

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

PRODUCCIÓN DE BELLOTA EN LA DEHESA:
FACTORES INFLUYENTES

ACORN PRODUCTION AT THE DEHESA: INFLUENTIAL FACTORS

Rodríguez-Estévez*, V., A. García, J. Perea, C. Mata y A.G. Gómez

Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales. 14071 Córdoba. España. *Autor para correspondencia: E-mail: pa2roesv@uco.es

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Quercus. Encina. Vecería. Montanera. Cerdo Ibérico. Sistema agrosilvopastoral.

ADDITIONAL KEYWORDS

Quercus. Evergreen oak. Mast-seeding. Montanera. Iberian pig. Agro forestry system.

RESUMEN

Se revisa el conocimiento sobre la producción de bellota en las dehesas del SW de la Península Ibérica. Primero se analizan los condicionantes edafoclimáticos y la fenología de los principales árboles del género *Quercus* (*Q. ilex*, *Q. suber* y *Q. faginea*) presentes en las dehesas. A continuación se analiza la producción de bellota, que presentan valores medios de 300 a 700 kg/ha y producciones individuales de 8-14 kg/árbol para *Q. ilex*, 5-10 kg/árbol para *Q. suber* y 1-11 kg/árbol para *Q. faginea*; resultando producciones muy variables entre individuos, tanto intra como interanualmente. Finalmente, se revisan los factores que afectan a la producción de bellota; y entre éstos se describen la densidad de árboles (estimada en 20-50 pies adultos/ha), el fenómeno de la vecería (con ciclos de 2-5,5 años y asincronía entre árboles), las características individuales de los árboles (potencial genético, edad, superficie de copa, etc.), el manejo de la arboleda (con efecto favorable del laboreo, las podas ligeras y el pastoreo sostenible), las condiciones meteorológicas (principalmente sequía y meteorología durante la floración) y el estado sanitario (*Lymantria*, *Tortrix*, *Curculio*, *Cydia*, *Balaninus* y *Brenneria*).

SUMMARY

This paper reviews the state-of-the-knowledge of acorn production in the South-Western Iberian *dehesas*. In the first part are briefly described the soil and climatic determining factors and phenology of most common trees of genus *Quercus* at the dehesa (*Q. ilex*, *Q. suber* and *Q. faginea*). In the second part, acorn production estimations are analyzed. Was established a mean acorn yield of 300 to 700 kg/ha; with individual productions of 8-14 kg/tree for *Q. ilex*, 5-10 kg/tree for *Q. suber* and 1-11 kg/tree for *Q. faginea*; with a highly variable production, both between and within years and individual trees. Finally we review the factors affecting acorn production, describing density of trees (estimated in 20-50 trees/ha), mastling phenomenon (with cycles of 2-5,5 years and asynchrony between trees), individual characteristics of trees (genetic potential, age, top surface, etc.), tree mass handling (with favourable effect of tilling, moderate pruning and sustainable grazing), meteorological conditions (mainly drought and meteorology during flowering) and sanitary status (*Lymantria*, *Tortrix*, *Curculio*, *Cydia*, *Balaninus* and *Brenneria*).

INTRODUCCIÓN

La Sociedad Española para el Estudio de los Pastos define la dehesa como una superficie con árboles más o menos dispersos y un estrato herbáceo bien desarrollado, en la que ha sido eliminado, en gran parte, el arbustivo; es de origen agrícola (tierras labradas en rotaciones largas) y ganadero; y su producción principal es la ganadería extensiva o semiextensiva, que suele aprovechar no sólo los pastos herbáceos, sino también el ramón y los frutos del arbolado (Ferrer *et al.*, 2001). Por lo general el arbolado de la dehesa pertenece al género *Quercus*, del que se aprovechan sus bellotas. Olea y San Miguel-Ayaz (2006) indican que una dehesa tiene entre 20 y 100 (15-200) árboles adultos/ha que suponen una cobertura de las copas del 10-50 (5-70) %; aunque otros autores indican una densidad inferior con 10-40 árboles/ha (Eichhorn *et al.*, 2006).

Las estimaciones de la superficie ocupada por la dehesa varían entre autores, probablemente debido a interpretaciones del concepto. Olea *et al.* (2005) estiman que ocupa 3,5-4 millones de ha en la Península Ibérica, situadas principalmente en Extremadura (1,25 M ha), Alentejo (0,8 M ha) y Andalucía (0,7 M ha); Díaz *et al.* (1997) estiman 2,248 M ha en España y 0,869 M ha en Portugal; y Ruiz de La Torre (2006) indica que en España hay producción apreciable de bellota en 1,3 M ha, de las cuales 0,7 M ha tienen gran producción.

Las bellotas de los *Quercus* maduran y caen durante el otoño e invierno proporcionando un importante recurso alimenticio a la fauna silvestre y do-

méstica. Vázquez (1998a) enumera 9 especies de grandes mamíferos, 11 de pequeños mamíferos y 6 de aves entre los principales consumidores silvestres de bellotas en la Península Ibérica; de entre todos éstos, el arrendajo y 10 pequeños mamíferos se comportan también como dispersores o transportadores de las bellotas.

Aunque el valor nutritivo de la bellota es alto, su concentración media de taninos (5,2%), presentes fundamentalmente en la cáscara (7,7%), irrita las mucosas gastrointestinales y reduce la absorción de nutrientes (Ramírez Lozano *et al.*, 1983). En general, los rumiantes son más resistentes al consumo de taninos que los monogástricos; y entre los rumiantes domésticos, la cabra y la oveja son más resistentes que la vaca. Sin embargo es la raza porcina Ibérica la que mejor aprovecha la bellota pues, ha desarrollado la habilidad de pelar la bellota, evitando el consumo de la cáscara.

Esta peculiaridad ha hecho que la bellota se reserve preferentemente para el cerdo Ibérico y que su cría en la dehesa se centre en su engorde con bellotas (montanera), fundamentalmente de encina (*Q. ilex rotundifolia*), que normalmente abarca desde la segunda quincena del mes de octubre hasta finales de febrero, pudiendo adelantarse este período en circunstancias favorables al mes de septiembre donde existen quejigos (*Q. faginea*) y prolongarse hasta el mes de marzo donde hay alcornoques (*Q. suber*). Según estimaciones de Dobao *et al.* (1988), durante la montanera, el cerdo ingiere diariamente 6-10 kg de bellota y 1-1,5 kg de hierba, teniendo poca importancia cuantitativa el consumo

de otros recursos (Aparicio Macarro, 1988).

Las estimaciones de consumo diario de bellota para otras especies son: 0,74 kg de materia seca (MS) en cabras de aptitud láctea, lo que supone el 61,6 % de la ingesta de MS diaria durante el pastoreo (Peinado *et al.*, 1993); un 50 % de la biomasa ingerida por el corzo en otoño-invierno (Rodríguez Estévez *et al.*, 2005b); un 34,8 % y un 12,2 % de la biomasa ingerida por el ciervo en otoño e invierno respectivamente (Rodríguez Berrocal, 1978).

Conocer la cantidad de bellota producida es clave como punto de partida para abordar estudios sobre la montañera, sus cargas ganaderas y resultados. La información existente al respecto es escasa y se encuentra muy repartida en trabajos locales. En esta revisión se intenta poner al día la información relativa a la producción de bellota y a los factores que influyen en la misma; proporcionando datos que puedan servir de base para afrontar posteriores estudios.

LOS QUERCUS PRODUCTORES DE BELLOTA

Los *Quercus* productores de bellota de las dehesas del suroeste español son: encina (*Quercus ilex rotundifolia*, *Quercus ilex ballota* o *Q. rotundifolia*), alcornoque (*Q. suber*), quejigos (*Q. faginea*, *Q. canariensis* y *Q. lusitanica*), rebollo (*Q. pyrenaica*) y coscoja (*Q. coccifera*). De todos éstos, los que tienen más interés para la producción porcina son *Q. ilex*, *Q. suber* y *Q. faginea*. Más información sobre todas estas especies se

puede encontrar en Ruiz de La Torre (2006).

Las características edafoclimáticas del medio físico en el que crece cada especie son diferentes: *Q. ilex* necesita una precipitación anual superior a 350 mm (Escribano y Pulido, 1998), *Q. suber* entre 600 y 800 mm y *Q. faginea* un mínimo de 400 mm (García-Fayos *et al.*, 2001). *Q. ilex* se asienta sobre suelos silíceos desde el piso termo hasta el supramediterráneo de ombroclima tanto seco como subhúmedo (García-Fayos *et al.*, 2001); *Q. suber* normalmente se asienta sobre tierras pardas meridionales (Escribano y Pulido, 1998), sin tolerar la cal y en los pisos termo y mesomediterráneo sin excesivo déficit hídrico estival (García-Fayos *et al.*, 2001) y *Q. faginea* tiene predilección por los suelos calizos o arcilloso-calizos (Ruiz de la Torre, 2006), en los pisos meso y supramediterráneo de ombroclima subhúmedo con temperaturas medias en agosto entre 15 y 25° C (García-Fayos *et al.*, 2001).

