paso importante para especificar el destino comercial de la pepita y estimar la duración de su almacenaje. En efecto, varios estudios han concluido que la almendra entera se puede almacenar durante un periodo de 9 meses manteniendo su calidad (García-Pascual et al., 2003; Zacheo et al., 2000). Asimismo, Rizzolo et al. (1994) concluyeron que el almacenaje de la almendra durante un periodo superior a un año sin deterioro de su calidad sólo se puede conseguir en el caso de variedades con un elevado contenido en antioxidantes naturales como el α -tocofo-

rol, lo que sugiere que este homólogo es el principal en la protección de la almendra (Kamal-Eldin y Appelqvist, 1996), por lo que éste puede ser un carácter deseable para el almacenaje de la almendra a largo plazo (Senesi et al., 1996). En efecto, parece que la oxidación de los ácidos grasos llega a ser significativa después de un período de inducción durante el cual se hayan destruido los antioxidantes de la pepita (Zacheo et al., 2000; Sun et al., 2001), ya que se ha observado que el contenido total en tocoferoles disminuye durante el almacenaje. Esta disminución es claramente debida a la intervención del tocoferol en el proceso de oxidación por su actividad antioxidante (Zacheo et al., 2000). Efectivamente, Rossell (1998) mencionó que las condiciones de almacenaje y de manipulación del aceite pueden causar una reducción importante en la cantidad de tocoferoles presente en el aceite.

También se ha mostrado que un elevado contenido en este homólogo es muy importante en la dieta humana debido a su efecto en la actividad de la vitamina E (Kamal-Eldin y Appelqvist, 1996). Por lo tanto, se puede mejorar la estabilidad de la almendra aumentando el nivel del α -tocopherol y al mismo tiempo incrementar su valor nutritivo por ser una fuente importante de vitamina E, teniendo en cuenta la tendencia actual de los consumidores hacia los alimentos que no lleven aditivos sintéticos (Krings y Berger, 2001).

El objetivo de este trabajo fue el de determinar el contenido en los distintos homólogos de tocoferol en un conjunto de selecciones de almendro y en sus parentales con el fin de conocer su rango de variabilidad, la posible correlación entre el contenido en tocoferol en los parentales y en las descendencias y la posibilidad de utilizar el contenido en tocoferol como un criterio de selección en un programa de mejora genética del almendro.

Materiales y Métodos

Material vegetal

Se estudiaron los frutos de 48 selecciones procedentes de 5 cruzamientos entre 8 parentales que incluyen dos cultivares tradicionales españoles ('Marcona' y 'Desmayo Largueta'), una variedad francesa ('Ferragnès'), una selección local española ('Bertina'), tres obtenciones del programa de mejora genética del CITA ('Felisia', 'Guara' y 'Moncayo') y una selección de este mismo programa (A-10-6) (tabla 1). Estas selecciones están injertadas sobre el patrón 'Garnem' (Gómez-Aparisi et al., 2001) y plantadas en bloques de tres repeticiones cada una sobre un suelo franco de tipo aluvial. Estas selecciones han sido seleccionadas previamente por su autocompatibilidad, época de floración y características del fruto (Socias i Company et al., datos no publicados).

Métodos analíticos

Para el aislamiento y el análisis de los tocoferoles se pelaron las almendras y se molieron en un molinillo eléctrico. El aceite se obtuvo mediante un extractor tipo Soxhlet (Selecta, Barcelona) durante dos horas, con éter de petróleo como solvente, manteniendo la fuente térmica a 135 °C. El proceso de saponificación se realizó de acuerdo con una modificación realizada por los autores del método oficial (DOCE L174/39, 13.7.2000) con el fin de determinar simultáneamente los tocoferoles y los esteroides en aceites y productos grasos.

Las muestras de aceite de almendra de 0,25-0,30 g se saponificaron mediante la agitación de la muestra a 60 °C durante 45 min con 20 ml de una solución 2M de KOH en etanol y 5 ml de una solución 0,1M de ácido ascórbico, en un incubador 1000/Promasx 1200, Heidolph. La solución obtenida se filtró y se le añadieron 10 ml de NaCl saturado,

Tabla 1. Origen de las selecciones estudiadas
 Table 1. Origin of the selections studied

Cruzamiento	Selección
1. Felisia x Bertina	G-1-1, G-1-23, G-1-27, G-1-38, G-1-41, G-1-44, G-1-58, G-1-61, G-1-64, G-1-67, G-2-1, G-2-2, G-2-7, G-2-11, G-2-22, G-2-23, G-2-25, G-2-26, G-2-27, G-3-3, G-3-4, G-3-5, G-3-8G-3-12, G-3-24, G-3-28, G-3-65, G-4-3, G-4-10, G-5-18, G-5-25, G-6-14, G-6-24, G-6-39, I-3-10, I-3-11, I-3-27
2. Moncayo x Desmayo Largueta	H-1-81, H-1-108
3. A-10-6 x Marcona	H-2-22, H-2-111, H-3-37, H-3-39
4. Guara x Ferragnès	I-1-95, I-2-12
5. Felisia x Moncayo	G-5-2, I-3-65, I-3-67

y posteriormente se agitó vigorosamente durante 1 min para emulsionar con 10 ml de n-hexano con BHT (5 mg/l) y 100 μ l del acetato de tocoferol (100 ppm), utilizado como patrón interno. Una vez separadas perfectamente las dos fases, la fase orgánica, que contiene los tocoferoles, se recogió y filtró con Na_2SO_4 anhidro. Mientras la fase acuosa se reextrajo con 5 ml de n-hexano, y este nuevo extracto se combinó con el primero. Toda la solución resultante se evaporó en un rotovapor a 50 °C para eliminar el n-hexano por completo, mientras se pasaba un flujo de nitrógeno para evitar la oxidación de los tocoferoles. El residuo se disolvió en 1 ml de metanol y se filtró en una membrana de nylon de 0,45 μ m. Este extracto final se guardó en un frigorífico en oscuridad hasta el análisis.

La determinación de los homólogos de tocoferol se realizó con un sistema Waters HPLC-PDA. Para el análisis se inyectaron 10 μ l de muestra en el cromatógrafo. Se utilizó una columna Luna 3 μ C8 (2) de 150 x 2 mm (Phenomenex) mantenida a 40 °C mientras que la fase móvil consistía de una mezcla de acetonitrilo:agua (95:5) a 40 °C y un flujo de 0,4 ml/min. Las medidas de fluorescencia de

los tocoferoles se realizaron a una longitud de onda de excitación de 295 nm y de 208 nm para el acetato de tocoferol (patrón interno). Los resultados se han expresado en mg/kg de aceite.

Resultados

Variabilidad en el contenido en tocoferoles

Después de la cuantificación de los tres homólogos de tocoferol, α , γ y δ , en las selecciones y variedades estudiadas, se encontró que el contenido en α -tocopherol es el más importante, seguido por los otros dos homólogos (tabla 2). La variabilidad observada fue muy grande y el análisis de varianza de los datos obtenidos mostró que hay diferencias significativas entre los genotipos estudiados en cuanto a los tres homólogos (tabla 3). Sin embargo, aunque se obtuvieron diferencias significativas entre las familias en cuanto al contenido en α - y γ -tocopherol, no las hubo para el δ -tocopherol (tabla 4). Por otro lado se encontró una correlación positiva y significativa entre el contenido en α - y δ -tocopherol (0,51, $P < 0,0001$; fig. 1), aunque

Tabla 2. Composición en los distintos homólogos de tocoferol de cada genotipo (mg/kg de aceite de almendra)

Table 2. Composition in the different tocopherol homologues of each genotype (mg/kg of almond oil)

Selección	Familia	α -tocoferol	γ -tocoferol	δ -tocoferol
G-1-1	1	221,1	18,1	16,6
G-1-23	1	270,1	20,3	17,2
G-1-27	1	342,7	16,8	17,6
G-1-38	1	276,9	26,3	16,6
G-1-41	1	187,3	18,7	18,4
G-1-44	1	242,9	17,2	17,1
G-1-58	1	425,5	20,3	17,3
G-1-61	1	249,1	23,6	16,7
G-1-64	1	457,5	18,1	19,1
G-1-67	1	302,6	16,2	14,6
G-2-1	1	284,7	16,3	18,8
G-2-2	1	278,4	12,9	14,1
G-2-7	1	350,4	15,8	18,5
G-2-11	1	322,8	18,0	16,5
G-2-22	1	346,6	18,7	17,4
G-2-23	1	345,8	21,0	17,1
G-2-25	1	201,9	17,4	15,1
G-2-26	1	347,7	24,7	16,7
G-2-27	1	314,3	18,9	19,4
G-3-3	1	284,9	19,1	16,2
G-3-4	1	463,9	17,0	21,3
G-3-5	1	261,8	17,8	16,6
G-3-8	1	336,5	20,7	18,7
G-3-12	1	348,5	24,3	17,6
G-3-24	1	427,8	27,6	18,7
G-3-28	1	355,8	20,9	18,0
G-3-65	1	308,1	18,1	16,2
G-4-3	1	347,5	15,9	18,5
G-4-10	1	457,1	17,2	18,0
G-5-18	1	278,6	16,5	15,2
G-5-25	1	245,1	18,3	19,6
G-6-14	1	318,7	19,2	17,4
G-6-24	1	337,0	18,5	18,5
G-6-39	1	235,3	20,1	16,0
I-3-10	1	343,2	20,6	19,1
I-3-11	1	380,6	21,9	22,4
I-3-27	1	297,8	16,9	17,5
H-1-81	2	326,0	21,0	18,9
H-1-108	2	248,5	21,6	15,3
H-2-22	3	258,6	12,8	12,3
H-2-111	3	344,2	22,6	17,1
H-3-37	3	324,2	16,8	16,9
H-3-39	3	317,6	16,4	21,4
I-1-95	4	303,3	18,6	17,3

Tabla 2. Composición en los distintos homólogos de tocoferol de cada genotipo (mg/kg de aceite de almendra)

Table 2. Composition in the different tocopherol homologues of each genotype (mg/kg of almond oil)

Selección	Familia	α -tocoferol	γ -tocoferol	δ -tocoferol
I-2-12	4	419,6	17,8	18,8
G-5-2	5	490,3	19,5	21,2
I-3-65	5	332,3	17,6	15,9
I-3-67	5	368,4	20,3	18,3
Marcona	Parental	463,6	18,5	18,7
Moncayo	"	412,5	18,8	21,2
A-10-6	"	328,1	14,2	14,2
Bertina	"	241,6	15,0	16,6
Desmayo Largueta	"	304,3	15,3	16,6
Felisia	"	250,6	18,2	17,3
Ferragnès	"	377,5	18,7	18,4
Guara	"	385,4	15,7	17,6

