

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS NUTRITIVAS DE LAS  
BELLOTAS DE LOS *QUERCUS* DE LA DEHESAMEASURES AND NUTRITIONAL CHARACTERISTICS OF *QUERCUS* ACORNS  
FROM THE DEHESARodríguez-Estévez, V.\*<sup>1</sup>, A. García Martínez<sup>1</sup>, C. Mata Moreno<sup>1</sup>,  
J.M. Perea Muñoz<sup>1</sup> y A.G. Gómez Castro<sup>1</sup><sup>1</sup>Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales. 14004 Córdoba. España. \*pa2roesv@uco.es

## PALABRAS CLAVE ADICIONALES

*Quercus ilex*. *Quercus suber*. *Sus scrofa*. Cerdo Ibérico. Montanera. Ácidos grasos.

## ADDITIONAL KEYWORDS

*Quercus ilex*. *Quercus suber*. *Sus scrofa*. Iberian pig. Montanera. Fatty acids.

## RESUMEN

Las bellotas de los *Quercus* de la dehesa (*Q. ilex*, *Q. suber*, etc.) son un importante recurso alimenticio en otoño-invierno. El peso, el tamaño y la forma de la bellota presentan muchas variaciones entre especies, individuos y zonas, al igual que la composición que además, está sometida a variaciones derivadas de su propio proceso de maduración y de la actuación de agentes externos (humedad, parásitos, etc.). Por el contrario, el porcentaje de cáscara y cotiledones presenta mucha más homogeneidad. La cáscara es rica en taninos y lignina, lo que afecta a su digestibilidad. La pulpa es muy rica en glúcidos (80% de la MS) y en lípidos (5-10% de la MS) con un contenido de ácido oleico superior al 60%, sin embargo el contenido de proteína es muy bajo (4-6% de la MS). Son muchas las especies de animales silvestres y domésticos que se alimentan con bellotas; pero en la dehesa éstas se destinan fundamentalmente al engorde del cerdo Ibérico, única raza doméstica capaz de decorticarla y que, además, da lugar a productos que gozan de una elevada consideración por parte de los consumidores y alcanzan gran valor.

## SUMMARY

Acorns production of *Quercus* (*Q. ilex*, *Q. suber*, etc.) is an important feeding resource in the dehesa during autumn-winter. Acorn weight, size and shape present a lot of variability between

species, individuals and areas. Also composition is variable and is influenced by its own maturation process and external agents (humidity, parasites, etc.). Opposite, shell and cotyledons proportions show higher homogeneity. Shell composition has a very high level of tannins and lignin, which affects its digestibility. Kernel has a very high level of glucids (80% of DM) and lipids (5-10% of DM) with a oleic acid content up to 60%, however protein level is very low (4-6% of DM). Many wild and domestic species eat acorns; however, in the dehesa, acorns are used to feed fattening Iberian pigs because this breed is the single one capable of peeling them and rises a high commercial value.

## INTRODUCCIÓN

Las bellotas del género *Quercus* maduran y caen en la Península Ibérica durante el otoño-invierno proporcionando un importante recurso alimenticio a la fauna silvestre y doméstica. La importancia alimenticia de este recurso es tanta que tradicionalmente se han distinguido dos épocas de aprovechamiento de las áreas de dehesa (*Q. ilex*, *Q. suber* y *Q. faginea*): aquella en que no existe bellota, que se rige por las reglas comunes sin tener en cuenta la existencia de los árboles; y la época del fruto. Vázquez (1998a)

Recibido: 17-5-07 Aceptado: 1-10-07

Arch. Zootec. 57(R): 1-12. 2008.

enumera 9 especies de grandes mamíferos, 11 de pequeños mamíferos y 6 de aves entre los principales consumidores silvestres de estas bellotas. Por ejemplo: Peinado *et al.* (1993) establecen que en cabras lecheras supone el 61,6% de la ingesta durante el pastoreo; Rodríguez-Estévez *et al.*, (2005) estiman que constituyen el 50% de la biomasa ingerida por el corzo; y Rodríguez (1978) cifra su importancia entre el 12 y 35% de la ingesta del ciervo en el periodo de fructificación.

Pero la bellota adquiere su mayor importancia como recurso en la ceiba del cerdo Ibérico (montanera). Según estimaciones de Dobao *et al.* (1988), durante la montanera el cerdo ingiere 6-10 kg de bellota y de 1-1,5 kg de hierba diariamente. Esta dieta influye positivamente sobre la calidad de la carne y sobre su perfil de ácidos grasos, tal y como constatan muchos trabajos de investigación (*i.e.*, Tejeda *et al.*, 2002; Daza *et al.*, 2005; Rey *et al.*, 2006), que asumen que el alimento consumido por el cerdo en montanera es homogéneo y que las bellotas tienen unas características idénticas a lo largo de toda la montanera, despreciando las variaciones interespecíficas e intraespecíficas de los árboles y la evolución de la bellota (calidad nutritiva y estado de conservación). A pesar de todo esto, actualmente el control previsto por la Norma de Calidad se basa en la consecución de un perfil de ácidos grasos estándar (MAPA, 2001), similar al que proporciona una alimentación en pastoreo basada en bellota. Precisamente, uno de los aspectos más controvertidos en relación con la alimentación en montanera es el cálculo de las cargas ganaderas en relación con la disponibilidad de bellota al objeto de que los cerdos alcancen este perfil estándar y las reposiciones mínimas concretadas por la Norma de Calidad.

Para tratar de proporcionar los datos que puedan servir de punto de partida para abordar estudios sobre la influencia del régimen alimenticio durante la montanera sobre los resultados obtenidos, en este trabajo se

recopila la información relativa al tamaño y composición de las bellotas, fundamentalmente de encina, y a los factores que influyen en ambos.

### TAMAÑO DE LA BELLOTA

Numerosos botánicos (Cabanilles, Lamark, Desfontaines, Laguna, Willkomm, Countinho, etc.) han establecido variedades de *Q. ilex* de acuerdo con la forma de hojas y frutos (Medina, 1956). En la **tabla I** se muestra la distribución de tamaños encontrada por Ramírez y Gómez (1982) entre las bellotas de *Q. ilex* de acuerdo con la clasificación morfológica de Vicioso (1950); y en la **tabla II** se muestra la encontrada por Vázquez *et al.* (1992) al establecer su propia clasificación. Sin embargo, Ferreira-Dias *et al.* (2003) encuentran poco poder discriminante en la longitud y la anchura entre las bellotas de *Q. ilex rotundifolia*, *Q. suber* y *Q. pyrenaica*.

Existe una fuerte influencia genética en las características de las bellotas de cada árbol y las diferencias entre éstos explican el 62% de la varianza de la biomasa de las bellotas (Leiva y Fernández-Ales, 1998).

