

EL DESARROLLO DEL EMBRIÓN DURANTE LA MADURACIÓN Y GERMINACIÓN DE LA BELLOTA

D. Verdaguer y M. Molinas

Laboratori del Suro. Girona, Col·legi Universitari de Girona. Pl. Hospital 6, 17071 Girona.

RESUM

En aquest treball s'estudia l'organització i el desenvolupament de la surera durant el període de maduració de l'embrió i la germinació de la nova plàntula, tot utilitzant la metodologia histològica. En la llavor madura, l'epicòtil presenta dos primordis foliars i és característica la formació d'un conjunt de diverses gemmes laterals en posició axil·lar sobre l'eix embrionari. Aquesta acumulació de gemmes a la regió de la futura corona radicular es relaciona amb la capacitat de reproducció per rebrotos de la surera.

RESUMEN

En este trabajo se estudia la organización y el desarrollo del alcornoque durante las últimas fases de maduración del embrión y la germinación de la nueva plántula, mediante la utilización de la metodología histológica. En la semilla, el epicótilo presenta dos primordios foliares y resulta característica la formación de varias yemas laterales en posición axilar sobre el eje del embrión. Este acúmulo de yemas en la región de la futura corona radicular se relaciona con la capacidad de reproducción por rebrotos del alcornoque.

ABSTRACT

Seedling morphology and development during the late embryo maturation and germination phases of the cork-oak, has been studied using histological methods. The mature embryo possesses two leaf primordia in the caulinar meristem and the embryo axis presents numerous lateral buds in axillary position to cotyledons. The presence of these numerous buds in the region of the future root crown is related with the clonal behaviour of the cork-oak.

Key words: embryo, epicotyl, hypocotyl, crown root, germination, clonality.

INTRODUCCIÓN

En el desarrollo del embrión de las plantas, al período de formación o período propiamente embriológico, sigue una etapa de maduración del embrión que tiene lugar dentro de la semilla y que, a su vez, continuará con la formación de la plántula después de la germinación. La fase de maduración es importante por la intensa actividad morfogénica que desarrolla. En esta es etapa cuando se moldean algunas de las características de la planta adulta. Este período también es importante por ser una de las fases más desconocidas dentro de la embriología de las plantas y de modo concreto dentro de la biología del alcornoque.

Cuando se inicia la embriogénesis, las divisiones del cigoto se suceden hasta que el embrión toma una forma acorazonada, con simetría bilateral y distribución claramente bipolar. En este momento los meristemos caulinar y radicular se organizan en los extremos opuestos del eje del embrión y aparecen los esbozos de los dos cotiledones. El meristemo caulinar dará origen al ápice que después de la germinación se convertirá en el brote. El meristemo radicular, protegido por la cofia, evolucionará más tarde para formar la raíz. Y el eje del embrión, formado por el epicótilo y el hipocótilo, dará lugar a la zona de conexión entre raíz y brote en la futura corona radicular.

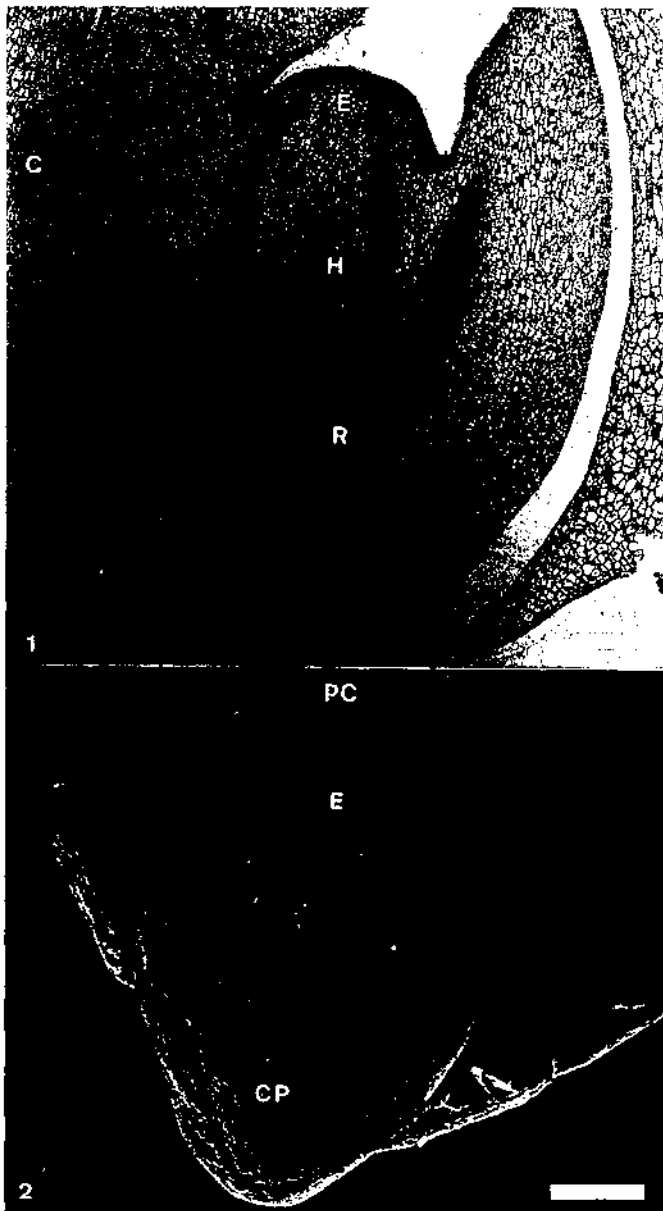
El estudio de la corona radicular presenta gran interés en el alcornoque debido a su gran capacidad regeneradora. La corona radicular contiene una característica dotación de yemas que se mantienen latentes pero con capacidad de rápida activación frente a los agentes que provocan la destrucción de la biomasa aérea, como el pastoreo, el fuego o la tala.