Tabla 3. Análisis de varianza global para el contenido en los distintos homólogos de tocoferol en las selecciones y los parentales

Table 3. Global analysis of variance for the content in the different tocopherol homologues in the selections and the parents

Homólogo	Grados de libertad		Suma de Cuadrados		Media de Cuadrados		Valor de F ^z
	Variable	Error	Variable	Error	Variable	Error	
α	55	56	5375,71	991,16	97,74	17,69	5,52***
γ	55	56	9,65	1,85	0,18	0,03	5,29***
δ	55	56	3,96	1,62	0,07	0,04	2,49***

z.- Significación de la probabilidad al 0,001 (***)

Tabla 4. Análisis de varianza para el contenido en los distintos homólogos de tocoferol entre las familias

Table 4. Analysis of variance for the content of the different tocopherol homologues among the families

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados			Media de cuadrados			Valor de F ^z		
		α	γ	δ	α	γ	δ	α	γ	δ
Familia	4	483,98	0,53	0,10	120,99	0,13	0,02	5,59**	3,73**	0,83 ns
Individuo (Familia)	43	4534,01	7,89	3,29	105,44	0,18	0,07	4,88***	5,11***	2,51***
Error	48	1038,10	1,72	1,46	21,62	0,04	0,03			

z.- Significación de la probabilidad al 0,01 (**), 0,001 (***) o no significativo (ns)

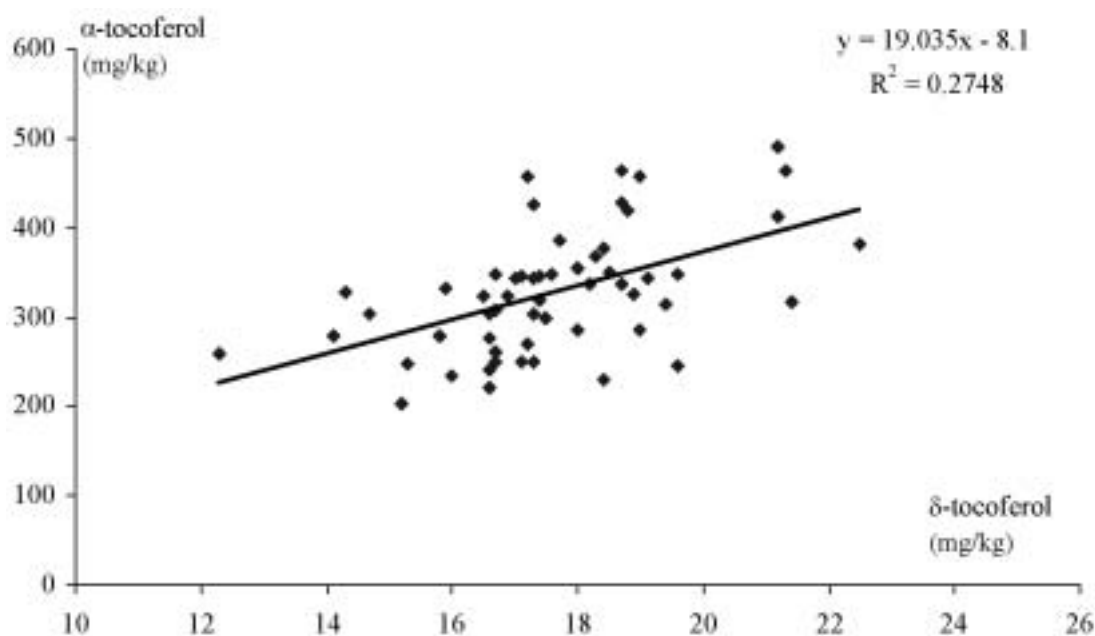


Figura 1. Regresión lineal entre los contenidos en α - y δ -tocoferol
 Figure 1. Lineal regression between the contents in α - and δ -tocopherol

no entre los contenidos en α - y δ -tocoferol (0,15) ni de γ - y δ -tocoferol (0,27).

De acuerdo con la significación del análisis de varianza se establecieron los diferentes grupos de LSD ($P \leq 0,05$) para los diferentes homólogos, con 22 grupos para el α , 21 para el γ , y 13 para el δ (tabla 3), aunque no se muestran en detalle por su elevado número. Sin embargo, destacan los valores de algunos genotipos. Así, para el α -tocoferol, su contenido osciló entre 187,3 (G-1-41) y 490,3 mg/kg (G-5-2) para las selecciones, mientras que para los parentales los valores oscilaron entre 241,6 ('Bertina') y 463,3 mg/kg ('Marcona'). En cuanto al γ -tocoferol, los valores oscilaron entre 12,8 (H-2-22) y 27,6 mg/kg (G-3-24) para las selecciones y entre 14,2 (A-10-6) y 18,8 mg/kg ('Moncayo') para los parentales. El rango de varia-

ción para el δ -tocoferol fue entre 12,3 (H-2-22) y 22,4 mg/kg (I-3-11) para las selecciones y entre 14,2 (A-10-6) y 21,2 ('Moncayo') para los parentales.

Análisis de la familia 'Bertina' \times 'Felisia'

Debido al elevado número de selecciones de esta familia se realizó un análisis restringido de los resultados obtenidos para estos individuos, que mostraron una gran variabilidad en cuanto a los contenidos en los tres homólogos de tocoferol. Los valores oscilaron entre 187,3 (G-1-41) y 463,9 (G-3-4) mg/kg de aceite para α -tocoferol; entre 12,9 (G-2-2) y 27,6 (G-3-24) para γ -tocoferol; y entre 14,1 (G-2-2) y 22,45 (I-3-11) para δ -tocoferol. El análisis de varianza mostró que existían diferencias significativas en el

contenido de los tres homólogos de tocoferol entre las selecciones de esta familia (tabla 5).

Por otra parte, se encontró que las medias de los contenidos de los tres homólogos en esta descendencia, 315,9 mg/kg de aceite para el α , 19,3 para el γ , y 17,6 para el δ han sido superiores a las medias de los parentales, 246,1, 16,6 y 16,9 respectivamente. Ade-

más, el 83,78% de la descendencia mostró valores superiores a la media de los dos parentales para los homólogos α y γ , y un 64,86% para el δ , diferencias que fueron significativas para siete de las selecciones de esta familia para el α -tocoferol, para seis selecciones para el γ y para dos selecciones para el δ .

Tabla 5. Análisis de varianza para el contenido en los distintos homólogo de tocoferol en los individuos de la familia 'Felisia' x 'Bertina'

Table 5. Analysis of variance for the content in the different tocopherol homologues in the individuals of the family 'Felisia' x 'Bertina'

Homólogo	Grados de libertad		Suma de Cuadrados		Media de Cuadrados		Valor de F ^z
	Variable	Error	Variable	Error	Variable	Error	
α	38	39	3642,68	575,13	95,86	14,74	6,50***
γ	38	39	7,17	1,54	0,18	0,04	4,76***
δ	38	39	2,05	1,26	0,05	0,03	1,67*

z.- Significación de la probabilidad al 0,05 (*) o 0,001 (***)

Discusión

Variabilidad en el contenido en tocoferoles

Los resultados obtenidos han mostrado que hay una variabilidad genética en los valores de los homólogos del tocoferol entre los genotipos de almendro estudiados, como ya habían indicado otros autores (Senesi et al., 1996 y 1991; Zacheo et al., 1998 y 2000), especialmente al considerar la familia 'Felisia' x 'Bertina', cuyo elevado número de individuos ha permitido observar que la concentración en los tres homólogos de tocoferol seguía una variación continua con una gran variabilidad. Estos valores son comparables a los indicados para otras variedades de almendro (Rizzolo et al., 1994; García-

Pascual et al., 2003), calculados en función de la cantidad total de grasa, pero no con los de Zacheo et al. (2000), calculados en función del peso seco, por lo que no se tiene en cuenta la variabilidad en la composición de grasas entre las distintas variedades (Abdallah et al., 1998; Schirra y Nieddu, 1992). En algunas especies se ha mencionado que el contenido en tocoferoles podría depender de las condiciones climáticas, especialmente de las altas temperaturas (Kamal-Eldin y Andersson, 1997; von Marquard, 1990), aunque en algodón, *Gossypium hirsutum* L., se encontró una gran constancia en el contenido en α -tocoferol, sin diferencias significativas entre los cultivos estudiados a través de los años ni de las localidades (Smith y Creelman, 2001). En

el aceite de oliva se ha encontrado que el estrés hídrico aumenta la concentración del α -tocoferol en el aceite del cultivar 'Les Garrigues' (Romero et al., 2003). En esta especie también se ha demostrado que existen diferencias significativas en la concentración de los tocoferoles en función de las condiciones climáticas de las zonas de cultivo (Aguilar et al., 2005; Mousa et al., 1996), siendo más altos en zonas cálidas.

Los valores obtenidos en este estudio son comparables a los indicados para otras variedades de almendro (Rizzolo et al., 1994; García-Pascual et al., 2003), calculados en función de la cantidad total de grasa, pero no con los de Zacheo et al. (2000), calculados en función del peso seco y que no tienen en cuenta la variabilidad en la composición de grasas entre las distintas variedades (Abdallah et al., 1998; Schirra y Nieddu, 1992). También los valores del α -tocoferol son superiores a los encontrados en el aceite de oliva, con un rango de variabilidad de 90-300 mg/kg (Aguilar et al., 2005; Cunha et al., 2006; Mousa et al., 1996; Romero et al., 2003).

Las diferencias significativas para los tres homólogos de tocoferol entre los genotipos estudiados significa que su composición puede depender del genotipo y se puede considerar como una característica varietal, como ya se determinó para la composición en ácidos grasos en estas mismas selecciones (Kodad et al., 2005). El elevado contenido de α -tocoferol en 'Marcona' y los contenidos medios-altos en los otros homólogos pueden haber sido un factor decisivo, aunque ignorado hasta ahora, de su valoración en el mercado español para la fabricación de muchos derivados de la almendra, especialmente el turrón. Igualmente los elevados contenidos de algunas selecciones, como G-5-2, G-3-4 y G-1-64, que son igualmente de floración extremadamente tardía (Socias i Company et al., 2003), pueden ser un motivo de su apreciación como futuras variedades.

