



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

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

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

7CFE01-240

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

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Modelización de la selvicultura de conservación del paisaje programada y producciones de las encinas y los alcornoques de la Dehesa de la Luz

CASTAÑO MARTÍN, F. M.¹, MESA GUTIÉRREZ, B.², CAMPOS PALACÍN, P.² y PULIDO DIAZ, F.¹

¹Instituto de Investigación de la Dehesa de la Universidad de Extremadura (INDEHESA-UNEX).

²Instituto de Políticas y Bienes Públicos (IPP) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

[Direcciones de los autores:](#)

franmcmartin@hotmail.com, bruno.mesa@cchs.csic.es, pablo.campos@csic.es, nando@unex.es

Resumen

La Dehesa de la Luz es una propiedad municipal de 978 ha en la que se ha aplicado desde 1993 una selvicultura de conservación mediante la repoblación y adensamiento del arbolado. Los objetivos de este estudio son modelizar la programación futura de la selvicultura de conservación del arbolado de encinas y alcornoques y estimar los crecimientos naturales de los árboles, la leña y el corcho, las extracciones de leña, corcho y bellota y la fijación neta de carbono partiendo de las masas arboladas envejecida y joven existentes en la finca en 2014. La selvicultura programada estima las principales variables productivas de la encina y el alcornoque y los tratamientos a lo largo de sus ciclos selvícolas completos. El análisis de los datos de crecimiento de los árboles determinan las extracciones de leña y corcho y la elección de los ciclos selvícolas de regeneración paisajística asistida de 225 años en la encina y de 248 años en el alcornoque. La aplicación de la selvicultura de conservación prescrita pasados 100 años aumenta la producción física de bellota el 125% y la de corcho el 322%.

Palabras clave

Selvicultura multifuncional, sistemas silvopastorales, aprovechamientos tradicionales, regeneración asistida, fijación de carbono.

1. Introducción

Las dehesas han sido habitualmente gestionadas para favorecer de forma prioritaria las producciones de pastos y leñas. La gestión tradicional de las dehesas suele ignorar la regeneración del arbolado envejecido, constituido principalmente por encinas y alcornoques. Recientemente los gobiernos autónomos del área de las dehesas han incorporado a sus políticas la conservación del arbolado motivados por la satisfacción de las preferencias de la sociedad. En el caso de las dehesas, los propósitos de regenerar el arbolado y mantener el pastoreo de las razas de ganado autóctonas son los de conservar las diversidades biológica y el paisaje cultural adehesado, en beneficio tanto de los consumidores actuales como de las generaciones futuras. Por ello, la gestión del arbolado en dehesas hoy se conceptualiza aquí como una selvicultura de conservación que produce servicios intermedios que mantienen la producción final de servicio público del paisaje cultural adehesado, y por ello, no se integra entre las producciones de la subactividad de la selvicultura de conservación las producciones de materias primas de madera, leña, corcho, frutos industriales y pastos como sería el caso de las selviculturas típicas en plantaciones industriales de especies madereras.

La Dehesa de la Luz ocupa 978 ha (Figura 1) y está poblada *circa* 2014 por 34,5 pies/ha arbolada de encinas adultas y 0,8 pies/ha de alcornoques adultos dispersos. La finca ha sido objeto de una repoblación mixta de encinas y alcornoques en 1993 de 153 ha y se han realizado densificaciones de encinas en 2010 y 2014.

2. Objetivos

Los objetivos de este estudio son estimar las funciones de crecimiento de los árboles, la leña y el corcho, la producción de bellotas, las extracciones de leña y corcho, modelizar la silvicultura de conservación de la masa envejecida actual y programar los calendarios de los adensamientos futuros partiendo de una cobertura arbórea con una fracción de cabida cubierta del 19% en 2014.