Parece ser que el peso de las bellotas maduras que caen de una misma encina (*Q. ilex*) no presenta diferencias significativas a lo largo de la montanera (García *et al.*, 2003). Sin embargo el peso puede variar por

**Tabla I.** Distribución porcentual de los tamaños de fruto en las variedades descritas por Vicioso (1950), según Ramírez y Gómez (1982). (Distribution of fruit sizes in acorn varieties as described by Vicioso (1950)).

| Tamaño mm           | Grande    | Mediano   | Pequeño   |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|
|                     | 18,3x42,1 | 15,7x35,1 | 12,1x29,5 |
| <i>parvifolia</i>   | 5         | 50        | 45        |
| <i>ballota</i>      | 51,1      | 35,6      | 13,3      |
| <i>obovatifolia</i> | 100       | 0         | 0         |
| <i>grandifolia</i>  | 0         | 0         | 100       |
| <i>rotundifolia</i> | 0         | 0         | 100       |
| <i>macrocarpa</i>   | 100       | 0         | 0         |

## TAMAÑO Y COMPOSICIÓN DE LAS BELLOTAS DE QUERCUS EN LA DEHESA

el contenido de humedad, las plagas y las heladas (López-Carrasco *et al.*, 2004).

Cierjacks y Hensen (2004) encuentran una correlación negativa entre la intensidad de pastoreo o carga ganadera de una dehesa y el peso y la longitud de las bellotas producidas. También el ataque de *Curculio* y *Cydia* reduce el tamaño y peso de las bellotas (Soria y Ocete, 1996; Vázquez, 1998a; Soria *et al.*, 1999). Así, López-Carrasco *et al.* (2004) indican que la pérdida de peso en las bellotas maduras atacadas por *Curculio* es de 38,1% del peso de la MS de los cotiledones.

Durante los dos años siguientes a la poda de las encinas, sus bellotas aumentan de tamaño un 2-10%, con una media de un 3,3% más de diámetro (Porrás, 2002). Carbonero *et al.* (2002) también encuentran un ligero aumento de tamaño como resultado de la poda.

Un aspecto a tener en cuenta, es que las bellotas de *Q. ilex* pueden aumentar o disminuir su peso hasta en un 30% dependiendo de las condiciones ambientales y de manejo del entorno en las que se ha desarrollado el fruto (Vázquez *et al.*, 2001).

Vázquez (1998b) establece para su método de estimación de la producción de *Q. ilex* un tamaño medio de bellota de 4,7 g, y divide a éstas en 3 categorías de peso: grandes (>8 g), intermedias (4-8 g), y pequeñas (<4 g) (Vázquez, 1998a). Fernández *et al.* (2004) encuentran un peso medio por bellota de 6,6

g para *Q. suber*, 5,2 g para *Q. ilex* y 3,7 g para *Q. faginea*. Sin embargo hay muchas variaciones entre árboles y de unas zonas a otras; por lo que Castro *et al.* (2000) al analizar las bellotas de *Q. suber* de distintas zonas encuentran pesos medios entre 2,7 y 7,8 g. Blanco *et al.* (1997) mencionan un proceso de frutalización de las masas de *Q. ilex* de algunas zonas por la selección de los ejemplares productores de mayores bellotas. Además, Vázquez *et al.* (2001) y Fernández *et al.* (2004) encuentran similares variaciones interanuales para el peso de las bellotas (de aproximadamente el 30%), dependiendo de factores ambientales y, sobre todo, del número de bellotas producidas cada año.

El porcentaje de cáscara y cotiledones es más homogéneo (CV=16%) que el peso de las bellotas (CV=32%) (Fernández *et al.*, 2004); y aunque no es estadísticamente significativo, el porcentaje de cáscara es menor en *Q. faginea* (17,1%), que en *Q. suber* (18,9%) y *Q. ilex* (22,3%) (Fernández *et al.*, 2004 y 2005). Sin embargo, Ramos *et al.* (1964) estudiando *Q. ilex* en un área más amplia (Badajoz, Córdoba, Sevilla, Huelva y Málaga) encuentran mayor porcentaje de pulpa (81,4%) y menor de cáscara (18,7%); mientras que Almeida *et al.* (1992) encuentran rendimientos más bajos en el sur de Portugal (71,4% para *Q. ilex* y 78,7% para *Q. suber*), que son similares a los encontrados

**Tabla II.** Clasificación de las bellotas de *Q. ilex* de acuerdo con su morfología. (Acorn classification according to morphology).

| Forma                  | Longitud (mm) | Diámetro (mm) | Peso seco (g) | Recubrimiento de la cúpula |
|------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------------------|
| <i>rotundifolia</i>    | 30-40         | 12-17         | 1,5-5         | L/4 a 2L/3                 |
| <i>macrocarpa</i>      | 38-50         | 19-22         | 6-8           | L/4 a 2L/3                 |
| <i>expand</i>          | 33-40         | 14-16,5       | 2,5-5         | L/2                        |
| <i>dolichocalyx</i>    | 21-37         | 9-15          | 3,5-6         | >2L/3                      |
| <i>avellaeniformis</i> | 12-14         | 9,5-10,5      | 0,2-0,5       | >3L/4                      |
| <i>brevicupulata</i>   | 28-30         | 16-18         | 2,5           | <L/6                       |
| <i>crassicupulata</i>  | 32-37         | 10-11,5       | 1,5-3,5       | L/6 a L/5                  |

Fuente: Vázquez *et al.*, 1992

por Sánchez (2002) en Huelva (71,2% para *Q. ilex* y 76,2% para *Q. suber*); lo cual contradice la homogeneidad en los porcentajes de cáscara y cotiledones que encuentran Fernández *et al.* (2004).

Ramírez y Gómez (1982) indican que la relación pulpa/cáscara decrece significativamente cuando lo hace el volumen del fruto de *Q. ilex*; razón por la que el 71,4% de las variedades de frutos pequeños (*rotundifolia*, *parvifolia* y *grandifolia*) tienen baja relación y las variedades *macrocarpa* y *ballota*, que suponen el 74% de los de tamaño grande, presentan una elevada relación pulpa/cáscara; encontrando para el porcentaje de cáscara los siguientes valores extremos entre variedades: 31,2% en *grandifolia* y 23,1% en *macrocarpa* (Ramírez *et al.*, 1983).

Vázquez y Ariza (1969) encuentran que las bellotas dulces tienen mayor porcentaje de pulpa (84,5%) que las amargas (83,6%).

Los estudios comparativos muestran que las bellotas de *Q. suber* tienen mayor rendimiento de pulpa que las de *Q. ilex* (Almeida *et al.*, 1992; Sánchez, 2002; Fernández *et al.*, 2004).

