



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios
ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

7CFE01-200

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales
Plasencia. Cáceres, Extremadura. 26-30 junio 2017
ISBN 978-84-941695-2-6

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Producción de bellota y defoliación en el arbolado de las dehesas del proyecto Life+bioDehesa

OLMO, M^{1.}, ANDICOBERRY, S^{2.}, GARCÍA-MORENO, A.M^{3.}, CAÑO, A.B^{3.}, GÓMEZ-GIRALDEZ, P.J^{3.}, CARBONERO, M.D.^{3.}, ZAMORA-ROJAS, E^{2.}, FERNÁNDEZ-REBOLLO⁴, P., VILLAR, R¹, GUERRERO-GINEL, J.E.²

¹Area de Ecología, Facultad de Ciencias, Universidad de Córdoba. Córdoba, España.

² Departamento de Producción Animal. Universidad de Córdoba. Córdoba, España

³ Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA), Junta de Andalucía. Córdoba, España.

⁴ Departamento de Ingeniería Forestal. Universidad de Córdoba. Córdoba, España.

Resumen

El objetivo principal del proyecto Life+bioDehesa es promover la gestión integrada y sostenible de las dehesas andaluzas para mejorar su conservación y biodiversidad. Una de las actuaciones es la evaluación de indicadores medioambientales, entre los cuales se han incluido la estructura de los árboles de *Quercus* en la dehesa, así como la producción de bellota y el grado de defoliación. Para ello, se ha realizado el seguimiento del estado del arbolado de 37 fincas ubicadas en Andalucía.

En cada finca se muestrearon 40 árboles en 2 muestreos anuales (primavera y otoño), durante 2 años consecutivos (2014 y 2015). Se estudió el estado del desarrollo de 1431 árboles, en su mayoría encinas y alcornoques, y se estimó la producción de bellota y el grado de defoliación de las encinas.

La distribución de frecuencias de las clases diamétricas del tronco de *Quercus ilex* subsp. *ballota* y *Quercus suber* mostró que las clases inferiores a 20 cm estaban escasamente representadas, lo que indica la falta de individuos juveniles. La producción de bellota fue similar durante los dos años, mientras que la defoliación fue mayor en 2015. La cantidad de bellota estuvo negativamente relacionada con el porcentaje de defoliación en 2014 y 2015.

Palabras clave

defoliación, estado del arbolado, *Quercus ilex* subsp. *ballota*, *Quercus suber*, producción, regeneración

1. Introducción

Según la Ley 7/2010 para la Dehesa, la dehesa es un paisaje humanizado que constituye un ejemplo de óptima convivencia de los hombres con el medio ambiente, es un modelo de una gestión sostenible en la que se utilizan los recursos que ofrece la naturaleza sin descuidar su conservación. La intervención de los hombres sobre esos espacios ha originado un agrosistema mixto, agrosilvopastoral, caracterizado fundamentalmente por formaciones arboladas abiertas con una ganadería extensiva de pastoreo. En Andalucía estos sistemas agroforestales ocupan aproximadamente 920.000 hectáreas, lo que supone en torno al 10% del territorio regional (COSTA et al., 2006).

Las dehesas constituyen ecosistemas únicos que ofrecen elevada variedad de recursos agrícolas, ganaderos, leñosos y pascícolas. El arbolado ejerce multitud de funciones de gran importancia ecológica en la dehesa. Por un lado, modifica el microclima bajo la copa, lo que permite el desarrollo de otras especies vegetales (CERDÁ et al., 1998), además, la hojarasca procedente de los árboles puede mejorar la fertilidad del suelo a largo plazo (GUTIÉRREZ, 1992). En concreto, la presencia de árboles de *Quercus* posibilita la presencia de otras especies que los usan como recurso alimenticio directo (hojas, frutos, etc.) o bien indirecto, dando lugar a que las redes tróficas se

alarguen y se hagan más complejas, aumentando de este modo la biodiversidad (FERNÁNDEZ-REBOLLO et al., 1998).

