

Germinación y desarrollo de la plántula de *Cassia grandis* L. (Caesalpinioideae)

Eugenia M. Flores

Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica.

Dora I. Rivera

Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

Nelly M. Vásquez

Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica.

(Recibido: 9 de mayo de 1986)

Abstract: *Cassia grandis* blooms from January to May and ripe the pods of the preceeding year from February to May. The seeds are hard coated and require mechanical scarification for germination. Germination is epigeal, phanerocotylar and begins 2 to 3 days after sowing seedling development is fast but two months later it becomes very slow. The silvicultural possibilities of the species seem not promising; however, additional studies are required to determine the possible uses of the wood.

En Costa Rica existen numerosas especies pertenecientes al género *Cassia*; no obstante, solo algunas especies como *C. grandis* L. (carao o sándalo) tienen cierta importancia forestal. El área de distribución de esta especie va de México a las Guayanas en América del Sur; En Costa Rica, se encuentra nativa en el bosque seco de la Costa Pacífica y como árbol de sombra en las plantaciones de café del Valle Central y en los pastizales de las Costas Pacífica y Atlántica.

C. grandis es un árbol de 10-12 m de altura, con la copa ancha y deprimida y hojas paripinadas, con 10-20 pares de folíolos, finamente pubescentes, deciduos, de forma oblonga. Las flores son rosadas y se agrupan en racimos axilares. La vaina es terete, dura, leñosa e indehiscente; tiene de 45-60 cm de longitud y 4-6 cm de diámetro (Holdridge y Poveda, 1975; Standley, 1937).

La madera es de color pardo amarillento y fibrosa. Las características estructurales y las propiedades físicas y químicas de la misma no han sido estudiadas y actualmente su uso se restringe a la obtención de leña. En las zonas rurales, se emplea la pulpa hervida como la-

xante y como medicamento para controlar afecciones dérmicas (Standley, 1937).

En la revisión de literatura efectuada, no fue posible encontrar información sobre la germinación de las semillas y el desarrollo de la plántula. Por esta razón, el objetivo de este trabajo es la descripción de dichos procesos, así como el aportar información sobre algunos aspectos fenológicos de la planta adulta.

MATERIAL Y METODOS

Las observaciones y experimentos se realizaron de diciembre de 1983 a diciembre de 1985, en la Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, en varias localidades del Valle Central (Pavas, Provincia de San José; San José de Ulloa, San Antonio de Belén, La Pitahaya y San Joaquín, Provincia de Heredia) y en Guanacaste (Parque Nacional Santa Rosa y Liberia).

Las áreas localizadas en el Valle Central, reciben más de 2000 mm durante la estación lluviosa (7 meses de lluvia) y tienen una temperatura promedio de 23 a 25°C. En Santa Rosa y Liberia hay 6 meses de lluvia, una precipitación de 1500 a 2000 mm y una temperatura que alcanza los 38°C a campo abierto.

* Este trabajo fue financiado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) y la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica.

Para las pruebas de germinación en el invernadero se utilizaron dos camas de germinación de 2.25 x 1.00 x 0.25 cm, llenas con una mezcla de arena, suelo y granza de arroz, esterilizado con MC-2 (Bromuro de Metilo con 2% de cloropicrina). En la primera cama, se sembró las semillas a 2.5 cm de profundidad, una semana después de la colecta, en 4 filas que distaron 20 cm entre sí; en cada fila se sembró una semilla cada 12 cm hasta un total de 15 semillas por hilera. En la segunda cama también se sembraron 75 semillas, previamente escarificadas en forma mecánica, mediante ruptura de la testa con una lima. Se hicieron dos réplicas de cada tratamiento y se observó la germinación cada día, durante 30 días. El desarrollo de las plántulas se observó en 40 individuos escogidos al azar, durante 60 días.

En el estudio de los folíolos, las flores y las semillas se utilizó microscopía electrónica de barrido. Las flores y los folíolos se fijaron en FAA, se deshidrataron mediante una serie ascendente de alcohol etílico y se llevaron hasta el punto de secado crítico con CO₂ líquido. Los especímenes se montaron en soportes de aluminio empleando pintura conductora de plata y se cubrió con una película de oro. Las semillas se cubrieron directamente con oro, sin fijación ni secado previos. Para conocer la distribución de *C. grandis* en Costa Rica se revisó el material existente en el Herbario Nacional del Museo Nacional de Costa Rica (H.N.) y en el Herbario de la Universidad de Costa Rica, Escuela de Biología (H.U. C.R.).