METODOLOGÍA

Los embriones utilizados en este trabajo se han obtenido a partir de bellotas recolectadas periódicamente, desde finales de verano a últimos de diciembre, de alcornoques situados en parcelas experimentales del Laboratori del Suro en el macizo de Les Gavarres (Baix Empordà, Girona). Las plántulas estudiadas se han cultivado bajo condiciones controladas en el laboratorio.

Para su observación al microscopio óptico (OM), los embriones o las fracciones de tisulares de las plántulas, se han fijado en formol creta. A continuación las muestras se han deshidratado en una serie isopropílica y se han incluido en glicol-metacrilato (GMA) (Bonet y Molinas, 1983). Para su coloración se han utilizado las tinciones de azul de toluidina, tionina y P.A. Schiff. Las observaciones se han realizado en un fotomicroscopio Olympus Vanox.

Para la microscopía electrónica de barrido (SEM), los embriones y las fracciones del epicótilo o del hipocótilo de las plántulas se han fijado en formol creta. Las muestras se han deshidratado en una serie etanólica y se han llevado al punto crítico para su liofilización. Después de un recubrimiento con oro-paladio, los ejemplares se observaron en un Cambridge Stereoscan 120 del servicio de Microscopía Electrónica de la Universidad de Barcelona.



Figuras 1-2.- El embrión de *Q. suber* al iniciar la fase de maduración. 1. Microfotografía al microscopio óptico en sección longitudinal en el plano intercotiledonar. Se observa el epicótilo en forma de un domo plano sin ninguna protuberancia. El hipocótilo y el meristemo radicular quedan protegidos por la caliptra. 2. Microfotografía al microscopio electrónico de barrido. El peciolo cotiledonar ha sido extraído para observar el epicótilo. C, cotiledón.; CP, caliptra; E, epicótilo; H, hipocótilo; PC, peciolo cotiledonar (barra = 200mm).

OBSERVACIONES

El período de maduración del embrión coincide con el período de maduración del fruto en el que la semilla empieza a ser visible por encima de la cápsula. Cuando se inicia esta etapa, el embrión consiste en un corto eje que une los dos meristemas apicales, en el que se insertan los dos cotiledones en crecimiento. La fracción epicotiledonar del eje está formada por un domo plano situado justo encima de la inserción de los cotiledones. La fracción del hipocótilo, más desarrollada, consiste en un corto segmento unido al meristemo radicular protegido por la cofia (Fig. 1-2).