Sin embargo, el aumento de la temperatura y las sequías como consecuencias del cambio climático podría provocar la pérdida de vigor del arbolado, que puede dar lugar a un aumento de la defoliación y una reducción de la producción de bellotas (NAVARRO Y FERNÁNDEZ-REBOLLO, 2000). A la amenaza que supone el cambio climático, hay que sumarle la intensificación de la gestión que están sufriendo las dehesas en las últimas décadas (por ejemplo, el aumento de la carga ganadera), motivada en gran parte por su baja rentabilidad económica. Como resultado, se ha producido la escasez de regeneración natural y el consiguiente envejecimiento del arbolado (DÍAZ et al., 2003).

Para mejorar el estado de conservación de la dehesa es necesario promover un manejo integral y responsable del arbolado que contribuya a lograr un mejor estado de conservación de la dehesa. En este contexto se presenta el proyecto Life+bioDehesa, cuyos objetivos principales son aumentar la resiliencia de las dehesas, reducir su vulnerabilidad frente al cambio climático y mejorar el estado de la biodiversidad a través de actuaciones que aborden los principales retos relacionados con la conservación de las dehesas.

En este trabajo se presentan los resultados de una prospección del estado del arbolado en 37 fincas de dehesa andaluzas (Fig. 1). Para ello se examinaron 40 árboles por finca, registrándose los datos dasométricos (diámetro normal, altura del árbol y diámetro y altura de la copa) de las diferentes especies de arbolado, así como la producción y la defoliación de los árboles de *Q. ilex* subsp. *ballota*. La información obtenida sobre el estado del arbolado es crucial antes de planificar actuaciones que traten de mejorar el estado de conservación de las dehesas.

2. Objetivos

- Conocer la frecuencia y el estado de desarrollo de las principales especies arbóreas de las fincas del proyecto Life+bioDehesa.
- Determinar la producción de bellota de los árboles de *Quercus ilex* subsp. *ballota* y los factores de los que depende.
- Evaluar el grado de defoliación de los árboles de *Quercus ilex* subsp. *ballota*.

3. Metodología

3.1. Selección de las fincas

La Red de Dehesas Demostrativas del proyecto Life+bioDehesa está formada por 37 fincas de dehesa localizadas en las provincias andaluzas de Huelva, Sevilla, Cádiz, Málaga, Córdoba y Jaén. En la Figura 1 se muestra la localización geográfica de las fincas evaluadas.

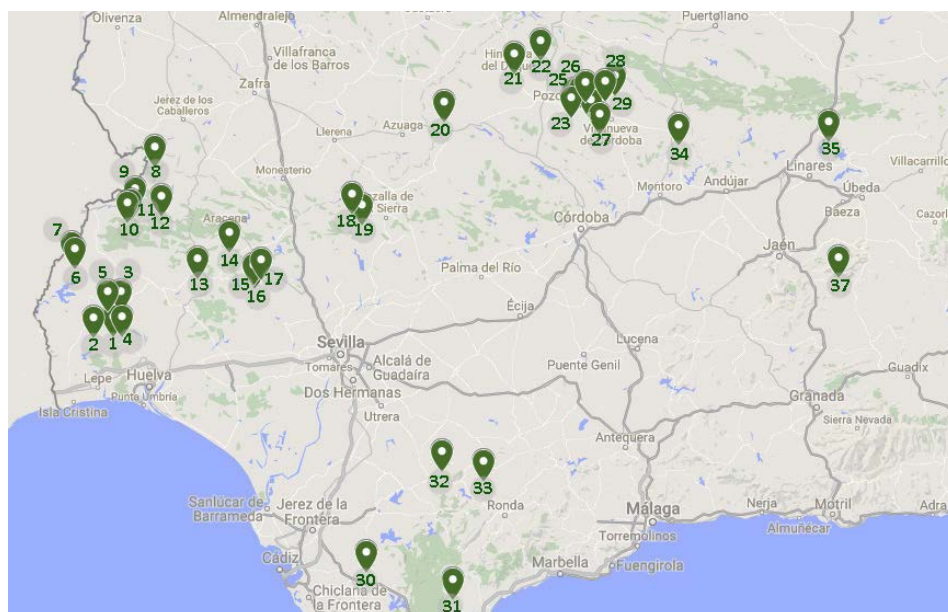


Figura 1. Mapa con la ubicación geográfica de las 37 fincas muestreadas que conforman la Red de Dehesas Demostrativas del Proyecto Life+bioDehesa.