RESULTADOS

Esta especie florece en la zona de Guanacaste durante los meses de enero a marzo. En el Valle Central, la floración se retrasa levemente y tiene lugar durante los meses de febrero, marzo, abril y mayo. La inflorescencia es un racimo denso, axilar o terminal, con una longitud de 15-20 cm y 15 ó más flores; el desarrollo de la inflorescencia y la maduración floral se efectúan en sentido acrópeta. Las flores son de color rosado intenso, con una pronunciada tendencia hacia la zigomorfía y miden de 1,2 a 1,5 cm de largo; el pedicelo es largo, de 1,3 a 1,5 cm de longitud y muy pubescente. El cáliz consta de 5 sépalos libres, abovados, tomentosos, de color verde y la corola de 5 sépalos libres, glabros, de color rosado intenso; la estivación es imbricada-ascendente y el

pétalo posterior ocupa una posición interna. Hay 10 estambres dorsifijos de antera pubescente; los filamentos varían en longitud y son glabros. En apariencia, sólo 7 estambres son fértiles. El gineceo es unicarpelar, unilocular y el ovario es alargado y aplanado con numerosos rudimentos seminales sobre una placenta laminar; el estilo es largo, terete, pubescente y el estigma pequeño, capitado, poco diferenciado.

En enero, la mayoría de los árboles observados carecen de follaje. En enero y febrero, se inicia el desarrollo de primordios foliares y a comienzos de mayo el árbol está cubierto por un denso follaje. La producción de primordios foliares coincide con un acelerado crecimiento u maduración de los frutos producidos el año anterior y un intenso desarrollo de las inflorescencias.

La caída de las vainas ocurre mayormente durante los meses de marzo y abril. Estas son largas, de color pardo oscuro ó negro, secas, leñosas, duras e indehiscentes. Su tamaño varía de 30-35 cm hasta 90-95 cm; las de mayor tamaño se encuentran en árboles que crecen en el bosque tropical seco. El diámetro de las mismas guarda relación con su longitud; a mayor tamaño, mayor grosor. La superficie externa de las vainas provenientes de Guanacaste es brillante, cerosa, bastante lisa; por el contrario, las colectadas en el Valle Central son opacas y estriadas transversalmente (Fig. 1, 2).

La vaina está formada por un sólo carpelo comprimido lateralmente. La vaina dorsal es prominente y se extiende en sentido acrópeta ramificándose repetidas veces para dar origen a las trazas vasculares de los rudimentos seminales y al sistema de ramas menores que surcan la superficie carpelar transversalmente; estas son observables en la superficie externa de la vaina madura. El par de haces ventrales forman dos líneas pretuberantes, paralelas, a lo largo de la sutura ventral; periódicamente emiten ramificaciones laterales menores, transversas respecto al eje carpelar (o de la vaina). En sección transversal, la vaina es una estructura elíptica, con una protuberancia simple en un extremo de la elipse y otra doble en el opuesto; la sencilla corresponde a la vena dorsal y la doble al par de venas ventrales (Fig. 3). Internamente, la vaina está dividida por septos endocárpicos transversales; las semillas se ubican en los espacios interseptales y su eje longitudinal es perpendicular al de la vaina. Alrededor