3. Metodología

Este estudio de caso de la Dehesa de la Luz modeliza las funciones de crecimientos leñosos y la producción de bellotas, y programa la silvicultura de conservación futura por ciclos completos del arbolado. Las silviculturas de conservación del paisaje de las encinas y alcornoques a ciclo completo se aplican a escala de rodal (se divide la finca en seis rodales), en las que se definen las principales variables productivas de cada especie y los tratamientos a lo largo de la vida selvícola del árbol (CASTAÑO *et al.*, 2017). Estas silviculturas necesitan del conocimiento del estado actual del arbolado con el fin de desarrollarlas acorde a los objetivos del propietario y la política ambiental del gobierno. Los inventarios del arbolado de la finca se llevan a cabo mediante una muestra representativa de 34 parcelas por toda la finca para las encinas adultas, un conteo pie a pie de alcornoques adultos y 20 transectos sobre la superficie repoblada en 1993. Asimismo los análisis de la mortalidad en los últimos 50 años se realizan mediante el uso de ortofotografías y software GIS. El conteo de cúpulas de bellota asociadas al árbol es el método elegido para estimar la producción del arbolado adulto actual en la finca. Se aplican funciones de producción de bellotas de otras localizaciones de la dehesa, ligadas a la edad del árbol para las plantaciones y densificaciones recientes y futuras (FERNÁNDEZ *et al.*, 2008; MONTERO *et al.*, 2015). Los rendimientos de extracciones de leña de podas de mantenimiento se han obtenido a partir de las mediciones en 30 encinas adultas (Figura 2), lo que permite estimarla ecuación de producción física propia de la finca (Tabla 1). La producción de corcho de los alcornoques se calcula aplicando funciones ligadas a la circunferencia sobre el corcho y la altura de descorche (MONTERO *et al.* 1996; Tabla 1), contrastando los resultados con la última saca realizada en 2010. El carbono almacenado por el efecto sumidero del arbolado se calcula utilizando modelos de MONTERO *et al.*, (2005) y MORENO *et al.*, (2012). El cálculo del ciclo productivo del árbol se realiza utilizando las derivadas de los algoritmos de edad y volumen estimados para calcular su crecimiento y el punto en el que la curva de la función de crecimiento estimada tiende a forma de asíntota, es decir, la variación del crecimiento natural tiende a ser marginal respecto al volumen (CASTAÑO *et al.* 2017). Así, para el modelo de edad y crecimiento natural del arbolado y producciones leñosas se recurre a la función de edad de PLIENINGER *et al.* (2003) y las bases de datos oficiales del Inventario Forestal Nacional (IFN), respectivamente. Las simulaciones de la dinámica evolutiva de las principales variables del arbolado de la finca se muestran en valores productivos actuales, a mitad y final de siglo (Tabla 2). Además, las simulaciones de las principales variables del arbolado de la finca por rodales se analizan en valores productivos actuales y según la especie y el año en el que el tratamiento selvícola se aplica.



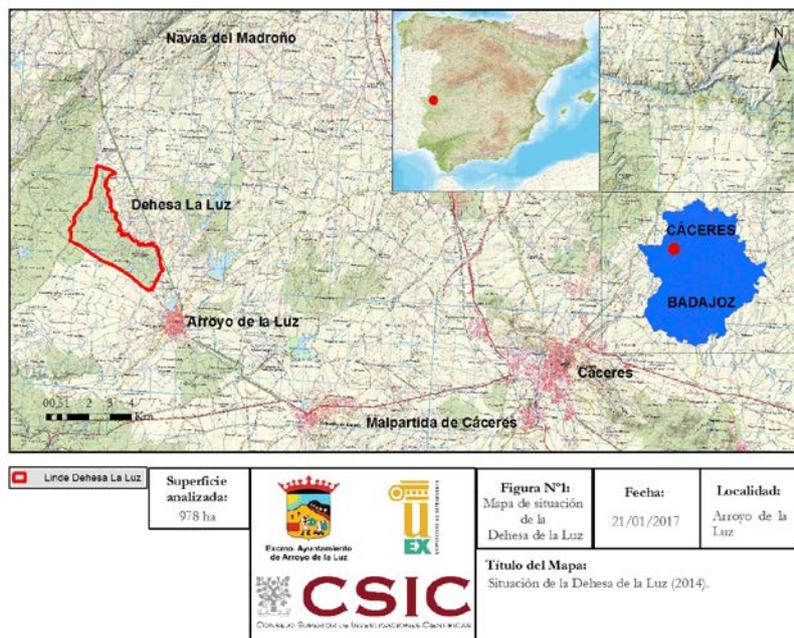


Figura 1. Mapa de situación de la Dehesa de la Luz.