Las flores de *Q. ilex* se desarrollan de marzo a abril; siendo fecundadas casi inmediatamente, pudiendo durar la floración unos 40 días (Rupérez Cuéllar, 1957); *Q. suber* tiene una floración difusa, que comienza en abril y se prolonga durante toda la primavera y a veces el verano, pudiendo haber flores incluso en otoño (Montoya, 1988); *Q. faginea* florece de marzo a abril (Ruiz de la Torre, 2006).

Generalmente, el fruto de *Q. ilex* madura a partir de la segunda mitad de octubre y noviembre (Rupérez Cuéllar, 1957). La floración difusa de *Q. suber* conduce también a una maduración muy prolongada, que se inicia a finales

de septiembre-octubre con las primeras bellotas, con la cosecha principal en octubre o noviembre y la caída de las últimas bellotas de diciembre a finales de enero (Rupérez Cuéllar, 1957; Montoya, 1988). La bellota de *Q. faginea* madura en septiembre (Ruiz de la Torre, 2006). Estas diferencias fenológicas permiten que la duración de la montanera pueda prolongarse de forma notoria en aquellos lugares en que se encuentran las tres especies. Con respecto a las masas mixtas, Espejo Gutiérrez de Tena *et al.* (2006) encuentran que en las dehesas de *Q. ilex* aparecen *Q. suber* y otras especies en menos del 10% de las parcelas muestreadas; mientras que en las dehesas de *Q. suber* aparece *Q. ilex* en el 25% de las parcelas.

Las mejores cosechas de bellota de *Q. ilex* se producen en torno a 300-600 m sobre el nivel del mar, en las solanas y en la subespecie *rotundifolia*, y las peores se producen en los climas supramediterráneos, en las umbrías y en la subespecie *ilex* (Montoya, 1989); mientras que *Q. suber* produce las mejores cosechas en las solanas, y en torno a 250 m sobre el nivel del mar (Montoya, 1988); y *Q. faginea* sitúa su altitud óptima entre 600 y 1200 m (Ruiz de la Torre, 2006). En igualdad de condiciones *Q. suber* y *Q. faginea* producen menos fruto que *Q. ilex*, cuyas bellotas son consideradas de más calidad (Rupérez Cuéllar, 1957).

PRODUCCIÓN DE BELLOTA

Tradicionalmente se considera que un buen encinar frutero, con 45 pies/ha, produce una media de alrededor de

550 kg/ha (Rupérez Cuéllar, 1957), aunque otros autores estiman una buena producción media en cifras muy dispares, que oscilan entre un mínimo de 400 kg/ha (Vázquez *et al.*, 1996) y 700-800 kg/ha (Ruiz de la Torre, 2006). La bibliografía existente demuestra que es muy difícil indicar un cifra media de producción de bellota. Así, por ejemplo, para las zonas en que se practica la montanera la producción del alcornocal es de 300 a 600 kg/ha, y para el encinar es de 250-600 kg/ha (Gea-Izquierdo *et al.*, 2006), 400 a 700 kg/ha (Montoya, 1988 y 1989) y 590 a 830 kg/ha (Cañellas *et al.*, 2007), habiendo estimaciones de producción con rangos muy amplios: entre 300 y 1000 kg/ha (Benito *et al.*, 1997) y entre 100 y 800 kg/ha (Olea y San Miguel-Ayán, 2006). En cualquier caso, las cifras de producción de bellota de 800 a 1000 kg/ha registradas por algún autor (Roldán, 1983) son difíciles de encontrar actualmente, debido a la degradación continua del encinar.

Teniendo en cuenta la disminución del número de pies/ha por causas como el síndrome de la seca de los *Quercus*, y el abandono de prácticas tradicionales, como las podas y el laboreo, es probable que las actuales producciones de bellota/ha sean menores que las del pasado, cuando se calculaba en una media de 550 kg/ha el promedio de producción nacional para las zonas de encinar frutero (Rupérez Cuéllar, 1957).

De cualquier forma, hoy se consideran necesarias producciones de bellota superiores a 400 kg/ha para mantener las actuales cargas ganaderas durante la montanera (Vázquez *et al.*, 1996). Dichas cargas se establecen

con el mayor número de cerdos compatible con la finalización de su ceba sólo con bellotas, y pueden oscilar desde 0,3-0,5 (Montoya, 1989) hasta 1,8 cerdos/ha (Torrent *et al.*, 1961); estimando Vázquez *et al.* (1999) cargas medias potenciales para Extremadura que oscilan entre 0,32 y 0,88 cerdos/ha (con valores extremos de 0,2 y 1,7 cerdos/ha).

Uno de los problemas de la dehesa es la variabilidad de las producciones frutales, con cifras que van del 68 % al 176 % de la media (Martín Vicente *et al.*, 1998), principalmente a causa de las variaciones y estacionalidad climática a las que están sometidas (Vázquez *et al.*, 2000a; García-Mozo *et al.*, 2007). Por ejemplo, Healy *et al.* (1999) tras un período de 11 años encontraron que la producción de los dos mejores años supuso el 55 % del total de los 11, mientras que la suma de la de los 5 peores sólo supuso el 10 % del total. Las variaciones de producción de bellota obligan a un reajuste anual de las cargas ganaderas que se realiza en la fase final de maduración del fruto, antes de la montanera, cuando se puede conocer con cierta objetividad la cantidad de bellota disponible y sus características (Vázquez *et al.*, 1999). Además muchos años, las condiciones climáticas (heladas, fuertes lluvias, sequías) y las plagas, durante el otoño e invierno, pueden acabar reduciendo la cantidad de bellota aprovechable.

La producción de bellota depende fundamentalmente de: la densidad de árboles y especies de *Quercus* presentes; la vecería propia del género; las características de cada árbol: edad, porte, etc.; la variabilidad genética; el manejo de la arboleda (poda, roturación

y fumigación); la climatología del año (principalmente pluviometría y temperatura); las características del suelo; las plagas...

DENSIDAD DE ÁRBOLES

El principal factor que determina la producción de bellota por ha y por árbol es la densidad de la arboleda (Martín Vicente *et al.*, 1998). Una de las influencias positivas que ejerce la densidad de árboles es sobre la fecundación, dado que la polinización es anemófila y los árboles son autoincompatibles (Ducouso *et al.*, 1993; Boavida *et al.*, 1999).

Martín Vicente *et al.* (1998) encuentran una correlación positiva entre la distancia al árbol más próximo y la producción de bellota por árbol. Pero la producción de una parcela es también proporcional a la superficie cubierta por las copas, hasta un cierto tope difícil de determinar, pero que está en relación con la competencia entre los árboles y depende del medio y edad del arbolado (Montoya, 1988; Healy, 1997); compensándose la disminución de la producción por árbol en una masa densa por la existencia de un mayor número de árboles.

Viera Natividae (1950) propone para *Q. suber* un recubrimiento ideal de copas sobre el suelo de 2/3. Mientras que *Q. ilex* precisa, para poder fructificar adecuadamente, un recubrimiento ideal de copas de un máximo de 1/3 (Montoya, 1989). Estas cifras coinciden con el número de pies de buena producción que aparecen de forma natural en las masas de *Quercus* del bosque mediterráneo, y con las densidades habituales de las buenas dehesas de montanera (Montoya y

Mesón, 2004). La espesura adecuada para la producción de bellota es más baja cuanto más edad y porte tiene la arboleda o más seco es el medio (Montoya, 1988). Plieninger *et al.* (2003) estudiando los diámetros del tronco de *Q. ilex* de dehesas de diferente edad encuentran las siguientes medias para cada clase de edad: 31 cm en dehesas jóvenes, 45 cm en dehesas maduras y 54 cm en dehesas viejas; y Del Pozo Barrón (2006) indica que el 80 % de los pies de las dehesas de la provincia de Badajoz tiene entre 75 y 250 años.