Influencia de la familia

La existencia de diferencias significativas entre las familias estudiadas en cuanto al α - y δ -tocoferol (tabla 4) sugieren que la composición en estos homólogos puede depender de su origen genealógico, mientras que el contenido en γ -tocoferol no dependería de su contenido en los parentales. Por ello, los distintos homólogos del tocoferol podrían estar bajo diferente control genético.

El bajo número de individuos en la mayoría de las familias y el hecho que los individuos hayan sido sometidos a una selección previa impiden que se pueda analizar la heredabilidad de la composición en tocoferol en almendro, aunque el estudio de la familia más numerosa, formada por la descendencia del cruzamiento 'Bertina' \times 'Felisia', mostró una gran variabilidad asegurada por las diferencias significativas observadas entre sus selecciones. Por lo tanto, la variabilidad observada en el conjunto de las selecciones no es debida solamente a las diferencias presentes entre los parentales, sino también a las características genéticas de cada genotipo. Por otro lado, los valores del α - δ - y γ -tocoferol en la mayoría de las selecciones han sido claramente superiores a la media de los parentales para cada componente, lo que sugiere que se ha podido ejercer una selección previa en este sentido y por ello la posibilidad de mejorar y seleccionar para valores altos en estos componentes químicos en las futuras nuevas variedades del almendro.

Implicaciones para la mejora

La variación continua del contenido de los tres homólogos del tocoferol sugiere que estos caracteres podrían estar bajo control poligénico. Aunque en el almendro no se conoce el determinismo genético y el modo de transmisión de estos componentes, en

otras especies, como la colza, *Brassica napus* L. (Goffman y Becker, 2001), el maíz, *Zea mays* L. (Rocheford et al., 2002), *Arabidopsis thaliana* (Shintani y DellaPena, 1998) y el girasol, *Helianthus annuus* L. (Demurin, 1993), se ha encontrado que el contenido total de tocoferoles y su composición se encuentran bajo el control de unos pocos genes de efecto aditivo. Además, se ha comprobado que por la sobre-expresión de la γ -tocopherol metiltransferasa, un enzima que cataliza la metilación del γ -tocopherol en α -tocopherol, la proporción del α -tocopherol en semillas de selecciones de *Arabidopsis thaliana* ha sido nueve veces superior que en los tipos silvestres, sin ninguna modificación en el contenido total de tocoferoles (Shintani y DellaPena, 1998). También Koch et al. (2003) han comprobado el papel del enzima γ -tocopherol metiltransferasa en la regulación de la acumulación de los tocoferoles en las plantas superiores. Por ello, puede ser recomendable la caracterización de este enzima y realizar estudios sobre la transmisión de estos componentes en el almendro.

La ausencia de una correlación significativa entre los contenidos de α - y γ -tocopherol en el aceite de almendro coincide con los resultados en otras especies como la colza (Goffman y Becker, 2001) y *Euphorbia* spp. (Bruni et al., 2004). En principio, se debería encontrar una correlación negativa entre los contenidos en α - y γ -tocopherol debido a que el γ -tocopherol es un precursor en la síntesis del α -tocopherol (Soll y Shultz, 1980). Sin embargo, las investigaciones sobre las vías de la biosíntesis de los tocoferoles se realizaron en cloroplastos y no en semillas (Hofius y Sonnewald, 2003). Por lo tanto, la ausencia de correlación entre los contenidos en α - y γ -tocopherol sugiere la posibilidad de seleccionar para un elevado porcentaje de un componente sin disminuir el contenido en el otro. La misma conclusión

se puede aplicar a los contenidos en δ - y γ -tocopherol, debido a que no existe una correlación significativa entre estos homólogos.

Por otro lado, la correlación positiva entre los contenidos en α - y δ -tocopherol sugiere que en un programa de mejora se puede seleccionar para un elevado contenido en uno de los dos homólogos con la esperanza de aumentar el nivel del otro. El aumento en el contenido en α -tocopherol mediante los métodos clásicos de mejora, como los cruza-mientos, han sido eficaces y han dado buenos resultados en especies como el girasol o el maíz (Goffman y Becker, 2001; Galliher et al., 1985). Ello sugiere que en un programa de mejora genética del almendro se puede igualmente mejorar el contenido en este homólogo.

En el almendro, es prioritaria la presencia de un elevado porcentaje en α -tocopherol debido al hecho de que este homólogo ejerce una actividad biológica diez veces superior a la del γ -tocopherol (Pongracz et al., 1995). Además, en la almendra se ha observado que dos años después de la recolección el γ -tocopherol desaparece totalmente de la pepita mientras que el α -tocopherol disminuye hasta un 90% (Zacheo et al., 2000). Por estas razones, las actuales investigaciones relativas al beneficio nutricional del α - y γ -tocopherol deben ser tenidas en cuenta en al momento de desarrollar nuevas estrategias de mejora del almendro para modificar el nivel de estos importantes componentes de la vitamina E, como ya se ha recomendado en otras especies como el maíz (Rocheford et al., 2002), ya que estos resultados muestran que la selección para un elevado contenido en tocoferol es un objetivo plenamente posible en un plan de mejora del almendro. Las diferencias significativas para el α - y el γ -tocopherol sugieren la importancia de la elección de los parentales en el momento de planificar

los programas de mejora con el objetivo de seleccionar nuevos materiales que contengan elevadas proporciones en estos dos homólogos.

Agradecimientos

Investigación realizada en el marco del proyecto CICYT AGL2004-06674-C02-01. OK agradece el apoyo financiero del INIA para el desarrollo de este trabajo. El apoyo científico del Dr. V. Berenguer y la asistencia técnica de J.M. Ansón han sido de gran valor para la realización de este estudio.

Bibliografía

- Abdallah A, Ahumada MH, Gradziel TM, 1998. Oil content and fatty acid composition of almond kernels from different genotypes and California production regions. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 123 (6): 1029-1033.
- Aguilar MP, Beltrán G, Ortega D, Fernández A, Jiménez A, Uced M, 2005. Characterisation of virgin olive oil of italian olive cultivars: 'Frantoio' and 'Leccino', grown in andalucia. *Food Chemistry.* 89: 387-391.
- Bandelier J, Chunhieng T, Olle M, Montet D, 2002. Original study of the biochemical and oil composition of Cambodia nut *Irvingia malayana*. *J. Agric. Food Chem.* 20: 1478-1482.
- Berger P, 1969. Aptitude à la transformation industrielle de quelques variétés d'amandier. *Bull. Techn. Inf.* 241: 577-580.
- Bruni R, Muzzoli M, Ballero M, Loi MC, Fantin G, Poli F, Sacchetti G, 2004. Tocopherols, fatty acids and sterols in seeds of four Sardinian wild *Euphorbia* species. *Fitoterapia.* 75 (1): 50-61.
- Chu YH, Hsu HF, 1999. Effect of antioxidants on the peanut oil stability. *Food Chem.* 66: 29-34.
- Cunha SC, Amaral JS, Fernández JO, Oliveira MBPP, 2006. Quantification of tocopherols and tocotrienols in Portuguese olive oils using HPLC with three different detection systems. *J. Agric. Food Chem.* 54: 3351-3356.
- Demurin Y, 1993. Genetic variability of tocopherol composition in sunflower seeds. *Helia* 16: 59-62.
- Fourie PC, Basson DS, 1989. Predicting occurrence of rancidity in stored nuts by means of chemical analyses. *Lebensm.-Wiss. Technol.* 22: 251-253.
- Galliher HL, Alexander DE, Weber EJ, 1985. Genetic variability of alpha-tocopherol and gamma-tocopherol in corn embryos. *Crop Sci.* 25: 547-549.
- García-Pascual P, Mateos M, Carbonell V, Salazar DM, 2003. Influence of storage conditions on the quality of shelled and roasted almonds. *Biosystems Eng.* 84 (2): 201-209.
- Goffman FD, Becker HC, 2001. Diallel analysis for tocopherol contents in seeds of rapeseed. *Crop Sci.* 41: 1072-1079.
- Gómez Aparisi J, Carrera M, Felipe AJ, Socias i Company R, 2001. 'Garnem', 'Monegro' y 'Felinem': nuevos patrones híbridos almendro x melocotonero resistentes a nematodos y de hoja para frutales de hueso. *Inf. Técn. Econ. Agrar.* 97V (3): 282-288.
- Hofius D, Sonnewald U, 2003. Vitamin E biosynthesis: biochemistry meets cell biology. *Trends Plant Sci.* 8 (1): 6-8.
- Kamal-Edin A, Andersson R, 1997. A multivariate study of the correlation between tocopherol content and fatty acid in vegetable oils. *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 74: 375-376.
- Kamal-Edin A, Appelqvist LA, 1996. The chemistry and antioxidant properties of tocopherols and tocotrienols. *Lipids* 31: 671-701.
- Koch M, Lemke R, Heise KP, Mock HP, 2003. Characterization of γ -tocopherol methyltransferases from *Capsicum annum* L and *Arabidopsis thaliana*. *Eur. J. Biochem.* 270: 84-92.