3.2. Selección y caracterización del arbolado

Durante la primavera de 2014 (mayo y junio) se realizó el levantamiento de los transectos del arbolado en las 37 fincas. Para ello se seleccionaron dos zonas representativas en cada finca. La longitud mínima establecida para los transectos fue 120 m y se marcaron 20 árboles a lo largo de cada transecto. Los árboles se seleccionaron a la derecha y a la izquierda del transecto, tomando una distancia máxima de 10 m a cada lado. En el caso de que hubiese más de un árbol en la misma perpendicular y en el mismo lado se seleccionó el árbol más cercano al transecto. En las zonas donde la densidad de pies fuese baja se amplió la longitud del transecto hasta abarcar 20 árboles o hasta una longitud máxima de 300 m.

Los árboles seleccionados se marcaron con un crotal numerado y se registró la especie. Con una cinta métrica se obtuvieron los datos dasométricos (diámetro a la altura del pecho, DBH; la altura del árbol y diámetro de la copa). La altura de los árboles se estimó con una regla de Christen. La altura de la copa se calculó como la diferencia entre la altura del árbol y la altura de las ramas vivas más bajas.

3.3. Producción de bellotas y defoliación del arbolado

Durante el otoño de 2014 y 2015 (septiembre y octubre) se estimó visualmente la producción de bellota y la defoliación de todos los árboles de *Q. ilex subsp. ballota*. Con el objetivo de que estas medidas se realizaran en el menor tiempo posible se formaron dos equipos evaluadores, de forma que las medidas fueron realizadas siempre por la misma persona en cada equipo, previo entrenamiento conjunto de ambas.

Para estimar la producción se usó un marco cuadrado 20 × 20 cm unido a una pértiga y se contaron el número de bellotas que había en el interior del marco (Vázquez et al. 2001). Para distribuir adecuadamente el muestreo, el marco se movió en zig-zag cubriendo toda la superficie de la copa, incluyendo las zonas sin hojas, realizando un mínimo de 50 conteos. A continuación, usando la Ecuación 1 se calculó para cada árbol la producción de bellotas (P). Esta ecuación considera la copa del árbol como un cilindro.

$$P \text{ (kg)} = M \text{ (bellotas } m^{-2}) \times B \text{ (kg)} \times D \text{ (m)} \times h \text{ (m)} \times \Pi \text{ (Ecuación 1)}$$

Donde M es el número medio de bellotas contadas en el marco; B es el peso medio de la bellota del árbol, calculado a partir de una muestra de 50 bellotas recogidas al azar de cada árbol; D es el diámetro medio de la copa del árbol y h la altura total de la copa.

En otoño de 2014 y 2015 también se estimó el grado de defoliación de las especies *Q. ilex* subsp. *ballota* y *Q. suber*. Para evaluarlo se realizó una comparación entre la condición de la copa del árbol que se va a examinar y una copa considerada normal para un árbol referencia en el mismo estado de desarrollo y en condiciones similares. La defoliación de la copa se estimó en valores de porcentaje, con una escala ascendente de intervalos del 5% entre 0 y el 100%, de manera que un 0% corresponden a un árbol perfectamente sano y el 100% corresponde a un árbol muerto (Sánchez et al., 1994). La defoliación se estimó sobre la copa viva del árbol, sin considerar zonas de la copa sin hojas o con hojas secas.