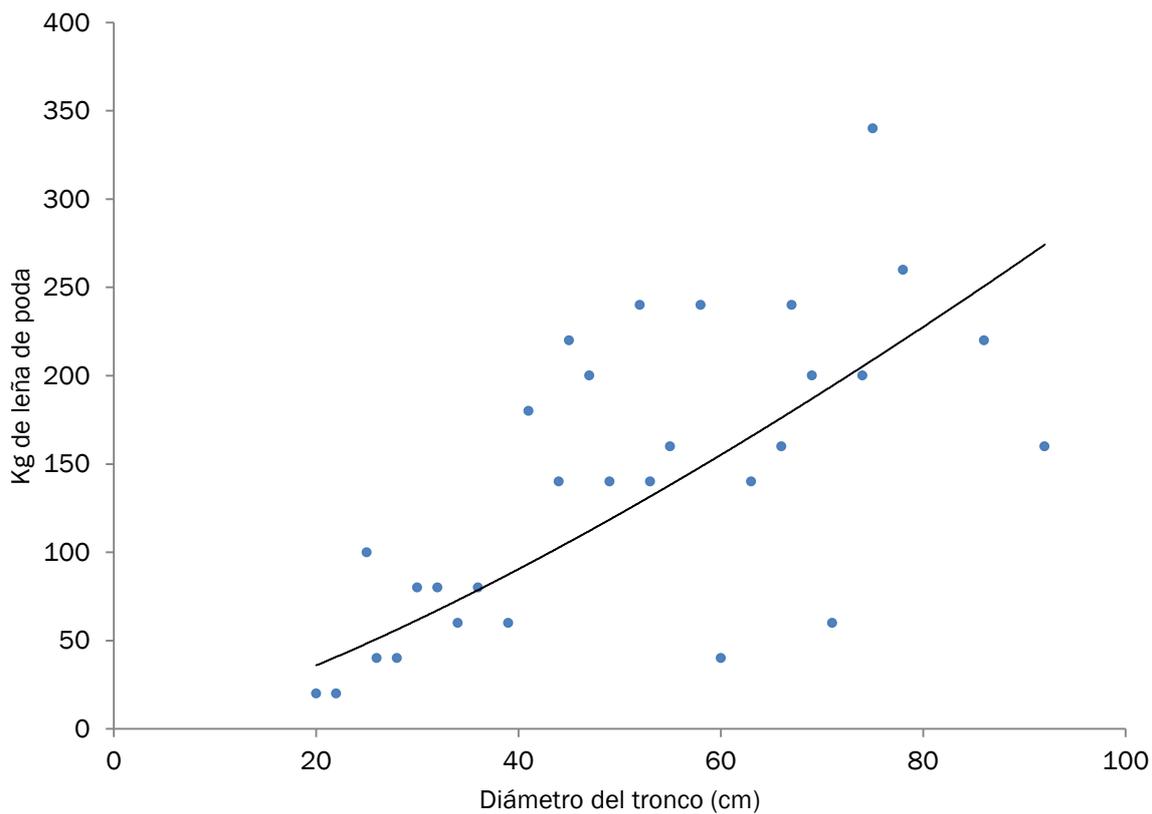


Figura 2. Peso de leña de poda según el tamaño de la encina.

Tabla 1. Funciones de producción y crecimiento de los principales productos de las encinas y los alcornoques de la Dehesa de la Luz.

