



5º CONGRESO FORESTAL  
ESPAÑOL

# 5º Congreso Forestal Español

Montes y sociedad: Saber qué hacer.

---

REF.: 5CFE01-161

Editores: S.E.C.F. - Junta de Castilla y León  
Ávila, 21 a 25 de septiembre de 2009  
ISBN: 978-84-936854-6-1  
© Sociedad Española de Ciencias Forestales

## Validación del método de conteos visuales para la cuantificación de la producción de bellota en dehesas de encina (*Quercus ilex* ssp. *ballota*).

CAREVIC VERGARA, F.S.<sup>1</sup>., ALEJANO MONGE, R.<sup>1</sup>., FERNÁNDEZ MARTÍNEZ, M.<sup>1</sup>. y MARTÍN PÉREZ, D.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Agroforestales. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Huelva. Campus La Rábida 21819. Palos de la Frontera, Huelva, España.

\*correo electrónico: [ralejano@uhu.es](mailto:ralejano@uhu.es)

### Resumen

El presente trabajo pretende validar para *Quercus ilex* ssp. *ballota* el método descrito por KOENIG et al. (1994) para la cuantificación de la producción de bellota en *Quercus* californianos. Este método se aplica en dos dehesas de la provincia de Huelva durante los períodos de diseminación 2007-2008 y 2008-2009. En estas parcelas se seleccionaron un total de 36 árboles para el diseño experimental. A finales de septiembre de 2007 y 2008 se realizaron los conteos visuales de bellota siguiendo el método de KOENIG et al. (1994) y, en los mismos árboles, se cuantificó la producción de bellota mediante el método de contenedores ubicados bajo la copa de cada árbol dispuestos en cada una de las cuatro orientaciones cardinales, recogiendo el contenido quincenalmente a lo largo de la montanera (de octubre a enero). Las asociaciones entre ambos métodos de conteos se estimaron mediante regresiones lineales y correlaciones. Los resultados muestran una significativa relación entre ambos métodos ( $R^2=0,54$ ). El método de conteo visual aquí utilizado es uno de los más sencillos y precisos descritos, pero no está claramente contrastada la transformación de los datos del conteo en producción de bellota por árbol. Un modelo que permita esta transformación convertiría a este método en el más recomendado para su uso.

### Palabras clave:

Bellotas, encina, método visual de estimación de producción de bellotas, dehesa.

### 1.Introducción

Las dehesas constituyen sistemas agrosilvopastorales creados por el hombre extendidos a lo largo de España peninsular. En la Comunidad Autónoma de Andalucía abarcan una superficie aproximada de 1.258.475 ha y los usos sistemáticos más notorios son de índole agrícola, pastoral y forestal (JOFFRE et al., 1999; PLIENINGER et al., 2004). Las principales especies arbóreas que los integran pertenecen al género *Quercus*, siendo los más frecuentes en el suroeste español *Quercus ilex* ssp. *ballota* y *Quercus suber* L.. La cuantificación de producción de frutos es en general un componente integral en el análisis de estos ecosistemas forestales, puesto que su abundancia posee un rol fundamental en la regeneración de la especie y en la vida silvestre que desarrolla sus hábitos alimentarios en torno al vegetal (PERRY & THILL, 2003). Pero la producción de bellota en dehesas juega también un papel económico primordial al ser la principal fuente alimenticia para la cría del cerdo ibérico, cuyos productos poseen gran influencia en la economía local desde el punto de vista gastronómico, ya que representan el 88% del porcino extensivo andaluz (GEA-IZQUIERDO et al., 2006; JUNTA DE ANDALUCÍA, 2008). En el caso de las dehesas, la falta de regeneración natural es uno de los principales problemas, que impiden la sustentabilidad a largo término (MARTÍN-VICENTE et al., 1998; RAMÍREZ & DÍAZ, 2008). Esta falta de regeneración puede deberse a diversas razones, una de las más importantes ha sido la escasa atención que se ha prestado a la renovación de las masas debido



al carácter agrosilvopastoral del sistema que ha llevado a dar un papel preponderante a la ganadería, olvidando favorecer la regeneración mediante acotados al pastoreo.