En las dehesas de *Q. ilex* bien pobladas, y en las de *Q. suber* en las que la producción de pasto sea importante, la máxima producción conjunta de bellota y pasto se obtiene con una densidad que oscila entre el 30 y el 50 % de superficie cubierta por la proyección de la copa de los árboles (Montero *et al.*, 1998). La densidad ideal de la arboleda está en función de su diámetro (Montoya y Mesón, 2004); en función del cual Montero *et al.* (1998) establecen las siguientes correspondencias: 125-175 pies/ha con 20-29 cm de diámetro, 75-110 pies/ha con 30-39 cm, 50-75 pies/ha con 40-49 cm de diámetro, 40-50 pies/ha con 50-59 cm de diámetro, 30-40 pies/ha con 60-69 cm de diámetro y 30 pies/ha con >70 cm de diámetro.

El concepto de dehesa de la SEEP (Ferrer *et al.*, 2001) no implica una densidad mínima de árboles; no obstante, tradicionalmente se ha considerado una espesura ideal para la dehesa de 45 pies adultos/ha (Rupérez Cuéllar, 1957). La mayoría de las estimaciones se refieren al número de pies adultos en las dehesas de *Q. ilex*; así, Vázquez

et al. (1999) calculan la densidad real en 20-50 pies/ha, Escribano y Pulido (1998) en 30-40 pies/ha, Espejo Gutiérrez de Tena *et al.* (2006) en 35 pies/ha para *Q. ilex* y 81 pies/ha para *Q. suber*, Cañellas *et al.* (2007) en 20-45 pies/ha y Gea-Izquierdo *et al.* (2006) en 50 pies/ha. En las masas mixtas, Espejo Gutiérrez de Tena *et al.* (2006) encuentran una media de 21 pies/ha de *Q. ilex* y 19 pies/ha de *Q. suber*. La densidad es menor en las dehesas cultivadas (18,9 pies/ha), que en las pastoreadas (38,6 pies/ha) y en las invadidas por matorral (38,6 pies/ha) (Plieninger *et al.*, 2003). Del Pozo Barrón (2006) define como dehesas densas aquellas cuya cubierta del suelo es superior al 35% y como dehesas normales cuando es 5-35%. En muchas ocasiones, la espesura real de las masas que puede observarse en el campo es menor que la ideal; encontrando Plieninger *et al.* (2003) 16,6 pies/ha en las dehesas envejecidas.

Al estudiar la dehesa a escala regional (>5000 km²), Joffre *et al.* (1999) sugieren que el aclarado de la arboleda, buscando un equilibrio hídrico, habría conducido a una relación entre la densidad de árboles y la precipitación media anual; de modo que conforme la precipitación se aproxima a los 650-700 mm la densidad supera los 40 árboles/ha; encontrándose >10% de dehesas con >50 árboles/ha donde la precipitación es >650 mm.

Navarro Cerrillo (2004) describe un método para estimar la densidad de árboles por ha, partiendo de una zonificación por fotointerpretación, detectando sobre fotografías aéreas (escala 1:10000) las áreas homogéneas de vegetación (por especies y

densidad o coberturas) e identificando el número medio de copas de *Quercus* en cada una de estas áreas mediante el muestreo aleatorio de 5 zonas por área, que se delimitan mediante una plantilla a escala que cubre 0,5 ha por zona, dando la media de las 5 zonas la densidad media de árboles por cada 0,5 ha para la correspondiente zona homogénea. Más complejo es el método de Joffre *et al.* (1999), aunque permite trabajar con fotografías aéreas a escala 1:40.000. El posible error de estos métodos viene dado por la antigüedad de la fotografía aérea, siendo mayor el error en aquellas zonas afectadas por el síndrome de la seca de *Quercus*, pues, en algunas zonas, la mortalidad anual media llega a ser del 1,5 al 3 % (Montoya y Mesón, 2004). En Tusét y Sánchez (2004) se puede encontrar amplia información sobre el síndrome de la seca o los procesos de decaimiento de encinas y alcornoques; que se considera el problema más importante de la dehesa, teniendo en cuenta que la regeneración natural es escasa o nula (Olea y San Miguel-Ayanz, 2006; Martín Vicente y Fernández Alés, 2006), como consecuencia de su intensificación.

LA VECERÍA DE LOS QUERCUS

A causa de la vecería hay años en que los *Quercus* dan fruto y otros en los que dan poco o nada, rompiendo los ciclos productivos normales de estas especies y proporcionando ciclos productivos irregulares (Sharp y Sprague, 1967; Koenig *et al.*, 1996; Martín Vicente *et al.*, 1998; Vázquez, 1998a; Siscart *et al.*, 1999; García-Mozo *et al.*, 2007). En cada zona la vecería depende de la especie (Sork *et al.*,

1993; Liebhold *et al.*, 2004). Abrahamson y Layne (2003) estudiando 5 especies de *Quercus* encuentran que las duraciones medias de los ciclos de producción de son de 2 a 5,5 años. Por término medio hay una buena cosecha de bellotas un año de cada 3 o 4 (Johnson, 1994). Cuando en una misma zona o parcela conviven varias especies de *Quercus*, la sincronización intraespecífica siempre es superior a la interespecífica (Martín Vicente *et al.*, 1998; Liebhold *et al.*, 2004), no existiendo correlación entre la producción de las diferentes especies (Johnson, 1994; Koenig *et al.*, 1994). Las variaciones y la sincronización en la producción de bellota se presentan en distancias que van desde los 100 m a los 10 Km (Liebhold *et al.*, 2004). Martín Vicente *et al.* (1998) encuentran para la mayoría de parcelas de *Q. ilex*, *Q. suber* y *Q. canariensis*, que estudian en Andalucía, un coeficiente de sincronización de Kendall, que estima la sincronía entre árboles de una misma parcela (1: sincronía perfecta, 0: total asincronía), que oscila alrededor de 0,5-0,6, llegando a 0,7 en las parcelas monoespecíficas de *Q. Ilex* y a 0,63 en las de *Q. suber*, y baja a 0,31 en las de *Q. canariensis*. Las variaciones intraespecíficas pueden ser debidas a las variaciones espaciales del hábitat (Liebhold *et al.*, 2004). Koenig *et al.* (1994) y Healy *et al.* (1999) encuentran intervalos específicos de producción a nivel individual pero no a nivel poblacional.

El hecho de que los árboles de una misma parcela no sean totalmente sincrónicos en sus ritmos de producción puede llegar a regularizar o equilibrar la producción entre años dentro de una

misma parcela (Martín Vicente *et al.*, 1998). La producción anual de *Q. ilex* es menos variable que la de *Q. suber* y *Q. faginea*, y la *Q. faginea* la más variable de las tres especies (Martín Vicente *et al.*, 1998). La variación interanual de la producción de *Q. ilex* del 68 % encontrada por Martín Vicente *et al.* (1998) en Andalucía es similar al 58-82 % encontrado por Herrera *et al.* (1998) en Cataluña. En *Q. ilex* los ciclos productivos suelen repetirse cada 4 años (Vázquez, 1998b), aunque esto no ocurre en las zonas abiertas con escasa competencia entre árboles. En las zonas más continentales, debido a las heladas tardías, la vecería de *Q. ilex ilex* puede llegar a dar cosechas cada 7-8 años (Ruiz de la Torre, 2006); razón por la cual en estos sitios *Q. ilex ilex* no se aprovecha en dehesas. Por el contrario, en las zonas de inviernos tibios la vecería no supone un obstáculo (San Miguel, 1994).

Q. suber produce cosechas fuertes con una periodicidad de 2 a 10 años, siendo de 2 a 4 años lo más frecuente. A pesar de esta vecería, hay alcornoques que producen bellota casi todos los años y otros cuyas cosechas fuertes no coinciden con las del resto de la masa (Montoya, 1988). La periodicidad de *Q. suber* parece ser diferente para cada una de las 3 cosechas (octubre, noviembre y diciembre) que produce anualmente; así Vázquez (1998a) indica que la periodicidad del alcornoque para la primera cosecha de bellotas es de 2 años.

La frecuencia de las buenas cosechas o producciones disminuye con la densidad de población, la pobreza del suelo, las dificultades climáticas, las plagas (*Lymantria* y *Tortrix*, funda-

mentalmente) y las podas abusivas.

El mantenimiento de masas mixtas de *Quercus* permite aminorar las oscilaciones de la producción por vecería (Johnson, 1994; Greenberg, 2000). Así, Huntsinger *et al.* (1991) indican que una combinación de *Q. suber* y *Q. ilex* puede asegurar una constancia en la producción de bellotas.

Generalmente tras una cosecha abundante suele producirse un agotamiento que reduce las cosechas posteriores (Cañellas *et al.*, 2007). Sork *et al.* (1993), tras 8 años de estudio con 3 especies de *Quercus* norteamericanos, encontraron que la cosecha de un año es inversamente proporcional a las cosechas previas. Sin embargo tras una falta de fructificación por condiciones climatológicas adversas, cuando mejoran las condiciones suele haber una cosecha muy productiva (Montoya, 1988).

