

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

# FUNDAMENTO DE LOS PROCEDIMIENTOS PARA LA ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BELLOTA EN LA DEHESA

## BASICS OF METHODS FOR ACORN MAST PREDICTION IN THE DEHESA

Rodríguez-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. 14014 Córdoba. España. pa2roesv@uco.es

### PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Aforo. Montanera. Vecería. Cosecha. *Quercus*. Climatología. Plagas.

### ADDITIONAL KEYWORDS

Forecasting. Montanera. Fluctuation. Mast. *Quercus*. Weather. Pests.

### RESUMEN

La bellota de los *Quercus* de la dehesa (*ilex*, *suber* y *faginea*) es un recurso alimenticio de alto valor para el cebo extensivo del cerdo Ibérico, muy valorado comercialmente. Su producción muy afectada por la vecería propia de los *Quercus* debe estimarse anualmente para ajustar con suficiente antelación las cargas ganaderas de unos cerdos que nacen 12 a 16 meses antes del comienzo de la montanera en la que se cebarán.

En este trabajo se revisan los diferentes métodos de estimación cualitativos o indirectos, basados en las condiciones climatológicas y en bioindicadores (floración y plagas); y los métodos cuantitativos o directos, basados en conteos visuales y en trampas para captura de bellotas. De acuerdo con las referencias, el método más precoz es el aeropalínológico con trampas Burkard® y los dos aspectos que más influyen en la fiabilidad de las estimaciones existentes son el momento de su realización y el tamaño de la muestra.

### SUMMARY

*Quercus* acorns (*Q. ilex*, *Q. suber* y *Q. faginea*) are a high value food resource for outdoor Iberian pigs in the dehesa, highly commercial valued. Acorn mast is influenced by several factors, specially a typical "year-on-year" variation in tree mass of *Quercus*. So every year is necessary to adjust stocking rates of pigs as soon as possible, because these are born 12 to 16

months before the *montanera* season when they are going to be fattened.

This paper reviews different methods to estimate acorn mast: qualitative or indirect methods, based on weather conditions and bio indicators (flowering and pests); and quantitative or direct methods, based on visual surveys and acorn traps. According with references, the most precocious method is the aeropalínological one with Burkard® traps and the two most influential factors on estimations reliability are date and size of sample.

### INTRODUCCIÓN

La estimación de la producción de bellotas es básica para valorar su impacto potencial sobre las dinámicas poblacionales de los animales silvestres y sobre la regeneración de los *Quercus* (Sullivan, 2001) ya que son muchas las especies domésticas y silvestres que durante el otoño y el invierno basan su dieta en las bellotas (Rodríguez-Estévez *et al.*, 2007).

Entre las especies animales usuarias de la dehesa, los cerdos de raza ibérica finalizados en régimen extensivo aprovechando las bellotas (montanera) de los *Quercus* de la dehesa (*Q. ilex*, *Q. suber* y *Q. faginea*)

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

Arch. Zootec. 57 (R): 29-38. 2008.

alcanzan el más alto valor económico de los productos de la dehesa; por ello, uno de los aspectos clave en la valoración de las montaneras es la determinación por anticipado de la producción de bellota y el ajuste de las cargas ganaderas, al objeto de que todos los cerdos introducidos en montanera puedan finalizar su ceba antes de consumir toda la bellota.

Existen métodos, como el de Navarro (2004), para determinar el número de árboles adultos por unidad de superficie, que es el principal factor condicionante de la producción de bellota (Martín Vicente *et al.*, 1998), y la producción media de bellota por encina (*Q. ilex*) se calcula en 8-14 kg/árbol (Rodríguez-Estévez *et al.*, 2007). Pero para concretar la carga ganadera para el engorde de cerdos en montanera se requiere más precisión, dado que las actuales exigencias de calidad (MAPA, 2001) obligan a una reposición mínima de 46 Kg en montanera, durante un tiempo mínimo de 2 meses y sin ninguna alimentación suplementaria.

La producción de bellota está condicionada por muchos factores, entre los que cabe destacar la vecería propia de los *Quercus* que proporciona ciclos productivos irregulares (Rodríguez-Estévez *et al.*, 2007), de forma que la producción de bellota por encina oscila entre 0,5 y 150 kg/árbol (García-Mozo *et al.*, 2007).