Son numerosos los estudios realizados para cuantificar la producción de bellota en distintas zonas del mundo en especies del género *Quercus*, como en Norteamérica (KOENIG et al., 1994<sup>a</sup>), Asia (SHIMADA & SAITOH, 2006) o España (ALEJANO et al., 2008). Todos estos estudios coinciden en que existe una amplia variabilidad de producción entre años, entre especies e incluso dentro de la misma especie (KOENIG et al., 1994<sup>a</sup>; CARBONERO et al., 2002). Los métodos de estimación de producción de bellota pueden ser de dos tipos: por un lado los indirectos, según el Manual de Ordenación de Montes de Andalucía (2004), los cuales están basados en la reposición conseguida por el ganado porcino en años anteriores para estimar la bellota que se ha producido y comido el ganado, o bien mediante estudios de registradores polínicos. Por otro lado los denominados métodos directos, en los cuales pueden incluirse los conteos visuales en árbol y los métodos de recogida en trampas o contenedores. Esta última metodología consiste en disponer contenedores bajo la copa del árbol, el cual permite la cuantificación de bellotas por superficie (VÁZQUEZ, 1998; RODRÍGUEZ-ESTÉVEZ et al., 2008). La mayoría de los estudios llevados a cabo sobre cuantificación de bellotas, especialmente en España, han aplicado esta técnica puesto que resulta de una gran efectividad para estimar tasas reproductivas de la especie, período de caída del fruto o presencia de plagas (ZULUETA & CAÑELLAS, 1989). A pesar de esto, es señalada como una metodología de gran costo económico por la necesidad de diseñar, mantener en el sitio y revisar periódicamente los contenedores (PERRY & THILL, 1999).

El método de conteos visuales propuesto por GRAVES (1980) y modificado por KOENIG et al. (1994<sup>b</sup>), consiste en evaluar las tendencias de producción mediante el conteo directo de bellotas en la copa del árbol en un período de tiempo determinado antes de la diseminación. Anteriormente ha sido un método utilizado en diversos estudios relativos a la influencia del polen en la producción (GARCÍA-MOZO et al., 2007), comparación de tratamientos silvícolas y su efecto en la producción de bellotas (PERRY & THILL, 2003) o análisis de sincronía reproductiva de especies *Quercus* americanos (LIEBHOLD et al., 2004). El método de los conteos visuales, se realiza con menos costes, aunque sólo puede ser utilizado para comparar cosechas o para obtener valores relativos de éstas (GREENBERG & WARBURTON, 2007), puesto que al desconocer la superficie de copa muestreada en los conteos, no se puede estimar producción global por árbol o por unidad de superficie, medidas estándar utilizadas para cuantificar las cosechas. Este método cuantifica la bellota antes de caer, por lo que se incluye en la estimación el número que puede desaparecer por predación cuando el fruto aún está en el árbol; además es un estimador predictivo de la cuantificación de la cosecha del árbol, ya que los conteos pueden realizarse desde el verano, o incluso con anterioridad, dependiendo del momento en que las bellotas pueden distinguirse en el árbol (GREENBERG & PARRESOL, 2002).

Si se consigue obtener un modelo aplicable a las dehesas que transforme los valores relativos de producción de bellota obtenidos en los conteos visuales en valores absolutos de producción de bellota por árbol o por unidad de superficie, este método se convertiría en el más recomendable para la estimación de cosechas, por su menor coste, mayor facilidad en su aplicación y la posibilidad de aplicarlo a muestras de árboles mucho más grandes.

## 2. Objetivo

El objetivo principal del presente estudio fue comparar el método de estimación visual de la producción de bellota descrito por KOENIG et al (1994<sup>b</sup>) con el método de

recogida en contenedores en dos parcelas de la Provincia de Huelva, y tratar de buscar un modelo que permita transformar los datos obtenidos en los conteos visuales en producción real por árbol o por unidad de superficie.

### 3. Metodología

#### *Sitios de estudio.*

La zona de estudio está ubicada en la provincia de Huelva, suroeste de España, donde se establecieron dos parcelas experimentales: la primera se replanteó en la finca “El Campillo”, Término Municipal San Bartolomé de la Torre, en adelante SB, con una dimensión de 2,7 hectáreas y densidad de 36 pies/ha. La segunda zona de estudio se ubicó en la finca Huerto Ramírez (HR), en el término municipal de Villanueva de los Castillejos y posee un área de 2,8 hectáreas con una densidad de la arboleda de 69 pies/ha. Las zonas de estudio poseen características típicas del clima mediterráneo con influencia oceánica, caracterizándose por inviernos suaves y húmedos y veranos secos. La temperatura media anual es cercana a 18,6 °C en SB y de 18,2 °C en HR. Ambas parcelas están dominadas exclusivamente por individuos de *Q. ilex* ssp. *ballota*, mientras que el subpiso, muy determinado por los tratamientos de suelo, está compuesta predominantemente por especies herbáceas, y matorral de *Cistus ladanifer*.