CARACTERÍSTICAS DE LOS ÁRBOLES

Hay ejemplares que producen todos los años y otros que no lo hacen nunca (Johnson, 1994; Koenig *et al.*, 1994; Dey, 1995; Cecich y Sullivan, 1999), habiéndose encontrado que, independientemente de la especie, los buenos productores son siempre menos de la mitad de la población (Greenberg, 2000). Esta tendencia ha sido frecuentemente atribuida al potencial genético de los árboles (Sharp, 1958; Sharp y Sprague, 1967; Sork *et al.*, 1993). Dentro de un encinar el 20 % de los árboles suele presentar el 60 % de la cosecha, existiendo ejemplares que producen más de 50 kg y otros que apenas dan 1 kg (Montoya, 1989). Vázquez *et al.* (1999 y 2000) encuentran en 14 comarcas de Extremadura

una relación media anual de árboles productivos/no productivos de 0,6 en 1999 y de 0,9 en 2000.

En cada población hay una importante variación en la proporción de flores masculinas y femeninas existente en los árboles, de forma que hay una gradación desde los individuos que se comportan como hembras hasta los que se comportan como machos, que son los menos productivos (Elena-Roselló *et al.*, 1993).

Existe una muy alta correlación entre la superficie de copa y la producción por árbol (Martín Vicente *et al.*, 1998). La exposición a la luz, o, por el contrario, el sombreado y la situación de dominancia o codominancia frente a otros árboles también es muy importante (Drake, 1991; Johnson, 1994).

En los *Quercus* la producción aumenta con la edad y el diámetro, hasta llegar un momento en que la producción declina en el árbol adulto (Dey, 1995; Cierjacks y Hensen, 2004): a partir de un diámetro límite, la producción deja de aumentar (Johnson, 1994); sin embargo, Greenberg (2000) indica que el diámetro del tronco no puede utilizarse para predecir la producción debido a la alta variabilidad entre individuos. Medina Blanco (1956) indica que *Q. ilex* proporciona frutos casi desde los primeros 5 años, empezando las buenas cosechas a los 25 años, alcanzando su plena producción a los 50 y la máxima a los 100, sosteniéndose bien de 2 a 3 siglos, si está bien tratada. Por otro lado, Cierjacks y Hensen (2004) encuentran que sólo un 4-6 % de las encinas que a 1,3 m de altura tienen menos de 20 cm de diámetro de tronco producen bellotas. Carbonero *et al.* (2002) encuentran

una relación entre el diámetro de *Q. ilex* y la producción de bellota, aumentando la producción hasta llegar a un diámetro de unos 60 cm. Escribano y Pulido (1998) sitúan la madurez productiva de *Q. ilex* entre los 100 y 150 años y Montoya (1989) indica que las mayores producciones se producen a partir de los 75-80 cm de circunferencia del tronco (CT) y hasta 1,3 m. Vázquez (1998a) estima diferentes producciones medias por encima de acuerdo con cuatro categorías de edad (determinadas por la CT a 1,3 m del suelo): 11,5 kg por árbol juvenil (<50 años, CT <50 cm), 14,4 kg por árbol joven (50-100 años, CT de 51 a 100 cm), 27,4 kg por árbol maduro (100-150 años, CT de 101 a 200 cm) y 8,7 kg por árbol viejo (>150 años, CT >201 cm). Si los árboles jóvenes se encuentran aislados producirán antes y más cantidad que cuando se encuentran en masas densas (Beck, 1993). En la actualidad, la mayoría de los árboles de Sierra Morena y Extremadura son de pequeña talla, con diámetro a la altura del pecho (DBH) entre 30 y 40 cm (Joffre *et al.*, 1986; Plieninger *et al.*, 2003), y una edad estimada de 60-100 años (Plieninger *et al.*, 2003); aunque también hay una minoría de dehesas abiertas cuyos árboles tienen un DBH >60 cm y una edad estimada de >500 años (Plieninger *et al.*, 2003). Independientemente del síndrome de la seca, la senectud de los *Quercus* de la dehesa es a los 150 años para *Q. suber* y a los 250-300 para el resto (Olea y San Miguel-Ayanz, 2006); siendo ideales los turnos de regeneración de la arboleda en torno a los 180-250 años (Montoya, 1989).

Por otra parte, las cifras de produc-

ción media de bellota por árbol son muy variables, como se indica en la **tabla I**, la mayoría de los autores la sitúan entre 8 y 14 kg por árbol para *Q. ilex*, situando Vázquez *et al.* (2002) la producción media de los encinares extremeños en 9-12 kg por árbol, tras varias campañas consecutivas de exhaustivas estimaciones.

MANEJO DE LA ARBOLEDA

En el manejo de los árboles hay ciertas actividades como el laboreo y la poda que favorecen la producción de bellota (Rupérez Cuéllar, 1957; Montoya, 1988 y 1989; Vázquez, 1998a; Healy *et al.*, 1999; Cañellas y Montero, 2002); pero a veces se rompen los ciclos productivos normales y proporcionan ciclos productivos irregulares; por ejemplo, ante podas intensas puede haber períodos con poca o nula producción.

No obstante, el efecto de la poda no está del todo claro (Álvarez *et al.*, 2004). Parece ser favorable en los años de poca producción de bellota (Healy, 1997) y desfavorable en los años en que la producción de la masa supera la producción media (Cañellas *et al.*, 2007). Una poda ligera puede tener poco efecto sobre la cantidad de bellota producida (Carbonero *et al.*, 2006). En el caso de *Q. suber* el efecto de la poda se nota principalmente en suelos pobres en nutrientes y donde hay más sequía estival (Cañellas y Montero, 2002).

Las podas de formación se practican en los primeros 30 o 40 años de vida del árbol y las podas de continuación o rejuvenecimiento se deben hacer cada 5 o 7 años (Rupérez Cuéllar, 1957), oscilando las rotaciones entre 3

y 11 años, con tendencia a retrasarse en la actualidad (Montoya y Mesón, 2004). Olea y San Miguel-Ayanz (2006) sitúan los turnos de poda en 10-15 años, y Campos y Naredo (1987) indican que las rotaciones actuales que llegan hasta 20 y 30 años, suponen un acusado deterioro en el estado vegetativo del árbol y una fuerte disminución de la producción de bellota. Incluso explotaciones en las que ya no se realizan podas; por ejemplo, en un estudio llevado a cabo en las comarcas de La Sierra y de Los Andévalos de Huelva se observó que en el 17 % de las explotaciones no se poda (Porrás *et al.*, 1997).

Porrás Tejeiro (2002) indica que, como muy pronto, hasta el tercer año de la poda no empiezan a producir más las encinas podadas que las sin podar, empezando con un incremento de producción próximo a los 3 kg de bellota por encina y año. Por esta razón, Johnson (1994) recomienda identificar los árboles fruteros para dejarlos sin podar en el primer turno de poda de una masa para evitar las pérdidas de producción en las cosechas inmediatamente posteriores por reducción de la biomasa arbórea.

La dehesa se cultiva con una periodicidad de 4-10 años (Moreno *et al.*, 2007), que puede llegar a 2-12 años (Eichhorn *et al.*, 2006); aunque, el año que se cultiva, la superficie cultivada es sólo una pequeña proporción de cada dehesa, que se estima entre el 10,3% (Campos *et al.*, 2003) y el 16% (Escribano y Pulido, 1998). La producción de bellota es mayor en las dehesas cultivadas periódicamente y pastoreadas que en las invadidas de matorral o en las situadas en bosque (Moreno *et al.*,

PRODUCCIÓN DE BELLOTA EN LA DEHESA: FACTORES INFLUYENTES

2004; Pulido *et al.*, 2004). Al respecto, Pulido *et al.* (2004) indican que el laboreo y el pastoreo favorecen la producción de bellota y reducen las pérdidas por aborto del fruto. De acuerdo con Moreno Marcos *et al.* (2007) las encinas de de parcelas cultivadas producen 1,7 veces más que las de parcelas pastoreadas y 3,1 veces más que

las invadidas de matorral. Por otro lado, mientras que Pulido *et al.* (2004) explican el efecto del laboreo en un aumento de la infiltración de agua, Moreno *et al.* (2004) apuntan que la razón pudiera ser la mayor profundidad de suelo que hay en las dehesas cultivadas. Sin embargo, Martín Vicente *et al.* (1998) no encuentran rela-

Tabla I. Producción de bellota por árbol en dehesas y bosques mediterráneos. (Acorn production by tree in dehesas and mediterranean forests).