Tradicionalmente se ha recurrido a la experiencia de aforadores para la valoración de montaneras hacia el final del verano (Vázquez, 1998a); sin embargo actualmente se requieren métodos objetivos que adelanten lo más posible la fecha de predicción de las cosechas. Para ello hay variadas técnicas que permiten estimar la producción de bellotas; que se pueden dividir en dos grandes grupos (Vázquez, 1998b): a) métodos cualitativos o indirectos: basados en parámetros climáticos o basados en bioindicadores (plagas, ciclos, predadores, etc.); b) métodos cuantitativos: muestreos directos en la copa de los árboles, o sobre contenedores.

## ESTIMACIONES CUALITATIVAS O INDIRECTAS

### CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

Las condiciones climatológicas durante la floración sirven para predecir el resultado productivo de ésta (Koenig y Knops, 1995; Cecich, 1997; Vázquez, 1998b). Las temperaturas precedentes a la floración parecen ser el factor más influyente en la producción de polen de los *Quercus* (Andersen, 1980; Kämpylä, 1984; Silva *et al.*, 1999) y la temperatura primaveral es considerada el principal factor en la producción de bellota (Sharp y Sprague, 1967). Las heladas afectan a yemas, brotes, capullos y flores, y la duración del período de heladas influye en el momento de la floración (Sharp, 1958; Johson, 1994; Silva *et al.*, 1999; Masaka y Sato, 2002). Las bajas temperaturas tienen un efecto negativo en la fertilización (Sharp y Chisman, 1961; Sork *et al.*, 1993; Cecich y Sullivan, 1999). Pero también las altas temperaturas, la lluvia, las heladas, el granizo y la niebla son negativas para la supervivencia de las flores aunque sus efectos y los de la humedad relativa son difíciles de determinar y, en cualquier caso, dependen de la especie de *Quercus* (Cecich y Sullivan, 1999). Algunos de éstos fenómenos, como el número de días con granizada en las 4 semanas alrededor de la polinización están correlacionados negativamente con la supervivencia de las flores (Cecich, 1997; Cecich y Sullivan, 1999). Sin embargo, Masaka y Sato (2002) estiman que las temperaturas durante la floración sólo explican el 10-30% de las fluctuaciones de la producción de bellota de *Q. dentata*.

Además las condiciones climáticas del otoño-invierno, previos a la floración primaveral, condicionan la producción de flores de *Quercus* (Sharp y Chisman, 1961; Sork *et al.*, 1993; Koenig *et al.*, 1996; Masaka y Sato, 2002). Así, en los *Quercus* de California, en condiciones de clima mediterráneo, las temperaturas de septiembre y octubre

influyen en la formación de flores de la siguiente primavera; pero fundamentalmente la producción de bellotas depende de las precipitaciones del otoño; y la combinación de una temperatura suave con lluvia abundante aumenta la probabilidad de una alta floración (Sharp y Chisman, 1961; Koenig *et al.*, 1996); habiéndose encontrado también correlación entre la pluviometría de los dos años precedentes y la producción de bellota (Koenig y Knops, 1995); y de ésta con la pluviometría del año y las temperaturas del verano (Koenig y Knops, 2000). Por otro lado, en Extremadura se ha encontrado correlación entre las temperaturas de enero a mayo, la pluviometría de febrero a abril, y la fecha de la última helada, con la fenología de la floración y la concentración polínica de los *Quercus*, cuyo máximo se alcanza entre marzo y abril (Silva *et al.*, 1999); Además, en Sierra Morena (Córdoba) a lo largo de un estudio de 6 años se ha encontrado que las variables que más influyen positivamente sobre la producción de bellota son: 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). Sin embargo, en Andalucía, Martín Vicente *et al.* (1998) no encuentran ninguna correlación entre la cosecha de bellotas y la precipitación anual del año agrícola inmediatamente anterior (desde octubre del año precedente a septiembre del año de la cosecha o montanera).

## BIOINDICADORES

Algunas de las estimaciones basadas en bioindicadores se basan en la correlación existente en los *Quercus* entre el número de flores y la posterior producción de bellotas (Feret *et al.*, 1982; Cecich y Sullivan, 1999; Masaka y Sato, 2002; Fukumoto y Kajimura, 2005). La estimación del número de flores por árbol se debe hacer al final del período de floración, muestreando 4 ramillas terminales (el extremo que equivale aproximadamente a los últimos 25 g de ramilla) de diferentes posicio-

nes, sobre las que se recuenta el número de flores femeninas por gramo de ramilla (Knapp *et al.*, 2001).