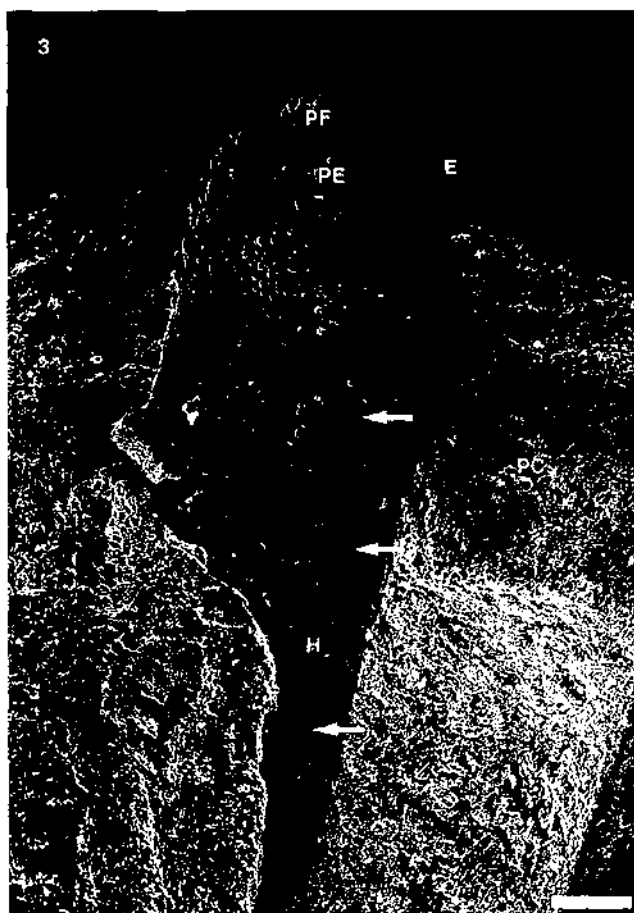


Figura 3.- Imagen al microscopio electrónico de barrido del embrión maduro de *Q. suber*. Se observa el crecimiento en longitud del epicótilo con el desarrollo de los primordios foliares y sus correspondientes primordios estipulares. Un elevado número de pelos recubre la epidermis. Nótese la serie de yemas adventicias en posición axilar situadas en el plano intercotiledonar a lo largo del eje del embrión (flechas). E, epicótilo; H, hipocótilo; PC, peciolo cotiledonar; PE, primordios estipulares; PF, primordios foliares (barra = 200mm)

Durante el período de maduración, el epicótilo se desarrolla ligeramente e inicia la ontogenia del tallo; el hipocótilo se alarga hasta alcanzar una longitud de unos 3 a 4 mm; mientras la radícula permanece estacionaria. El ápice caulinar adquiere una forma de domo más pronunciado y se observa la formación de dos pequeñas prominencias laterales que darán lugar a los dos primeros primordios foliares. Sobre el eje del embrión y en posición axilar respecto a los cotiledones, aparece un conjunto de yemas laterales. Una o dos parejas de yemas pertenecen al epicótilo y el resto, 4 a 6 parejas, al hipocótilo (Fig. 3).

Externamente la germinación se hace visible con la ruptura de la testa y la emergencia de la radícula. Los cotiledones se mantienen en el interior de la testa pero se registra un intenso crecimiento intercalar de los peciolos que arrastra el embrión hacia afuera. Durante los primeros días, mientras el epicótilo se encuentra fuertemente protegido por los peciolos, se produce la organización del brote. En el ápice caulinar se acumulan varios primordios que desarrollarán las primeras hojas, el brote adquiere simetría radial y la epidermis que recubre la porción apical y los primordios desarrolla numerosos pelos y glándulas. Con el crecimiento, la base peciolar se separa y el brote emerge haciéndose visible externamente. Al mismo tiempo se ha iniciado la intensa expansión del hipocótilo que se alarga por crecimiento intercalar y pronto empieza también el crecimiento radial. Con las tensiones del crecimiento radial, el córtex y la epidermis acaban por romperse y empieza la formación de felógeno. El desarrollo de la radícula se inicia posteriormente a la expansión del hipocótilo. En el período correspondiente a la germinación e inicio del desarrollo de la plántula, las yemas laterales del eje del embrión pertenecientes al epicótilo se desarrollan ligeramente, mientras que las del hipocótilo quedan latentes y protegidas por la corteza. Toda esta zona y principalmente la porción hipocotiledonar es la que da lugar a la corona radicular.

Al finalizar estas primeras fases del desarrollo se ha completado la ontogenia. Se ha formado un brote cuyo ápice presenta varios primordios foliares y empieza su expansión con grandes entrenudos. La base del tallo y el hipocótilo han organizado la corona radicular con la acumulación de varias yemas adventicias. Asimismo se ha iniciado la formación de las raíces primarias y secundarias, a partir de la radícula y en posiciones adventicias en diversos puntos del hipocótilo (Fig. 4).