- Kodad O, Gracia Gómez MS, Socias i Company R, 2005. Fatty acid composition as evaluation criterion for kernel quality in almond breeding. *Acta Hort.* 663: 301-304.
- Krings U, Berger RG, 2001. Antioxidant activity of some roasted foods. *Food Chem.* 72: 223-229.
- Marquard R von, 1990. Investigation on the influence of genotype and location on the tocopherol content of the oil from different oil crops. *Fat Sci. Technol.* 92: 452-455.
- Mousa YM, Gerasopoulos D, Metzidakis I, Kiritsakis A, 1996. Effect of altitude on fruit and oil quality characteristics of mastoids olives. *J. Agric. Food Chem.* 71: 345-349.
- Özdemir M, Açıktur F, Kaplan M, Yıldız M, Löker M, Gürcan T, Biringer G, Okay A, Seyhan FG, 2001. Evaluation of new Turkish hybrid hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties: fatty acid composition, α -tocopherol content, mineral composition and stability. *Food Chem.* 73: 411-415.
- Pongracz G, Weiser H, Matzinger D, 1995. Tocopherole- Antioxidantien der Natur. *Fat Sci. Technol.* 97: 90-104.
- Reische DW, Lillard DA, Eitenmiller RR, 1998. Antioxidants. En: C.C. Akoh y D.B. Min (Eds). *Food lipids. Chemistry, nutrition, and biotechnology.* Food Sci. Technol. Ser. 88, Marcel Dekker, New York, pp. 423-448.
- Rizzolo A, Senesi E, Colombo C, 1994. Studies on the storage of shelled and in-shelled almonds. *Acta Hort.* 373: 259-261.
- Rocheford TR, Wong JC, Egesel CO, Lambert RJ, 2002. Enhancement of vitamin E levels in corn. *J. Amer. Coll. Nutr.* 21 (3): 191S-198S.
- Rossell JB, 1998. Vegetable oils and fats. En: J.B Rossell y J.L.R Pritchard (Eds.). *Analysis of oil-seeds, fats and fatty foods.* Elsevier, London, pp. 261-327.
- Romero MP, Tovar MJ, Ramos T, Motilva MJ, 2003. Effect of crop season on the composition of virgin olive oil with protected designation of 'Les Garrigues'. *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 80: 423-430.
- Sabate J, Hook DG, 1996. Almonds, walnuts, and serum lipids. En: G.A. Spiller (Ed.). *Lipids in human nutrition.* CRC Press, Boca Raton, Fla, pp. 137-144.
- Schirra M, Nieddu G, 1992. Compositional changes in developing almond kernels in relation to rootstock and water supply. *Ann. Fac. Agric. Univ. Sassari* 34: 169-175.
- Senesi E, Rizzolo A, Colombo C, Testoni A, 1996. Influence of pre-processing storage conditions on peeled almond quality. *Ital. J. Food Sci.* 8 (2): 115-125.
- Senesi E, Rizzolo A, Sarlo S, 1991. Effect of different packaging conditions on peeled almond stability. *Ital. J. Food Sci.* 3 (3): 209-218.
- Shintani D, DellaPenna D, 1998. Elevating the vitamin E content of plants through metabolic engineering. *Science* 282: 2098-2100.
- Smith CW, Creelman RA, 2001. Vitamin E concentration in upland cotton seeds. *Crop Sci.* 41: 577-579.
- Socias i Company R, Felipe AJ, Gómez Aparisi J, 2003. Almond bloom in a changing climate. *J. Amer. Pomol. Soc.* 57 (2): 89-92.
- Soll J, Shultz G, 1980. 2-Methyl-6-phytylquinol and 2,3-dimethyl-5-phytylquinol as precursor of tocopherol synthesis in spinach chloroplasts. *Phytochemistry* 19: 215-218.
- Sun W, Kawano Y, Shiomori K, Yonekura M, Mitani H, Hatate Y, 2001. Auto-oxidation rate of linoleic acid and effect of antioxidants on the oxidation. *Kagaku Kogaku Ronbun-shu* 27 (1): 76-84.
- Zacheo G, Cappello AR, Perrone LM, Gnoni GV, 1998. Analysis of factors influencing lipid oxidation of almond seeds during accelerated ageing. *Lebensm.-Wiss. Technol.* 31: 6-9.
- Zacheo G, Cappello MS, Gallo A, Santino A, Cappello AR, 2000. Changes associated with postharvest ageing in almond seeds. *Lebensm.-Wiss. Technol.* 33: 415-423.

(Aceptado para publicación el 13 de diciembre de 2006)

Aplicación del modelo de Markowitz para la determinación de la cartera eficiente de vinos en la empresa vinícola

M. Díaz*, R. Bernabéu**, M. Olmeda**

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

** Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad de Castilla-La Mancha. Avenida de España s/n, Campus Universitario. 02071 Albacete (España).

Resumen

El modelo de Markowitz, referente teórico desde su aparición, fue aplicado en principio, en la selección de carteras de valores, optimizando la rentabilidad al mismo tiempo que la reducción del riesgo. No obstante, desarrollos posteriores de este modelo han derivado su aplicación en otros ámbitos. Éste es el caso del presente trabajo, adaptado a la selección eficiente de la cartera de productos de una empresa agroalimentaria. En este sentido, se muestra como puede ser aplicado dicho modelo por una empresa elaboradora de vinos en la gestión de su cartera de productos con el objetivo de adecuar su oferta a una demanda de vinos cada vez más exigente y selectiva.

Palabras clave: Selección de Carteras, Optimización, Frontera Eficiente.

Summary

Application of the model of Markowitz for the determination of the efficient portfolio of a company of wines

The model of Markowitz, referring theoretician from its appearance, was applied, in principle, in the selection of portfolios of values, optimizing the yield at the same time that the reduction of the risk. However, later developments of this model have derived their application in other scopes. This one is the case of the present work, adapted to the efficient selection of the product portfolio of an agro-alimentary company. In this sense, one is as it can be applied to this model by a producing wine company in the management of his portfolio products with the objective to adapt his supply to demanding and more and more selective a demand of wines.

Key words: Portfolio Selection, Optimization, Efficient frontier.

Introducción

Las empresas agroalimentarias desarrollan su actividad en un entorno caracterizado, en los últimos años, por profundos cambios. El incremento de renta y las modificaciones en los gustos y preferencias de los consumidores, la progresiva penetración de capital extranjero y de multinacionales de la ali-

mentación provoca cambios en la demanda de productos agroalimentarios.

La respuesta a lo anterior, desde el lado de la oferta, es el cuestionamiento por las empresas sobre si la estructura de su cartera (o conjunto de productos con los que opera la empresa), es la adecuada. Generalmente, las empresas agroalimentarias comercializan varios productos y varias marcas. La

razón de esto reside en el hecho de que, cada vez más, las empresas agroalimentarias realizan su actividad en un entorno de riesgo¹ y una forma de reducir este riesgo es la diversificación. Al mismo tiempo, el propio proceso de innovación de la empresa y de las empresas competidoras, amenaza con la saturación de la demanda y con la posible obsolescencia del producto. Por todo ello, la empresa debe estar continuamente dispuesta a introducir nuevos productos y a renovar su cartera.

En este sentido, y por un lado, la empresa debe evaluar individualmente cada producto y decidir si conviene el lanzamiento de un nuevo producto, o si conviene el mantenimiento en la cartera o bien la eliminación o modificación de los productos actuales (Olmeda, 1989). De otro lado, debe evaluar si existen interdependencias entre los productos de la cartera, ya que éstas han de tenerse siempre en cuenta, tanto a la hora de decidir la combinación óptima de la cartera, como a la hora de tomar cualquier otra decisión. Finalmente, la estrategia sobre la cartera de productos debe coordinarse con la adecuada elección de los segmentos de consumidores a los que van destinados todos y cada uno de los productos, en armonía con la estrategia de marketing global de la empresa.

En relación con este último aspecto debe resaltarse que pueden existir diferencias importantes entre una estrategia de pene-

tración en el mercado o de diversificación o de desarrollo de mercados. Como es conocido, mediante una estrategia de penetración, la empresa que vende su producto en un mercado trata de incrementar las ventas a los actuales clientes o a nuevos clientes del mismo mercado. Mediante una estrategia de desarrollo, trata de vender el producto en nuevos mercados y mediante una estrategia de diversificación, la empresa modifica los actuales productos o incluye nuevos productos y, a la vez, trata de penetrar en nuevos mercados, siendo éste, por ejemplo, uno de los retos actuales de las bodegas elaboradoras de vinos en Castilla-La Mancha.

El vino elaborado tradicionalmente en Castilla-La Mancha ha sido, en gran medida, vino de mesa destinado a la venta a granel. No obstante, esta situación está cambiando en los últimos años, tanto en el ámbito de la producción vitícola (con la reestructuración varietal y la incorporación de mejoras culturales), como de las bodegas (mejora de los procesos industriales y de las instalaciones) y de la comercialización con la utilización de técnicas de marketing de vinos (Olmeda et al., 2003).

Dentro de estas técnicas de marketing de vinos, la gestión de cartera de productos (de vinos), resulta de extraordinario interés con el fin de determinar la adecuación de la oferta que cada empresa bodeguera debe de acometer para adecuarse a una demanda de vinos cada vez más exigente y selecti-

1. El análisis del riesgo en el ámbito de la empresa y, en especial de la empresa agroalimentaria, tiene hoy en día un gran desarrollo refrendado por la continua aparición de trabajos. En estos trabajos se han desarrollado métodos para programar el riesgo (Hazell, 1971), o bien se ha estudiado la actitud del decisor frente al riesgo (Anderson et al., 1977). Más recientemente, se ha tratado de medir el riesgo (Young, 1984) y su aplicación en la planificación de cultivos agrícolas (Collins y Barry, 1986; Turvey et al., 1988).

En España también ha sido tratado por diferentes autores. Romero (1976) emplea el método de Markowitz en la planificación de variedades de manzanos, Alonso (1977) y Alaejos y Cañas (1992) lo aplican a la programación de cultivos herbáceos, Caballer (1979) en la obtención de calendarios eficientes de recolección de naranjas, Juárez (1985), Rivera y Olmeda (1985), Olmeda (1989) y Arias (1994) lo aplican en el campo de la comercialización agraria y, recientemente, Ribal et al. (2003), lo utilizan mediante modelo modificado por Sharpe, en la determinación del valor de mercado de la tierra de uso agrario en España.

va. Éste sería el primer paso que la empresa debería de realizar para determinar la supresión de un vino en la cartera, o si su estructura de costes lo permite, el lanzamiento de un nuevo producto, una vez realizada la investigación de mercado que determine en que dirección apuntan los gustos de los consumidores.

Para responder a lo anterior, el presente trabajo persigue dos objetivos; en primer lugar, a partir de datos proporcionados por una bodega, se han buscado las posibles divergencias entre las decisiones sobre la cartera real de la empresa y la composición teórica de la misma y, en segundo lugar, se ha estudiado la influencia que tendría, en la cartera de productos de la bodega, la introducción de un nuevo producto en el mercado.

Para alcanzar los objetivos perseguidos en este trabajo se ha utilizado el concepto de *cartera eficiente* de Markowitz (1952). Se trata de un criterio normativo, extensamente utilizado, que se sirve de la varianza total como estimador de la percepción del riesgo por parte del decisor.