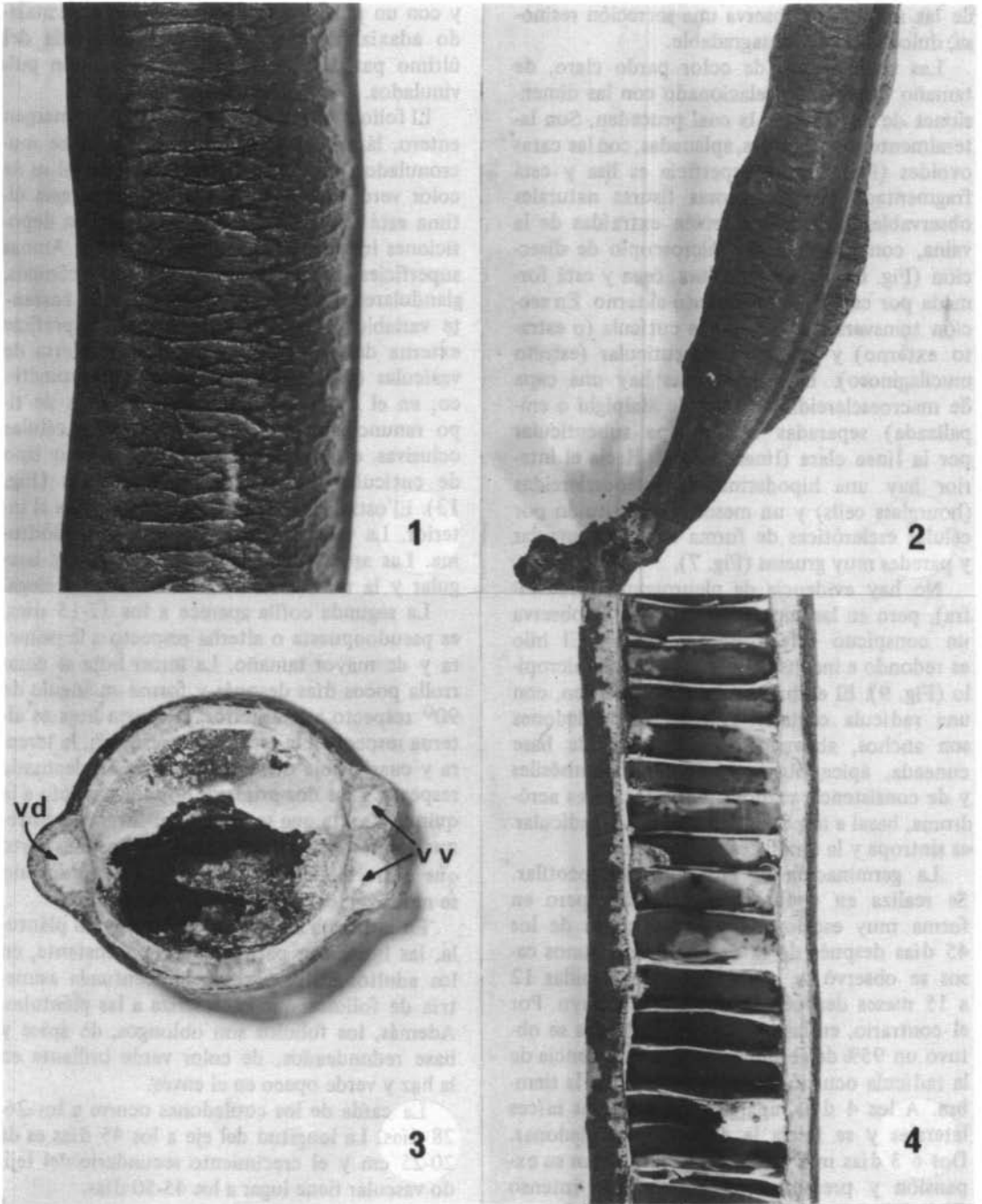


Fig. 1. Vista superficial de una vaina de *C. grandis* proveniente de Guanacaste. Obsérvese las ramificaciones vasculares de la vena dorsal y vena ventral.

Fig. 2. Vista superficial de una vaina de *C. grandis* colectada en la Pitahaya (Heredia). Obsérvese la irregularidad de la superficie y las numerosas fisuras transversales en las caras laterales.

Fig. 3. Sección transversal de una vaina en la que se observa las protuberancias formadas por la vena dorsal y el par de venas ventrales.

Fig. 4. Sección longitudinal de una vaina en la que se observan los septos transversales y las áreas interseptales en las cuales se alojan las semillas.

de las semillas se observa una secreción resinosa, dulce y de olor desagradable.

Las semillas son de color pardo claro, de tamaño variable, correlacionado con las dimensiones de la vaina de la cual proceden. Son lateralmente comprimidas, aplanadas, con las caras ovoides (Fig. 5a); la superficie es lisa y está fragmentada por numerosas fisuras naturales observables en semillas recién extraídas de la vaina, con la ayuda del microscopio de disección (Fig. 6). La testa es dura, ósea y está formada por capas del tegumento externo. En sección transversal se observa la cutícula (o estrato externo) y una capa subcuticular (estrato mucilaginoso). Bajo esas capas hay una capa de macroesclereidas (células de Malpighi o empalizada) separadas de la capa subcuticular por la línea clara (línea lúcida). Hacia el interior hay una hipodermis de esteosclereidas (hourglass cells) y un mesofilo constituido por células escleróticas de forma irregular, angular y paredes muy gruesas (Fig. 7).