Clase	Función
Crecimiento natural de leña (dm ³ /ha)	$\text{Crec}_{\text{leña}} = 0,7256 \cdot (\text{Crec}_{\text{vol}})^{1,0101}$
Producción de corcho (kg)	$\text{Prod}_{\text{corcho}} = 7,85 \cdot \text{CSC} \cdot \text{HD}$
Producción de bellotas por cúpula (kg)	$\text{Prod}_{\text{bellota}} = \text{Sc} \cdot \text{Bellotas/m}^2 \cdot \text{Pm}_{\text{bellota}}$
Producción de bellotas por pie (kg)	$\text{Prod}_{\text{bellota}} = \exp\left(\frac{\text{dn}^2}{(6,818+0,458 \cdot \text{dn})}\right) - 1$

Crec_{leña}: Crecimiento de leña (dm³/ha). Crec_{vol}: Crecimiento anual en volumen de madera por ha (dm³/ha). Prod_{corcho}: Producción de corcho. CSC: Circunferencia sobre corcho (m). HD: Altura de descorche (m). Prod_{bellota}: Producción de bellota. Sc: Superficie de copas (m²). Pm: Peso medio de la bellota (g). dn: diámetro normal (cm).

4. Resultados

La edad media estimada de las encinas y los alcornoques adultos en 2014 es de 165(±4,2) y 110(±3,6) años, respectivamente. La densidad está formada por 28,5 pies/ha de encinas y alcornoques adultos y densidad 19,5 pies/ha de encinas y alcornoques procedentes de la repoblación mixta de 1993 (Tabla 2). La fracción de cabida cubierta (FCC) de la finca *circa* 2014 es del 19%, incrementándose hasta el 31% en 2100 con la aplicación de la metodología de silvicultura de conservación del paisaje. Los crecimientos de leña en 2014 son de 12,8 kg/pie para la encina y 41,5 kg/pie para el alcornoque. El crecimiento medio de corcho en el turno de 10 años es 58,4 kg/100 pies. La cantidad de carbono almacenado por las especies existentes son, respectivamente, de 138,4 t/ha y 1,6 t/ha, para la encina y el alcornoque. Los ciclos selvícolas conservacionistas del paisaje estimados para encina y alcornoque son, respectivamente, de 225 y 248 años. Para la extracción de leña de encina se ha establecido un turno de 41 años, compatible con el crecimiento del arbolado, y para la extracción de corcho se mantiene el actual de 10 años.

5. Discusión

El crecimiento en 2014 de la leña de las encinas (75,2 dm³/ha) es notablemente inferior a la leña que se extrae de las podas y las extracciones de árboles muertos, cuya cuantía asciende a 3.057,4 dm³/ha en el turno establecido de 21 años. La igualdad entre extracciones y crecimientos de leña, pues las extracciones de leña superiores al crecimiento natural contravienen la legislación vigente (Ley de la Dehesa de 1986), se espera alcanzar con un turno de podas de 41 años. Las leñas de alcornoque no son objeto de análisis profundo en este estudio debido a la baja densidad arbórea y dificultad de aprovechamiento. Las producciones físicas de bellota y corcho aumentan, respectivamente, el 125% y el 322%, transcurridos 100 años en 2114.

En este estudio de caso se tienen datos de regeneración natural insuficiente o nula en la finca manteniendo el pastoreo continuado y sin protección individual de los árboles jóvenes. La elección del adensamiento con protectores individuales como método de regeneración asistida del arbolado se justifica por el interés de mantener el pastoreo continuado y su menor coste



frente a la exclusión. No obstante, también se justifica por la falta de información respecto al potencial regenerado natural de la finca en la situación actual de elevado envejecimiento de los pies adultos actuales.

El aumento de la cobertura arbórea en 2114 tendría un efecto significativo en el aumento del carbono almacenado en la dehesa del 31%, pero además el manejo cuidadoso del pastoreo y el suelo, evitando la desnudez excesiva y erosión permitirá seguir aumentando el carbono almacenado en el suelo, con las consecuencias positivas para la lucha

1

Tabla 2. Horizonte futuro de los principales productos de las especies de la Dehesa de la Luz.