Metodología

El modelo de Markowitz

El modelo se basa en la idea de que la utilidad (U) para un decisor es función, tanto del nivel esperado en el rendimiento de la cartera como del nivel de riesgo. Utiliza, por tanto, funciones de utilidad del tipo:

$$U = f[E(R), \sigma^2(R)]$$

donde:

E = Operador esperanza matemática

R = Rendimiento de la cartera

$\sigma^2(R)$ = Riesgo de la cartera

La idea del modelo es mostrar cómo los decisores pueden variar el riesgo, diversificando su elección de forma que aprovechen las covarianzas. Las hipótesis implícitas del modelo son que el decisor valora positivamente los rendimientos de la cartera (y de forma negativa el riesgo) y que la varianza es un buen estimador de la percepción del riesgo por parte del decisor.

De esta forma, dados n productos posibles, cada uno de los cuales tiene una media y una varianza de rendimientos anual y con posibles covarianzas de rendimientos entre pares de ellos, se trata de escoger una combinación de productos (cartera) que, o bien, permita obtener el rendimiento más alto esperado (esperanza máxima) para una determinada varianza (o nivel de riesgo), o bien que permita minimizar el riesgo (varianza mínima) para un rendimiento dado. A la cartera así calculada se le denomina *cartera eficiente*. En el presente trabajo se ha optado por la segunda opción, calculando de esta forma la composición de la cartera eficiente para la empresa objeto de estudio, planteándose de la siguiente forma:

Función objetivo:

$$\text{Min} \sigma^2(R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij}$$

Restricciones:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n x_i E(R_i) = V^*$$

$$\sum_{i=1}^n x_i \leq 1$$

$$x_i \geq 0 (i = 1, \dots, n)$$

donde:

$\sigma^2(R_p)$ = varianza de la cartera p

x_i = porcentaje de participación del producto i en la cartera

x_j = porcentaje de participación del producto j en la cartera

σ_{ij} = covarianza de rendimientos entre los productos

$E(R_i)$ = valor esperado del rendimiento de x_i

V^* = parametrización de $E(R_p)$

Así se tiene que, al variar el parámetro V^* se obtienen, al resolver el programa, el conjunto de proporciones que minimizan el riesgo de la cartera, así como su valor correspondiente. La resolución de esta programación permite obtener el conjunto de *carteras eficientes*, es decir, aquellas combinaciones de $(x_1, x_2, x_3, \dots, x_i, \dots, x_n)$ que proporcionan la mínima varianza para cada valor de la esperanza. El conjunto de pares $[E(R_p), \sigma^2(R_p)]$ o combinaciones rentabilidad-riesgo de todas las carteras eficientes es a lo que se denomina *frontera eficiente*. Una vez conocida ésta, el inversor, de acuerdo con sus preferencias, elegirá su cartera óptima.

Base de datos

Los datos para la realización del modelo han sido facilitados por una bodega cooperativa de la *D.O. La Mancha*, y corresponden a las campañas 2002 y 2003 (ocho trimestres). La bodega, además de vino a granel, comercializa vino embotellado, con varias marcas, en cuatro líneas de productos: vino blanco joven, vino tinto joven, vino rosado joven y vino tinto de crianza, siendo la participación de cada línea de productos en la cartera actual de la bodega la siguiente: 20% de vino blanco joven, 30% de vino tinto joven, 20% de vino rosado joven y

30% de vino tinto de crianza. Los márgenes brutos unitarios, proporcionados por la empresa bodeguera, se calcularon como la diferencia entre los precios unitarios de venta y los costes variables unitarios (de elaboración y comercialización), para cada línea de vino (tabla 1).

Resultados

En primer lugar se procedió al cálculo de la cartera eficiente de vinos en la situación actual, calculándose la matriz de varianzas-covarianzas existente entre los márgenes brutos de las líneas que componen la actual cartera de vinos de la bodega (tabla 2). Señalar que, la composición actual de la cartera de productos de la empresa se caracteriza por un nivel de riesgo de 0,005472 y un rendimiento esperado del 0,49 €.

Los valores $E(R)$, que son los valores esperados para los márgenes brutos de cada línea se han calculado como valores medios, dado que no existen valores objetivos para la empresa.

Las soluciones del modelo se muestran en la tabla 3. Los valores de V^* se han hecho oscilar entre 0,30 € y 0,70 € que representan el mayor y el menor valor de los rendimientos medios esperados en las diferentes líneas de productos, de 0,10 € en 0,10 €.

En la tabla 3, de soluciones eficientes, aparece la holgura dado que, al programar se ha introducido la restricción de que el sumatorio del porcentaje de participación de los distintos productos fuese menor o igual a 100%, es decir, que es posible que la bodega no venda el 100% de su producción embotellada, consiguiéndose así una cartera eficiente de productos, para cada nivel de rendimiento esperado, sin que los porcentajes de participación, de cada producto, en la cartera sumen el 100%.

Tabla 1. Márgenes brutos unitarios de la cartera de vinos actual
 Table 1. Gross unitary margins of the actual wine portfolio

Márgenes brutos unitarios (€)				
Trimestres	Blanco Joven (Línea 1)	Tinto Joven (Línea 2)	Rosado Joven (Línea 3)	Tinto Crianza (Línea 4)
1	0,39	0,56	0,43	0,76
2	0,39	0,56	0,43	0,76
3	0,39	0,55	0,42	0,76
4	0,38	0,54	0,42	0,75
5	0,22	0,31	0,24	0,70
6	0,20	0,29	0,22	0,80
7	0,20	0,29	0,22	0,81
8	0,26	0,37	0,28	0,90
Media	0,30	0,43	0,33	0,78

Tabla 2. Matriz de varianzas-covarianzas para la cartera actual
 Table 2. Variances-covariances matrix of the actual portfolio

Varianzas				Media
Blanco Joven (Línea 1)	Tinto Joven (Línea 2)	Rosado Joven (Línea 3)	Tinto Crianza (Línea 4)	
0,0084	0,0118	0,0092	-0,0016	0,30
0,0118	0,0168	0,0130	-0,0022	0,43
0,0092	0,0130	0,0101	-0,0018	0,33
-0,0016	-0,0022	-0,0018	0,0035	0,78

Tabla 3. Cartera eficiente para las cuatro líneas de vinos
 Table 3. Efficient portfolio for the four wines lines

V* (€)	Líneas de Productos (%)				Holgura (%)	Varianza
	Blanco Joven (Línea 1)	Tinto Joven (Línea 2)	Rosado Joven (Línea 3)	Tinto Crianza (Línea 4)		
0,30	0	0	10	34	56	0,000381
0,40	0	0	14	45	41	0,000678
0,50	0	0	17	57	26	0,001059
0,60	0	0	21	68	11	0,001525
0,70	0	9	10	80	1	0,002095

La cartera eficiente anterior se muestra en la figura 1.

La frontera eficiente divide el plano rendimiento esperado-nivel de riesgo en dos áreas, la zona o área superior corresponde a la de soluciones, o carteras, de productos imposi-

bles (para una varianza de 0,0005 es imposible obtener un margen bruto de 0,8 €), mientras que el área inferior representa la zona de carteras no eficientes (para una varianza de 0,001 sería ineficiente obtener un margen bruto de 0,3 €).

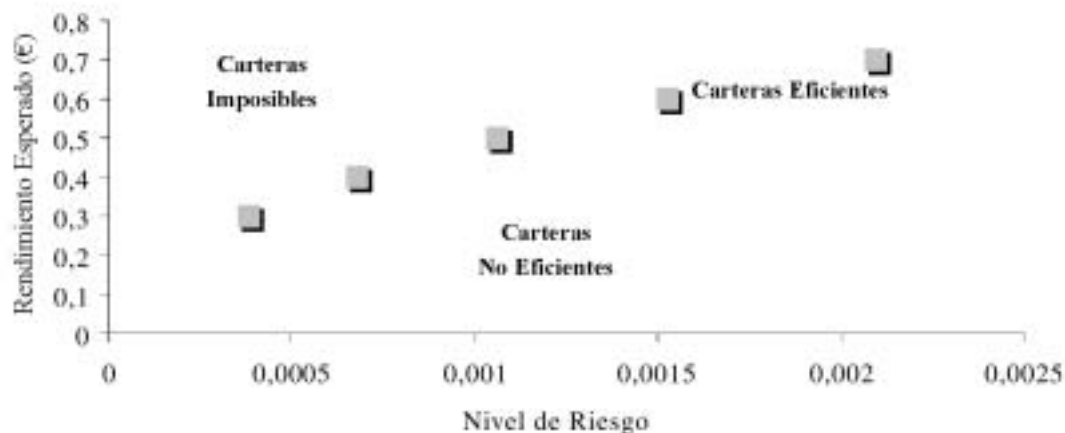


Figura 1. Cartera eficiente para las cuatro líneas de vinos.

Figure 1. Efficient portfolio for the four wines lines.

Señalar, llegado este punto, que el modelo de Markowitz conduce a una indeterminación, dado que es el propio agente decisor quien debe fijar el valor de rendimiento esperado para la cartera (Rodríguez-Barrio et al., 1990).

Las soluciones eficientes seleccionan los vinos rosados jóvenes y los vinos tintos crianza. A medida que se alcanzan niveles de rendimiento más altos se observa como la participación en la cartera de los vinos rosados se reduce en beneficio de los vinos tintos, tanto crianzas, que aumentan su participación, como jóvenes que entran a formar parte de la cartera eficiente para niveles de $V^* \geq 0,69€$ ($V^* = 0,69€$ la participación es del 4%).

Hoy en día la tendencia de mercado se dirige hacia los vinos tintos en general, por lo

que la presencia de vinos tintos jóvenes en las carteras de productos de empresas vitivinícolas parece resultar importante. En este sentido, se comprueba que a medida que aumentan los niveles de rendimiento esperado crece la participación de los vinos tintos. De hecho, cuando la holgura de la cartera es cero, ésta está compuesta totalmente por vinos tintos (para $V^* = 0,72€$, la composición de la cartera es de un 17% vino tinto joven y un 83% vino tinto crianza).

Otra posibilidad de incrementar la eficiencia de la cartera pasa por incluir un nuevo producto en la cartera actual y estudiar cuáles son los niveles de producción eficientes en este caso. El producto elegido, visto que los vinos tintos son los que componen la cartera para rendimientos altos, ha sido un vino tinto reserva.

Para la inclusión del nuevo producto se realiza un estudio de viabilidad. En este estudio, se ha realizado una previsión de precios de venta, costes y márgenes brutos. Para poder comparar estos márgenes con los existentes para las cuatro líneas de productos que conformaban la cartera actual de la empresa, se ha recurrido al índice general de precios.

La tabla 4, muestra los márgenes brutos de la futura cartera de productos con cinco vinos.