#### *Estimación de la producción de bellotas por el método de los contenedores*

La producción de bellotas (PB) fue estimada mediante la colocación de 4 contenedores de goma negra, con 0,45 cm. de diámetro en la parte superior, en cada una de las cuatro orientaciones bajo la copa del árbol, y a una distancia del fuste de  $\frac{3}{4}$  del radio de copa. La recolección de muestras se realizó quincenalmente entre los meses de Octubre a Enero durante dos períodos de diseminación (2006/2007 y 2007/2008). Los contenedores fueron adheridos al suelo mediante clavos para prevenir la remoción por animales silvestres.

Un total de 16 árboles fueron seleccionados en SB (muestreo estratificado por clase diamétrica), mientras que en HR estimamos la producción de bellotas en 18 árboles (muestreo estratificado por clase diamétrica). Una vez realizada la recolección en campo, las bellotas fueron transportadas al laboratorio donde eran contadas y pesadas utilizando una balanza de precisión para obtener el valor de su peso fresco. La producción de bellota se estimó en gramos de peso fresco de muestra (g FM/m<sup>2</sup>). De forma paralela se estimó el contenido de humedad de bellota por fecha y año, para poder transformar los pesos frescos en pesos secos.

#### *Estimación visual de bellotas*

Los conteos visuales (CV) se realizaron en ambas parcelas los períodos de 2007/2008 y 2008/2009 en un total de 54 árboles en HR (18 de los cuales eran los seleccionados para PB mediante contenedores) y 34 en SB (16 incluidos en PB mediante contenedores). Los conteos deben realizarse por regla general, antes de la caída de bellota, ante lo cual las fechas de estimación del presente estudio se desarrollaron durante la última semana de Septiembre el primer año y durante la primera semana de Octubre al año siguiente, antes de la caída del fruto. Se trabajó sobre la base de bellotas sanas. Cada árbol fue evaluado siguiendo el método de KOENIG et al. (1994<sup>b</sup>). Para este propósito, dos observadores seleccionaron al azar una orientación de la copa de cada árbol y procedieron a contar durante 15 segundos todas las bellotas maduras que podían ver en la copa (para este proceso los observadores pueden utilizar prismáticos). Los resultados eran anotados en estadillos por una tercera persona, que además cronometraba los tiempos. Los valores obtenidos por ambos observadores fueron

posteriormente sumados, obteniendo así la bellota contada en 30', siendo este estimador el más adecuado en nuestro estudio.

Los árboles evaluados eran a la vez clasificados en categorías cualitativas siguiendo la escala modificada de WHITEHEAD (1969) originalmente confeccionada con valores de 1 a 4, aunque nuestro estudio contempló una escala desde 0 a 4 según cantidad de bellotas visualizadas por los dos observadores. Los conteos durante el estudio fueron realizados los dos años por los mismos observadores a fin de evitar sesgos en las estimaciones (GRAVES, 1980).

### *Análisis estadístico*

Para la evaluación de posibles relaciones entre PB y CV utilizamos análisis de regresión, previa transformación ( $\ln(x+1)$ ) para incrementar la linealidad y reducir la correlación entre la media y la varianza de los datos (KOENIG et al., 1994<sup>b</sup>). Asimismo el contraste Durbin-Watson se aplicó para detectar posible autocorrelación de variables. Valores cercanos a 2 indican independencia de variables, valores mayores a 2,5 indican la presencia de correlación negativa y valores menores a 1,5 indican generalmente la presencia de correlación positiva entre las variables (OTT & LONGNECKER, 2001). Todos los cálculos estadísticos fueron llevados a cabo utilizando el software SPSS 14.0.

## 4. Resultados

La comparación entre los resultados de producción de bellota obtenidos mediante los dos métodos analizados (contenedores y conteos visuales) (Figura 1) muestra una correlación significativa ( $F= 82,26$ ,  $p<0,000$ , Coeficiente Durbin-Watson: 1,58).