Especie	kg bellota/árbol	g bellota/m ² copa	Referencia
<i>Q. faginea</i>	1 a 11	-	Medina Blanco, 1956
<i>Q. canariensis</i>	0,8 a 3,7	11,6 a 48	Martín Vicente <i>et al.</i> , 1998
<i>Q. suber</i>	4,5 a 11	-	Medina Blanco, 1956
<i>Q. suber</i>	5 a 10	-	Montoya, 1988
<i>Q. suber</i>	0,6 a 16,9	19,5 a 171,1	Martín Vicente <i>et al.</i> , 1998
<i>Q. ilex</i>	16,74	-	Medina Blanco, 1956
<i>Q. ilex</i>	4,4 a 20	-	Rupérez Cuéllar, 1957
<i>Q. ilex</i>	7 a 8	-	López <i>et al.</i> , 1984
<i>Q. ilex</i>	10 a 15	-	Montoya, 1989
<i>Q. ilex</i>	14,8	-	Cabeza de Vaca <i>et al.</i> , 1992
<i>Q. ilex</i>	10 a 14	-	Espárrago <i>et al.</i> , 1992
<i>Q. ilex</i>	12 a 14	-	Espárrago <i>et al.</i> , 1993
<i>Q. ilex</i>	14,8	-	Benito <i>et al.</i> , 1997
<i>Q. ilex</i>	7,1 a 25,3	115,8 a 285,8	Martín Vicente <i>et al.</i> , 1998
<i>Q. ilex</i>	18	-	Porras Tejeiro, 1998
<i>Q. ilex</i>	4,3 a 11,9	-	Vázquez <i>et al.</i> , 1999
<i>Q. ilex</i>	14,1 a 5,2	-	Vázquez <i>et al.</i> 2000b
<i>Q. ilex</i>	4,5 a 8,4	-	Vázquez <i>et al.</i> 2002
<i>Q. ilex</i>	5,7 a 13,2	-	García <i>et al.</i> 2003
<i>Q. ilex</i>	12 a 65	-	López-Carrasco <i>et al.</i> 2005
<i>Q. ilex</i>	15-21	100	Gea-Izquierdo <i>et al.</i> 2006
<i>Q. ilex</i>	10,3 a 45,6	-	Moreno Marcos <i>et al.</i> 2007
<i>Q. ilex</i>	9,7	-	Hernández Díaz-Ambrona <i>et al.</i> 2007
<i>Q. ilex</i>	-	59,6 a 278	Lossaint y Rapp, 1971
<i>Q. ilex</i>	-	14	Verdú <i>et al.</i> , 1980
<i>Q. ilex</i>	-	189,4	Gómez Gutierrez <i>et al.</i> , 1981
<i>Q. ilex</i>	-	120,4	Escudero <i>et al.</i> , 1985
<i>Q. ilex</i>	-	75,2	Leonardi <i>et al.</i> , 1992
<i>Q. ilex</i>	-	25,9	Bellot <i>et al.</i> , 1992
<i>Q. ilex</i>	-	1,0 a 237,4	Cañellas <i>et al.</i> 2007
<i>Q. pyrenaica</i>	-	48,6	Escudero <i>et al.</i> , 1985

ción entre la producción de bellota y la fertilidad del suelo, la biomasa del sotobosque o la pluviosidad; aunque indican que la producción media anual por metro cuadrado de copa en parcelas de monte es inferior a 75 g/m² frente a las dehesas con valores superiores a 100 g/m².

Un pastoreo intenso superior a 0,8 ovejas o cabras/ha, además de tener efectos negativos en la regeneración de la arboleda, incrementa la pérdida de bellotas por aborto (Cierjacks y Hensen, 2004), que pudiera estar relacionado con la compactación del suelo y la resistencia a la penetración del agua encontrada por Navarro Cerrillo *et al.* (2004). Sin embargo, Huntsinger *et al.* (1991) indican que la intensificación ganadera de las dehesas de encina no reduce la producción de bellota.

Las plagas pueden llegar a reducir la producción de bellota en un 50% (Espárrago *et al.*, 1993; Soria *et al.*, 1996). Los tratamientos sanitarios al reducir las plagas también aumentan considerablemente la producción de fruto (Pérez-Laorga, 1999). Sin embargo, Díaz *et al.* (2003) no encuentran diferencias de producción de bellota madura entre encinas tratadas y no tratadas con insecticidas.

Cuando no hay déficit de agua la cosecha puede verse limitada por la disponibilidad de nitrógeno (Siscart *et al.*, 1999).

CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Las heladas tardías (abril, mayo) dañan la floración de *Q. suber* y acaban con la floración de *Q. ilex*. Las hojas jóvenes de *Q. ilex*, sin esclerificar, pueden sufrir daños irreversibles a temperaturas del orden de -5°C (Terradas,

2001). Abrahamson y Layne (2003) encuentran en *Quercus* de Florida, que las heladas durante la floración y el desarrollo inicial del fruto reducen considerablemente la producción. Las condiciones meteorológicas durante la polinización deben ser favorables para obtener buenas cosechas (Vázquez *et al.*, 1997; Woolgast y Scout 1997; Boavida *et al.*, 1999; García-Mozo *et al.*, 2007), ya que el mayor o menor grado de producción de polen depende de las lluvias registradas durante la polinización. Sin embargo, Cecich y Sullivan (1999) indican que algunas especies de *Quercus* se ven favorecidas por las lluvias durante la polinización. Las temperaturas extremas (altas y bajas), el granizo y la niebla tienen efectos negativos en la polinización (Cecich y Sullivan, 1999). En la dehesa se ha encontrado que la producción de polen de *Q. ilex* está correlacionada positivamente con la humedad relativa y la lluvia de enero y con la lluvia de marzo, y negativamente con la humedad relativa de abril (García-Mozo *et al.*, 2007). Unas condiciones desfavorables en el momento de la fertilización pueden abortar hasta el 100 % de las flores (Williamson 1966; Cecich, 1997). La sequía, especialmente las primaveras secas, provoca la caída de las flores y los frutos pequeños, pues la disponibilidad de agua es el principal factor limitante en la producción de bellotas (Johson, 1994; Siscart *et al.*, 1999). Normalmente este aborto temprano de parte de las bellotas se da en el mes de julio, y es la primera causa de pérdida de bellota (Pulido *et al.*, 2004). Sork *et al.* (1993) encuentran correlaciones negativas entre la producción de bellota y la severidad de la sequía

PRODUCCIÓN DE BELLOTA EN LA DEHESA: FACTORES INFLUYENTES

estival, en cuanto a combinación de temperatura y déficit hídrico. Las lluvias intensas y las heladas (<-2°C) de septiembre a octubre producen la caída de bellotas inmaduras (Vázquez, 1998a). Finalmente, en la dehesa de *Q. ilex* se ha encontrado que la producción de bellota está correlacionada positivamente con la temperatura mínima, la humedad relativa y la lluvia de enero; la lluvia de marzo, la humedad relativa de abril, la temperatura media de junio y la lluvia de septiembre (García-Mozo *et al.*, 2007).

ESTADOSANITARIO

Las plagas de *Lymantria* y *Tortrix* (melazo y desfoliadores) son importantes pues al destruir los brotes y con ellos las flores, pueden afectar tempranamente a la pérdida de cosecha (Crawley 1985; Gottschalk, 1988). Vázquez (1998c) indica que se han cuantificado pérdidas de producción superiores al 40% debido a *Tortrix viridiana*. Además, una vez que las bellotas están próximas a la madurez, también les afectan los *Curculio*, *Cydia* y *Balaninus*; los dos primeros pueden producir caídas de bellota al final del verano (Vázquez, 1998a; Siscart, 1999; Jonson *et al.*, 2002) y merman la cosecha y la calidad de las bellotas maduras. El porcentaje de

bellotas afectado es muy variable, oscilando entre el 10 y el 85 % (Soria *et al.*, 1999; Vázquez, 1998a; Bonilla y Arias, 2000 y 2001); aunque Vázquez (1998c) llega a cuantificar en algunas dehesas extremeñas ataques de *Balaninus* y *Cydia* que llegan al 100% de las bellotas. *Curculio* está considerada la segunda causa más importante para la pérdida de bellota (Pérez-Laorga, 1999; Siscart *et al.*, 1999; Pulido *et al.*, 2004) después de los abortos tempranos. En Vázquez (1998c) se puede encontrar más información sobre las plagas de artrópodos que influyen en la pérdida de producción frutal. La bacteria *Brenneria quercinea*, productora de chancros sangrantes, puede reducir la producción hasta en un 40 % (Navarro y Fernández, 2000)

Vázquez *et al.* (1999 y 2000b), dependiendo de la incidencia de los factores climáticos y sanitarios que pueden afectar a la producción de bellota, hacen para 14 comarcas Extremeñas y dos años consecutivos las siguientes estimaciones de la producción media de bellota por árbol (la primera cifra corresponde a 1999 y la segunda a 2000): 11,9±12,2 a 14,2±12,6 kg con incidencia baja, 8,4±8,6 a 11,3±10,1 kg con incidencia media y 4,3±4,5 a 5,2±4,7 kg con incidencia alta.