#### COMPOSICIÓN DE LA BELLOTA

En la **tabla III** se aprecia que la composición nutritiva de *Q. ilex* presenta mucha variación de unos autores a otros, que podría ser propia de la especie o deberse a diferencias en la época de muestreo. Carbonero *et al.* (2006) al estudiar cuatro variedades botánicas de *Q. ilex* (*rotundifolia*, *crassicupulata*, *macrocarpa*, *microcarpa*) encontraron diferencias en el contenido de MS, GB y PB: las bellotas de la variedad *rotundifolia* son las que más humedad tienen y las de *microcarpa* son las de mayor porcentaje de proteína bruta (PB) y de grasa bruta (GB). También Ramírez *et al.* (1983) encuentran diferencias en el contenido de taninos entre variedades de *Q. ilex*, presentando *macrocarpa* la menor concentración de taninos condensados (0,02% de la MS en

pulpa, 0,92% en cáscara y 0,23% en la bellota entera) y la máxima de hidrolizables (4,9% de la MS en pulpa, 6,9% en cáscara y 5,4% en la bellota entera). Además Fernández *et al.* (2005) encuentran variaciones zonales en la bellota de *Q. ilex* para la GB, la fibra bruta (FB), los azúcares totales y los ácidos grasos determinados (palmitico, palmitoleico, esteárico, oleico, linoleico, linolénico y arcaico). Algunas de las diferencias zonales en los contenidos de azúcares totales, y de los ácidos grasos (palmitoleico, esteárico, oleico, linoleico y arcaico) están relacionadas con los tipos de suelo (Fernández *et al.*, 2005). Sin embargo Ramírez *et al.* (1983) no encuentran diferencias zonales en el contenido de taninos. Rafia *et al.* (1991) encuentran diferencias entre los esteroides de diferentes poblaciones de *Q. ilex rotundifolia*, concretamente en lo referente al estigmasterol y al delta-5-avenasterol.

Mazuelos *et al.* (1966) analizan las características físico-químicas y composición media en ácidos grasos del aceite de bellotas de *Q. ilex*, procedentes de 9 provincias, encontrando los siguientes valores: densidad a 20°C 0,914-0,909, índice de refracción a 20°C 1,472-1,469, porcentaje de acidez en oleico 0,5-1, índice Hanus de yodo 85-88, índice de saponificación 149-197, porcentaje insaponificable al éter etílico 1,6-1,9, porcentaje insaponificable al hexano 0,8-1,1, ácido palmítico 15,4%, ácido esteárico 2,7%, ácido oleico 67,4%, ácido linoleico 14,8% e indicios de ácido linolénico. A pesar de las diferencias intraespecíficas en la composición de ácidos grasos, es posible diferenciar especies a partir de un análisis multivariante de éstos (Dodd *et al.*, 1993).

En las tres especies de *Quercus* más habituales de la dehesa es destacable el contenido de la grasa en: esteroides (8,6-11,4 mg/kg), siendo el beta-sitosterol el más abundante (80%); tocoferol, que varía entre especies (165-456 mg/kg) y en el que predomina el gamma-tocoferol (90%); y alcohol terpénico (1527-2984 mg/kg), destacando el dammaradienol y el beta-amyrin (33-60% del

TAMAÑO Y COMPOSICIÓN DE LAS BELLOTAS DE QUERCUS EN LA DEHESA

contenido total en alcohol) (León-Camacho *et al.*, 2004).

Con respecto a las variaciones en la composición de la pulpa de bellota de *Q. ilex* a lo largo de la montanera se sabe que la humedad de la pulpa dependerá de la humedad ambiental, el período de montanera y el estado sanitario de la bellota (Vázquez Pardo *et al.*, 2001); siendo previsible que las variaciones de humedad influyan en el peso de la bellota, sobre todo en el de la bellota madura que está en el suelo. Por tanto los datos referidos al porcentaje de humedad

de la pulpa son variables y, por ejemplo, para *Q. ilex* oscilan entre el 33,0% (Cava *et al.*, 1999) y el 49,9% (Mazuelos *et al.*, 1966). Vázquez Pardo *et al.* (2001) encuentran que antes de la montanera las bellotas de *Q. ilex* sanas tienen un 40 a 60% de humedad y las atacadas por gusanos o gorgojos llegan hasta el 75%; durante la montanera y con una humedad relativa entre el 70 y el 100%, estos porcentajes son de un 50 a 65% y de hasta un 95% respectivamente; durante la montanera y con una humedad ambiental inferior al 50%, el porcentajes de humedad

**Tabla III.** Composición (%) de la MS de la pulpa de bellota de diferentes poblaciones españolas de *Q. ilex*. (Chemical composition (%) of spanish *Q. ilex* acorns).

|                                      | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9       | 10   |
|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|------|
| Materia seca                         | 68,7 | 66,0 | 64,3 | 56,0 | 62,7 | 53,9 | 65,8 | 67,0 | 67,0    | 59,8 |
| Poteína bruta                        | 4,6  | 5,4  | 4,8  | 5,9  | 5,0  | 4,3  | 5,6  | 4,7  | 4,0-6,0 | 4,3  |
| Grasa bruta                          | 7,0  | 5,6  | 11,0 | 8,8  | 8,8  | 5,0  | 5,8  | 6,3  | 6,0-9,0 | 6,3  |
| Fibra bruta                          | 5,9  | 5,7  | 1,0  | 2,5  | 5,7  | -    | 6,3  | 5,7  | 3,0-6,0 | 7,0  |
| Cenizas                              | 1,5  | 1,5  | 1,8  | 2,1  | 1,7  | 1,2  | 2,0  | 1,7  | 2,0     | 2,5  |
| SELN                                 | 81,0 | 81,8 | 87,4 | 66,6 | 78,8 | -    | 80,3 | 81,5 | -       | 79,8 |
| γ-Tocoferol                          | -    | -    | 74,4 | -    | 60,2 | -    | -    | -    | -       | -    |
| α-Tocoferol                          | -    | -    | 13,6 | -    | 33,5 | -    | -    | 20,2 | 20,0    | -    |
| Ácidos grasos (g/100g ácidos grasos) |      |      |      |      |      |      |      |      |         |      |
| C12:0                                | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -       | 0,01 |
| C14:0                                | 0,1  | 0,1  | -    | -    | 0,1  | 0,2  | -    | -    | 0,1     | 0,1  |
| C15:0                                | 0,1  | 0,1  | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -       | -    |
| C16:0                                | 12,6 | 18,4 | 16,4 | 15,6 | 10,6 | 11,8 | 14,9 | 12,6 | 12,9    | 14,6 |
| C16:1n-9                             | -    | -    | 0,05 | 0,1  | -    | -    | 0,2  | -    | -       | 0,1  |
| C16:1n-7                             | 0,1  | 0,1  | 0,2  | -    | 0,1  | 0,1  | -    | 0,1  | 0,1     | -    |
| C17:0                                | 0,1  | 0,1  | -    | -    | -    | -    | 0,2  | -    | 0,1     | -    |
| C17:1                                | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 0,1  | -    | -       | -    |
| C18:0                                | 3,6  | 3,4  | 3,3  | 2,8  | 3,6  | 0,6  | 3,6  | 3,2  | 3,2     | 3,1  |
| C18:1n-9                             | 62,9 | 56,7 | 60,2 | 63,5 | 52,2 | 67,3 | 62,3 | 66,1 | 66,1    | 63,8 |
| C18:1n-7                             | -    | -    | 1,0  | -    | 0,3  | -    | -    | -    | -       | -    |
| C18:2n-6                             | 17,7 | 18,5 | 18,0 | 15,8 | 14,1 | 18,7 | 17,8 | 14,7 | 14,7    | 16,1 |
| C18:3n-3                             | 1,1  | 1,7  | 1,0  | 0,9  | 0,7  | 0,2  | 0,9  | 1,0  | 1,0     | 0,8  |
| C20:0                                | 0,3  | 0,3  | -    | 0,4  | 0,3  | 0,2  | -    | -    | -       | 0,3  |
| C20:1n-9                             | -    | -    | -    | 0,5  | -    | 0,2  | -    | -    | -       | -    |
| C20:2n-6                             | -    | -    | -    | -    | -    | 0,03 | -    | -    | -       | -    |
| C20:4n-6                             | -    | -    | -    | -    | -    | 0,9  | -    | -    | -       | -    |