Asimismo la tendencia de los residuos a desviarse de lo esperado mostró un incremento cuando muchas bellotas fueron contadas, y en menor medida cuando pocas bellotas fueron visualizadas (Figura 2). La regresión derivada del método visual de Whitehead con PB en contenedores presentó igualmente una relación significativa, aunque la correlación fue mucho menor ( $y = 0,33x + 1,23$ ;  $R^2=0,33$ ,  $F= 33,48$ ,  $p<0,000$ ).

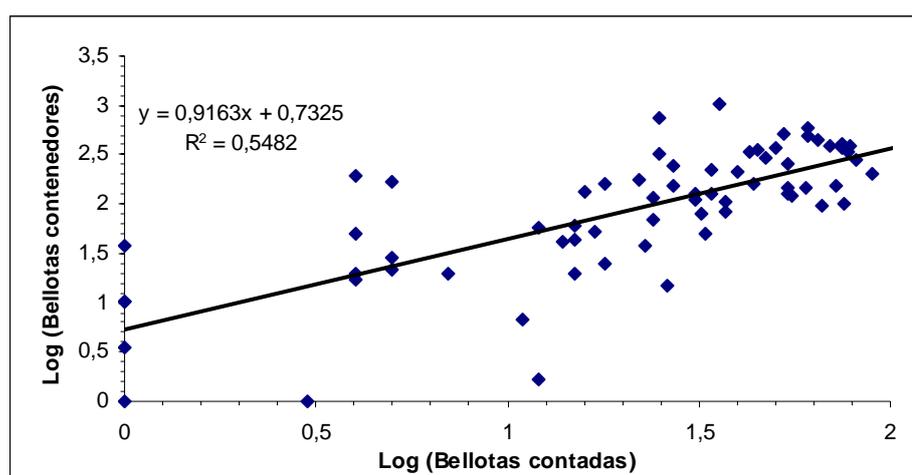


Figura 1. Relación entre número de bellotas contadas visualmente y gramos de peso fresco de bellota recogida mediante contenedores en ambas parcelas durante el período de estudio. Ambas variables fueron log transformadas.

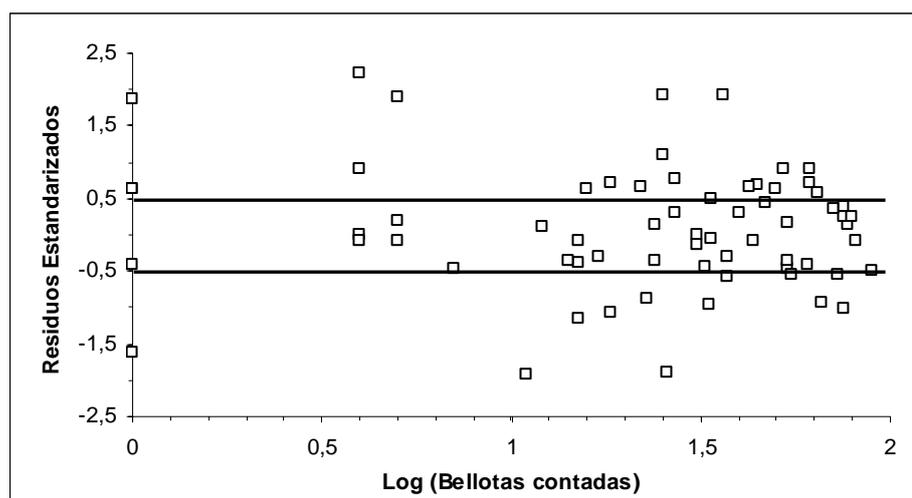


Figura 2. Gráfico de residuos estandarizados correspondiente a la regresión de los parámetros bellota contada visualmente y peso de bellota estimada mediante contenedores. Valores ubicados dentro del rango  $-0,5$  y  $0,5$  se ajustan a lo esperado.

## 5. Discusión

La estimación visual de bellotas suele ser un indicador que no otorga la facultad de transformar directamente datos estimados visualmente en producción por árbol, no obstante es un estimador que conlleva una aproximación del rendimiento de la cosecha de dicho árbol mediante la ecuación de regresión obtenida entre conteos visuales y producción de bellota estimada mediante contenedores (KOENIG et al., 1994<sup>b</sup>). En recientes investigaciones que comparan el método de contenedores y el de conteos visuales en especies de *Quercus* de Norteamérica, se hallaron correlaciones positivas entre ambos, por lo que los conteos visuales se pueden considerar una buena aproximación a la producción real del árbol (KOENIG et al., 1994<sup>b</sup>; PERRY & THILL, 1999).