3.3 Análisis de datos

Para comprobar si había diferencias en la producción y la defoliación entre los años 2014 y 2015 se realizó un análisis de varianza factorial (ANOVA) con dos factores: finca y año. Se comprobó si los datos cumplían las asunciones del ANOVA, y en el caso de que no las cumplieran, los datos se transformaron a logaritmo y a raíz cuadrada. La comparación a posteriori se realizó con el test de Tukey, considerándose estadísticamente significativo valores de $P < 0.05$. Para estudiar las relaciones entre la cantidad de bellota, DBH y la defoliación se realizaron regresiones. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa Statistica v8 (Statsoft, Inc., Tulsa, USA).

4. Resultados

Se muestrearon un total de 1431 árboles (Tabla 1), siendo *Q. ilex* la especie más abundante con 1278 individuos, seguida de *Q. suber* (96 árboles en 7 fincas) y *Olea europea* var. *sylvestris* (33 árboles en 5 fincas) (Tabla 1).

Tabla 1. Especies de arbolado, presencia en las fincas evaluadas y número de árboles de cada especie.

Especie	Fincas con presencia	Frecuencia (%)	Árboles
<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i>	35 (todas, excepto 31 y 32)	95	1278
<i>Quercus suber</i>	7 (4, 8, 15, 17, 20, 31 y 34)	20	96
<i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i>	5 (7, 9, 21, 31 y 32)	14	33
<i>Quercus faginea</i>	2 (7 y 29)	5	3
<i>Ceratonia silicua</i>	1 (7)	3	3
<i>Quercus canariensis</i>	1 (7)	3	17
<i>Quercus pyrenaica</i>	1 (7)	3	1
		Total	1431

La Figura 2 muestra la distribución de frecuencias de las clases diamétricas (clases de edad) de las tres especies de arbolado más abundantes (*Q. ilex* subsp. *ballota*, *Q. suber* y *O. europea* var.

sylvestris; Tabla 1). En los individuos de *Q. ilex* subsp. *ballota* y *Q. suber* las clases de edad inferiores a 20 cm y superiores a 60 cm estaban escasamente representadas. En a los árboles de *O. europaea* var. *sylvestris*, las frecuencias más altas correspondieron a un intervalo de DBH entre 10 y 20 cm.

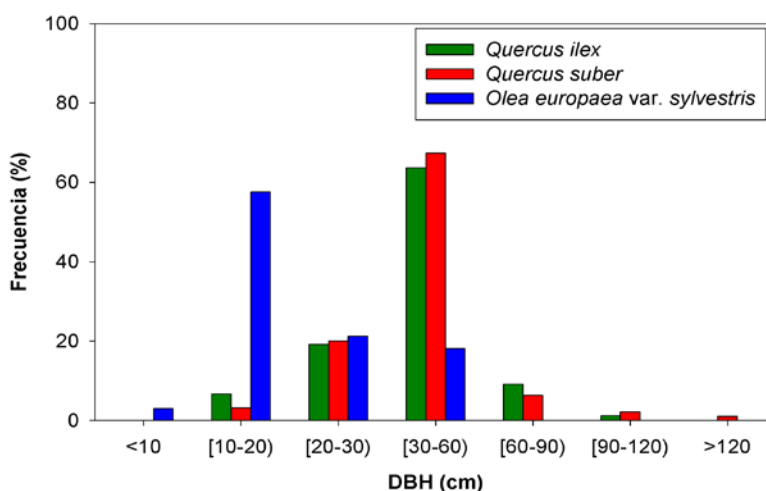


Figura 2. Distribución de frecuencias del tamaño del tronco (DBH, diámetro del tronco a la altura del pecho) de las especies de arbolado más abundantes en las 37 fincas evaluadas.

La producción media de bellota por finca fue muy variable (Fig. 3). Así por ejemplo, encontramos fincas donde la producción fue significativamente mayor en 2014 que en 2015 y viceversa (fincas 27 y 20, respectivamente). La producción media de todas las fincas fue muy similar para los dos años (17.3 ± 29.6 y 15.7 ± 30.4 kg árbol⁻¹, en 2014 y 2015, respectivamente), pero destaca la gran variabilidad que existe entre fincas, con fincas muy productivas (por ejemplo, la finca 20 con una media de 96.5 kg árbol⁻¹ en 2015), hasta otras muy poco productivas (por ejemplo la finca 12 con una 0.86 kg árbol⁻¹ en 2015).