Al tratarse de especies anemófilas, en las que la disponibilidad de polen influye mucho en la fructificación (Knapp *et al.*, 2001), se pueden emplear técnicas aeropalinológicas para la predicción de cosechas (Silva *et al.*, 1999; García-Mozo *et al.*, 2007); siendo el máximo nivel de polen diario registrado el factor que más influye en la cosecha final de bellota (García-Mozo *et al.*, 2007). Para el registro de los niveles de polen de *Quercus ilex* García-Mozo *et al.* (2007) utilizan el modelo de trampa Burkard® y siguen los procedimientos de muestreo de la Red Española de Aerobiología (Galán, 1998).

Knapp *et al.* (2001) establecen diferentes modelos de regresión múltiple para la producción de *Q. douglasii* a partir del número de flores por gramo de ramilla terminal, la humedad relativa media durante la floración y el número de árboles polinizadores en un radio de 60 m de los árboles muestreados; no obstante, estos modelos difieren entre años.

Díaz *et al.* (2003) encuentran una correlación negativa entre la asimetría de las hojas (diferencias de anchura y de número de espinas entre ambas mitades) y el número de flores fecundadas; e indican que en algunas poblaciones esta asimetría presenta una correlación positiva con el número de bellotas abortadas.

Sin embargo, otros autores indican que una gran cantidad de flores femeninas en primavera no asegura una cosecha abundante (Sharp, 1958; Feret *et al.*, 1982; Sork y Bramble, 1993; Cecich y Sullivan, 1999).

Por otra parte, también existe una relación directa entre el aumento de plagas de depredadores de flores y frutos y las cosechas (Sharp y Chisman, 1961; Sork *et al.*, 1993; Fukumoto y Kajimura, 2005), existiendo técnicas de muestreo visual que permiten determinar la abundancia de plagas (Yoo *et al.*, 2003; Díaz *et al.*, 2004). Entre las plagas que afectan a la producción de bello-

ta se encuentran los insectos defoliadores *Tortrix viridana*, *Lymantria dispar*, *Malacosoma neustria*, *Catocala nymphagoga*, *Ephesia nymphaea*, *Telases suberis*, *Lachnus roboris*, *Neuroteru* sp. y *Plagiotrochus* sp. (Romanyk y Cadahia, 1992; Vázquez, 1998c; Siscart *et al.*, 1999); y los del género *Curculio* que atacan la bellota (Pérez-Laorga, 1999), que son los únicos considerados por Vázquez *et al.* (1999) en su método para estimar la producción de bellota. Para *Q. ilex* se ha encontrado correlación entre el nivel de ataque por insectos de los brotes y el número de flores de éstos; pero esta correlación desaparece cuando se pasa del nivel del brote al nivel del árbol (Díaz *et al.*, 2004).

Larsen y Cecih (1997) proponen para *Q. alba* un modelo estocástico para estimar la supervivencia de flores fecundadas a lo largo de 3 periodos (mayo-junio, junio-julio y julio-septiembre) y su posterior maduración, que se basa en: el intervalo de cosechas abundantes (vecería), la presencia de plagas (*Membracidae* y gorgojos de las bellotas), la climatología en general y la humedad relativa durante la polinización, el número de tormentas fuertes y la sequía estival en particular. A su vez Sullivan (2001) elabora otro complejo modelo estocástico para el sur de Missouri a partir de: las condiciones climáticas (heladas, humedad y temperatura) durante la floración y el crecimiento de las bellotas, los factores reductores de la cosecha (granizo, viento, sequía e insectos), la densidad y el diámetro de la arboleda, la distribución de especies de *Quercus* y sus diferencias fenológicas.

#### LOS MÉTODOS INDIRECTOS EN LA DEHESA

Para la dehesa, las estimaciones obtenidas mediante estos métodos indirectos sólo permiten aproximaciones cualitativas de la producción de bellota: buena, mediana o mala para la dehesa (Vázquez, 1998b). De acuerdo con la Vázquez *et al.* (2000) la producción real (Pr) puede reducirse a un tercio de la producción potencial (Pp) por la in-

fluencia conjunta del estado ambiental (Ea) (clima y suelo), el estado de las plagas de las bellotas (Ep) y el estado sanitario de los árboles (Es); según la expresión  $Pr = Pp / [3 - ((1 - Ea) + (1 - Ep) + (1 - Es))]$ , donde Ea, Ep y Es se expresan en tanto por 1 (Ej. Ep = 0,1 equivale a una incidencia de las plagas de las bellotas del 10%).