En nuestro estudio ambas variables no presentaron autocorrelación, hecho deducido del valor otorgado por el coeficiente Durbin-Watson, y además estuvieron altamente correlacionadas entre sí, al igual que el método cualitativo de Whitehead. No obstante, la aparición en la regresión de puntos donde ninguna bellota fue estimada visualmente pero algunas fueron colectadas en los contenedores, tendría su causa en errores de estimación visual debido a la escasa cantidad de bellotas en el árbol. En este tipo de conteos cobra gran influencia al momento de estimar visualmente la producción, el hecho de estar presentes diversos factores que afectan la habilidad de conteo, tales como la posición del observador en relación a la luz solar y las características propias de la copa del árbol al efectuar el conteo que dificultarían la estimación visual de bellota cuando las producciones son bajas (PERRY & THILL, 1999).

Al realizar la estimación de residuos en la relación, destacamos el gran número de residuos positivos al incrementarse el valor de bellotas contadas visualmente, nos sugiere que puede ser un estimador visual de menor efectividad al comparar árboles con cosechas altas, puesto que la cantidad de bellota contada se somete a la velocidad y limitación de tiempo (15 s) que tiene el observador al realizar el muestreo (KOENIG et al., 1994<sup>b</sup>).

Sin embargo, es totalmente lógico pensar que estos residuos son abundantes en áreas donde muchas bellotas fueron contadas, puesto que de nuestro análisis obtuvimos un mejor ajuste a la línea de tendencia, hecho deducido del clúster de puntos ubicados en la zona alta de

la regresión (valores cercanos a 2). Mientras que el conteo de pocas bellotas en el árbol actuó inversamente como un factor limitante en la relación (figura 1).

En menor medida, la presencia de residuos negativos altos guarda relación con los casos donde se contabilizaron muchas bellotas visualmente y en contraste ninguna o pocas bellotas fueron colectadas. Este fenómeno debiera estar asociado principalmente a la remoción de frutos debido a la presencia de distintas especies de fauna silvestre especializadas en el consumo de bellotas en dehesas españolas (AVILÉS et al., 2002; SENAR & BORRAS, 2004).

## 6. Conclusiones

Los conteos visuales presentaron una significativa correlación con las producciones derivadas de los contenedores, lo cual ofrecería una alternativa menos costosa para la estimación de cosechas en sistemas adehesados. La integración de esta metodología en actividades forestales, además de representar un importante paso adelante en las investigaciones relacionadas con producción de bellota, juega un rol fundamental en la estimación de la producción orientada a estimar la bellota que suele desaparecer por predación y permite acercarnos más a las producciones reales de los pies.

## 7. Agradecimientos

Esta investigación fue financiada por la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa del Gobierno Regional de Andalucía a través del proyecto de Excelencia P07 RNM02688 y por MEC-INIA (ref: SUM2006-00026-00-00).

## 8. Bibliografía

ALEJANO R, TAPIAS R, FERNÁNDEZ M, TORRES E, ALAEJOS J, DOMINGO J.; 2008. The influence of pruning and climatic conditions on acorn production in holm oak (*Quercus ilex* L.) dehesas in SW Spain. *Ann For Sci* 65(2):209-215.

CARBONERO M., FERNÁNDEZ P., NAVARRO R.; 2002. Evaluación de la producción y del calibre de bellotas de *Quercus ilex* L. Subsp. *ballota* (Desf) Samp. a lo largo de un ciclo de poda. Resultados de la campaña 2001–2002. XLII Reunión de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. 633–638.

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA; 2004. Manual de ordenación de montes de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente. Sevilla.

GARCÍA-MOZO H., GÓMEZ-CASERO M.T., DOMÍNGUEZ E., GALÁN C.; 2007. Influence of pollen emission and weather-related factors on variations in holm-oak (*Quercus ilex* subsp. *ballota*) acorn production. *Environ. Exp. Bot.* 61: 35–40.