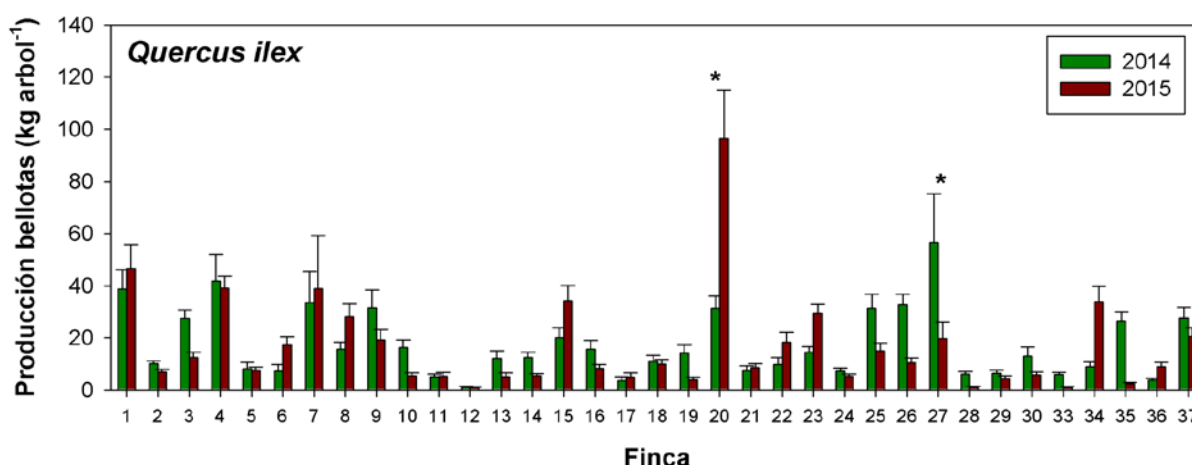


Figura 3. Medias y error estándar de la producción de bellotas de los árboles de *Q. ilex* subsp. *ballota* para cada finca y para los años 2014 y 2015. * indica diferencias significativas entre los dos años ($P < 0.05$).

El grado de defoliación en los árboles de *Q. ilex* subsp. *ballota* fue muy variable dependiendo de la finca evaluada (por ejemplo, en 2015 la finca 20 presentó un porcentaje de defoliación medio del 9.3% mientras que la finca 11 presentó un 51%). La defoliación media de todas las fincas fue

significativamente mayor en 2015 que en 2014 (19.2 ± 15.8 frente a $16.6 \pm 14.0\%$, respectivamente).

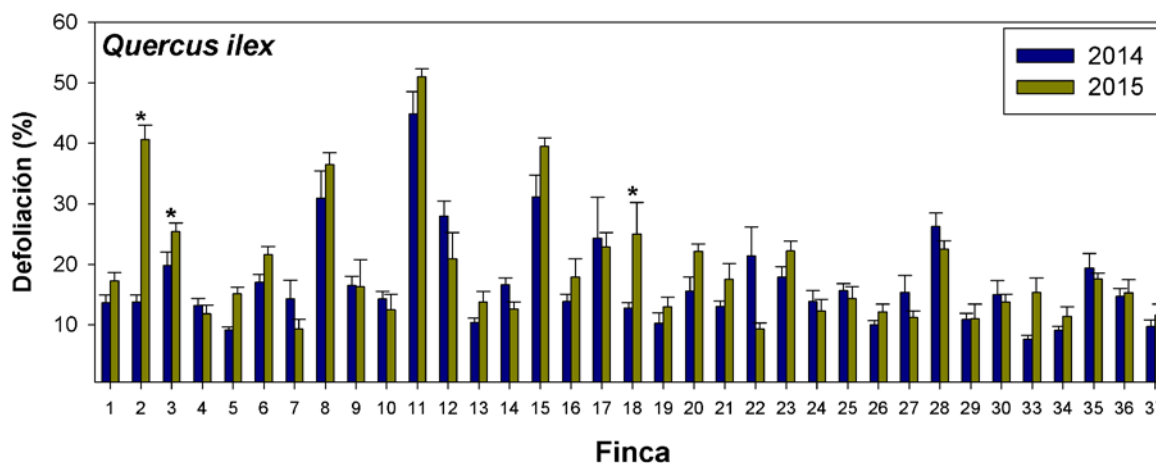


Figura 4. Medias y error estándar de la defoliación de los árboles de *Q. ilex* para cada finca y para los años 2014 y 2015. * indica diferencias significativas entre años ($P < 0.05$)