Para este caso, se ha vuelto a calcular la matriz de varianzas-covarianzas, para deter-

minar la relación existente entre los márgenes brutos de las cinco líneas de productos (tabla 5).

La programación óptima para unos valores de V^* entre 0,40 € y 1,24 € (mínimo y máximo esperados) en intervalos de 0,20 € se muestra en la tabla 6.

En la composición de la cartera eficiente no se incluye la línea 1, vino blanco joven, y tanto el vino tinto crianza como el nuevo producto (vino tinto reserva) aparecen en la cartera para cualquier nivel de V^* . A partir de $V^* = 0,80$ se vende la totalidad de la pro-

Tabla 4. Márgenes brutos unitarios de las cinco líneas de productos
(cartera de vinos actual + posible línea 5)
Table 4. Gross unitary margins of the five wine lines

Márgenes Brutos (€)					
Trimestres	Blanco Joven (Línea 1)	Tinto Joven (Línea 2)	Rosado Joven (Línea 3)	Tinto Crianza (Línea 4)	Tinto Reserva (Línea 5)
1	0,39	0,56	0,43	0,76	1,45
2	0,39	0,56	0,43	0,76	1,46
3	0,39	0,55	0,42	0,76	1,10
4	0,38	0,54	0,42	0,75	1,20
5	0,22	0,31	0,24	0,70	1,20
6	0,20	0,29	0,22	0,80	1,25
7	0,20	0,29	0,22	0,81	1,00
8	0,26	0,37	0,28	0,90	1,28
Media	0,30	0,43	0,33	0,78	1,24

Tabla 5. Matriz de varianzas-covarianzas para una cartera de cinco líneas
Table 5. Variances-covariances matrix of the five lines

Varianzas					Media
Blanco Joven (Línea 1)	Tinto Joven (Línea 2)	Rosado Joven (Línea 3)	Tinto Crianza (Línea 4)	Tinto Reserva (Línea 5)	
0,0084	0,0118	0,0092	-0,0016	0,0068	0,30
0,0118	0,0168	0,0130	-0,0022	0,0099	0,43
0,0092	0,0130	0,0101	-0,0018	0,0077	0,33
-0,0016	-0,0022	-0,0018	0,0035	-0,0005	0,78
0,0068	0,0099	0,0077	-0,0005	0,0249	1,24

Tabla 6. Cartera eficiente para cinco líneas de vinos
 Table 6. Efficient portfolio for five wine lines

V* (€)	Líneas de Productos (%)					Holgura (%)	Varianza
	Blanco Joven (Línea 1)	Tinto Joven (Línea 2)	Rosado Joven (Línea 3)	Tinto Crianza (Línea 4)	Tinto Reserva (Línea 5)		
0,40	0	0	7	39	6	48	0,000601
0,60	0	0	11	58	9	22	0,001351
0,80	0	3	7	76	14	0	0,002417
1,00	0	0	0	52	48	0	0,006388
1,20	0	0	0	9	91	0	0,020732
1,24	0	0	0	0	100	0	0,024494

ducción con una cartera compuesta por cuatro líneas de productos: Tinto Joven, Rosado Joven, Tinto Crianza y Tinto Reserva. Al incrementarse el nivel de rendimiento esperado (V^*) se reduce el número de líneas de productos que componen la cartera eficiente. Así, a partir de $V^* = 0,82$ sólo aparecen tres líneas en la cartera (Tinto Joven, Tinto Crianza y Tinto Reserva), para $V^* = 1,00$ dos líneas (Tinto Crianza y Tinto Reserva) y si $V^* = 1,24$ la cartera se compone únicamente de una línea (Tinto Reserva).

Las soluciones eficientes se muestran en la figura 2.

Por último, se comparan las soluciones obtenidas. Para comparar las carteras eficientes obtenidas en el caso de cuatro líneas frente a una cartera de cinco líneas de productos se ha generado la figura 3.

Al comparar las soluciones obtenidas, al principio, no se observan prácticamente diferencias entre una cartera que partía de cuatro líneas de productos frente a la que incluye un nuevo producto, vino tinto reserva. No obstante, al incluir el vino tinto reserva, la bodega puede obtener unos mayores márgenes, pero a costa de unos mayores niveles de riesgo.

Conclusiones

Las decisiones asociadas a la cartera de productos son muy variadas, y presentan una implicación muy importante para la actividad de la empresa, e incluso para su supervivencia. Puede afirmarse que los análisis de la cartera de productos permiten obtener una ayuda indispensable a la hora de tomar decisiones relativas a la asignación de recursos escasos en la organización, y también a la hora de introducir nuevos productos, modificar los existentes, e incluso cuando se valore la posibilidad de eliminar algún producto de los que constituyen la cartera actual de la empresa.

En este sentido el modelo de selección de carteras de Markowitz supone una buena herramienta para la determinación de la composición final de la cartera de productos de una empresa, y se demuestra su eficacia al aplicarlo en una empresa vinícola de Castilla-La Mancha para determinar la composición de su cartera óptima de productos así como conocer la conveniencia o no de incluir un nuevo producto en la misma.

Teniendo en cuenta que la decisión final a adoptar sobre la cartera de vinos dependerá del conjunto de objetivos generales per-

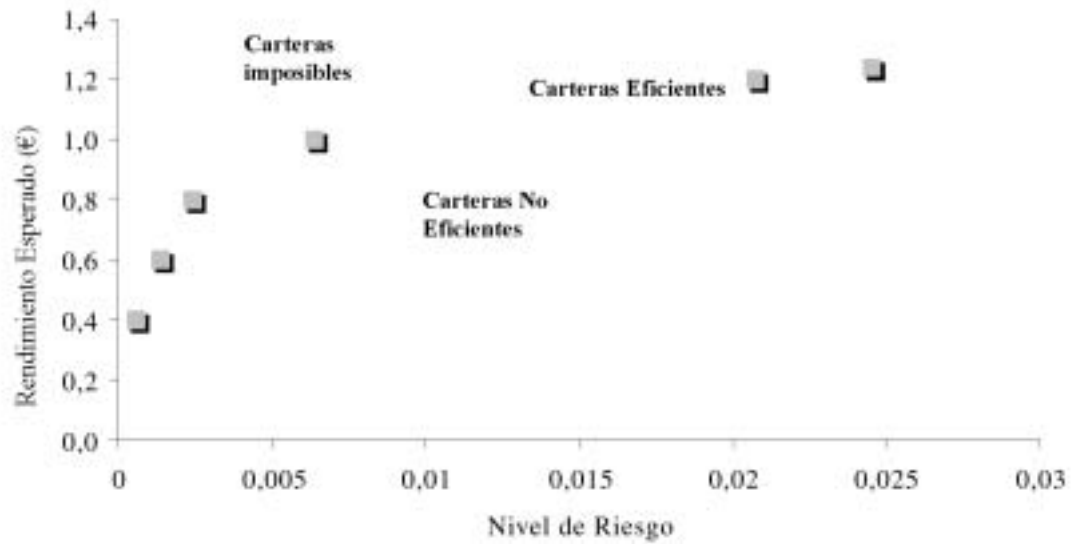


Figura 2. Cartera eficiente para cinco líneas de vinos.
 Figure 2. Efficient portfolio for five wine lines.

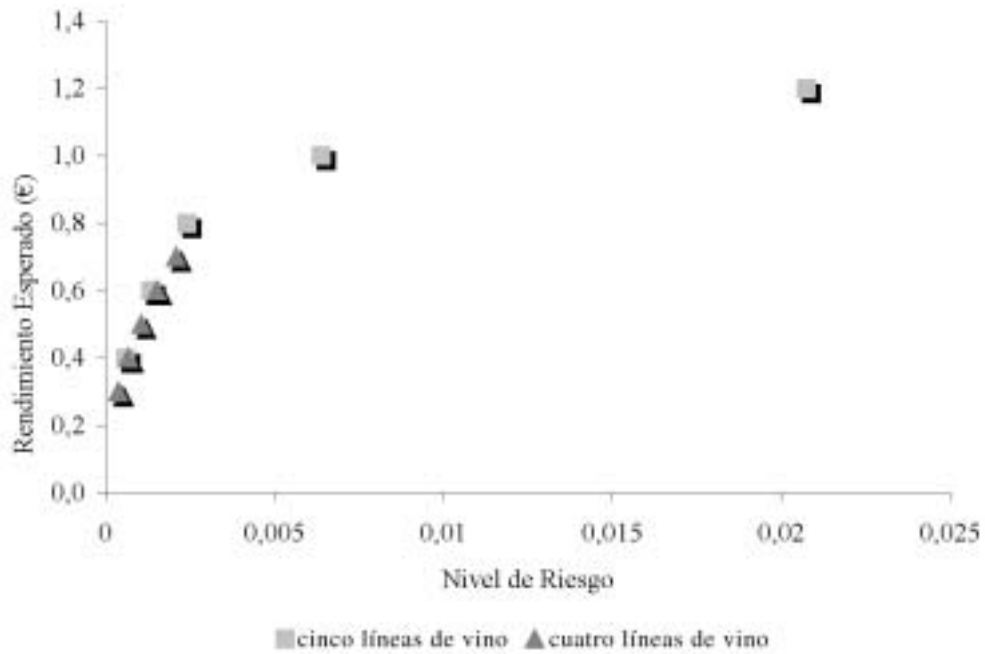


Figura 3. Comparación entre la cartera eficiente para cuatro líneas de vino y la cartera eficiente para cinco líneas de vino.
 Figure 3. Efficient portfolio of four wine lines Vs efficient portfolio of five wine lines.

seguidos por la empresa bodeguera, del análisis realizado, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

Tras aplicar la metodología de cartera eficiente de Markowitz, puede decirse que la cartera actual de vinos de la empresa, no se corresponde con una *cartera eficiente*. Tomando como base las cuatro líneas de la actual cartera de vinos de la bodega, la solución eficiente estaría presente únicamente manteniendo los vinos rosados jóvenes (línea 3) y los vinos tintos de crianza (línea 4), de igual forma para alcanzar altos niveles de rendimiento se incluye también la línea 2 (vino tinto joven). Lo que se confirma es el hecho de que los vinos blancos jóvenes (línea 1) no tienen cabida en ningún caso.

En relación a la posibilidad de incorporar un nuevo producto a la cartera de vinos de la empresa, la bodega obtiene, para iguales niveles de riesgo, prácticamente los mismos márgenes. Lo que si permite la incorporación de una nueva línea de vino es obtener mayores márgenes al diversificar la producción.