GEA-IZQUIERDO G., CAÑELLAS I., MONTERO G. 2006. Acorn production in Spanish holm oak woodlands, *Invest Agrar: Sistemas y Recursos Forestales* 13,3 339–354.

GRAVES W.; 1980. Annual oak mast yields from visual estimates. In: Proceedings of the symposium on the ecology, management and utilization of California oaks. Technical

coordinator: Plumb, T. R., U. S.D.A. Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, Forest Service, Department of Agriculture; 270-274.

GREENBERG, C. & PARRESOL, B.; 2002. Dynamics of acorn production by five species of southern Appalachian oaks. Pages 140–172 in M. J. McShea and W. M. Healy, editors. Oak forest ecosystems: ecology and management for wildlife. The Johns Hopkins Press, Baltimore, Maryland, USA.

GREENBERG C., WARBURTON, G.; 2007. A rapid hard-mast index from acorn presence-absence tallies. *J. Wildlife Manage.* 71(5): 1654-1661.

JOFFRE, R., RAMBAL, S., RATTE, J.P.; 1999. The dehesa system of southern Spain and Portugal as a natural ecosystem mimic. *Agrofor. Syst.* 45, 57–79.

JUNTA DE ANDALUCÍA-CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA: 2008. Caracterización socioeconómica de la dehesa de Andalucía. 437 p.

KOENIG, W., MUMME, R., CARMEN, W., STANBACK, M.; 1994<sup>a</sup>. Acorn Production by Oaks in Central Coastal California: Variation within and among Years. *Ecology.* 75 (1) 99-109.

KOENIG, W., KNOPS H., CARMEN W., STANBACK M. AND MUMME R. 1994<sup>b</sup>. Estimating acorn crops using visual surveys. *Can. J. Forest Res.* 24: 2105-2112.

LIEBHOLD A., SORK V., PELTONEN M., KOENIG W., BJØRNSTAD O., WESTFALL R., ELKINTON J., KNOPS J.; 2004. Within-population spatial synchrony in mast seeding of North American Oaks. *Oikos.* 104(1): 156-164.

MARTÍN VICENTE, A., INFANTE J., GARCÍA GORDO J., MERINO J., FERNÁNDEZ ALÉS R.; 1998. Producción de bellotas en montes y dehesas del suroeste español. *Pastos* 28: 237-248.

OTT R., LONGNECKER, M.; 2001. An introduction to statistical methods and data analysis, 5th edn. Duxbury, Pacific Grove.

PERRY R. & THILL R.; 1999. Estimating mast production: an evaluation of visual surveys and comparison with seed traps using white Oaks. *South. J. Appl. For.* 16(3): 164-169.

PERRY R. & THILL R.; 2003. Initial Effects of Reproduction Cutting Treatments on Residual Hard Mast Production in the Ouachita Mountains. *South. J. Appl. For.* 27(4):253-258.

PLIENINGER, T., PULIDO, F., SCHAICH, H.; 2004. Effects of land-use and landscape structure on holm oak recruitment and regeneration at farm level in *Quercus ilex* L. dehesas. *J. Arid Environ.* 57(3): 345-364.

RAMÍREZ, J., DÍAZ, M.; 2008. The role of temporal shrub encroachment for the maintenance of Spanish holm oak *Quercus ilex* dehesas. *Forest Ecol. Manag.* 255: 1976-1983.

RODRÍGUEZ-ESTÉVEZ, V., GARCÍA MARTÍNEZ, A., MATA MORENO, C. PEREA MUÑOZ, J., GÓMEZ CASTRO, A.; 2008. Fundamento de los procedimientos para la estimación de la producción de bellota en la dehesa. *Arch. Zootec.* 57:29-38.

SHIMADA, T & SAITOH, T.; 2006. Re-evaluation of the relationship between rodent populations and acorn masting: a review from the aspect of nutrients and defensive chemicals in acorns. *Popul. Ecol.* 48(4): 341-352.

VÁZQUEZ, F.M. 1998. Producción de bellotas en *Quercus*. I. Métodos de estimación. *Solo Cerdo Ibérico* 1: 59-66

WHITEHEAD, C.J.; 1969. Oak mast yields on wildlife management areas in Tennessee. Tennessee Game and Fish Commission, Nashville, USA.

ZULUETA J., CAÑELLAS I.; 1989. Método para estimar la producción real de bellota en un alcornocal. *Scient Gerund.* 1:115–119.