La mayoría de los árboles de *Q. ilex* subsp. *ballota* se encontraban en condiciones de equilibrio (clases de defoliación nula y leve) (Tabla 2). Sin embargo, en 2015 se observa un aumento de la defoliación moderada. El porcentaje de árboles con defoliación grave y árboles muertos fue muy similar para los dos años (Tabla 2).

Tabla 2. Porcentaje de árboles de *Q. ilex* subsp. *ballota* por clase de defoliación para 2014 y 2015. Las clases de defoliación se establecieron según la Red de Seguimiento de Daños sobre Ecosistemas Forestales (Red SEDA).

Clases de defoliación	Intervalos de defoliación (%)	Porcentaje de árboles (%)	
		2014	2015
Defoliación nula	0-10	49.7	40.3
Defoliación leve	15-25	36.0	38.8
Defoliación moderada	30-60	12.2	17.9
Defoliación grave	65-95	2.0	2.4
Árbol muerto	<95	0.2	0.5

La Figura 5 muestra las relaciones entre la cantidad media de bellotas por superficie de copa de los árboles de *Q. ilex* subsp. *ballota* (M) y los porcentajes de defoliación para los años 2014 y 2015. Los resultados muestran para los dos años relaciones negativas entre M y la defoliación.

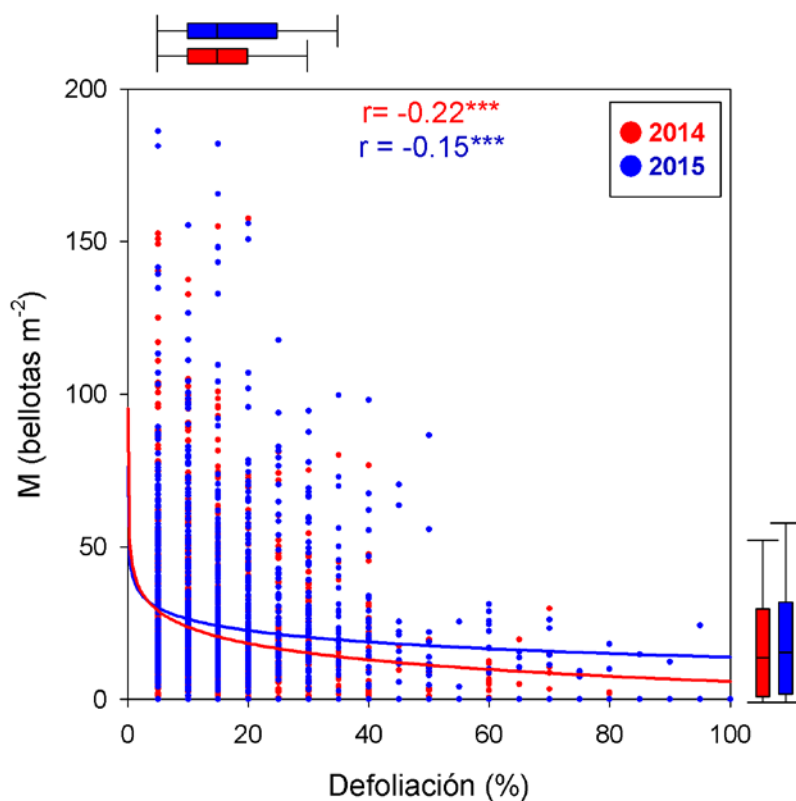


Figura 5. Relaciones entre la cantidad media de bellotas por superficie de copa (M) y el grado de defoliación de los árboles de *Q. ilex* subsp. *ballota* para los años 2014 y 2015. Diagramas de cajas (mediana, 1^{er} y 3^{er} cuartil) para los dos años. Se indica el coeficiente de correlación (ajuste logarítmico) y el nivel de significación (***) $P < 0.001$