BIBLIOGRAFÍA

- Abrahamson, W.G. and J.N. Layne. 2003. Long-term patterns of acorn production for five oak species in xeric Florida uplands. *Ecology*, 84: 2476-2492.
- Álvarez, S., B. Morales y L. Bejarano. 2004. Estudio preliminar de la influencia de la poda

- en la producción de bellota en el encinar de Espeja (Salamanca). In: García B., García, A., Vázquez, B., Zabalgogeoazcoa, I. (eds). XLIV Reunión Científica de la SEEP, Salamanca. España.
- Aparicio Macarro, J.B. 1988. El cerdo Ibérico.

- Sánchez Romero Carvajal Jabugo S.A. Huelva, España. pp 93.
- Beck, D.E. 1993. Acorns and oak regeneration. In: Oak Regeneration: serious problems, practical recommendations. *USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep., Se-84*: 96-104.
- Bellot, J., J.R. Sánchez, M.J. Lledó, P. Martínez, and A. Escarré. 1992. Litterfall as a measure of primary production in Mediterranean holm-oak forest. *Vegetatio*, 99/100: 69-76.
- Benito, J., C. Menaya, C. Vázquez, J. García y J.L. Ferrera. 1997. Explotación del cerdo Ibérico. La montanera. Dirección General de Producción, Investigación y Formación Agraria. Consejería de Agricultura y Comercio. Badajoz. España. Hoja divulgadora 5/97.
- Boavida, L.C., M.C. Varela and J.A. Feijo. 1999. Sexual reproduction in the cork oak (*Quercus suber* L.). I. The progamic phase. *Sex. Plant Reprod.*, 11: 347-353.
- Bonilla, A.A. y A. Arias. 2000. Estudio para el seguimiento de la biología y control de la plaga *Curculio* sp. en encinares extremeños. *Sólo Cerdo Ibérico*, 4: 61-66.
- 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.
- Campos, P. y J.M. Naredo. 1987. Aspectos conceptuales y metodológicos en la gestión racional del sistema agrario adehesado. Seminario sobre dehesas y sistemas agrosilvopastorales similares. UNESCO-Comité MAB Español. Madrid.
- Campos, P., I. Cañellas y G. Montero. 2003. Evolución y situación actual del monte adehesado. En: Pulido, F.J., Campos, P., Montero, G. (eds.). La gestión forestal de las dehesas. Historia, ecología, silvicultura, y economía. Instituto CMC y Junta de Extremadura. España. pp. 27-37.
- Cañellas, I. and G. Montero. 2002. The influence of cork oak pruning on the yield and growth of cork. *Ann. For. Sci.*, 59: 753-760.
- Cañellas, I., S. Roig, M.J. Poblaciones, G. Gea-Izquierdo and L. Olea. 2007. An approach to acorn production in Iberian dehesas. *Agroforest. Syst.*, 70: 3-9.
- 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. Actas de la XLII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Universidad de Lérida, España. pp. 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. Proceedings of the 21st General Meeting of the European Grassland Federation. Badajoz, Spain. pp. 583-585.
- Cecich, R.A. 1997. The influence of weather on pollination and acorn production. Proceedings of the 11th Central Hardwood Forest Conference, 23-26 Marzo 1997. Columbia. Mo. Edited by Pallardy, S.R., Cecich, R.A., Garrett, H.E. y Johnson, P.S. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. GTR-NC-188. Pp. 252-261.
- Cecich, R.A. and N.H. Sullivan. 1999. Influence of weather at time of pollination on acorn production of *Quercus alba* and *Quercus velutina*. *Can. J. For. Res./Rev. Can. Rech. For.*, 29: 1817-1823.
- Cierjacks, A. and I. Hensen. 2004. Variation of stand structure and regeneration of Mediterranean holm oak along a grazing intensity gradient. *Plant Ecol.*, 173: 215-223.
- Crawley, M.J. 1985. Reduction of oak fecundity by low-density herbivore populations. *Nature*, 314: 163-164.
- Del Pozo Barrón, J.L. 2006. Prospección de la seca en Extremadura. Análisis de resultados. In: Espejo, M., Martín Bellido, M., Matos, C., Mesías Díaz, F.J. (eds). Gestión ambiental y económica de del ecosistema dehesa en la Península Ibérica: ponencias y comunicaciones presentadas en las Jornadas Técnicas celebradas en el Centro de Investigación Agraria Finca La Orden, Guadajira (Badajoz), 9-11 noviembre 2005. Consejería de

PRODUCCIÓN DE BELLOTA EN LA DEHESA: FACTORES INFLUYENTES

- Infraestructuras y Desarrollo Tecnológico. Junta de Extremadura. Mérida. España.
- Dey, D.C. 1995. Acorn production in red oak. Ontario Forest Research Institute. *Forest Research Information Paper*, 127: 1-22.
- Díaz, M., P. Campos and F.J. Pulido. 1997. The Spanish dehesas: a diversity in land-use and wildlife. In: Pain, D.J., Pienkowski, M.W. (eds.). *Farming and Birds in Europe*. Academic Press, London, pp. 179-209.
- Díaz, M., A.P. Møller and F.J. Pulido. 2003. Fruit abortion, developmental selection and developmental stability in *Quercus ilex*. *Oecologia*, 135: 378-385.
- Dobao, M.T., J. Rodrigañez, L. Sillio and M.A. Toro. 1988. Iberian pig production in Spain. *Pig News and Information*, 9: 277-282.
- Drake, W.E. 1991. Evaluation of an approach to improve acorn production during thinning. Proceedings 8th central hardwood forest conference. USDA For. Serv. Ne. Res. University Park, Pennsylvania. pp. 429-441.
- Ducouso, A., H. Michaud and R. Lumaret. 1993. Reproduction and gene flow in the genus *Quercus* L. *Ann. Sci. Forests.*, 50 (Suppl 1): 91-106.
- Eichhorn, M.P., P. Paris, F. Herzog, L.D. Incoll, F. Liagre, K. Mantzanas, M. Mayus, G. Moreno, V.P. Papanastasis, D.J. Pilbean, A. Pisanelli and C. Dupraza. 2006. Silvoarable systems in Europe – past, present and future prospects. *Agrofor. Syst.*, 67: 29-50.
- Elena-Roselló, J.A., J.M. de Rio, J.L. García and I.G. Santamaría. 1993. Ecological aspects of the floral phenology of the cork-oak (*Quercus suber* L.) why do annual and biennial biotypes appear?. *Ann. Sci. Forests.*, 50 (Suppl. 1): 114-121.
- Escudero, A., B. García, J.M. Gómez and E. Luis. 1985. The nutrient cycling in *Quercus rotundifolia* and *Quercus pyrenaica* ecosystems ("dehesas") of Spain. *Acta Oecologica. Oecol. Plant.*, 6: 73-86.
- Escribano, M. y F. Pulido. 1998. La dehesa en Extremadura. Estructura económica y recursos naturales. Colección Monografías. SGT-Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Junta de Extremadura, Mérida. España. 145 pp.
- Espárrago, F., F.M. Vázquez y M.C. Pérez. 1992. Métodos de aforo de la montanera de *Quercus rotundifolia* Lam. II Coloquio sobre el Cerdo Mediterráneo. Badajoz-Elvas. pp. 55.
- Espárrago, F., F.M. Vázquez, A. Burzaco y M.C. Pérez. 1993. Producción de bellotas en *Quercus rotundifolia* Lam.: variabilidad anual e importancia económica. Actas I Congreso Forestal Español. Lourizán, Pontevedra. 3: 503-510.
- Espejo Gutierrez de Tena, A.M., M. Martínez Bueso, J.L. del Pozo Barrón y M. Espejo Díaz. 2006. Avance de los resultados del inventario forestal en las fincas piloto con arbolado del proyecto Interreg-IIA Montado-Dehesa SP4.E13. In: Espejo, M., Martín Bellido, M., Matos, C., Mesías Díaz, F.J. (eds). Gestión ambiental y económica de del ecosistema dehesa en la Península Ibérica: ponencias y comunicaciones presentadas en las Jornadas Técnicas celebradas en el Centro de Investigación Agraria Finca La Orden, Guadajira (Badajoz), 9-11 noviembre 2005. Consejería de Infraestructuras y Desarrollo Tecnológico. Junta de Extremadura. Mérida. España.
- Ferrer, C., A. San Miguel y L. Olea. 2001. Nomenclator básico de pastos en España. *Pastos* 31: 7-44.
- García, D., S. Ramos, J.J. Barrantes, J. Blanco, E. Doncel, A.B. Lucas y F.M. Vázquez. 2003. Estimación de la producción de bellotas de los encinares extremeños en la campaña 2003-2004. *Sólo Cerdo Ibérico*, 11: 55-61.
- García-Mozo, H., M.T. Gómez-Casero, E. Domínguez and C. Galán. 2007. Influence of pollen emission and weather-related factor on variations in holm-oak (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) acorn production. *Environ. Exper. Bot.*, doi: 10.1016/j.envexpbot.2007.02.009
- Gea-Izquierdo, G., I. Cañellas and G. Montero. 2006. Acorn production in Spanish holm oak woodlands. *Invest. Agrar.: Sist. Recur. For.*,

