

FENOFASES FLORALES EN QUERCUS ROTUNDIFOLIA LAM.

F.M. VÁZQUEZ

DPTO. PRODUCCIÓN FORESTAL Y PASTOS. SERVICIO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO. APDO. 22 06080 BADAJOZ. (ESPAÑA).

RESUMEN

Se presentan las distintas fenofases florales que se suceden en la floración masculina y femenina de la encina (*Quercus rotundifolia* Lam.). Para cada una de las fases descritas se incorporan datos sobre la morfología floral, y estado de desarrollo que alcanza el amento, el grupo floral y las flores; se incorporan en cada fase datos sobre el estado receptivo en las flores femeninas y grado de maduración y viabilidad del grano de polen y el óvulo. Finalmente se representa gráficamente cada una de las fenofases descritas.

P. C.: Floración, Polen, Óvulo, Encina, *Quercus rotundifolia*, Reproducción, Fenofases.

SUMMARY

In this work the floral stages are introduced that it is happened in the masculine and feminine flowering of the holm-oak (*Quercus rotundifolia* Lam.). In each described stages they incorporate data on the floral morphology: state of development that it reach the catkins, the floral group and the flowers. Also data of the receptive state in the are inserted feminine flowers and ripening and viability grade of the grain of pollen and ovule. Finally is represented in a graphic each one of the described stage.

K.W.: Flowering, Pollen, Ovule, Holm-oak, *Quercus rotundifolia*, Reproduction, Stages.

INTRODUCCIÓN

La encina (*Quercus rotundifolia* Lam (= *Q. ilex* subsp. *ballota* (Desf.) Samp.)) ocupa una superficie superior al millón de hectáreas del cuadrante sudoccidental de la Península Ibérica en bosques monoespecíficos o mixtos. Mezclada con el alcornoque (*Q. suber* L.), el quejigo (*Q. faginea* Lam.) y ocasionalmente con el rebollo (*Q. pyrenaica* Willd.) (AMARAL, 1990).

Los bosques que ocupa esta especie han sido explotados por el hombre durante siglos. La forma tradicional de explotación se denomina Dehesa. En las dehesas se explota el ganado porcino, vacuno y ovino principalmente. Estos bosques son el sustento en la alimentación del ganado, a través de los pastizales en invierno-primavera-verano y las semillas de los árboles en otoño-invierno.

En algunas especies animales como el porcino, las semillas de estas especies son la base de la etapa final del cebo, denominada Montanera. Los conocimiento sobre la dinámica productiva de *Q. rotundifolia* y los procesos que regulan el ciclo reproductor se conocen escasamente. Se tienen referencias sobre la época de floración (CURRÁS & al., 1985; CURRÁS & al., 1987; VÁZQUEZ & al., 1990), la viabilidad del polen (BELLANI & al., 1992) y su germinación (VÁZQUEZ & al., 1997). Se conocen escasos aspectos sobre las relaciones entre el clima y la floración (CURRÁS & al., 1987), pero se desconocen las relaciones entre los procesos reproductivo y la producción final de semillas.

En otras especies próximas se han hecho intentos por conocer la dinámica productiva, como es el caso de *Q. suber* L., donde se conocen las relaciones entre las diferentes épocas de floración y los tipos de semillas (ELENA-ROSELLO & al., 1993) y las relaciones entre la producción floral y el clima (OLIVEIRA & al., 1994).

Sin embargo, aún no se ha definido un esquema secuencial de los momentos en los que se sucede la floración en *Quercus* L., aunque se tenga referencias aproximativas como la de KAUL (1985) Y KAUL (1986). El objetivo de este trabajo es diferenciar las distintas fenofases florales que se suceden en la floración de la encina (*Q. rotundifolia* Lam.) a nivel masculino y femenino, apoyadas con datos morfológicos y fisiológicos. Los resultados obtenidos nos permitirán determinar dentro del período de floración de la especie la fenofase en la que se encuentra, y su correlación con factores climáticos comprobar la variaciones de estos últimos como afectan en la formación del fruto.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se ha realizado siguiendo durante la campaña de 1995-96, los encinares situados en el Valle de Santa Ana (29SPC94, 505 msm) (Badajoz), aunque previamente se realizaron ensayos de aproximación al estudio durante las campañas de 1992-93, 1993-94 y 1994-95.

Durante los meses de Marzo a Mayo en cada uno de los períodos indicados se ha procedido a la observación de las masas anotándose el estado fenológico en el que se encontraban. Conjuntamente se recolectaba muestras de las inflorescencias masculina y femenina que se estudiaban posteriormente en el laboratorio.