Respecto a las limitaciones a la utilización del modelo de Markowitz aplicado a la empresa bodeguera, éstas tienen que ver con los supuestos de partida. Efectivamente, conocida la rentabilidad esperada de cada uno de los vinos considerados así como su varianza y covarianza entre ellos, el modelo de Markowitz parte de cuatro hipótesis fundamentales: 1) la varianza de cada uno de los vinos y la covarianza entre ellos, se supone que es constante en el tiempo, 2) los rendimientos de los diferentes vinos se comportan de acuerdo con una distribución Normal, 3) los decisores actúan de forma racional y 4) el modelo optimiza para un solo período.

En este sentido, el modelo de Markowitz es extremadamente sensible a los valores de las

rentabilidades esperadas en intervalos relativamente cortos de tiempo (por ejemplo, un año), de tal forma que unas pequeñas variaciones de las rentabilidades esperadas pueden suponer carteras con estructuras muy diferentes (o por lo menos aparentemente muy diferentes) en su composición.

Por otra parte, la hipótesis de normalidad resulta muy útil para realizar inferencias sobre la validez estadística de los resultados ya que si la distribución de las rentabilidades sigue una función de distribución Normal, no tiene sentido utilizar una función diferente de la de la varianza.

Por último, otra de las hipótesis contestadas del modelo de Markowitz es la supuesta racionalidad del inversor. Si partimos de la base de que el comportamiento de los inversores no es racional no cabe sostener de manera consecuente que el óptimo dado por el modelo de Markowitz nos da una solución satisfactoria para el inversor, aunque sea perfectamente racional.

Pero en definitiva, el modelo de Markowitz, puede resultar de gran utilidad en la práctica. Los productores pueden utilizarlo de forma sencilla al disponer del software y hardware necesario para su aplicación, teniendo en cuenta que las estimaciones realizadas en función de datos históricos no aseguran el comportamiento posterior del mercado. De cualquier manera, los modelos de selección de cartera tipo Markowitz son cada vez más utilizados en distintos ámbitos y, en particular, en las empresas, como es el caso, ya que se puede utilizar en la determinación *previa* de los vinos actuales o nuevos posiblemente más rentables y con menos riesgos previsibles de mercado para, *posteriormente*, y junto con la distribución, el precio y la promoción, realizar el *marketing-mix* adecuado en función de los objetivos de la empresa.

Referencias bibliográficas

- Alaejos AM, Cañas JA, 1992. *Obtención de planes de cultivo eficientes en el sentido de Markowitz en la provincia de Córdoba*. Investigaciones Económicas 16(2): 281-297.
- Alonso R, 1977. *Programación de cultivos en situaciones de riesgo e incertidumbre en Castilla la Vieja*. Revista de Estudios Agrosociales, 9: 157-188.
- Anderson JR, Dillon JL, Hardaker JB, 1977. *Agricultural decision analysis*. Ames: Iowa State University Pres.
- Arias P, 1994. *Planificación agraria en contexto de riesgo mediante los modelos MOTAD y de Markowitz. Una aplicación a la comarca de la Campiña (Guadalajara)*. Investigaciones Agrarias: Economía, 9(3): 393-405.
- Caballer V, 1979. *Calendarios eficientes*. Revista de Economía y Empresa, 3: 9-20.
- Collins RA, Barry PJ, 1986. *Risk analysis with single-index portfolio models: and application to farm planning*. Amer. J. Of Agr. Econ., 68: 152-161.
- Hazell PBR, 1971. *A linear alternative to quadratic and semivariance programming for farm planning*. Amer. J. Of Agr. Econ., 53: 53-62.
- Juárez F, 1985. *Programación de actividades agrarias en un contexto de riesgo*. Revista de Estudios Agrosociales, 133: 43-57.
- Markowitz H, 1952. *Portfolio selection*. Journal of Finance, 7(1): 77-91.
- Olmeda M, Castillo JS, Bernabéu R, Díaz M, 2003. *El viñedo y el vino de Castilla-La Mancha (Análisis Productivo y Comercial)*. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. Cuenca.
- Olmeda M, 1989. *Carteras eficientes de productos en una empresa vitivinícola navarra*. Trabajo de Investigación. Pamplona.
- Ribal J, Segura B, Guadalajara N, 2003. *Modelos modificados de Sharpe para el mercado de la tierra en España*. Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros, 199: 119-137.
- Rivera L, Olmeda M, 1985. *Técnicas de resolución para el criterio de dominancia E-V en comercialización agraria. Una aplicación a la planificación de fechas de venta para la satsuma*. Anales de I.N.I.A. Serie Economía y Sociología Agraria, 9, separata 4.
- Rodríguez-Barrio JE, Rivera LM, Olmeda M, 1990. *Gestión Comercial de la empresa agroalimentaria*. Ediciones Mundiprensa. Madrid.
- Romero C, 1976. *Una aplicación del modelo de Markowitz a la selección de planes óptimos de variedades de manzanas en la provincia de Lérida*. Revista de Estudios Agrosociales, 97: 61-80.
- Turvey CG, Driver HC, Baker TG, 1988. *Systematic and nonsystematic risk in farm portfolio selection*. Americ. J. of Agr. Econ., 70: 831-836.
- Young DL, 1984. *Risk Concepts and measures for decision analysis*. In: *Risk management in Agriculture*, ed. P. J. Barry. Ames: Iowa State University Press, pp. 31-42.

(Aceptado para publicación el 17 de octubre de 2006)

Empleo del análisis de componentes principales en la evaluación de cuatro variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) en la región oriental de Cuba

Elio Lescay Batista* y Carlos Moya Pérez**

*Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov". Carretera Bayamo a Manzanillo km 16, Gaveta Postal 2140, Bayamo 85 100, Granma CUBA. E-mail: elescay@dimitrov.granma.inf.cu.

** Instituto Nacional de Ciencias agrícolas. Carretera de Tapaste a San José km 3, San José de las Lajas, La Habana CUBA. E-mail: Moya@inca.edu.cu

Resumen

Se evaluaron cuatro variedades de cebolla del tipo roja (*Allium cepa* L.) durante tres años, en dos localidades de la región oriental de Cuba, sobre suelos Ferralítico Rojo Mullido Eutrítico y Pardo Mullido sin Carbonatos. Las parcelas se distribuyeron en un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas. Se evaluaron las variables altura de las plantas, número de hojas por planta, diámetro del falso tallo, número de escamas por bulbo, número de túnicas por bulbo, diámetro del bulbo, masa del bulbo, rendimiento comercial, rendimiento total, bulbos de primera, bulbos de segunda, bulbos no comerciales y bulbos divididos. Los datos fueron procesados estadísticamente mediante análisis de correlación, componentes principales. Los resultados mostraron que las variables de mayor contribución a la varianza fenotípica total fueron masa del bulbo, rendimiento total y comercial, bulbos de primera y no comerciales, número de hojas por planta y número de túnicas por bulbo.

Palabras clave: Análisis multivariado, varianza fenotípica, cultivo de cebolla.

Summary

Use of the principals components análisis in the evaluation of four onion varieties (*Allium cepa* L.) in the eastern region of Cuba

Four onion varieties during three years in two zones in the Cuba eastern region above Ferralitic red brown without carbonate soils were evaluated. The plots were distributed in random block design with four replays. Plant height, number of leaf per plant, stem false diameter, number of fear and tunic per bulb, bulb diameter, bulb mass, commercial yield, total yield, bulbs of first, bulbs of second, not commercial bulbs, and divided bulbs were evaluated. Correlation and principal components analysis were used in the proceeding of the dates. The results showed that the variables of greater contribution in the total phenotypic variance were number of leaf per plant, number of tunic per bulb, bulb mass, total and commercial yield, bulbs of first and not commercial bulbs.

Key words: Multivariate analysis, fenotypic variance, onion crop.

Introducción

Generalmente, en las investigaciones agrícolas, los investigadores evalúan un gran

número de variables, de las cuales muchas de ellas no contribuyen significativamente a la variación existente en un determinado problema, lo cual contribuye a un exceso de

trabajo, gasto de tiempo innecesario e incremento del costo de la investigación. Por ello es importante discriminar entre las variables evaluadas, para centrar el estudio sobre las que presenten mayor contribución en la variación fenotípica total en un cultivo determinado (Cruz y Regazzi, 1997; Varela, 1998).

En tal sentido Fundora *et al.* (1988) plantearon que existían técnicas multivariadas que permiten determinar entre un grupo de variables iniciales, unos pocos factores que resumen algunas de ellas, con lo cual se simplifica la significación de los individuos.

Según Ojeda (1999) las componentes principales indican en que forma y en que importancia las variables participan en la formación de las combinaciones lineales, por lo que se puede usar para descartar variables en un problema determinado.

Estudios de este tipo son muy escasos en el cultivo de la cebolla y nulos en la región

oriental de Cuba, por tal razón el objetivo del presente trabajo fue determinar las principales componentes en la evaluación de cuatro variedades de cebolla y conocer las variables morfoagronómicas de mayor contribución a la varianza fenotípica total, en esta especie en el oriente cubano.

Materiales y métodos

Se evaluaron las variedades de cebolla: Jagua 9-72, Caribe 71, Creole Sintética y Red Creole, todas del tipo roja, durante tres años en la Empresa Cultivos Varios Niquero, en la provincia Granma, y en la Estación Territorial de Investigaciones Agropecuarias de Holguín, provincia Holguín, en la región oriental de Cuba.

La ubicación geográfica de las localidades donde se desarrollaron los experimentos se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Ubicación geográfica
Table 1. Geografic ubication

Localidades	Longitud	Latitud	Altitud (msnm)
Empresa Cultivos Varios Niquero Estación Territorial de Invest. Agrop. de Holguín	19° 07' 12" Oeste	77° 41' 32" Norte	10
	21° 32' 15" Oeste	76° 42' 27" Norte	105

La clasificación de los suelos sobre los cuales se ejecutaron los experimentos, en las localidades objeto de estudio, se hizo según la última versión de clasificación genética de los suelos de Cuba (Hernández y col., 1999) y las principales características químicas de los mismos se determinaron a través de las técnicas descritas por Cuba. Minagri, (1985), las cuales se presentan en la tabla 2.

Se utilizó el método de siembra directa, la cual se realizó en la primera decena de

noviembre en cada campaña. Se utilizaron surcos a doble hilera con un marco de plantación de 0,90 m entre surcos, 0,20 m entre hileras y 0,07 m entre plantas.