DISCUSIÓN

La embriogénesis de las quercíneas ha sido estudiada por Mogensen (1967) y por Sutton y Mogensen (1970) en distintas especies americanas. El desarrollo del embrión y su organización general durante las primeras fases es básicamente igual al descrito para el alcornoque. Sin embargo, es de notar, que en ningún caso mencionan la presencia del conjunto de yemas axilares sobre el eje del embrión tan conspicuas en el *Q. suber* y cuya presencia en la corona radicular explica la intensa tendencia al rebrote que presentan las plántulas de esta especie. Esta acumulación de yemas latentes de origen embrionario en el alcornoque merece posterior inves-

tigación por su posible contribución al mecanismo regenerador de la corona radicular. Sugerimos que este aspecto sea revisado comparando distintas quercíneas de comportamiento clonal.

El número de primordios foliares presentes en el embrión maduro ha sido utilizada por Sutton y Mogensen (1970) para estudiar las relaciones filogenéticas entre diferentes grupos de quercíneas americanas. Los *Quercus* del grupo *Lepidobalanus* se caracterizan por presentar primordios foliares en el ápice epicotiledonar,

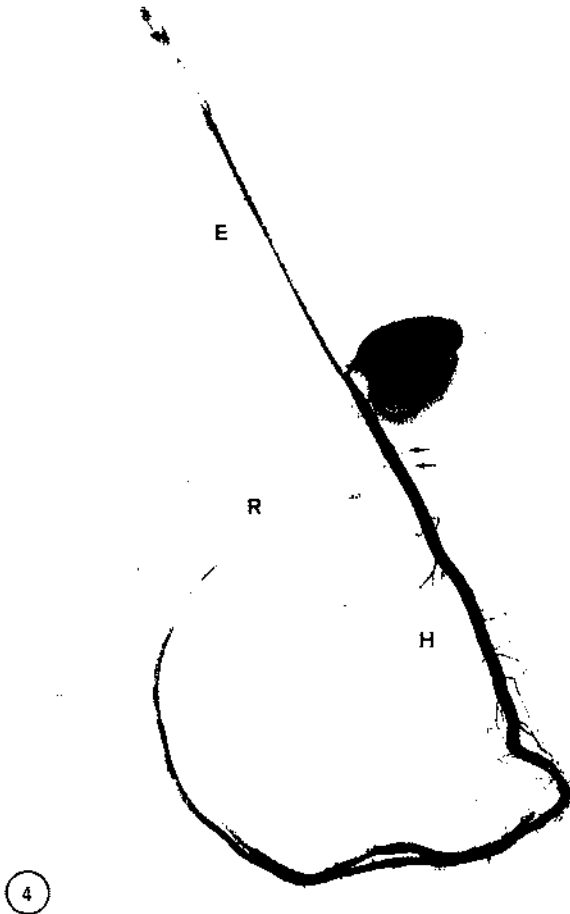


Figura 4. Plántula de alcornoque de 45 días de crecimiento. Se distingue el hipocótilo lignificado, mientras la radícula, al igual que el brote, se encuentran en plena fase de expansión. Se observa la presencia de yemas adventicias en la región de la corona correspondiente al epicótilo y al hipocótilo (x 2). E, epicótilo; H, hipocótilo; R, radícula.

mientras que los grupos *Erytrobalanus* y *Protobalanus* presentan un ápice plano muy poco desarrollado en el embrión maduro. El alcornoque, perteneciente al grupo *Ceris* —un grupo de especies muy restringido, cuyo embrión no ha sido descrito en la literatura— presenta dos primordios foliares claramente desarrollados, al igual que algunas especies del grupo *Lepidobalanus*. Sería conveniente examinar este carácter conjuntamente con las demás características morfológicas con valor taxonómico para establecer la relación de este grupo con las demás quercíneas.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado gracias a la ayuda recibida de la Comisión de las Comunidades Europeas para el desarrollo del proyecto «Biología del alcornoque» (MA1B105-E) y la beca concedida a Dolors Verdaguer por el Exmo. Ayuntamiento de Palafrugell.

Bibliografía

- BONET, S. & MOLINAS, M. (1983). Utilitat del glicol metacrilat en l'obtenció de talls semifins per a histologia. *Annals de la secció de Ciències. Col·legi Universitari de Girona (Spain)*, 8: 21-29.
- MOGENSEN, H. LL. (1967). A contribution to the developmental of the acorn in *Quercus L.* *Iowa State J. Sc.*, 40: 221-225.
- SUTTON, D. & MOGENSEN, LL. (1970). Systematic implication of leaf primordia in the nature embryo of *Quercus*. *Phytomorphology*, 20: 88-91.