En el laboratorio se anotaban datos morfológicos de cada una de las inflorescencia en toda la escala de floración; desde la aparición del botón floral hasta la senescencia de las flores o formación del fruto. Junto con los datos morfológicos se anotaron datos fisiológicos, concretamente se estudió el número medio de granos de polen por flor, el estado de maduración y su viabilidad en las flores masculinas. En las femeninas se realizaron cortes anatómicos a lo largo de todo el ciclo y se anotó la presencia o ausencia de un óvulo maduro.

Para el estudio del polen se han utilizado la técnica de KEARNS & al., (1993) en el conteo del número de granos; la de MAYER (1991) para determinar el número de granos maduros y el medio de BREWBABKER & al., (1963) en el test de germinación. El número de muestra utilizado para cada técnica ha sido de 20 conteo, con un número medio de granos de polen de 100 granos por conteo. La identificación y observación del óvulo maduro se realizó siguiendo las indicaciones del trabajo de STAIRS (1964).

Todos los datos obtenidos sirvieron para discriminar determinados momentos en los que se podía definir un estadio, cada estadio se denominó Fase.

RESULTADOS

En la encina se pueden observan en una misma rama dos tipos de inflorescencias: a) amentos masculinos, situados en la base de la rama joven; y b) racimos de flores femeninas situados en la zona media o terminal de las ramas jóvenes.

En el estudio de la floración masculina el número de muestras utilizado para diferenciar las fases han sido de 465 inflorescencias.

El número de estambres por flor ha sido $14,1 \pm 7,2$; el número de granos de polen por flor ha sido de $0,00346 \pm 0,0005$ gr/flor.

Los estadios o fases que se han determinado en relación a los datos observados han sido para la floración masculina seis, denominadas Fase I [↑], II [↑], III [↑], IV [↑], V [↑] y VI [↑]. Las características que definen cada una de estas fases son las siguientes:

- FASE I ♂: *Morfología*: Yemas engrosadas, no han aparecido aún las primeras hojas. Las escamas cubren los tallos, hojas e inflorescencias en estado rudimentario. (Fig. 1, 1)

Polen: 0 % de maduración; 0 % de germinación

Días comienzo: 3 al 17 de Marzo

Duración: 7-14 días

Observaciones: Se ha considerado para esta fase como límite inicial el engrosamiento de las yemas y como límite final la aparición del tallo joven no diferenciado.

- FASE II ♂: *Morfología*: Los tallos jóvenes presentan hojas en desarrollo y las inflorescencias no están individualizadas del resto del brote. Los tallos no alcanzan más de 2,0 cm. (Fig. 1, 2)

Polen: 2 % de maduración; 0 % de germinación

Días comienzo: 13 al 26 de Marzo

Duración: 9-13 días

Observaciones: Se ha considerado para esta fase como límite inicial la aparición del tallo joven y como límite final la diferenciación de los amentos masculinos de las hojas.

- FASE III ♂: *Morfología*: Las hojas jóvenes aún se están desarrollando, ya se diferencian las inflorescencias y las flores, aunque estas últimas se encuentran comprimidas unas a las otras. Las inflorescencias en esta fase llegan a alcanzar hasta los 2,5 cm. (Fig. 1, 3).

Polen: $24 \pm 12,5$ % de maduración; 0 % de germinación

Días comienzo: 23 al 31 de Marzo

Duración: 5-8 días

Observaciones: Se ha considerado para esta fase como límite inicial la diferenciación de los amentos y como límite final la separación de flores en al menos 1/5 de la longitud del amento.

- FASE IV ♂: *Morfología*: Las inflorescencias masculinas están en desarrollo se observan con claridad las flores que pueden contarse. En esta fase la inflorescencia tienen una longitud de $4,6 \pm 3,2$ cm. (Fig. 1, 4)

Polen: $76 \pm 19,5$ % de maduración; 0 % de germinación

Días comienzo: 29 de Marzo al 5 de Abril

Duración: 3-6 días

Observaciones: Se ha considerado para esta fase como límite inicial la separación de las flores en al menos 1/5 de la longitud del amento, y como límite final la antesis o aparición de las anteras, aunque no se haya desarrollado el filamento que las sustenta.