1: Daza *et al.*, 2007, bellotas sanas; 2: Daza *et al.*, 2007, bellotas infectadas con *Curculio*; 3: Rey *et al.*, 2006; 4: Fernández *et al.*, 2005; 5: Daza *et al.*, 2005; 6: Estévez *et al.*, 2004; 7: Tejada *et al.*, 2002; 8: Cava *et al.*, 1999; 9: López-Bote, 1998; 10: Cava *et al.*, 1997

de las bellotas sanas puede ser inferior al 30%; al final de la montanera y con una humedad ambiental superior al 70%, las bellotas sanas tienen un porcentaje de humedad de un 50 a 70% y las atacadas de hasta un 97%; y al final de la montanera con una humedad ambiental inferior al 50%, las bellotas sanas están desecadas, con menos de un 15% de humedad y las atacadas se encuentran putrefactas (Vázquez *et al.*, 2001).

Por otra parte, en las bellotas de *Q. ilex* que van madurando a lo largo de la montanera, tanto en el árbol como una vez en el suelo, varía la composición de la MS de su pulpa y aumentan: el porcentaje de azúcares (Almeida *et al.*, 1992; Carbonero *et al.*, 2006); el porcentaje de GB (Almeida *et al.*, 1992; Vázquez, 1998; López-Carrasco *et al.*, 2005; Carbonero *et al.*, 2006); y el porcentaje de PB en la MS (López-Carrasco *et al.*, 2005; Carbonero *et al.*, 2006); aunque Almeida *et al.* (1992) y Fernández *et al.* (2004) encuentran en la bellota madura una disminución del porcentaje de proteína a lo largo de la montanera y Fernández *et al.* (2004) encuentran una ligera disminución en el porcentaje de cenizas.

Cuando las bellotas están próximas a la madurez las afectan las plagas de *Curculio* y *Cydia* que merman la calidad de las bellotas una vez que están maduras (Vázquez, 1998a; Siscart, 1999). El porcentaje de bellotas afectado es muy variable, oscilando entre el 10 y el 85% (Vázquez, 1998a; Soria *et al.*, 1999; Bonilla y Arias, 2001). *Curculio* está considerada la segunda causa más importante para la pérdida de bellota (Siscart *et al.*, 1999; Pulido *et al.*, 2004) después de los abortos tempranos. Las larvas perforadora de la bellota dejan vías de entrada a la bellota tanto de humedad como de hongos (Bonilla y Arias, 2001).

Además, hay variaciones intraanuales en mayor o menor medida para los porcentajes de los ácidos grasos palmítico, esteárico, oleico y linoleico (Fernández *et al.*, 2004). Fernández *et al.* (2005) encuentran

una diferencia interanual de 1,52 puntos para el porcentaje medio de grasa. Por otra parte, López-Carrasco *et al.* (2005) encuentran variaciones interanuales en el porcentaje de PB y en los porcentajes de los cuatro ácidos grasos que analizan (palmítico, esteárico, oleico y linoleico).

También los ataques de las plagas afectan a la composición de las bellotas (**tabla III**), indicando López-Carrasco *et al.* (2004) que en las bellotas maduras atacadas por *Curculio* se reduce en un 20,9% el contenido graso de la MS de los cotiledones; y originan un depósito de grasa subcutánea con menor nivel de C18:1n-9, MUFA, y C20:5n-3 y mayor nivel de C18:0 y SFA que el que se encuentra en los cerdos alimentados con bellotas sanas (Daza *et al.*, 2007).

Como muestra la **tabla IV**, la composición nutritiva de la pulpa difiere entre las especies de *Quercus* de la dehesa. Así, las bellotas de *Q. ilex* son las de mayor contenido en GB y FB y las de menor contenido en PB. Afzal-Rafii *et al.* (1992) encuentran que *Q. ilex rotundifolia* presenta más GB que *Q. ilex ilex* (7,3-11,3% vs. 3,4-4,2%).

Los perfiles de ácidos grasos de *Q. ilex rotundifolia* y *Q. suber* son similares (Ferreira-Dias *et al.*, 2003; Meziane y Mameri, 2005); aunque la grasa de *Q. suber* tiene más acidez y presenta trazas de ácido behénico (Meziane y Mameri, 2005). Por otro lado en la grasa de *Q. pyrenaica* hay un mayor nivel de ácidos grasos insaturados que en *Q. ilex rotundifolia* y *Q. suber* (Ferreira-Dias *et al.*, 2003).

Diversos autores resaltan la pobreza en proteína de la bellota y por ende la de la dieta del cerdo Ibérico en montanera (Aparicio, 1968, 1973, 1986, López-Bote, 1998; Nieto *et al.*, 2002). El estudio de 20 taxones de *Quercus* muestra una cantidad de proteína entre 2,7 y 8,4% y un perfil de aminoácidos con alta variabilidad y diferencias al nivel de variedad, subespecie y especie; los principales aminoácidos, que son los que a su vez presentan las mayores variaciones, son el ácido aspártico y el ácido glutámico, y el