Algunas de estas técnicas (Espárrago *et al.*, 1992a) proporcionan estimaciones fiables en julio y agosto; y con ciertos matices podrían utilizarse también para la encina (*Q. ilex*) en junio considerando las flores fecundadas que existen, así como ocasionalmente para el alcornoque (*Q. suber*) cuando las primaveras se adelantan (Johnson, 1994; Koenig *et al.*, 1994a).

La ley de la dehesa de Extremadura (Junta de Extremadura, 1986) recoge un modelo de carga ganadera llamado *índice de potencialidad productiva del aprovechamiento ganadero extensivo de cada dehesa* que está basado en un *índice edafoclimático* multiplicado por un *factor de corrección del arbolado de Quercus* (K), basado en el *Índice de Potencialidad Productiva de la Dehesa* de Jiménez Mozo (1986); donde  $K = 1 + (Z \cdot B / 100)$ , Z es un índice de zonalidad con 4 categorías de producción frutera previamente establecidas en función del término municipal y B es un índice de área basimétrica (definido como la superficie ocupada por la proyección de las secciones normales de los árboles en relación con la superficie del rodal; m<sup>2</sup>/ha); los valores de las categorías Z y B se muestran en la **tabla I**. Este método cuenta con muy poca precisión y sólo ha sido contrastado en 7 localidades (Bravo, 1989); además el único de los factores de variación de la producción de bellota (Rodríguez-Estévez *et al.*, 2007) que contempla es el área basimétrica y no tiene en cuenta la vecería.

#### ESTIMACIONES CUANTITATIVAS O DIRECTAS

Para la estimación directa, de la produc-

## ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BELLOTA EN LA DEHESA

ción de bellotas, se han sido desarrollados diferentes métodos basados en el muestreo de éstas en los árboles.

### MÉTODOS VISUALES

Existen métodos visuales cualitativos que basan la estimación en el establecimiento de categorías de densidad de bellotas, en los que se deben utilizar menos de seis categorías para evitar errores (Perry y Thill, 1999). Por ejemplo, el método cualitativo de Johnson (1994), adaptado del de Sharp (1958), se basa en el conteo a contraluz, y mediante prismáticos, del número medio de bellotas localizables en las últimas 24 pulgadas (61 cm) de las ramas sanas situadas en el tercio superior de la copa. A partir del

número medio de bellotas por rama se obtiene una estimación dentro de 4 categorías de producción (excelente, buena, regular y pobre) que se deben ajustar para cada especie, permitiendo identificar el nivel de producción de cada árbol.

Más complejo es el método de Espárrago *et al.* (1992a) desarrollado para la dehesa española, que se basa en el recuento de frutos inmaduros, proporcionando una *producción potencial* (Pp). Se realizan un mínimo de 50 recuentos por árbol, considerando la estructura de la copa del árbol (altura y radio). Para los recuentos se realiza un muestreo por toda la superficie visible de la copa del árbol con un marco de 20x20 cm. Posteriormente este método fue modificado por Vázquez (1998c), de forma que todos los árboles seleccionados se les mide la altura y dimensiones de la copa y se muestrean sistemáticamente por la superficie externa; aplicando la siguiente fórmula:  $Pp (kg) = 1,41 \times M \times R$  (donde M es la media de bellotas contadas en los muestreos y R es el radio de la copa del árbol); que pasa a ser:  $Pp = 2,313 \times M \times R$  cuando el radio coincide con la altura de la copa. Multiplicando la producción potencial por el cociente del número de árboles productores entre el número de árboles muestreados se obtiene la *producción corregida*, que multiplicada por el factor de presencia e incidencia de melazo o *Curculio sp.* (1 sin incidencia, 0,9 incidencia del 10%, 0,8 incidencia del 20%, etc.) da la *producción valorada*; la *producción final* se obtiene considerando el efecto del clima y el de los fitófagos que atacan las semillas en verano y principios del otoño (Vázquez *et al.*, 1999). Otra modificación del mismo método es la propuesta por Vázquez (1998b) para cuando altura (H) y radio (R) no coinciden  $Pp = 2,313 \times R \times M(H/R)$ .