- FASE V ♂: *Morfología*: Las inflorescencias masculinas han paralizado el desarrollo se encuentran en antesis las flores y en desarrollo el filamento de las anteras. La longitud que alcanza las inflorescencias masculinas en esta fase es $7,2 \pm 3,7$ cm. (Fig. 1, 5)

Polen: $94,2 \pm 7,5$ % de maduración; $23,4 \pm 11,5$ % de germinación

Días comienzo: 3 al 8 de Abril

Duración: 3-5 días

Observaciones: Se ha considerado para esta fase como límite inicial la antesis de las flores y como límite final la apertura de las anteras en al menos 1/5 de las flores del amento.

- FASE VI ♂: *Morfología*: La inflorescencia ya no se desarrolla, y las tecas de las anteras comienzan a abrirse dejando libre el polen, comenzando el procesos de polinización. (Fig. 1, 6)

Polen: $96,2 \pm 6,1$ % de maduración; $85,4 \pm 15,7$ % de germinación

Días comienzo: 5 al 15 de Abril

Duración: 5-10 días

Observaciones: Se ha considerado para esta fase como límite inicial la apertura de las tecas de las anteras en al menos 1/5 de las flores de la inflorescencia y como límite final la senescencia de las flores una vez liberado el polen.

La duración de la floración masculina oscila entre los 30-45 días.

Para el estudio de la floración femenina el número de muestras utilizado para diferenciar las fases han sido de 143 inflorescencias.

Cada flor femenina consta de 6-8 óvulos anátropos, de los que sólo uno es fertilizado y produce una semilla viable. Aunque a veces se pueden fertilizar, 2, 3 o 4 (VÁZQUEZ & al., 1994) Cada flor consta de un pistilo que presenta de 2 a 4 estilos.

Las fases femeninas que se han diferenciado son Fase I ♀, II ♀, III ♀ y IV ♀. Las características que definen cada una de estas fases son las siguientes:

- FASE I ♀: *Morfología:* Las inflorescencias se encuentran diferenciadas de las hojas, aunque no es posible individualizar las flores femeninas. La longitud de la inflorescencia es de hasta 5 mm. (Fig. 2, 1).

Óvulo: no es posible reconocer ninguna estructura fértil.

Días comienzo: 1 al 9 de Abril

Duración: 5-9 días

Observaciones: Se ha considerado para esta fase como límite inicial la visualización de la inflorescencia y como límite final la individualización de las flores femeninas del resto.

- FASE II ♀: *Morfología:* La inflorescencia se encuentra en desarrollo y se han diferenciado las flores femeninas. Las flores femeninas se encuentran envueltas por brácteas y aún no se ha producido la antesis. El tamaño de las flores femeninas en esta fase es de $3,2 \pm 1,2$ mm. (Fig. 2, 2).

Óvulo: Aún no se encuentra formado, se encuentra en diferenciación.

Días comienzo: 5 al 10 de Abril

Duración: 3-5 días

Observaciones: Se ha considerado para esta fase como límite inicial la individualización de las flores femeninas y como límite final la antesis o aparición de los estilos en las flores femeninas.

- FASE III ♀: *Morfología:* En esta fase las flores femeninas se encuentran receptivas y es posible la polinización efectiva. El tamaño de las flores femeninas es de $5,1 \pm 1,8$ mm. (Fig. 2, 3).

Óvulo: Se encuentra maduro. Normalmente la antesis se produce una vez formado el óvulo.

Días comienzo: 9 al 14 de Abril

Duración: 3-5 días

Observaciones: Se ha considerado para esta fase como límite inicial la antesis de las flores femeninas y como límite final la emergencia de los pistilos de las flores femeninas por encima de las brácteas del involucro. Durante esta fase se produce el proceso de polinización.

- FASE IV + : *Morfología:* Las flores femeninas es posible observarlas completas, pistilos y estilos que se comienzan a oscurecer. El tamaño de las flores femeninas es de $7,5 \pm 2,1$ mm. (Fig. 2, 4).

Óvulo: En esta fase el óvulo ha podido ser fertilizado y habría desaparecido como tal, se encontraría en fase de desarrollo el embrión.

Días comienzo: 12 al 20 de Abril

Duración: 4-8 días

Observaciones: Se ha considerado para esta fase como límite inicial la aparición del pistilo por encima de las brácteas del involucreo y como límite final la formación del embrión. Durante esta fase se producen los procesos de polinización, fertilización y desarrollo de los estadios iniciales del embrión.

La duración de la floración femenina oscila entre los 15-20 días.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados ofrecen una clara diferenciación entre las fases descritas, sin embargo en algunos de los estadios propuestos las variaciones fisiológicas no son apreciables, como es el caso de las Fases I ♂ de la floración masculina y Fase I ♀ y II ♀ de la floración femenina en las que el polen y el óvulo no se encuentran maduro o formado respectivamente. En estas fases la diferenciación está basada en parámetros morfológicos y se podrían interpretar como simples grados de desarrollo de la inflorescencia.