## TAMAÑO Y COMPOSICIÓN DE LAS BELLOTAS DE *QUERCUS* EN LA DEHESA

que aparece en menor nivel es la metionina (Ozcan, 2006). Medina y Aparicio (1965) indican que el contenido proteico de la MS de la pulpa de *Q. ilex rotundifolia* no suele rebasar el 6,5% y presenta la siguiente composición de aminoácidos esenciales: 0,6% de arginina, 0,2% de treonina, 0,02% de valina, 0,1% de fenilalanina, 0,02% de metionina y 0,2% de leucina. Más completo es el estudio de Nieto *et al.* (2002) para *Q. ilex rotundifolia* y *Q. suber*, respectivamente: arginina (3,1 vs. 4,9 g/Kg MS), lisina (2,0 vs. 2,8), histidina (0,8 vs. 1,1), isoleucina (2,3), leucina (2,9 vs. 3,9), metionina (1,0 vs. 1,4), fenilalanina (1,8 vs. 2,2), treonina (1,5 vs. 2,1), valina (2,3 vs. 2,9); y en aminoácidos no esenciales es: aspártico (9,8 vs. 13,9), glutámico (6,8 vs. 9,5), serina (2,0 vs. 2,8), glicina (2,0 vs. 2,4), alanina (2,2 vs. 2,7), prolina (3,1 vs. 2,2), tirosina (1,2 vs. 1,5), cistina (1,1 vs. 1,5); encontrando diferencias significativas para la arginina, la glicina y la prolina. De Blas *et al.* (1999) indican que el coeficiente de digestibilidad de la proteína de la bellota es de 82 para los rumiantes y de 75 para el porcino.

Dos de los componentes que afectan a la digestibilidad de la bellota de *Q. ilex* son los taninos y la lignina que respectivamente suponen un 4,3 y un 2% de la MS de la pulpa y un 8,5 y un 30,4% de la MS de la cáscara (Morales *et al.*, 2002). El nivel de taninos hidrolizables se incrementa al aumentar la relación pulpa/cáscara, dependiente del tamaño del fruto y de su variedad, y consecuentemente aumenta el total de taninos, aunque tiende a bajar la concentración de taninos concentrados, con lo que la relación taninos hidrolizables/no hidrolizables alcanza sus valores máximos (Ramírez *et al.*, 1983). La razón es que el nivel de taninos hidrolizables no aumenta en la cáscara con el tamaño del fruto, pero si aumenta significativamente en la pulpa. De igual modo, las mayores cantidades de taninos condensados se encuentran en la cáscara de los frutos grandes. Las cifras máximas de taninos de la bellota entera no superan el 8,3%

de la MS, con una media de 5,2% (7,7% en la cáscara y 4,3% en la pulpa), de los que sólo una muy pequeña proporción (0,4% de media en la bellota entera, 1,3% en la cáscara y 0,1% en la pulpa) corresponde a los taninos no hidrolizables, y un 4,8% corresponde a los taninos hidrolizables (6,5% en la cáscara y 4,2% en la pulpa) (Ramírez *et al.*, 1983). El contenido de taninos totales es mayor en las bellotas inmaduras, debido a una mayor presencia de taninos hidrolizables que son los principales responsables de las intoxicaciones que se producen en los rumiantes, especialmente en el vacuno (Frutos *et al.*, 2005). Éstas diferencias interespecíficas de la composición en taninos da lugar a diferencias de consumo entre los depredadores de las bellotas (Shimada y Sayito, 2006).

La energía bruta de la pulpa de bellota es de 19,68±0,08 KJ/g MS (Nieto *et al.*, 2002); pero De Blas *et al.* (1999) profundizan más en el valor energético para rumiantes (1650 kcal EM/kg, 0,58 kcal UFI/kg, 0,56 kcal Ufc/kg, 1000 kcal ENI/kg, 1175 kcal ENm/kg) y porcino (1850 kcal ED/kg, 1730 kcal EM/kg, 1250 kcal EN/kg).

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Aunque el valor nutritivo de la bellota es alto, por su contenido de glúcidos y lípidos, su concentración media de taninos, presentes fundamentalmente en la cáscara, irrita las mucosas gastrointestinales y reduce la absorción de nutrientes (Ramírez *et al.*, 1983). Sin embargo la raza porcina ibérica ha desarrollado la habilidad de pelar la bellota, evitando el consumo de la cáscara. Por esta razón, la bellota es un buen recurso alimenticio para el cebo del cerdo Ibérico.

La escasez de proteína que proporciona esta dieta no supone un obstáculo importante, porque la edad de los cerdos en montana normalmente supera los 14 meses, habiendo pasado ya la etapa crítica de la madurez (Laguna Sanz, 1998). No obstante, aunque los trabajos de Aparicio (1968, 1973,

y 1986) demuestran que los rendimientos del cerdo mejoran cuando se suministra un suplemento proteico, la actual Norma de Calidad para el Cerdo Ibérico (MAPA, 2001) no permite utilizar alimentación suplementaria en el cebo *de bellota* (montanera), debiendo garantizarse una reposición mínima de 46 kg (a partir de un mínimo de 80,5 y un máximo de 115 kg PV) y un perfil de ácidos grasos estándar en la grasa subcutánea durante un mínimo de 2 meses.

El cerdo absorbe muy bien los ácidos grasos monoinsaturados y posee una lipólisis endógena. Estos hechos dan lugar a que las grasas de los cerdos Ibéricos (subcutánea, intermuscular e intramuscular) cebados con bellotas, con un alto contenido de ácido oleico, tengan un alto contenido en ácidos grasos monoinsaturados, contrariamente a lo que ocurre en los rumiantes; pues en los rumiantes las bacterias

presentes en su sistema digestivo saturan los ácidos grasos insaturados, generando cantidades elevadas de ácidos palmítico y esteárico (Ortiz y Maciá, 2001).

La dieta de montanera (hierba y bellota) proporciona a los productos del cerdo Ibérico un sabor y aroma que les diferencia de cualquier otro producto curado (De Pedro, 2001), además de un perfil lipídico que favorece bajos niveles plasmáticos de colesterol total, triglicéridos, lipoproteínas de baja y muy baja densidad y altos niveles de lipoproteínas de alta densidad y de apoproteína A-I (Ortiz y Maciá, 2001).