La técnica de Koenig *et al.* (1994) desarrollada para *Quercus californianos*, es la más simple y se basa en el muestreo de frutos inmaduros mediante recuento en el árbol del número de bellotas a lo largo de 15

**Tabla I.** Valores de los índices de zonalidad y de área basimétrica para el factor de corrección por arbolado del índice de potencialidad productiva de la dehesa extremeña. (Zonal and basal area index used for the tree correction factor in the productive potential index for Extremadura grasslands).

Índice de zonalidad	
Categorías	Valores
Sin árboles	0
En zona 1 de <i>Q. ilex</i>	0,3
En zona 2 de <i>Q. ilex</i>	0,15
En zona 3 de <i>Q. ilex</i>	0,05
Con <i>Q. suber</i>	0,15
Índice de área basimétrica (m <sup>2</sup> /ha)	
Categorías	Valores
Zona de encinas	
>9	100
6-9	75
3.5-6	50
1-3.5	25
<1	0
Zona de alcornoques	
>12	0
9-12	25
6-9	50
3-6	25
<3	0

segundos (s) por dos personas. A partir de la media obtenida por los observadores (M) se establece una función que calcula el número de bellotas que tiene el árbol (número de bellotas =  $\log(M+1)$ ). Perry y Thill (1999) al comparar cinco métodos de muestreo visual encuentran que el método de Koenig es el más eficaz.

García-Mozo *et al.*, 2007 proponen el *método de 15 s* como modificación del método de Koenig *et al.* (1994), que genera el *valor de 15 s* consistente en la media del recuento de bellotas de la copa que realizan dos observadores en 15 s y el *método de 1 minuto* que funciona de la misma forma pero durante 1 m; indicando que el *método de 15 s* es el más apropiado de los métodos de estimación visual.

#### MÉTODOS DE CAPTURA

La técnica de Zulueta y Montoto (1992) se basa en la captura de las bellotas y sus cúpulas en trampas de 50 x 50 cm situadas aleatoriamente bajo las copas, extrapolando los datos a toda la superficie cubierta por la copa. Este método permite estimaciones de número, peso y pérdidas, a partir de las cúpulas cosechadas, cuyo número siempre es mayor que el de bellotas capturadas (Zulueta y Cañellas, 1989). Similar es el trampeo de Greenberg y Parresol (2000), que proponen un número de trampas proporcional al área basal del árbol (de 2 a 14 por árbol, con una media de 4,1 trampas por árbol).

Aunque en los muestreos visuales puede influir la pericia del observador, Perry y Thill (1999) indican que éstos son más efectivos que los basados en trampas, pues éstas están expuestas a la predación por fauna silvestre. Ésta predación, que se estima en un 4,6% para *Q. suber*, puede ser calculada a partir de la diferencia entre número de cúpulas y bellotas (Zulueta y Cañellas, 1989). Para evitar la extracción y predación de bellotas con cúpula, las trampas se pueden cubrir con tela metálica de *gallinero* a la que se da cierta concavidad, comprobando que con ello las bellotas que

al caer golpean en los alambres de la tela caen siempre dentro (Zulueta y Cañellas, 1989).

Zulueta y Cañellas (1989) proponen que antes de la estimación con trampas se haga una clasificación visual de árboles en un rango de producción de 1 a 3, de tal forma que las diferencias de producción sean de unas 3 veces entre rango y rango, para que se coloquen trampas en árboles de cada rango.

#### TAMAÑO DE MUESTRA

En estas estimaciones, el tamaño de la muestra es uno de los aspectos más importantes a considerar, teniendo en cuenta que hay muchas variaciones de un árbol a otro. El tamaño de muestra dependerá de la proporción de árboles fruteros, el margen de error y el nivel de confianza admitido. Greenberg y Parresol (2000), tras estudiar 5 especies de *Quercus*, indican que el tamaño de muestra requerido es mayor en los años de cosecha media (164 árboles muestreados para un 5 por ciento de margen de error y un nivel de confianza del 80 por ciento, cuando fructifica el 50 por ciento de los árboles) que en los años de cosecha escasa o abundante (59 árboles muestreados cuando fructifica tanto el 10 como el 90 por ciento de los árboles). Vázquez *et al.* (1993) indican que para que exista precisión al estimar la producción media de bellota de una zona de encinar se necesitan más de 25-50 árboles muestreados. Zulueta y Montoto (1992) proponen una intensidad de muestreo del 2.25%; y Vázquez *et al.* (2000) propone una fórmula para ajustar al 95% el nivel de confianza del aforo de bellotas de un área considerando el número de árboles que se deben muestrear dependiendo de la superficie de la masa, bosque o dehesa y de su densidad de árboles por hectárea, mediante un muestreo de tipo estratificado.