5. Discusión

En general, los individuos de *Q. ilex* subsp. *ballota* y *Q. suber* seleccionados en las 37 fincas adheridas son árboles de longevidad y tamaño medio. La poca representatividad de individuos con DBH menor a 20 cm indica carencia de árboles jóvenes (PULIDO et al., 2001), y por lo tanto, falta de regeneración durante los últimos 40-50 años (PLIENINGER et al., 2003). Estos resultados indican la necesidad de llevar a cabo actuaciones que favorezcan la regeneración, como son el establecimiento de cercados de exclusión, el uso de protectores, la siembra de semillas y las plantaciones. La aplicación de un tipo u otro de actuación dependerá de las particularidades económicas y ecológicas de cada finca.

Los resultados de la producción de bellota de los árboles de *Q. ilex* subsp. *ballota* muestran una alta variabilidad entre fincas, aunque la producción media interanual fue similar. Nuestros resultados concuerdan con los de CARBONERO & FERNÁNDEZ-REBOLLO (2014), quienes encontraron en dehesas andaluzas una alta variabilidad en los patrones de producción de bellotas entre años y también entre árboles. Los resultados de la defoliación de los árboles de *Q. ilex* subsp. *ballota* muestran porcentajes algo menores a los encontrados en la Red Andaluza de Seguimiento de Daños sobre Ecosistemas Forestales (Red SEDA). Esta red está formada por 401 parcelas de dehesa distribuidas por toda Andalucía. Los porcentajes de defoliación de la Red SEDA para el periodo entre 2001-2008 fueron: 21, 61, 16, 2 y 0.5% para las clases nula, leve, moderada, grave y árboles muertos, respectivamente (PLAN DIRECTOR DE LAS DEHESAS DE ANDALUCÍA, 2016). Nuestros resultados mostraron que más del 35% de los árboles presentaron defoliación leve en 2014 y 2015, lo que hace necesaria una gestión forestal adecuada que favorezca un progresivo desplazamiento hacia niveles de defoliación inferiores evitando procesos en sentido opuesto. En cuanto a la variación

inter-anual, la defoliación media en 2015 fue mayor que en 2014. Esto pudo deberse a que el año 2015 fue más seco que 2014 (AEMET). Algunos estudios han encontrado que el grado de defoliación aumenta con la escasez de precipitaciones (PEÑUELAS et al., 2001; CARBONERO et al., 2004). Para un mismo año, el grado de defoliación fue muy variable entre las fincas. Las características edáficas de cada finca, como por ejemplo la fertilidad del suelo o la cantidad de materia orgánica, podrían explicar estas diferencias (CARBONERO et al., 2004; FERNÁNDEZ-REBOLLO et al., 2005). El grado de defoliación del arbolado también puede depender de otros factores como son el nivel de incidencia de plagas y de enfermedades, que a su vez pueden estar relacionadas con las condiciones climatológicas de cada finca. Todos estos factores hacen complicado determinar las causas que expliquen este aumento de la defoliación, así como las diferencias entre fincas.

6. Conclusiones

La distribución de frecuencias del tamaño del tronco del arbolado de *Quercus ilex* subsp. *ballota* y *Quercus suber* muestran escasa representatividad de árboles jóvenes, sugiere la necesidad de acometer tareas para su renovación en los próximos años.

La producción media interanual de bellota de los árboles de *Quercus ilex* subsp. *ballota* fue similar para los dos años.

La mayoría de los árboles de *Q. ilex* subsp. *ballota* se encuentran en condiciones de equilibrio (clases de defoliación nula y leve). La defoliación en 2015 fue mayor que en 2014. En 2014 la producción de bellotas se redujo al aumentar la defoliación.