Por tanto, teniendo en cuenta las variaciones de las bellotas entre y dentro de las especies de *Quercus* a lo largo de la montanera y la selección que efectúen los cerdos durante el pastoreo, limitar los controles de calidad y de alimentación al perfil de ácidos grasos de la grasa subcutánea en el momen-

**Tabla IV.** Composición químico-nutritiva de las bellotas de diferentes especies de *Quercus*. (Chemical and nutritive composition of *Quercus* sp. acorns).

| Quercus                  | Cenizas          | GB                | FB               | PB               | pulpa (%)         |                   |                   |                   |                   |
|--------------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                          |                  |                   |                  |                  | Ca                | P                 | Mg                | Fe <sup>5</sup>   | Cu <sup>6</sup>   |
| <i>Q. faginea</i>        | 2,2 <sup>1</sup> | 7,3 <sup>1</sup>  | 1,7 <sup>1</sup> | 7,0 <sup>1</sup> | 0,07 <sup>1</sup> | 0,11 <sup>1</sup> | 0,08 <sup>1</sup> | 4,3 <sup>1</sup>  | 2,4 <sup>1</sup>  |
|                          | 2,6 <sup>1</sup> | 6,2 <sup>2</sup>  | -                | 8,0 <sup>2</sup> | -                 | -                 | -                 | -                 | -                 |
| <i>Q. ilex</i>           | 2,0 <sup>1</sup> | 7,0 <sup>1</sup>  | 3,2 <sup>1</sup> | 5,1 <sup>1</sup> | 0,24 <sup>1</sup> | 0,08 <sup>1</sup> | 0,07 <sup>1</sup> | 2,71 <sup>1</sup> | 2,2 <sup>1</sup>  |
|                          | 2,2 <sup>1</sup> | 10,8 <sup>2</sup> | -                | 6,1 <sup>2</sup> | -                 | -                 | -                 | -                 | -                 |
|                          | -                | 9,1 <sup>3</sup>  | -                | -                | -                 | -                 | -                 | -                 | -                 |
| <i>Q. suber</i>          | 2,1 <sup>1</sup> | 7,7 <sup>1</sup>  | 1,8 <sup>1</sup> | 7 <sup>1</sup>   | 0,14 <sup>1</sup> | 0,12 <sup>1</sup> | 0,06 <sup>1</sup> | 2,56 <sup>4</sup> | 2,79 <sup>1</sup> |
|                          | 2,5 <sup>1</sup> | 7,3 <sup>2</sup>  | -                | 6,1 <sup>2</sup> | -                 | -                 | -                 | -                 | -                 |
|                          | -                | 5,2 <sup>3</sup>  | -                | -                | -                 | -                 | -                 | -                 | -                 |
|                          | -                | 5,0 <sup>3</sup>  | -                | -                | -                 | -                 | -                 | -                 | -                 |
| <i>Q. pyrenaica</i>      | 2,5 <sup>1</sup> | 4,4 <sup>1</sup>  | 2,7 <sup>1</sup> | 8,3 <sup>1</sup> | -                 | 0,11 <sup>1</sup> | 0,06 <sup>1</sup> | 3,88 <sup>1</sup> | 0 <sup>1</sup>    |
|                          | -                | 3,8 <sup>3</sup>  | -                | -                | -                 | -                 | -                 | -                 | -                 |
| cáscara (%) <sup>1</sup> |                  |                   |                  |                  |                   |                   |                   |                   |                   |
| <i>Quercus</i>           | Cenizas          | GB                | FB               | PB               | Ca                | P                 | Mg                | Fe <sup>5</sup>   | Cu <sup>6</sup>   |
| <i>Q. faginea</i>        | 2,2              | 0,9               | 42,8             | 4,0              | 0,49              | 0,02              | 0,08              | 7,68              | 6,99              |
| <i>Q. ilex</i>           | 1,8              | 4,4               | 26,6             | 5,0              | 0,35              | 0,06              | 0,08              | 3,79              | 3,5               |
| <i>Q. suber</i>          | 2,0              | 2,2               | 27,8             | 6,1              | 0,41              | 0,03              | 0,07              | 3,39              | 2,78              |
| <i>Q. pyrenaica</i>      | 2,1              | 1,0               | 46,9             | 5,4              | -                 | 0,05              | 0,08              | 5,06              | 8,04              |

<sup>1</sup>Cañellas *et al.*, 2003; <sup>2</sup>Fernández *et al.*, 2004; <sup>3</sup>Ferreira-Dias *et al.*, 2003; <sup>4</sup>Meziane y Mameri, 2005; <sup>5</sup>en mg/kg.

## TAMAÑO Y COMPOSICIÓN DE LAS BELLOTAS DE *QUERCUS* EN LA DEHESA

to del sacrificio, supone una abstracción excesivamente simplista de un complejo sistema de alimentación, dado que el perfil lipídico que proporciona la bellota se consigue fácilmente con piensos compuestos formulados al efecto (Martín *et al.*, 2006).

Por ello, resultaría de sumo interés el conocimiento de la variación y causas de variación entre bellotas y el estudio de los factores que determinan la selectividad del cerdo Ibérico por determinadas bellotas a lo largo de la montanera.

### BIBLIOGRAFÍA

- Almeida, J.A.A., A.A.M. Marinho, y M.E.S. Baptista. 1992. Valor nutritivo da bolota e da lande. *In*: Il coloquio sobre el cerdo mediterráneo. Badajoz, España. p. 9-10.
- Aparicio Macarro, J.B. 1968. Ceba de cerdo Ibérico. II. Ganancia en peso vivo y producción de carne en régimen de montanera con suplementación protéica. *Arch. Zootec.*, 17: 111-145.
- Aparicio Macarro, J.B. 1973. Ceba del cerdo Ibérico. VI. Ganancia en peso vivo en régimen de montanera con suplementación protéica. *Arch. Zootec.*, 22: 227-240.
- Aparicio Macarro, J.B. 1986. Ceba del cerdo Ibérico. IX. Ganancia en peso vivo y espesor del pániculo adiposo en régimen de montanera con suplementación de cebada + lisina + metionina. *Arch. Zootec.*, 133: 267-281.
- Blanco, E., M.A. Casado, M. Costa, R. Escribano, M. García, M. Génova, A. Gómez, F. Gómez, J.C. Moreno, C. Morla, P. Regato y H. Sainz. 1997. *In*: Los bosques ibéricos. Editorial Planeta. Barcelona. 572 p.
- Boavida, L.C., M.C. Varela and J.A. Feijo. 1999. Sexual reproduction in the cork oak (*Quercus suber* L.). I. The progamic phase. *Sexual Plant Reproduction*, 11: 347-353.
- Bonilla, A.A. y A. Arias. 2001 Evolución de los daños causados por minadores de bellota en la campaña 2000 en el término municipal de Cheles, Badajoz. *Sólo Cerdo Ibérico*, 6: 87-94.
- Cañellas R.V., I., S. Roig G. y A. San Miguel A. 2003. Caracterización y evolución anual del valor bromatológico de las Quercíneas Mediterráneas. *In*: Pastos, desarrollo y conservación. Ed. Robles, A.B., Ramos, M.E., Morales, M.C., Simón de, E., González, J.L., Boza, J. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla. p. 455-461.
- Carbonero, M.D., P. Fernández y R.M. Navarro. 2002. Evaluación de la producción y del calibre de bellotas de *Quercus ilex* L. subsp. Ballota (Desf) a lo largo de un ciclo de poda. Resultados de la campaña 2000-2001. *In*: Actas de la XLII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Universidad de Lérida, España. p. 633-638.
- Carbonero, M.D., A. Fernández, A. Blázquez, R. Navarro and P. Fernández. 2006. Acorn quality depending on pruning, botanic variety and harvest date. *In*: Proceedings of the 21<sup>st</sup> General Meeting of the European Grassland Federation. Badajoz, Spain. p. 583-585.
- Castro N., L., P.M. Díaz F. y L. Gil S. 2000. Influencia del tamaño de semilla y del cultivo en vivero en el desarrollo juvenil de procedencias de *Quercus suber* L. *In*: World Congress on Cork Oak and Cork. Lisboa, Portugal.
- Cava R., J. Ruiz, C. López-Bote, L. Martín, C. García, J. Ventanas and T. Antequera. 1997. Influence of finishing diet on fatty acid profiles of intramuscular lipids, triglycerides and phospholipids in muscles of the Iberian pig. *Meat Sci.*, 45: 263-270.
- Cava, R., J. Ruiz, J. Ventanas and T. Antequera. 1999. Oxydative and lipolytic changes during ripening of iberian hams as affected by feeding regime: extensive feeding and alpha-tocopheryl acetate supplementation. *Meat Sci.*, 52: 165-172.
- Cierjacks, A. and I. Hensen. 2004. Variation of stand structure and regeneration of Mediterranean holm oak along grazing intensity gradient. *Plant Ecol.*, 173: 215-223.
- Daza, A., A.I. Rey, J. Ruiz and C.J. López-Bote. 2005. Effects of feeding in free-range conditions or in confinement with different dietary MUFA/PUFA ratios and  $\alpha$ -tocopheryl acetate, on antioxidants accumulation and oxidative stability in Iberian pigs. *Meat Sci.*, 69: 151-163.
- Daza, A., C.J. López-Bote, F.A. Tomás B., J.C.