- 15: 339-354.
- Gómez Gutiérrez, J.M., E. Luis Calabuig y A. Escudero Berrián. 1981. Materiales aportados por la encina en la zona de dehesas salmantinas. I: Sustancia seca. *Studia Oecologica*, 2: 181-211.
- Gottschalk, K.W. 1988. Gypsy moth and regenerating Appalachian hardwood stands. In: Proc., Guidelines for Regenerating Appalachian Hardwood Stands. *Soc. Amer. For. Publ.*, 88-03: 241-254.
- Greenberg, C.H. 2000. Individual variation in acorn production by five species of southern Appalachian oaks. *Forest Ecol. Manag.*, 132: 199-210.
- Healy, W.M. 1997. Thinning New England oak stands to enhance acorn production. *North. J. Appl. For.*, 14: 152-156.
- Healy, W.M., A.M. Lewis and E.F. Boose. 1999. Variation of red oak acorn production. *Forest Ecol. Manag.*, 116: 1-11.
- Hernández Díaz-Ambrona, C., J. Almoguera Millán y J. Martínez Valderrama. 2007. Modelo dehesa: simulación de la producción herbácea y de bellota. En: XLVI Reunión Científica de la SEEP. Vitoria, 4-8 de junio de 2007. www.neiker.net/neiker/seep07/_fpclass/RECURSOS%20SILVOPASTORALES.pdf fecha de acceso: junio 2007.
- Herrera, C.M., P. Jordano, J. Gutiérrez and A. Traveset. 1998. Annual variability in seed production by woody plants and the masting concept: reassessment of principles and relationships to pollination and seed dispersal. *Am. Nat.*, 152: 576-594.
- Huntsinger, L., J.W. Bartolome and P.F. Starrs. 1991. A comparison of management strategies in the oak woodlands of Spain and California. *USDA Forest Service Gen. Tech. Rep.*, PSW-126: 300-306.
- Johnson, P.S. 1994. How to manage oak forests for acorn production. *Technical Brief*, 1. St. Paul, MN. U.S. 5 pp.
- Joffre, R., J. Vacher, R. Fernández Alés, A. Martín y F. Ortega. 1986. Las dehesas, un sistema ecológico complejo: Con porvenir productivo?. En: Supervivencia de la Sierra Norte de Sevilla. MAPA, Madrid. pp. 237-265.
- Joffre, R., S. Rambla and J.P. Ratte. 1999. The dehesa system of southern Spain and Portugal as a natural ecosystem mimic. *Agroforestry Systems*, 45: 57-79.
- Koenig, W.D., R.L. Mumme, W.J. Carmen and M.T. Stanback. 1994. Acorn production by oaks in Central Coastal California: variation within and among years. *Ecology*, 75: 99-109.
- Koenig, W.D., J.M.H. Knops, W.J. Carmen, M. Stanback and R.L. Mumme. 1996. Acorn production by oaks in central coastal California: influence of weather at three levels. *Can. J. Forest Res.*, 26: 1677-1683.
- Leonardi, S., M. Rapp and A. Denes. 1992. Organic matter distribution and fluxes within a holm oak (*Quercus ilex* L.) stand in the Etna volcano. A synthesis. *Vegetatio*, 99-100: 219-224.
- Liebholt, A., V. Sork, M. Peltonen, W. Koenig, O.N. Bjørnstad, R. Westfall, J. Elkinton and J.M.H. Knops. 2004. Within-population spatial synchrony in mast seeding of North American oaks. *Oikos*, 104: 156-164.
- López, T., J. González y F. López. 1984. Producción y utilización de la bellota de *Quercus ilex* en una dehesa del SO español. SIA-Publicaciones de la Secretaría General Técnica de la Consejería de Agricultura y Comercio de la Junta de Extremadura. Badajoz, España. p 3.
- López-Carrasco, C., T. Muñoz de Luna, 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. Actas de la XLV Reunión Científica de la S.E.E.P. Lérida. España. pp. 391-398.
- Lossaint, P. et M. Rapp. 1971. Repartition de la matière organique, productivité et cycles des éléments minéraux dans des écosystèmes de climat méditerranéen. Productivité des écosystèmes forestiers. UNESCO. Paris: 597-617.
- MAPA. 2001. RD 1083/2001, de 5 de octubre, por el que se aprueba la norma de calidad para

PRODUCCIÓN DE BELLOTA EN LA DEHESA: FACTORES INFLUYENTES

- el jamón ibérico, paleta ibérica y caña de lomo ibérico elaborados en España. *BOE*, 247: 37830-30329.
- Martín Vicente, A., J.M. Infante, J. García Gordo, J. Merino y R. Fernández Alés. 1998. Producción de bellotas en montes y dehesas del suroeste español. *Pastos* 28: 237-248.
- 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.
- Montero, G., A. San Miguel y I. Cañellas. 1998. Sistemas de silvicultura mediterránea. La dehesa. Agricultura sostenible. Ed: Agrofuturo, LIFE, Ediciones Mundi Prensa. Madrid. pp. 519-514.
- Montoya, J.M. 1988. Los alcornoques. *INIA*. Madrid. 267 pp.
- Montoya, J.M. 1989. Encinas y encinares. Mundiprensa. Madrid. 131 pp.
- Montoya, J.M. y M.L. Mesón. 2004. Silvicultura: manejo y explotación de las masas de *Quercus*. En: La seca: decaimiento de encinas, alcornoques y otros *Quercus* en España. Tusét, J.J. y Sánchez, G. Coordinadores. Ministerio de Medio Ambiente. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Madrid. pp. 125-149.
- Moreno, G., J. Obrado, E. García, E. Cubera, J.M. Montero and F. Pulido. 2004. Consequences of dehesa management on the tree-understory interactions. *Silvopastoralism and Sustainable Management International Congress*. Lugo 18-21/04.
- Moreno, G., J.J. Obrador and A. García. 2007. Impact of evergreen oaks on soil fertility and crop production in intercropped dehesas. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 119: 270-280.
- Moreno Marcos, G., J.J. Obrador, E. García, E. Cubera, M.J. Montero, F. Pulido and C. Dupraz. 2007. Driving competitive and facilitative interactions in oak dehesas through management practices. *Agroforest. Syst.*, 70: 25-40.
- Navarro, R. y P. Fernández. 2000. El síndrome de la seca del encinar. Ed. Fundación Ricardo Delgado Vizcaíno. Pozoblanco, España. 165 pp.
- Navarro Cerrillo, R. 2004. La seca en el Valle de Los Pedroches. En: La seca: decaimiento de encinas, alcornoques y otros *Quercus* en España. Tusét, J.J. y Sánchez, G. Coordinadores. Ministerio de Medio Ambiente. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Madrid. pp. 125-149.
- Navarro Cerrillo, R., P. Fernández Rebollo, A. Traperó, P. Caetano, M.A. Romero, M.E. Sánchez, A. Fernández Rancio, I. Sánchez y G. López Pantoja. 2004. Los procesos de decaimiento de encinas y alcornoques. Dirección General de Gestión del Medio Natural. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Sevilla. pp. 32.
- Olea, L., R.J. López-Bellido and M.J. Poblaciones. 2005. Europa types of silvopastoral systems in the Mediterranean area: dehesa. In: Mosquera M.R., McAdam J. and McAdam J. (eds.). *Silvopastoralism and Sustainable Land Management*, CABI Publishing, Wallingford, Oxfordshire, UK, pp.30-35.
- Olea, L. and A. San Miguel-Ayanz. 2006. The Spanish dehesa. A traditional Mediterranean silvopastoral system linking production and nature conservation. *Grassland Science in Europe*, 11: 3-13.
- Peinado Lucena, E., A.G. Gómez Castro, M. Sánchez Rodríguez, C. Mata Moreno, V. Domenech García. 1993. Dry matter intake in grazing dairy goats. *J. Anim. Feed Sci.*, 1: 51-57.
- Pérez-Laorga, E. 1999. Experiencia sobre posibles tratamientos para el control de *Curculio* sp. (*Balaninus* sp.) en bellotas de encina. Resultados del año 1998. Informes Técnicos de Plagas y Patología forestal 1/1999. Consellería de Medi Ambient. Generalitat Valenciana. Valencia. España.
- Plieninger, T., F.J. Pulido and W. Konold. 2003. Effects of land-use history on size structure of holm oak stands in Spanish dehesas: implications for regeneratin and restoration. *Environ. Conserv.*, 30: 61-70.