Las fases II ♂, III ♂, IV ♂, V ♂ y VI ♂ en la floración masculina y III ♀ y IV ♀ en la femenina, implican no sólo claros cambios de desarrollo morfológico, además se aprecian variaciones fisiológicas, en la maduración y viabilidad del grano del polen y maduración del óvulo respectivamente. Estas fases podrían interpretarse como grados de desarrollo de la flor.

La separación espacial y temporal de las dos floraciones son fenómenos frecuentes en las Fagáceas, que potencian el cruzamiento y heterosis de las poblaciones naturales. Es de destacar la coincidencia entre la maduración del óvulo con la fase V ♂ en la floración masculina.

El tiempo de duración de la floración femenina, es 1/2 del de la masculina. Procesos meteorológicos que separasen una floración de otra frenan el proceso de la fertilización y consecuentemente la producción de semillas.

El estudio continuado en este sentido, correlacionando las fases establecidas con parámetros climáticos a lo largo de los años, con las distintas variedades que existen de esta especie y/o con variaciones locales de tipo edáfico, altitud o exposición nos permitirá conocer con más objetividad el comportamiento reproductivo de la especie y su relación con los procesos productivos.

Como conclusión final se pueden extraer de los resultados encontrados que es posible diferenciar con claridad dentro de *Quercus rotundifolia* Lam., seis fases en la floración masculina y cuatro en la femenina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, J. (1990). *Quercus* L. In: CASTROVIEJO, S., LAÍNIZ, M. & al., *Flora Ibérica*, 2: 15-36.

BELLANI, L. & PAOLETTI, E. (1992). New type of damage to *Quercus ilex*: pollen germination and hydration ability. *European Journal Forestry Pathology*, 22: 284-290.

BREWBAKER, J.L. & KWACK, B.H. (1963). The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. *American Journal Botany*, 50(9): 747-858.

CURRÁS, R. & LAGUNA, E. (1985). Nuevo modelo de representación de los datos fenológicos de la escala de Ellemberg. *Boletín Sociedade Broteriana*, 58: 259-267.

CURRÁS, R. & LAGUNA, E. (1987). Primeros resultados sobre variaciones del ambiente lumínico en varias comunidades vegetales levantinas. *Lazaroa*, 10: 127-152.

ELENA-ROSSELLO, J.A., RIO DEL, J.M., & al., (1993). Ecological aspects of the floral phenology of the cork-oak (*Q. suber* L.): why do annual and biennial biotypes appear?. *Annals Sciences Forestieres* 50(sp.1): 114-121.

KAUL, R.B. (1985). Reproductive morphology of *Quercus* (Fagaceae). *American Journal Botany*, 72(12): 1962-1977.

KAUL, R.B. (1986). Evolution and reproductive biology of inflorescences in *Lithocarpus*, *Castanopsis*, *Castanea* and *Quercus* (Fagaceae). *Annals Missouri Botanical Garden*, 73: 284-296.

KEARNS, C.A. & WILLIAN, D. (1993). *Techniques for pollination biologists*. Univ. Press Colorado. Niwot (USA).

MAYER, S.S. (1991). Artificial hybridization in Hawaiian *Wikstroemia* (Thymelaeaceae). *American Journal Botany*, 78(1): 122-130.

OLIVEIRA, G., CORREIA, O., & al., (1994). Phenological and growth patterns of the Mediterranean oak *Quercus suber* L. *Trees*, 9: 41-46.

STAIRS, G.R. (1964). Microsporogenesis and embryogenesis in *Quercus*. *Botanical Gazette*, 125: 115-121.

VÁZQUEZ, F.M., ESPÁRRAGO, F., & al., (1990) Flowering of *Quercus rotundifolia* Lam. In: International Workshop *Quercus ilex* L. *Ecosystems: Function, Dynamics and Management*. Montpellier.

VÁZQUEZ, FM., PÉREZ-ANTELO A., & al., (1994). Miscelánea en la producción de planta forestal de *Quercus rotundifolia* Lam. y *Q. suber* L. en el SO de España. *III Congreso Florestal Nacional*. Figueira da Foz.

VÁZQUEZ, F.M., BASELGA, P. & SUÁREZ, M.A. (1997). Efecto de la temperatura y la humedad en la germinación "in vitro" del grano de polen en *Quercus rotundifolia* Lam. y *Q. suber* L. *Anales INIA. Serie Forestal (en prensa)*.