- Espin, C. López C., A. Olivares and A.I. Rey. 2007. Effect of mediterranean forest parasite with *Curculio* sp. on nutritional value of acorn for Iberian pig feeding and fat characteristics. *Meat Sci.*, 79: 316-320.
- De Blas, C., G.G. Mateos y P.G. Rebollar. 1999. Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid. 496 p.
- De Pedro, E. 2001. Calidad de las canales y de los productos del cerdo Ibérico: técnicas de control y criterios de calidad. *In: Porcino Ibérico*. Buxadé Carbó, C., Daza Andrada, A. (Coord.). Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. p. 589-621.
- Dobao, M.T., J. Rodrigañez, L. Silio and M.A. Toro. 1988. Iberian pig production in Spain. *Pig News Inf.*, 9: 277-282.
- Dodd, R.S., Z.A. Rafia and E. Zavarin. 1993. Chemosystematic variation in acorn fatty-acids of californian live oaks (*Quercus agrifolia* and *Q. wislizenii*). *Biochem. System. Ecol.*, 21: 279-285.
- Estévez, M., D. Morcuende, M.R. Ramírez, J. Ventanas and R. Cava. 2004. Extensively reared Iberian pigs versus intensively reared white pigs for the manufacture of liver pâté. *Meat Sci.*, 67: 453-461.
- Fernández, I., A. Gómez, P. Moreno, E. de Pedro, E. Díaz, F.J. López y L. Sánchez. 2004. Variabilidad de las características de las bellotas en el Valle de los Pedroches (Córdoba). *In: Pastos y ganadería Extensiva*. XLIV Reunión Científica de la SEEP. Salamanca. p. 317-322.
- Fernández, I., A. Gómez, P. Moreno, P. Fernández, E. de Pedro, E. Díaz y L. Sánchez. 2005. Características de las bellotas de encina (*Quercus ilex*) en diferentes zonas del Valle de los Pedroches (Córdoba). *Inventario bromatológico*. *In: Producciones agroganaderas: Gestión eficiente y conservación del medio natural*, 1. XLV Reunión Científica de la SEEP. Salamanca. p. 383-389.
- Ferreira-Dias, S., D.G. Valente and J.M.F. Abreu. 2003. Pattern recognition of acorns from different *Quercus* species based on oil content and fatty acid profile. *Grasas y Aceites*, 54: 384-391.
- Frutos, P., V. Pérez, J. Benavides y A.R. Mantecón. 2005. Intoxicación del ganado vacuno por consumo de bellotas. *Albétar*, 82: 42-45.
- Laguna S., E. 1998. El cerdo Ibérico. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 317 p.
- Leiva, M.J. and R. Fernández-Ales. 1998. Variability in seeding water status during drought within a *Quercus ilex* subsp. Ballota population, and its relation to seedling morphology. *Forest Ecol. Manage.*, 111: 147-156.
- León-Camacho, M., I. Viera-Alcaide and I.M. Vica-rio. 2004. Acorn (*Quercus* sp.) fruits lipids: saponifiable and unsaponifiable fractions: a detailed study. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 81: 447-453.
- López-Bote, C. 1998. Sustained utilization of the Iberian pig breed. *Meat Sci.*, 49: 17-27.
- López-Carrasco, C., A. Daza, A. Rey, A. y C. López-Bote. 2004. Efectos de las heladas y los carpófagos (*Curculio* sp.) sobre la calidad de bellotas en una dehesa de Castilla-La Mancha. *In: Pastos y ganadería Extensiva*. Actas de la XLIV Reunión Científica de la S.E.E.P. Salamanca. p. 427-432.
- López-Carrasco, C., T. Muñoz D.L., A. Daza, A. Rey y C. López Bote. 2005. Variaciones inter e intraanuales de la calidad de bellotas de encina en una dehesa de Castilla-La Mancha. *In: Actas de la XLV Reunión Científica de la S.E.E.P.* Serida. p. 391-398.
- MAPA. 2001. RD 1083/2001, de 5 de octubre, por el que se aprueba la norma de calidad para el jamón ibérico, paleta ibérica y caña de lomo ibérico elaborados en España. *BOE n° 247*: 37830-30329.
- Martín, C., J. Lizaso, J.J. Mallo, J.A. Carrasco, C. López, E. Gómez, A. Rodríguez, E. De Mercado y E. Sanz. 2006. Estudios de distintos programas de alimentación en cerdo Ibérico. Influencia en los rendimientos zootécnicos, perfil de ácidos grasos y calidad de los productos elaborados. *In: V Jornadas El cerdo Ibérico y sus productos*. Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. Salamanca. p.: 83-94.
- Mazuelos V., F., J.A. Fiestas R.D.U. y F. Ramos E. 1966. Estudio del fruto de la encina (*Quercus ilex*). II. *Grasas aceites*, 17: 6-10.
- Medina Blanco, M. 1956. Contribución al estudio del área de la encina en la provincia de Córdoba y de sus posibilidades alimenticias para el ganado. *Arch. Zootec.*, 5: 101-204.
- Medina Blanco, M. y J.B. Aparicio Macarro. 1965. Influencia de dietas de cebo con harina de bellota al 50% sobre peso vivo y canal de pollos