En general, este estudio ha permitido constatar el estado de desarrollo del arbolado de las dehesas del proyecto Life+bioDehesa, así como los niveles de producción de bellota y la defoliación de los árboles de *Quercus ilex* subsp. *ballota*. Será necesario continuar investigando las causas de estos patrones, ya que se consideran datos muy valiosos para las futuras estrategias de manejo y conservación de las dehesas.

7. Agradecimientos

Agradecemos a todos los propietarios, técnicos y trabajadores de las fincas prospectadas la ayuda y las facilidades que nos ofrecieron durante el trabajo de campo. Este estudio fue posible gracias a la financiación aportada por el proyecto europeo Life+bioDehesa Project (11/BIO/ES/000726).

8. Bibliografía

AEMET (Agencia Estatal de Meteorología). <http://www.aemet.es> [Consultado 27/12/2016].

CARBONERO, M.D.; BLÁZQUEZ, A.; FERNÁNDEZ-REBOLLO, P; 2004. Acorn production and defoliation as vigour signs in *Quercus* spp. Connections with edaphic conditions. In Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos, 44., Salamanca (España), 10-14 May 2004. Gráficas Cervantes.

CARBONERO, M.D.; FERNÁNDEZ-REBOLLO, P; 2014. Dehesas de encinas. Influencia de la meteorología en la producción de bellotas. *Revista Ecosistemas* 23, 55–63.

CERDA, A.; SCHNABEL, S.; CEBALLOS, A.; GÓMEZ AMELIA, D.; 1998. Soil hydrological response under simulated rainfall in the dehesa land system (Extremadura, SW Spain) under drought conditions. *Earth Surf Proc Land* 23, 195–209.

COSTA, J.C.; MARTÍN, A.; FERNÁNDEZ, R.; ESTIRADO, M.; 2006. Dehesas de Andalucía: caracterización ambiental. Consejería de Medio Ambiente—Junta de Andalucía, Sevilla.

DÍAZ, M.; PULIDO, F.J.; MARAÑÓN, T; 2003. Diversidad biológica y sostenibilidad ecológica y económica de los sistemas adehesados. *Revista Ecosistemas*, 12(3).

FERNÁNDEZ-REBOLLO, P.; PORRAS-TEJEIRO, C.J.; 1998. La dehesa. Algunos aspectos para la regeneración del arbolado. Dirección General de Investigación y Formación Agraria, Servicio de Publicaciones y divulgación. Sevilla.

FERNÁNDEZ-REBOLLO, P.; MUÑOZ, M.C; 2005. Evolución de la defoliación de la copa de encinas en dehesas andaluzas durante el período 2000-2004. Influencia de las prácticas de gestión. In *Congresos Forestales*.

GUTIÉRREZ, M.; 1992. El libro de las dehesas salmantinas. Junta de Castilla y León, Consejería de Medio Ambiente y O.T., Secretaría General- Servicio de Educación Ambiental. Salamanca.

NAVARRO, R.M.; FERNÁNDEZ-REBOLLO, P.; 2000. El síndrome de la Seca del encinar. Propuesta de solución para el Valle de los Pedroches. Ed. Fundación Ricardo Delgado Vizcaíno. Pozoblanco (Córdoba).

PEÑUELAS, J.; LLORET, F; MONTOYA, R; 2001. Severe drought effects on Mediterranean woody flora in Spain. *Forest Sci* 47, 214–218.

PLAN DIRECTOR DE LAS DEHESAS DE ANDALUCÍA (Borrador); 2016. Junta de Andalucía. http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/web/temas_ambientales/montes/monte_andaluz/Dehesa/plan_director_dehesa/plan_director_dehesa_documento_borrador2.pdf [Consultado 27/12/2016].

PLIENINGER, T.; PULIDO, F.J.; KONOLD, W.; 2003. Effects of land-use history on size structure of holly oak stands in Spanish dehesas: implications for conservation and restoration. *Environ Conserv* 30, 61–70.

PULIDO, F; PICARDO, A.; 2010. Libro verde de la dehesa. Documento para el debate hacia una estrategia ibérica de gestión.