Se aplicó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas, para un total de 96 datos en cada una de las variables evaluadas. Cada parcela estuvo formada por cinco surcos de 5,0 m de largo y 4,5 m de ancho para un área total de 22,5 m². El área de cálculo de cada parcela fue de 10,8 m², el cual se basó en los

Tabla 2. Clasificación y características químicas de los suelos
 Table 2. Classification and chemistry characteristics of the soils

Localidad	Clasificación del suelo	Profundidad (cm)	PH KCL	Caracterización del suelo				
				MO (%)	P ₂ O ₅ asimilable (ppm)	K ₂ O asimilable (mg/100g)	Ca ⁺⁺ Intercamb. (me/100g)	Mg ⁺⁺ intercamb. (me/100g)
ECVN	Ferrálico rojo típico, eutrico.	0 - 20	7,5	3,19	11,62	37,30	30,20	3,25
		20 - 40	7,4	2,18	10,89	39,76	27,10	2,65
AACGY	Fluvisol mullido, eutrico.	0 - 20	6,6	1,70	28,72	39,50	24,15	-
		20 - 40	6,5	0,72	17,93	38,00	28,10	-
ETIAH	Pardo mullido, sin carbonato	0 - 20	6,7	3,46	7,92	20,56	18,22	6,55
		20 - 40	7,3	1,19	-	20,62	20,17	9,90

ECVN: Empresa Cultivos Varios Niquero, AACGY: Área de Autoconsumo del Central Grito de Yara, ETIAH: Estación Territorial de Investigaciones Agropecuarias de Holguín.

tres surcos centrales, de los cuales se desechó en el momento de la cosecha 0,50 m en los extremos, para evitar el efecto de borde.

Las atenciones culturales se desarrollaron según las indicaciones del Instructivo Técnico de la cebolla (Ministerio de la Agricultura, 1983).

Las variables evaluadas fueron: altura de las plantas (cm), número de hojas por planta, diámetro del falso tallo (cm), número de escamas por bulbo, número de túnicas por bulbo, diámetro del bulbo (cm), masa del bulbo (g), rendimiento comercial (t.ha⁻¹), rendimiento total (t.ha⁻¹), bulbos de primera (%), bulbos de segunda (%), bulbos no comerciales (%) y bulbos divididos (%).

La base de datos obtenida fue procesada mediante el paquete estadístico Statistica (Stat Soft, 1998). Se realizó un análisis de correlación entre las variables evaluadas, para identificar el grado de asociación entre las variables descritas. Una vez comprobada la existencia de una alta correlación entre dichas variables se realizó un análisis de

componentes principales para determinar las de mayor contribución a la varianza fenotípica total (Varela, 1998).

Resultados y discusión

La matriz de correlaciones mostró que 26 valores (33,3%) fueron estadísticamente significativos, lo cual implica una alta correlación entre las características evaluadas (tabla 3). Los resultados de este análisis indican que existieron variables de mayor y menor participación, lo cual puede deberse principalmente a diferencias en los genes que llevan los distintos individuos o a las diferencias en los ambientes a que fueron expuestos los mismos (Vayda, 1994).

Los resultados del análisis de componentes principales (tabla 4), muestran que la primera componente extrajo un 60,7% y la segunda un 25,7%, por lo que ambas explicaron el 86,4% de la variabilidad total, lo que indica que con estas dos componentes se

Tabla 3. Matriz de correlaciones de las variables evaluadas
 Table 3. Matrix of correlations among the evaluated variables

	AP	NHP	DFT	NEB	NTB	DB	MB	RT	RC	BP	BS	BNC
AP	1.00											
NHP	0.35	1.00										
DFT	-0.02	-0.20	1.00									
NEB	0.40	0.59*	0.02	1.00								
NTB	0.46*	0.58*	0.38	0.30	1.00							
DB	0.37	0.49*	0.06	0.49*	0.42*	1.00						
MB	-0.15	0.52*	0.07	0.54*	0.33	0.05	1.00					
RT	-0.12	0.53*	0.06	0.58*	0.33	0.03	0.99*	1.00				
RC	-0.11	0.50*	0.10	0.58*	0.30	0.03	0.98*	0.99*	1.00			
BP	-0.09	0.09	0.00	0.39	0.11	0.00	0.55*	0.53*	0.63*	1.00		
BS	0.03	0.29	0.07	-0.05	0.05	0.05	0.18	0.21	0.17	-0.34	1.00	
BNC	0.07	-0.30	0.01	-0.44*	-0.21	0.07	-0.71*	-0.71*	-0.79*	-0.90*	0.07	1.00
BD	0.07	0.10	0.05	-0.19	0.02	0.09	-0.30	-0.28	-0.41*	-0.93*	0.26	0.80*

AP: altura de las plantas, NHP: número de hojas/planta, DFT: diámetro del falso tallo, NEB: número de escamas/bulbo, NTB: número de túnicas/bulbo, DB: diámetro del bulbo, MB: masa del bulbo, RT: rendimiento total, RC: rendimiento comercial, BP: bulbos de primera, BS: bulbos de segunda, BNC: bulbos no comerciales, BD: bulbos divididos.

pudo explicar, con bastante aproximación, la población estudiada. La componente C1 se caracterizó por la masa de los bulbos, rendimiento total y comercial y bulbos de primera. Estas variables mostraron una alta correlación positiva entre ellas, mientras que la componente C2 se caracterizó por las variables morfológicas, número de hojas por planta y número de túnicas por bulbo, correlacionadas positivamente entre sí.

Las variables mencionadas fueron las que tuvieron mayor contribución en la varianza fenotípica total, por lo tanto son éstas las que presentan mayor importancia para la evaluación del material en estudio, bajo las condiciones descritas.

Fraga y Alonso (2004) en estudio de clasificación de cultivares de cebolla, en el occidente de Cuba, encontraron que la masa del bulbo fue la variable más importante que caracterizó a la componente C2.

Trabajos similares fueron desarrollados por Silva *et al.* (2002) en la evaluación de 51 cultivares de frijol en Brasil, quienes definieron 25 variables con la categoría de importantes de 40 evaluadas, y Choer y Silva (2000) que identificaron 21 caracteres de importancia en Cucúrbita *ssp.*

Torres *et al.*, (2000) en la caracterización morfoagronómica de 19 cultivares de Quinua (*Chenopodium quinua* Willd) en la sabana de Bogotá, encontraron que existían variables de mayor y menor participación respecto a la varianza total.

Conclusiones

1. El análisis de componentes principales permitió determinar que las dos primeras componentes explicaron el 86,4% de la variación total y que las variables de mayor contribución fueron masa del bulbo, rendi-

Tabla 4. Resultados del Análisis de Componentes Principales
 Table 4. Results of the Principals Components Análisis

Ejes principales	C1	C2
Valores propios	6.26	2.65
Contribución a la variación total	60.7	25.7
% acumulado	60.7	86.4
Vectores propios		
Altura de las plantas	-0.1217	0.6265
Número de hojas por planta	0.3817	0.8053*
Diámetro del falso tallo	0.0674	-0.2551
Número de escamas por bulbo	0.5678	0.5384
Número de túnicas por bulbo	0.2356	0.7152*
Diámetro del bulbo	0.0381	0.6742
Masa del bulbo	0.8842*	0.2143
Rendimiento total	0.8774*	0.2403
Rendimiento comercial	0.9340*	0.1734
Bulbos de primera	0.8614*	-0.2684
Bulbos de segunda	-0.0099	0.3242
Bulbos no comerciales	-0.1340	0.0629
Bulbos divididos	-0.6900	0.4165

miento total, rendimiento comercial, bulbos de primera, número de hojas por planta y número de túnicas por bulbo.

2. Las variedades Jagua 9-72 y Caribe 71, durante el primer año en la Empresa Cultivos Varios Niquero, expresaron los mayores valores en las variables masa del bulbo, rendimiento total, rendimiento comercial y bulbos de primera, mientras que la variedad Creole Sintética en los tres años y la Red Creole en el tercer año expresaron los menores promedios en las variables descritas.

Referencias bibliográficas

- Choer EE, Silva JB, 2000. Avaliacao da divergencia genética entre accesos de Cucúrbita spp. a través de análise multivariada. *Agropecuaria de clima tropical*. 3 (2): 213-219.
- Cruz CD, Regazzi AJ, 1997. Modelos biométricos aplicados al mejoramiento genético. Vicosa. Editora de UFV, 390 pp.

Fraga NA, Alonso MC, 2004. Estudio y colección de cultivares de cebolla (*Allium cepa*, L.). Taller de mejoramiento de los cultivos. XIV Congreso del INCA (14: 2004, nov 9-12, La Habana). Memorias. CD-ROOM. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. ISBN 959-7023-27-x.

Fundora ZM, Diaz M, Baes MR, Soto JA, 1988. Análisis de los componentes principales de la variación en siete cultivares de cebolla. *Ciencia de la Agricultura*. (33): 78-82.

Hernández A, Pérez JM, Bosch D, Rivero L, 1999. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana. Agroinform. 64 pp.

Ministerio de la Agricultura, 1983. Instructivo Técnico del Cultivo de la Cebolla. Dirección Nacional de Cultivos Varios, La Habana, 60 pp.

Ojeda MM, 1999. Análisis Exploratorio de datos con énfasis multivariado y en el contexto de aplicaciones ecológicas. Veracruz. Universidad Veracruzana, 91 pp.

Silva L, Ferreira I, Grandi M, Baptista J, 2002. Divergencia genética entre cultivos locais e

- cultivares melhoradas de feijol. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 37 (9): 1275-1281.
- STAT SOFT, inc. 1998. Statistica for windows [computer program manual] Jalsa, ok: Stat Soft, inc.
- Torres MJ, Vargas HC, Corredor CS, Reyes LM, 2000. Caracterización morfoagronómica de 19 cultivares de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) en la Sabana de Bogotá. *Agronomía Colombiana*. 17: 60-68.
- Vayda ME, 1994. Environmental stress and its impact on potato yield: En: *Potato genetic*. Wallinford, CAB International, p 3-42.
- (Aceptado para publicación el 6 de noviembre de 2006)



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

CIHEAM/IAMZ - Cursos 2006-07-08

CIHEAM

	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:

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - 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 | <ul style="list-style-type: none"> - 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

**PREMIOS DE PRENSA AGRARIA 2007
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 desiertos.

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 2007. 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.

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:

