

FENOLOGÍA DE LA ENCINA Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCCIÓN DE BELLOTA EN LA DEHESA

PHENOLOGY OF THE HOLM OAK AND ITS RELATIONSHIP WITH ACORN PRODUCTION
IN DEHESA SYSTEMS

M. FÉRRIZ¹, M.D. CARBONERO², A. GARCÍA³ Y P. FERNÁNDEZ¹

¹ Dpto. Ingeniería Forestal, ETSIAM, Universidad de Córdoba. ² Área de Producción Agraria. IFAPA. Centro Hinojosa del Duque. Junta de Andalucía. Crta El Viso, km 15. 14270 Hinojosa del Duque (Córdoba). ³ Área de Producción Ecológica y Recursos Naturales. IFAPA. Centro Alameda del Obispo. Junta de Andalucía. Avda Menéndez Pidal s/n. 14004 Córdoba.

RESUMEN

La bellota es un recurso aprovechado por el ganado en la dehesa, pero el carácter vecero de la encina y su afectación por múltiples factores endógenos y exógenos dificulta la planificación de su utilización en el corto-medio plazo. La fenología podría ser una herramienta útil para predecir la producción de fruto. Este trabajo se centra en la observación de la fenología de 40 encinas situadas en una repoblación de una dehesa durante una estación de crecimiento y la relación de ésta con la floración y fructificación. Los resultados indican una importante variabilidad en la fenología de la encina en una misma zona, mostrando las encinas con una brotación más temprana, una mayor precocidad y duración de las fases de floración masculina y femenina y unas mayores cosechas de bellotas.

Palabras clave: *Quercus ilex* subsp. *ballota*, floración, semilla.

The acorn is a resource used by livestock in the dehesa. The masting behaviour of the holm oak makes difficult to plan the utilization of this farm resource in the short term. The phenology could help to predict acorn production. The phenology of 40 holm oaks located in an afforestation of a dehesa farm were monitored during the growing season and the relationships between sprouting, flowering and acorn production were analyzed. Results point out huge phenological variability in holm oaks, and a positive relationship between an earlier sprouting and the length of the male and female flowering period. The acorn production was also positively related to the precocity of sprouting.

Key words: *Quercus ilex* subsp. *ballota*, flowering, seed.

SUMMARY

INTRODUCCIÓN

La dehesa es el sistema agroforestal más extendido en España, ocupando una superficie de más de 3,1 millones de hectáreas (Moreno y Pulido, 2009). Aunque su finalidad principal es la producción ganadera, su gestión combina la producción agrícola a corto plazo con la producción obtenida de arbustos y árboles a largo plazo (frutos, leñas, madera, corcho, etc.) (Fernández y Carbonero, 2008). Su importancia económica se une a sus valores ecológicos, ya que desempeña un papel crucial en la conservación de especies amenazadas, en el almacenaje de carbono, en la acumulación de agua, la disminución del riesgo de incendios, etc. (Montero *et al.*, 2005; Fernández y Carbonero, 2008).

La especie forestal más típica de la dehesa es la encina, *Quercus ilex* subsp. *ballota*, muy apreciada por la producción de bellota, empleada principalmente en la alimentación del cerdo Ibérico, el cual constituye un elemento de rentabilidad en muchas explotaciones de dehesa (López-Bote, 1998; Rodríguez-Estévez *et al.*, 2009).

La producción de bellota presenta fuertes variaciones interanuales ligadas a variables exógenas y endógenas al árbol (Moreno y Pulido, 2009) lo que dificulta hacer previsiones a corto-medio plazo. En este sentido, Heuvelop *et al.* (1986) indican que la fenología puede ser una herramienta

útil para elaborar modelos de producción de fruto. Sin embargo, existen pocos estudios en la dehesa que permitan predecir o relacionar la cosecha de un año en función del comportamiento fenológico de los árboles (Díaz, 2000).

Los objetivos de este trabajo han sido evaluar la fenología en encinas a lo largo de una estación de crecimiento analizando la relación entre el desarrollo de la foliación y el de la floración masculina y femenina y entre el desarrollo de la foliación y la producción de fruto.

MATERIAL Y MÉTODOS

Toma de datos

El estudio se llevó a cabo en la finca La Panadera, localizada en el término municipal de Pozoblanco, al noreste de la provincia de Córdoba. Se trata de una finca de dehesa de 84 ha, de la que 30,4 ha se forestaron de encinas en 1993, al amparo del Decreto 73-1993 de 25 de mayo de Forestación en Tierras Agrarias, con una densidad de 300 pies/ha. En esta área repoblada se seleccionaron 40 encinas situadas en una zona llana sin gradientes ambientales evidentes (ver Figura 1). La altura media de estos árboles es 3,14 (\pm desviación estándar: 0,45) m y su diámetro medio en la base del tronco es de 102,24 (\pm 16,93) mm. Durante la primavera de 2012 se llevaron a cabo visitas semanales para evaluar

el estado fenológico de estas encinas. Dicho seguimiento abordó las fases de foliación y floración masculina y femenina (ver descripción en Tabla 1). Para ello, se seleccionaron 10 brotes en cada árbol y, en cada visita, se anotó la fenofase en la que se encontraban. Para cada árbol se determinaron los momentos *inicio*, *pico*, *fin* y duración de cada fenofase. El momento *inicio* se define como la fecha en la que un estadio fenológico aparece por primera vez en uno de los diez brotes observados; la fase *pico* se corresponde con el momento en el que la mayoría de los brotes han alcanzado una fenofase y el *fin* es el día en el que una fase ya no está presente en ninguno

de los brotes. La fecha se anotó en días del año juliano. Estos parámetros se emplearon para determinar la duración de cada fenofase (duración parcial) y la duración total del período de desarrollo completo de cada órgano vegetal, calculadas mediante las ecuaciones [1] y [2], respectivamente.

$$\text{Duración parcial de cada fenofase} = \text{Fecha fin} - \text{Fecha inicio} \quad [1]$$

$$\text{Duración total} = \text{Fecha fin de la última fenofase} - \text{Fecha inicio primera fenofase} \quad [2]$$

A partir de las fechas en las que cada árbol alcanza plenamente los distintos esta-



Figura 1. Parcela de estudio con los 40 árboles de muestreo señalados.

dios de la foliación se obtuvo el índice de precocidad de la foliación (I_p) tal y como se indica en la ecuación [3]. Su valor en la masa oscila entre 1 y 2, de manera que a mayor I_p para un árbol, mayor precocidad.

$$I_p = \frac{1000}{A1 \text{ pico} + A2 \text{ pico} + A3 \text{ pico} + D \text{ pico} + E0 \text{ pico}}$$

[3]

Los valores pico de E1 y E2 no se incluyeron en la ecuación porque presentan variabilidad casi nula entre árboles.

En octubre de 2012, se procedió al vareado de cada árbol y al pesaje de toda la

producción de bellota. El número de bellotas de cada árbol se estimó a partir del peso medio fresco de la bellota, obtenido de promediar el peso de 30 frutos.

Análisis estadístico

Para estudiar la influencia de la precocidad de la foliación en el desarrollo de las distintas fenofases de la floración masculina y femenina y en la producción final de bellota, se emplearon los coeficientes de correlación de Pearson y Spearman, en función del ajuste a una distribución normal (test de Shapiro-Wilk).

Tabla 1. Clave fenológica empleada para el seguimiento de la foliación y floración de la encina en primavera y modificada a partir de Gómez-Casero et al. (2007).

Fase	Fenofase	Descripción
Foliación	A0	Yemas cerradas.
	A1	Yemas hinchadas.
	A2	Catáfilos en crecimiento.
	A3	Primeras hojas visibles.
	D	Elongación. L hoja < 1cm. Hojas desplegándose.
	E0	Hojas no totalmente desplegadas con longitud entre 1-2 cm, de coloración verde clara.
	E1	Hojas desplegadas con longitud definitiva de coloración verde clara. Textura coriácea o esclerificándose
	E2	Hojas desplegadas con longitud entre 2-5 cm de coloración verde oscura y textura coriácea y dura
Inflorescencia masculina	B	Yemas hinchadas. Se ven estructuras de crecimiento (globos distintos)
	CD	Amentos visibles en los extremos de las ramillas, con L < 2cm. Su color es verde amarillento.
	EF	Amentos colgantes completamente desarrollados, amarillentos. Se inicia la polinización.
	G	Senescencia de los amentos, color ocre.
Inflorescencia femenina	c	Flores femeninas distinguibles con L < 2 mm y estilos verdes visibles. Aparecen erectas y están rodeadas de brácteas pelosas en la base. Se inicia la floración.
	de	Plena floración. Los estigmas receptivos adquieren color marrón.
	f	Los estigmas adquieren una tonalidad más oscura al perder su receptividad. El futuro pericarpo y la cúpula empiezan a ser visibles.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El inicio de la foliación tuvo lugar el día 80 del año juliano (día 20 de marzo), existiendo un desfase de 28 días entre la encina más temprana y la más tardía. Esta falta de sincronía en el desarrollo fenológico a nivel de masa se mantiene hasta la fase E1 de elongación de hojas (ver Tabla 2). A partir de ese momento, las hojas se desarrollan a la par. Estas diferencias fenológicas entre encinas próximas coincide con otros estudios llevados a cabo en otras especies del género *Quercus* (Díaz, 2000). Dado que las encinas de la forestación proceden de semillas de árboles diferentes, esta variabilidad podría achacarse a la variabilidad genética existente

(Coelho *et al.*, 2006).

De los 40 árboles elegidos, sólo 19 han producido flor masculina. El primer registro de yemas hinchadas (estadio B) se tuvo el día 98 (7 de abril). En el 75% de los árboles, el inicio de la floración masculina ocurrió sobre brotes que se encontraban en fenofase foliar A2, mientras que en el 25% restante fue sobre brotes en A3. Al igual que para la foliación, se observa poca sincronía en la floración masculina excepto para las fechas de finalización (fenofases CD y EF en Tablas 1 y 2). El valor de la mediana para la senescencia de los amentos (fenofase G) acaeció el día 151 (30 de mayo) y coincidió en todos los casos con la fase foliar E1.

Tabla 2. Valores de la mediana para las fechas de inicio, pico y fin de cada fenofase de foliación y floración expresados en días del año juliano. Entre paréntesis fecha más temprana de inicio y más tardía.

Última columna: valores medios de la duración de cada fenofase y desviación estándar.

Datos expresados en días.

	Fase	Inicio	Pico	Fin	Duración
Foliación	A1	80 (80, 108)	103 (80, 127)	108 (80, 143)	28 ± 11
	A2	98 (80, 118)	103 (90, 127)	127 (103, 143)	23 ± 8
	A3	105,5 (90, 127)	118 (98, 132)	129,5 (118, 143)	22 ± 8
	D	118 (98, 132)	127 (108, 151)	143 (127, 151)	19 ± 8
	E0	127 (118, 151)	132 (118, 151)	147 (132, 179)	18 ± 9
	E1	151 (143, 151)	151 (151, 151)	179 (179, 179)	28 ± 1
	E2	179 (179, 179)	179 (179, 179)	-	-
	Floración masculina	B	98 (98, 108)	103 (98, 108)	118 (103, 132)
CD		103 (98, 118)	118 (103, 127)	132 (132, 132)	28 ± 5
EF		127 (108, 132)	132 (108, 132)	143 (143, 143)	21 ± 10
G		143 (127, 143)	143 (132, 143)	151 (143, 151)	12 ± 6
Floración femenina	C	143 (127, 143)	143 (127, 143)	151 (143, 151)	13 ± 7
	de	151 (132, 151)	151 (132, 151)	179 (151, 179)	24 ± 9
	f	151 (151, 179)	151 (151, 179)	179 (179, 179)	24 ± 6

Se produjo floración femenina en 27 de los árboles seleccionados. La fecha de desarrollo de las inflorescencias femeninas está comprendida entre los días 127 y 179 (6 de mayo y 27 de junio, respectivamente). La mayor asincronía de nuevo se observa en las fenofases de inicio que se extendieron entre los días 127 y 143, es decir, entre el 6 y el 15 de mayo. En el 67% de los árboles que tuvieron flores femeninas, la flor femenina comenzó a desarrollarse sobre brotes en fenofase de foliación E1 y en el 33% restante, sobre la fenofase E0.

Los picos para las fases de liberación de polen (EF) y receptividad de estigmas (de) no coinciden ni a nivel individual ni colectivo, aunque existe solape a nivel de árbol y de masa (ver Tabla 2), por lo que las flores femeninas han podido ser fecundadas por el polen del propio árbol, o de los árboles seleccionados.

La precocidad de la foliación está relacionada negativamente con la fecha en la que se alcanza la plenitud de algunas fenofases de la floración masculina y positivamente con a la duración parcial de todas las fenofases y con la duración total (Tabla 3). Los resultados sugieren que una mayor precocidad en la brotación adelanta la fase de aparición de los amentos y de liberación de polen, prolongando la duración de todas las fenofases.

La tabla 4 presenta las relaciones en-

tre la precocidad de la foliación y la fenología de la floración femenina. Al igual que para la floración masculina, los resultados apuntan a que una mayor precocidad da lugar a fenofases de mayor duración y a un adelanto del momento pleno en las mismas.

La precocidad en la fenología (Ip) de la brotación presenta correlación positiva con el número de bellotas que porta el árbol, obteniéndose un coeficiente de correlación de Spearman significativo ($p < 0,05$) y con un valor de 0,42. Lo mismo sucede con la producción de bellota expresada en gramos de materia fresca, pues el coeficiente de correlación de Spearman es de 0,35 y significativo. La relación positiva de la precocidad con la producción de bellota podría justificarse con el hecho de que un árbol más precoz puede tener un crecimiento del brote mayor y por tanto una mayor capacidad física para albergar y mantener más flores femeninas (Rallo y Cuevas, 1999). Además, podría ser polinizado por un mayor número de individuos debido a que su fase de receptividad de estigmas coincide durante más tiempo con la dispersión del polen de otros árboles (Díaz, 2000). En cambio los árboles más atrasados ejercen principalmente un rol masculino, ya que hay un menor solapamiento entre liberación de polen con receptividad de estigmas (Díaz, 2000).

Tabla 3. Valores de los coeficientes de correlación de Spearman y de Pearson (P) entre el índice de precocidad (Ip) con la plenitud (pico), la duración parcial (d) de cada fenofase y la duración total (dtotal) de la floración masculina. Cifras marcadas con asterisco (*) presentan diferencias significativas ($p < 0,05$). N = 19 árboles.

Bpico	dB (P)	CDpico	dCD	EFpico	dEF	Gpico	dG	dtotal (P)
-0,39	0,50*	-0,60*	0,57*	-0,55*	0,55*	-0,31	0,59*	0,56*

Tabla 4. Valores de los coeficientes de correlación de Spearman del índice de precocidad (Ip) con la plenitud (pico) y la duración (d) parcial de cada fenofase y total de la floración femenina. Cifras marcadas con asterisco (*) presentan diferencias significativas ($p < 0,05$). N=27.

Cpico	dc	de pico	dde	fpico	df	dTotal
-0,64*	0,74*	-0,48*	-0,34	-0,54*	0,67*	0,44*

CONCLUSIONES

Se ha detectado una importante variabilidad y asincronía en la fenología de los árboles durante las fases iniciales de brotación, floración masculina y femenina. Además se detecta una relación positiva entre la precocidad de la brotación y el momento de plenitud para la floración masculina y femenina. La duración de dichas floraciones también se encuentra relacionada positivamente con el adelanto en la brotación, lo que aumenta las posibilidades de solape de floraciones y fecundación de flores femeninas. De hecho nuestros resultados indican que la precocidad de la brotación se encuentra relacionada positivamente con la cosecha de bellota.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COELHO A.C., HORTA M. Y NEVES D. (2006) Genetic diversity of two evergreen

oaks (*Quercus suber* L. and *Q. (ilex) rotundifolia* Lam.) in Portugal using AFLP markers. *Silvae Genet*, 55, 105-118.

DÍAZ P.M. (2000) *Variabilidad de la fenología y del ciclo reproductor de Quercus suber L. en la península Ibérica*. Tesis doctoral, Departamento de Silvopascicultura, UPM. Madrid.

FERNÁNDEZ REBOLLO P. Y CARBONERO MUÑOZ M.D. (2008) La dehesa como hábitat natural para el Cerdo Ibérico. En: Forero J. (Ed) *El cerdo ibérico. Una revisión transversal*. pp. 103-134. Sevilla, España: Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía y Fundación Caja Rural del Sur.

GÓMEZ CASERO M.T., GALÁN C. Y DOMÍNGUEZ VILCHES E. (2007) Flowering phenology of mediterranean *Quercus* species in different locations (Córdoba, sw Ibe-

rian Peninsula). *Acta Botanica Malacitana*, 32, 127-146.

HEUVELDOP J., TESIS P., QUIROS P. Y PRIETO E. (1986) *Agroclimatología Tropical*. San José, Costa Rica: EUNED.

LÓPEZ-BOTE C.J. (1998) Sustained utilization of the Iberian pig breed. *Meat Science*, 49, 17-27.

MONTERO G., RUIZ-PEINADO R. Y MUÑOZ M. (2005) *Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles*. Madrid, España: Monografías INIA: Serie Forestal, nº 13.

MORENO G. Y PULIDO F. (2009) The functioning, management, and persistence of dehesas. En: Rigueiro-Rodríguez A. et al. (Eds) *Agroforestry in Europe: Current Status and Future Prospects*. pp. 127-160. Berlín, Alemania: Springer.

RALLO L. Y CUEVAS J. (1999) Fructificación y producción. En: Barranco D. et al. (Eds) *El cultivo del olivo*. pp. 117-150. Madrid, España: Junta de Andalucía - Mundi-Prensa.

RODRIGUEZ-ESTEVEZ V., GARCÍA A. Y GÓMEZ A.G. (2009) Characteristics of the acorns selected by free range Iberian pigs during the montanera season. *Livestock Science*, 122, 169-176.