Clase	Edad media (años)			Arbolado (pies)			Producción de bellota (t)			Crecimiento de corcho (t)			Crecimiento de leña (m³)			Fracción de cabida cubierta (%)		
	Año 2014	Año 2050	Año 2100	Año 2014	Año 2050	Año 2100	Año 2014	Año 2050	Año 2100	Año 2014	Año 2050	Año 2100	Año 2014	Año 2050	Año 2100	Año 2014	Año 2050	Año 2100
1. Regeneración natural	163	200	250	32.144	29.681	27.054	147,4	154,0	156,2	1,9	2,7	3,0	63,0	52,1	36,3	17	19	19
<i>Encinas</i>	165	201	251	31.385	29.202	26.646	146,2	152,7	154,9				63,0	52,1	36,3	17	18	18
<i>Alcornoques</i>	109	145	195	759	479	408	1,2	1,3	1,3	1,9	2,7	3,0				0	0	1
2. Repoblación	19	40	81	14.956	26.475	26.384	9,3	56,5	195,5	4,4	10,4	23,1	2,4	19,5	46,3	2	5	12
<i>Encinas</i>	15	30	69	4.890	17.244	18.198	4,2	35,8	158,1				2,4	19,5	46,3	1	3	7
<i>Alcornoques</i>	21	57	107	10.066	9.231	8.186	5,1	20,6	37,4	4,4	10,4	23,1				1	3	5
3. Total	117	124	166	47.100	56.156	53.438	156,6	210,5	351,7	6,3	13,1	26,1	65,4	71,6	82,6	19	24	31

2 contra el calentamiento global. No obstante, esta mejora del servicio de secuestro de carbono se
3 consigue a costa de la reducción esperada en el caudal de agua superficial que alcanza las
4 charcas y los embalses, respectivamente, dentro y fuera de la Dehesa de la Luz. También la
5 producción de herbáceas disminuiría con el aumento de la densidad arbórea, si bien el aumento
6 de la producción de bellotas deja en la incertidumbre el signo de la variación en la producción de
7 unidades forrajeras de la finca.

8 El modelo de silvicultura de conservación paisajística adhesionada con regenerado
9 asistido mediante densificación logra el objetivo del propietario público y del gobierno de legar el
10 paisaje cultural adhesionado mejorado a las generaciones futuras (CASTAÑO *et al*, 2017)
11 manteniendo el encinar como formación adhesionada dominante (Tabla 2).

13 6. Conclusiones

14 Este estudio presenta distintos modelos de crecimientos y extracciones de corcho y leña,
15 producción de bellotas y fijación física neta de carbono en los árboles que se derivan de los
16 itinerarios selvícolas para las encinas y alcornoques de la Dehesa de la Luz y que alcanzan las
17 expectativas para mantener el arbolado en unas densidades deseadas creciendo hasta alcanzar
18 el 31% en 2114 (Tabla 2), priorizando el encinar sobre el resto de especies arbóreas presentes.
19 Esta información permite el análisis detallado de productos y activos físicos arbolados de la finca,
20 favoreciendo la implantación de una gestión del arbolado fundamentado en datos reales
21 actuales y simulados futuros.

22 Las silviculturas paisajísticas programadas se recomienda que sean revisadas en periodos
23 de 10 años, con el fin de adaptarlas a las circunstancias cambiantes no previstas. Este estudio
24 del arbolado aporta al Ayuntamiento de Arroyo de la Luz *circa* 2014, el estado y la evolución
25 futura del arbolado de la Dehesa de la Luz y, con ello, está en condiciones de presentar mejores
26 planes de acción que otros propietarios que no disponen de conocimientos similares de sus
27 dehesas, para poder fundamentar las solicitudes de compensaciones públicas del gobierno de
28 Extremadura por la contribución del arbolado de sus dehesas a la producción de bienes y
29 servicios públicos.

30 Finalmente, el Ayuntamiento como propietario y gestor de la Dehesa de la Luz contribuye
31 desde la escala local al cumplimiento de los acuerdos de la COMISIÓN EUROPEA (2011) y
32 Naciones Unidas (UNITED NATIONS, 2012) de conservar los activos y los servicios ambientales de
33 los ecosistemas. Las generaciones futuras podrán reconocer la aportación de las generaciones
34 actuales de arroyanos a la mejora de los legados natural y cultural representados por la Dehesa
35 de la Luz.