## TAMAÑO Y COMPOSICIÓN DE LAS BELLOTAS DE *QUERCUS* EN LA DEHESA

- de carne. *Arch. Zootec.*, 54: 172-196.
- Meziane, S. and S. Mameri. 2005. Study of acorn oils from two oak varieties (*Quercus ilex* and *Q. suber*). *Sci. Alim.* 25: 238-248.
- Morales, J., J.F. Pérez, M.D. Baucells, J. Mouro and J. Gasa. 2002. Comparative digestibility and lipogenic activity in Landrace and Iberian finishing pigs fed ad libitum corn- and corn-sorghum-acorn-based diets. *Liv. Prod. Sci.*, 77: 195-205.
- Nieto, R., M. Rivera, M.A. García and F.J. Aguilera. 2002. Amino acid availability and energy value of acorn in the Iberian pig. *Liv. Prod. Sci.*, 77: 227-239.
- Ortiz C., A. y E. Maciá B. 2001. Los productos del cerdo Ibérico y la salud. In: Porcino Ibérico: aspectos claves. Buxadé Carbó, C., Daza Andrada, A. (Coord.). Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. p. 751-762.
- Ozcan, T. 2006. Total protein and amino acid compositions of the acorns of Turkish *Quercus* L. taxa. *Genet. Resour. Crop Evol.*, 53: 419-429.
- Peinado Lucena, E., A.G. Gómez Castro, M. Sánchez Rodríguez, C. Mata Moreno and V. Domenech García. 1993. Dry matter intake in grazing dairy goats. *J. Anim. Feed Sci.*, 1: 51-57.
- Porras T., C. 2002. Efecto de la poda de la encina (*Quercus rotundifolia* Lam.) en los aspectos de producción y en el grosor de las bellotas. *Sólo Cerdo Ibérico*, 8: 29-33.
- Pulido, F.J., E. García, J.J. Obrador and M.J. Montero. 2004. Effects of management on acorn production and viability in holm oak dehesas. In *Silvopastoralism and Sustainable Land Management International Congress*. Lugo 18-21/4. CAB International. 4 p.
- Rafia, Z.A., E. Zavarin and Y. Pelleau. 1991. Chemosystematic differentiation of *Quercus ilex* and *Q. rotundifolia* based on acorns steroids. *Biochem. System. Ecol.*, 19: 249-252.
- Ramírez Lozano, F.B. y A.G. Gómez Castro. 1982. Nota sobre algunas características de frutos de *Quercus ilex* L. *Arch. Zootec.*, 120: 187-192.
- Ramírez Lozano, F., A.G. Gómez Castro, J. Rodríguez Berrocal, E. Peinado Lucena y M. Medina Blanco. 1983. Valoración de frutos de *Quercus ilex* L. en función de la concentración de taninos. *Arch. Zootec.*, 122: 3-16.
- Ramos, F., F. Mazuelos y J.A. Fiestas. 1964. Estudio del fruto de la encina (*Quercus ilex*) I. Sobre el aceite y la harina de bellota. *Grasas Aceites*, 15: 93-196.
- Rey, A.I., A. Daza, C. López-Carrasco and C.J. López-Bote. 2006. Feeding Iberian pigs with acorns and grass in either free-range or confinement affects the carcass characteristics and fatty acids and tocopherols accumulation in *Longissimus dorsi* muscle and backfat. *Meat Sci.*, 73: 66-74.
- Rodríguez Berrocal, J. 1978. Introducción al estudio y valoración de recursos forestales y arbustivos para el ciervo, en el área ecológica de Sierra Morena. *Arch. Zootec.*, 105: 73-82.
- Rodríguez-Estévez, V., J. Rodríguez Berrocal and C. Mata. 2005. Study of roe deer seasonal diet at the natural park Los Alcornocales (Cádiz, South Spain), using postmortem analysis of the rumen. In: 7<sup>th</sup> European Roe Deer Meeting. Jerez de la Frontera. p. 96.
- Sánchez, R. 2002. Evolución de la composición de bellota a lo largo de la montanera en función de distintos factores. Trabajo Profesional de Fin de Carrera. ETSIAM, Universidad de Córdoba.
- Shimada, T. and T. Sayito. 2006. Re-evaluation of the relationship between rodent populations and acorn masting: a review from the aspect of nutrients and defensive chemicals in acorns. *Pop. Ecol.*, 48: 341-352.
- Siscart, D., V. Diego and F. Lloret. 1999. Acorn ecology. In: Rodá, F., C. Gracia, J. Retana y J. Bellot (eds.). *The ecology of Mediterranean evergreen oak forests*. Springer-Verlag. Heidelberg. p. 75-87.
- Soria, F.J. and M.E. Ocete. 1996. Principales tortricidos perforadores del fruto del alcornoque en la Sierra Norte de Sevilla. *Bol. San. Veg. Plag.*, 21: 63-69.
- Soria, F.J., E. Cano and M.E. Ocete. 1999. Valoración del ataque de *Curculio elephas* (Gyllenhal) (Coleoptera, Curculionidae) y *Cydia* sp. (Lepidoptera, Tortricidae) en el fruto del alcornoque (*Quercus suber* L.). *Bol. San. Veg. Plag.*, 25: 69-74.
- Tejeda, J.F., G. Gandemer, T. Antequera, M. Viau, M. and C. García. 2002. Lipid traits of muscles as related to genotype and fattening diet in Iberian pigs: total intramuscular lipids and triacylglycerols. *Meat Sci.*, 60: 357-363.
- Vázquez, A. y F. Ariza. 1969. Estudio del fruto de

RODRÍGUEZ-ESTÉVEZ *ET AL.*

- la encina (*Quercus ilex*) IV. Ácidos triterpénicos en la bellota. *Grasas Aceites*, 20: 178-180.
- Vázquez, F.M., F. Espárrago, J.A. López, F. Jaraquemada y M.C. Pérez. 1992. Descripción de la especie *Quercus rotundifolia* Lam. y sus formas para Extremadura. Colección información técnica agraria de la Junta de Extremadura, Serie Agricultura, 17: 3-23.
- Vázquez, F.M. 1998a. Semillas de *Quercus*: biología, ecología y manejo. Consejería de Agricultura y Comercio. Junta de Extremadura. Badajoz. 234 p.
- Vázquez, F.M. 1998b. Producción de bellotas en *Quercus*. I Métodos de estimación. *Sólo Cerdo Ibérico* 1: 59-66.
- Vázquez, F., E. Doncel y S. Ramos. 2001. Variaciones de calidad en la bellota. *Sólo Cerdo Ibérico*, 6: 75-80.
- Vázquez, F. y E. Doncel. 2002. Aproximación al conocimiento de la alimentación del cerdo Ibérico con bellotas. *Sólo Cerdo Ibérico*, 2: 87-93.
- Vicioso, C. 1950. Revisión del género *Quercus* en España. Ministerio de Agricultura (IFIE). Madrid. 51 p.