RODRÍGUEZ-ESTÉVEZ, GARCÍA, PEREA, MATA Y GÓMEZ

- Plieninger, T., F.J. Pulido and H. Schaich. 2004. Effects of land-use and landscape structure on holm oak recruitment and generation at farm level in *Quercus ilex* L. dehesas. *J. Arid Envir.*, 57: 345-364.
- Porras, C.J., R. Martínez y A. Fernández. 1997. Sistemas agrarios tradicionales de dehesa en las comarcas de La Sierra y Los Andévalos de la provincia de Huelva. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla. España.
- Porras Tejeiro, C. 1998. Efecto de la poda de encina (*Quercus rotundifolia* Lam) en los aspectos de producción y en el grosor de las bellotas. Actas de la XXXVIII Reunión Científica de la Sociedad española para el Estudio de los Pastos. Soria, España. pp 381-384.
- Porras Tejeiro, C. 2002. Efecto de la poda de la encina (*Quercus rotundifolia* Lam.) en los aspectos de producción y en el grosor de las bellotas. *Solo Cerdo Ibérico*, 8: 29-33.
- Pulido, F.J., E. García, J.J. Obrador and M.J. Montero. 2004. Silvopastoralism and Sustainable Management Internacional Congreso. Lugo. España. 18-21/4.
- 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.*, 32: 3-16.
- Rodríguez Berrocal, J. 1978. Introducción al estudio y valoración de recursos forestales y arbustivos para el ciervo, en el área ecológica de Sierra Morena; I. Estudio de la dieta del ciervo. *Arch. Zootec.*, 27: 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. 7th European Roe Deer Meeting. Jerez de la Frontera, Spain. pp 96.
- Roldán, M. 1983. Situación del cerdo Ibérico en Andalucía. *El Campo*, 92. Servicio de Estudios del Banco Bilbao. 19 pp
- Ruiz de la Torre, J. 2006. Flora mayor. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Dirección General para la Biodiversidad. Madrid. 1759 pp.
- Rupérez Cuéllar, A. 1957. La encina y sus tratamientos. Gráficas Manero. Madrid. Pp. 154.
- San Miguel, A. 1994. La dehesa española. Origen, tipología, características y gestión. Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid.
- Sharp, W.N. 1958. Evaluating mast yields in the oaks. Bull. 635. University park, PA: Pennsylvania State University, College of Agriculture, Agricultural Experimental Station. Pennsylvania. Pp 22.
- Sharp, W.M. and V.G. Sprague. 1967. Flowering and fruiting in the white oaks, pistillate flowering, acorn development, weather, and yields. *Ecology*, 48: 243-251.
- Siscart, D., V. Diego and F. Lloret. 1999. Acorn ecology. In: F. Rodá, C. Gracia, J. Retana y J. Bellot (eds.). The ecology of Mediterranean evergreen oak forests. Springer-Verlag. Heidelberg. Pp. 75-87.
- Soria, F.J., E. Cano y M.E. Ocete. 1996. Efectos del ataque de fitófagos perforadores en el fruto de la encina (*Quercus rotundifolia* Lam.). *Bol. San. Veg. Plagas*, 22: 427-432.
- Soria, F.J., E. Cano y M.E. Ocete. 1999. Valoración del ataque de *Curculio elephas* (Gyllenhal) (coleoptera, Curculionidae) y *Cydia* spp. (Lepidoptera, Tortricidae) en el fruto del alcornoque (*Quercus suber* L.). *Boletín de Sanidad Vegetal y Plagas*, 25: 69-74.
- Sork, V. L., J. E. Bramble and O. Sexton. 1993. Ecology of mast-fruiting in three species of North American deciduous oaks. *Ecology*, 74: 528-541.
- Terradas, J. 2001. Ecología de la vegetación. Ed. Omega, Barcelona.
- Torrent, J.A., G. Varela y J. Boza. 1961. Digestibilidad y valor nutritivo de la bellota en cerdos y estudio de la capacidad de asentamiento en encinares. *Montes*, 104: 50-57.
- Tusét, J.J. y G. Sánchez. (Coord.). 2004. La seca: decaimiento de encinas, alcornoques y otros *Quercus* en España. Ministerio de

PRODUCCIÓN DE BELLOTA EN LA DEHESA: FACTORES INFLUYENTES

- Medio Ambiente. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Madrid. 419 pp.
- Vázquez, F.M. 1998a Semillas de *Quercus*: biología, ecología y manejo. Consejería de Agricultura y Comercio. Junta de Extremadura. Badajoz. España. 211 pp.
- Vázquez, F.M. 1998b Producción de bellotas en *Quercus*. I Métodos de estimación. *Sólo Cerdo Ibérico*, 1: 59-66.
- Vázquez, F.M. 1998c. Producción de bellotas en *Quercus*. II. Aportación al conocimiento de sus plagas en el sur de la Península Ibérica. *Sólo Cerdo Ibérico*, 1: 67-75.
- Vázquez, F.M., G. Montero, M.A. Suárez, P. Baselga y E. Torres. 1996. Estructura de una masa mixta de frondosas (*Quercus rotundifolia* Lam. y *Q. suber* L.) y densidad del arbolado. Actas de la reunión de Córdoba. Grupo de Trabajo Selvicultura Mediterránea. *Cuadernos de la Sociedad Española de Estudios Forestales*, 3: 69-79.
- Vázquez, F.M., M.A. Suárez y P. Baselga. 1997. Efectos de la temperatura y la humedad en la germinación *in vitro* del grano de polen de *Quercus rotundifolia* y *Q. suber*. *Anales del INIA (recursos forestales)*, 5: 351-359.
- Vázquez, F.M., E. Doncel, D. Martín y S. Ramos. 1999. Estimación de la producción de bellotas de los encinares de la provincia de Badajoz en 1999. *Sólo Cerdo Ibérico*, 3: 67-75.
- Vázquez, F.M., E. Doncel y S. Ramos. 2000a. Valoración de Montaneras: Producción frutal y Evolución de la calidad. II Jornadas del Cerdo Ibérico y sus Productos: 15-29.
- Vázquez, F. M., J. Casasola, S. Ramos, J. Pozo, E. Balbuena, J. Blanco y E. Doncel. 2000b. Estimación de la producción de bellotas de los encinares de la provincia de Badajoz en la Campaña 2000-2001. *Sólo Cerdo Ibérico*, 5: 63-68.
- Vázquez, F.M., E. Doncel, J. Pozo, S. Ramos, A.B. Lucas y T. Medo. 2002. Estimación de la producción de bellotas de los encinares extremeños en la campaña 2002-2003. *Sólo Cerdo Ibérico*, 2: 95-100.
- Verdú, A.M., L. Ferres, F. Rodá y J. Terradas. 1980. Estructura y funcionalismo de un encinar montano en el Montseny. *Mediterránea*, 4: 51-68.
- Viera Natividade, J. 1950 (Reed. 1991). Subericultura. MAPA. Madrid. 447 pp.
- Williamson, M.J. 1966. Premature abscissions and white oak acorn crops. *For. Sci.*, 12: 19-21.
- Woolgast, L.J. and B.B. Stout. 1997. The effects of relative humidity at the time of flowering on fruit set in bear oak (*Quercus ilicifolia*). *Am. J. Bot.*, 64: 159-160.
- Yacine, A. and F. Bouras. 1997. Self- and cross-pollination effects on pollen tube growth and seed set in holm oak *Quercus ilex* L. (Fagaceae). *Ann. Sci. Forest.*, 54: 447-462.

Recibido: 30-03-07. Aceptado: 28-06-07.