40 7. Agradecimientos

41 Este estudio ha contado con la financiación y aportación de información del Ayuntamiento
42 de Arroyo de la Luz en el marco del convenio de estudio de la Dehesa de la Luz con el Consejo
43 Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universidad de Extremadura (UEX). De forma
44 singular agradecemos a Santos Jorna, que fue el impulsor de este estudio durante su mandato
45 como alcalde, y a la nueva alcaldesa Isabel Molano por el renovado apoyo a la continuidad del
46 convenio. Otras personas empleados municipales han prestado su generosa ayuda, entre ellas,
47 Daniel González, Lorenzo Castaño y Paulino Ramos. Mercedes Bertomeu, Manuel Bertomeu y
48 Gerardo Moreno, profesores de la Universidad de Extremadura (UEX), han contribuido al diseño y
49 protocolo de toma de datos de inventario del arbolado. En el trabajo de campo han colaborado
50 Juan Antonio Lucas, Eusebio Bermejo, Daniel Reguero y Raquel Plata. Alejandro Álvarez y Eloy
51 Almazán, pertenecientes al Grupo de Economía Ambiental (GEA) del Instituto de Políticas y Bienes
52 Públicos del CSIC (IPP-CSIC) han colaborado en el análisis de datos de corcho, leñas y la edición
53 de mapas. No obstante los autores son los únicos responsables de las limitaciones que los
54 lectores puedan advertir en este estudio.
55



56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102

8. Bibliografía

BOE, 1986. Ley 1/1986, de 2 de mayo, sobre la Dehesa en Extremadura. Anexo III punto 4, Podas

CASTAÑO, F.M.; MESA, B.; CAMPOS, P.; PULIDO, F.J.; 2017. Modelización de las selviculturas y producciones de las encinas y los alcornoques de la Dehesa de la luz. IPP-CSIC/UEX/Ayuntamiento de Arroyo de la Luz. Documento de trabajo inédito.

COMISIÓN EUROPEA; 2011. COM (2011) 244 final. Estrategia de la UE sobre la biodiversidad hasta 2020: nuestro seguro de vida y capital natural. Bruselas, 3.5.2011.

FERNÁNDEZ, P.; CARBONERO, M.D.; 2008. Control y seguimiento de los Programas Agroambientales para el fomento de la Dehesa en Andalucía. Documento Técnico.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE; 1992-2007. Tercer Inventario Forestal Nacional. Provincia de Cáceres.

MONTERO G., TORRES E., CAÑELLAS I., Ortega C. 1996. Modelos para la estimación de la producción de corcho en alcornoques. Investigación Agraria, Sistemas y Recursos Forestales, 5:97-127.

MONTERO, G.; MARTÍN, D.; CAÑELLAS, I.; CAMPOS, P.; 2003. Selvicultura y producción del alcornoque. En: PULIDO, F.J.; CAMPOS, P.; MONTERO, G; (eds.). La gestión forestal de las dehesas. Historia, ecología, selvicultura y economía. Capítulo 4. Páginas 63-106. Instituto Corcho, Madera y Carbón Vegetal. Mérida.

MONTERO, G.; PASALODOS-TATO, M.; LÓPEZ-SENEPLEDA, E.; RUIZ-PEINADO, R.; BRAVO-OVIEDO, A.; MADRIGAL, G.; ONRUBIA, R.; 2015. Modelos de selvicultura y producción de madera, frutos y fijación de carbono de los sistemas forestales de Andalucía. En: CAMPOS, P.; DÍAZ-BALTEIRO, L.; (eds): Economía y selviculturas de los montes de Andalucía. Memorias científicas de RECAMAN. Volumen 1. Memoria 1.2. Páginas 153-396. Editorial CSIC. Madrid.

MONTERO G., RUIZ-PEINADO R., MUÑOZ M. 2005. *Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles*. Monografía INIA: Serie Forestal.

PLIENINGER, T.; PULIDO, F.J.; KONOLD, W.; 2003. Effects of land-use history on size structure of holm oak stands in Spanish dehesas: implications for conservations and restoration. *Environ. Conserv.* 30(1), 61-70.

ROLO V., MORENO G. 2012., Interspecific competition induces asymmetrical rooting profile adjustments in shrub encroached open oak woodlands. *Trees - Structure and Function* 26, 997-1006



- 103 UNITED NATIONS; 2012. The future we want: outcome document adopted at Rio +20.
104 http://www.un.org/disabilities/documents/rio20_outcome_document_complete.pdf