Greenberg (2000) propone la estimación a partir de la identificación y seguimiento de los árboles más productivos mediante el método de Healy *et al.* (1999), para lo que se

## ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BELLOTA EN LA DEHESA

requieren tres años de seguimiento individual de todos los árboles, durante los cuales es posible llegar a localizar el 87% de los fruteros; aunque Johnson (1994) indica que basta con un año de prospección si éste coincide con una cosecha muy buena. Una vez identificados los árboles fruteros el cálculo anual de su producción se haría mediante métodos visuales o trampas. El método para calcular el tamaño de muestra propuesto por Vázquez *et al.* (1999), que es mucho más complejo, es de tipo estratificado y considera el criterio de la fijación óptima que se basa en los costes y se ajusta a la siguiente fórmula:  $nh = \frac{(N_h Sh 1/\sqrt{Ch})}{(\sum W_h Sh 1/\sqrt{Ch})} n$ ; donde  $N_h$  es el número de unidades de cada estrato o comarca a muestrear,  $Sh$  es la cuasivarianza de cada estrato,  $W_h$  es la ponderación  $N_h/N$  de cada estrato,  $N$  es el número total de unidades de la población global,  $Ch$  es el coste de cada estrato expresado en tanto por 1,  $n$  es el número total de muestra en la población a estudiar y  $nh$  es el número total de muestra en cada estrato.

Una vez se estiman las producciones finales del árbol medio, es posible determinar la producción media por hectárea, de la masa de arbolado aforado o muestreado.

### DISCUSIÓN

Con los métodos cualitativos, se puede estimar la cosecha aproximada de bellotas para montanera con una antelación superior a los 8 meses; y con los métodos cuantitativos, las estimas más precisas, se pueden hacer antes de los 4-5 meses, en mayo-junio (Vázquez, 1998b). Normalmente los cerdos de raza Ibérica destinados a su cebo en montanera nacen 14-18 meses antes del comienzo de ésta y comienzan a prepararse

para la misma antes de alcanzar los 40 kg, racionándolos para que entren a montanera con un peso inferior a 100 kg y se aproveche su crecimiento compensatorio durante ésta. A diferencia de los anteriores, los cerdos Ibéricos no destinados a la montanera se sacrifican con alrededor de 10 meses de edad. Por tanto sería necesario poder predecir la producción de bellota cuanto antes, y si fuera posible durante la floración, en marzo-abril, para calcular las cargas ganaderas posibles, adecuar la preparación y decidir el destino de los cerdos disponibles (Vázquez, 1998b). En este sentido el método aeropalínológico con trampas Burkard® de García-Mozo *et al.* (2007) resulta el más sencillo y precoz. En cualquier caso, es difícil predecir con fiabilidad la producción de bellota muchas semanas antes de su maduración (Cecich, 1993; Koenig *et al.*, 1994a), teniendo en cuenta que: una severa sequía estival puede reducir la cantidad de bellota (Sork *et al.*, 1993), las plagas de *Curculio* y *Cydia* pueden provocar la caída de bellotas próximas a su madurez (Vázquez, 1998a; Siscart *et al.*, 1999) y las lluvias intensas y heladas tempranas (<-2°C) de septiembre a octubre producen la caída de bellotas inmaduras (Vázquez, 1998a).

Otro aspecto que habrá que tener en cuenta, es la variación de peso para las bellotas entre ejemplares de una misma especie (Ramírez Lozano y Gómez Castro, 1982) y que éstas pueden variar su peso hasta en un 30 % dependiendo de las condiciones ambientales en las que se ha desarrollado el fruto (Vázquez *et al.*, 2001). Por consiguiente a la hora de estimar la producción de bellotas debería de considerarse además de su número, su peso (Rodríguez-Estévez *et al.*, 2008).

### BIBLIOGRAFÍA

- Andersen, S.T. 1980. Influence of climatic variation on pollen season severity in wind-pollinated trees and herbs. *Grana*, 19: 47-52.
- Bravo, F. 1989. Estudio silvopastoral de la dehesa boyal de Alía (Cáceres). *Ecología*, 3: 107-115.
- Cecich, R.A. 1993. Flowering and oak regene-

- ration. In: Proceedings of Oak Regeneration: Serious Problems, Practical Recommendations. 8-10 Sept. 1992. Knoxville. Tenn. Loftis, D.L. and McGee, C.E. (eds.). For. Serv. Gen. Tech. Rep. N° SE-84. p. 79-95.
- Cecich, R.A. 1997. The influence of weather on pollination and acorn production. In: Proceedings of the 11<sup>th</sup> Central Hardwood Forest Conference, 23-26 Marzo 1997. Columbia. Mo. Pallardy, S.R., Cecich, R.A., Garrett, H.E. and Johnson, P.S. (eds.). USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. GTR-NC-188. p. 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 vetulina*. *Can. J. For. Res./Rev. Can. Rech. For.*, 29: 1817-1823.
- Díaz, M., A.P. Møller and F.J. Pulido. 2003. Fruit abortion, developmental selection and developmental stability in *Quercus ilex*. *Oecologia*, 135: 378-385.
- Díaz M., F.J. Pulido and A.P. Møller. 2004. Herbivore effects on developmental instability and fecundity of holm oaks. *Oecologia*, 139: 224-234.
- Espárrago, F., A. Burzaco, M.C. Pérez y F.M. Vázquez. 1992a. Métodos de aforo en la producción de *Quercus rotundifolia* Lam. I Jornadas del Cerdo Ibérico. Zafra, Badajoz.
- Espárrago, F., F.M. Vázquez y M.C. Pérez. 1992b. Métodos de aforo de la montanera de *Quercus rotundifolia* Lam. II Coloquio sobre el Cerdo Mediterráneo. Badajoz (España)-Elvas (Portugal) p: 55.
- Feret, P.P., R.E. Kreh, S.A. Merkle and R.G. Oderwald. 1982. Flower abundance, premature acorn abscission, and acorn production in *Quercus alba* L. *Bot. Gaz.*, 143: 216-218.
- Fukamoto, H. and H. Kajimura. 2005. Cumulative effects of mortality on reproductive output in two c-occurring *Quercus* species: which mortality factors most strongly reduce reproductive potential. *Can. J. Bot.*, 83: 1151-1158.
- Galán, C. 1998. Introducción. *REA*, 3: 5-6.
- García-Mozo, H., M.T. Gómez-Casero, E. Domínguez y C. Galán. 2007. Influence of pollen emission and weather-related factors on variations in hom-oak (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) acorn production. *Environ. Exp. Bot.* (20079, doi. 10.1016/j.envexpbot. 2007.02.009).
- Greenberg, C.H. 2000. Individual variation in acorn production by five species of Southern Appalachian oaks. *Forest Ecol. Manag.*, 132: 199-210.
- Greenberg, C.H. and B.R. Parresol. 2000. Acorn production characteristics of Southern Appalachian oaks: A simple method to predict within-year crop size. Res. Pap. SRS-20. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 16 p.
- Healy, W.M., A.M. Lewis and E.F. Boose. 1999. Variation of red oak acorn production. *Forest Ecol. Manag.*, 116: 1-11.
- Jiménez Mozo, J. 1986. Una aproximación metodológica de un sistema de evaluación de la productividad potencial de un territorio de dehesa del Suroeste peninsular. En: Conservación y desarrollo de las dehesas portuguesa y española. Campos y Martín coord. MAPYA. Madrid. p. 51-86.
- Johnson, P.S. 1994. How to manage oak forests for acorn production. *Technical Brief*, 1.
- Junta de Extremadura. 1986. Ley 1/1986, de 2 de mayo, sobre la dehesa en Extremadura. D.O. Extremadura 40, suplemento.
- Käpylä, M. 1984. Diurnal variation of tree pollen in the air in Finland. *Grana*, 23: 167-176.
- Knapp, E.E., M.A. Goedde and K.J. Rice. 2001. Pollen-limited reproduction in blue oak: implications for wind pollination in fragmented populations. *Oecologia*, 128: 48-55.
- Koenig, W.D., J.M.H. Knops, W.J. Carmen, M. Stanback and R.L. Mumme. 1994a. Estimating acorn crops using visual surveys. *Can. J. For. Res.*, 24: 2105-2112.
- Koenig, W.D. and J. Knops. 1995. Why do oaks produce boom-and-bust seed crops?. *Calif. Agr.*, 49: 7-12.
- 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.
- Koenig, W.D. and J.M.H. Knops. 2000. Patterns of annual seed production by northern hemisphere trees: A global perspective. *Am. Nat.*, 155: 59-69.
- Larsen, D.R. and R.A. Cecich. 1997. Model of white oak flower survival and maturation. Proceedings of the 11<sup>th</sup> Central Hardwood Forest

## ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BELLOTA EN LA DEHESA

- Conference, 23-26 Marzo 1997. Columbia. Mo. Pallardy, S.R., Cecich, R.A., Garrett, H. E. and Johnson, P.S. (eds.). USDA for Serv. Gen. Tech. Rep. GTR-NC-188. p. 262-268.
- 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 nº 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.
- Masaka, K. and H. Sato. 2002. Acorn production by Kashiwa oak in a coastal forest under fluctuating weather conditions. *Can. J. For. Res.*, 32: 9-15.
- Navarro, R.M. 2004. Un ejemplo concreto: Evaluación de daños de Seca en Andalucía. 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. p. 339-359.
- 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.
- Perry, R.W. and R.E. Thill. 1999. Estimating mast production: an evaluation of visual surveys and comparison with seed traps using white oaks. *Sout. J. Appl. For.*, 23: 164-169.
- 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.
- Rodríguez-Estévez, V., A. García Martínez, J.M. Perea Muñoz, C. Mata Moreno y A.G. Gómez Castro. 2007. Producción de bellota en la dehesa: factores influyentes. *Arch. Zootec.*, 56 (R): 25-43.
- Rodríguez-Estévez, V., A. García Martínez, C. Mata Moreno, J.M. Perea Muñoz y A.G. Gómez Castro. 2008. Dimensiones y características nutritivas de las bellotas de los *Quercus* de la dehesa. *Arch. Zootec.* 57 (R): 1-12.
- Romanyk, N. y D. Cadahia. 1992. Plagas de insectos en las masas forestales españolas. Colección Técnica ICONA. MAPA. Madrid. 272 p.
- 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. 22 p.
- Sharp, W.N. and H.H. Chisman. 1961. Flowering and fruiting in the white oaks. I. Staminate flowering through pollen dispersal. *Ecology*, 42: 365-372.
- Silva, I., A.F. Muñoz, R. Tormo and L. Olea. 1999. Study incidente of meteorological parameters on the flowering of *Quercus* by means of its pollen production. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 39: 277-281.
- 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. p. 75-87.
- Sork, V.L. and J.E. Bramble. 1993. Prediction of acorn crops in the three species of North American oaks: *Quercus alba*, *Q. rubra*, and *Q. velutina*. *Ann. Sci. Forest.*, 50 (suppl.): 128-136
- 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.
- Sullivan, N.H. 2001. An algorithm for a landscape level model of mast production. Columbia, MO: University of Missouri. 293 p. Consultado en marzo 2006 en: [http://www.snr.missouri.edu/sullivan/dis\\_direct.html](http://www.snr.missouri.edu/sullivan/dis_direct.html).
- Vázquez, F.M. 1998a. Semillas de *Quercus*: biología, ecología y manejo. Consejería de Agricultura y Comercio. Junta de Extremadura. Badajoz. 211 p.
- 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., 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 Pérez y S. Ramos Maqueda. 2000. Valoración de montaneras:

RODRÍGUEZ-ESTÉVEZ *ET AL.*

- producción frutal y evolución de la calidad. En: II Jornadas El cerdo Ibérico y sus productos. Ed. Estación Tecnológica de la Carne de Castilla y León. Consejería de Agricultura y Ganadería, Junta de Castilla y León. Salamanca. p. 15-32.
- Vázquez, F., E. Doncel y S. Ramos. 2001. Variaciones de calidad en la bellota. *Sólo Cerdo Ibérico*, 6: 75-80.
- 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.
- Yoo, H.J.S., A. Stewart-Oaten and W.W. Murdoch. 2003. Converting visual census data into absolute abundance estimates: a method for calibrating timed counts of a sedentary insect population. *Ecol. Entomol.*, 28: 490-499.
- Zulueta, J. e I. Cañellas. 1989. Método para estimar la producción real de bellota en un alcornoque. *Scientia Gerundensis*, 15: 115-119.
- Zulueta, J. y J.L. Montoto. 1992. Efectos de la temperatura y humedad en la germinación de bellota de encina (*Quercus ilex* L.) y alcornoque (*Quercus suber* L.). *Invest. Agrar. Sist. Recur. For.*, 1: 65-71.