No hay evidencia de pleurograma (vide infra), pero en las superficies laterales se observa un conspicuo rafe-antirafe (Fig. 8). El hilo es redondo e inconspicuo y próximo al micropilo (Fig. 9). El embrión es recto, simétrico, con una radícula corta y gruesa; los cotiledones son anchos, abovados, cimbiformes, de base cuneada, ápice obtuso, isocotilos, semisésiles y de consistencia carnosa. La venación es acródroma, basal e imperfecta. La posición radicular es sintropa y la semilla es endospermica.

La germinación es epigea y fanerocotilar. Se realiza en condiciones naturales, pero en forma muy escalonada y nunca antes de los 45 días después de la siembra. En algunos casos se observó la germinación de semillas 12 a 15 meses después de iniciado el ensayo. Por el contrario, en las semillas escarificadas se obtuvo un 95% de germinación y la emergencia de la radícula ocurrió 2-3 días después de la siembra. A los 4 días, aparecen las primeras raíces laterales y se inicia la expansión cotiledonar. Dos o 3 días más tarde, éstos completan su expansión y presentan un color verde intenso (Fig. 5b). Su tamaño promedio es de 1.5-2.0 cm de longitud por 0.8-1.0 cm de ancho; el grosor es de 0.2 cm.

La primera eofila aparece a los 6-8 días, es compuesta, estipulada, paripinnada y tiene 8-10 pares de fólioles opuestos. El peciolo, el raquis, los peciolulos, las estípulas y la lámina de los foliolos son villosos. El peciolo es corto, terete

y con un pulvino proximal; el raquis es acanalado adaxialmente y se proyecta más allá del último par de pinnas. Los peciolulos son pulvinulados.

El foliolo es dorsiventral, oblongo, de margen entero, lámina y base asimétricas y ápice mucronulado (Fig. 5c). La superficie adaxial es de color verde oscuro y la abaxial rojiza; esta última está cubierta por una cutícula con deposiciones irregulares de cera epicuticular. Ambas superficies tienen tricomas lineares, cónicos, glandulares, de base compuesta, y talla bastante variable (Figs. 10, 11). Toda la superficie externa del tricoma se encuentra cubierta de vesículas (Fig. 12). El foliolo es hipoestomático; en el envés hay numerosos estomas de tipo ranunculáceo o anomocítico cuyas células oclusivas están cubiertas por el mismo tipo de cutícula que caracteriza las areolas (Fig. 13). El ostiolo es ancho y se reduce hacia el interior. La venación del foliolo es braquidódroma. Las areolas son de forma variable e irregular y la terminación de las venillas es ciega.

La segunda eofila aparece a los 12-15 días, es pseudoopuesta o alterna respecto a la primera y de mayor tamaño. La tercer hoja se desarrolla pocos días después y forma un ángulo de 90° respecto a la anterior; la cuarta hoja es alterna respecto a la tercera. En resumen, la tercera y cuarta hoja ocupan una posición decusada respecto a las dos primeras hojas y respecto a la quinta y sexta que se originarán luego. El entrenudo entre la tercera y cuarta hoja es más corto que entre la cuarta y la quinta; este fenómeno se repite en los entrenudos sucesivos.

En la planta adulta, al igual que en la plántula, las hojas son paripinnadas; no obstante, en los adultos no se observó la acentuada asimetría de foliolos que caracteriza a las plántulas. Además, los foliolos son oblongos, de ápice y base redondeados, de color verde brillante en la haz y verde opaco en el envés.

La caída de los cotiledones ocurre a los 26-28 días. La longitud del eje a los 45 días es de 20-25 cm y el crecimiento secundario del tejido vascular tiene lugar a los 45-50 días.

DISCUSION

Cassia grandis L. es una leguminosa nativa del bosque tropical seco que se adapta bien a zonas más húmedas y altas. No obstante, se aprecia una disminución en el tamaño de las vainas y en la textura de las mismas, conforme

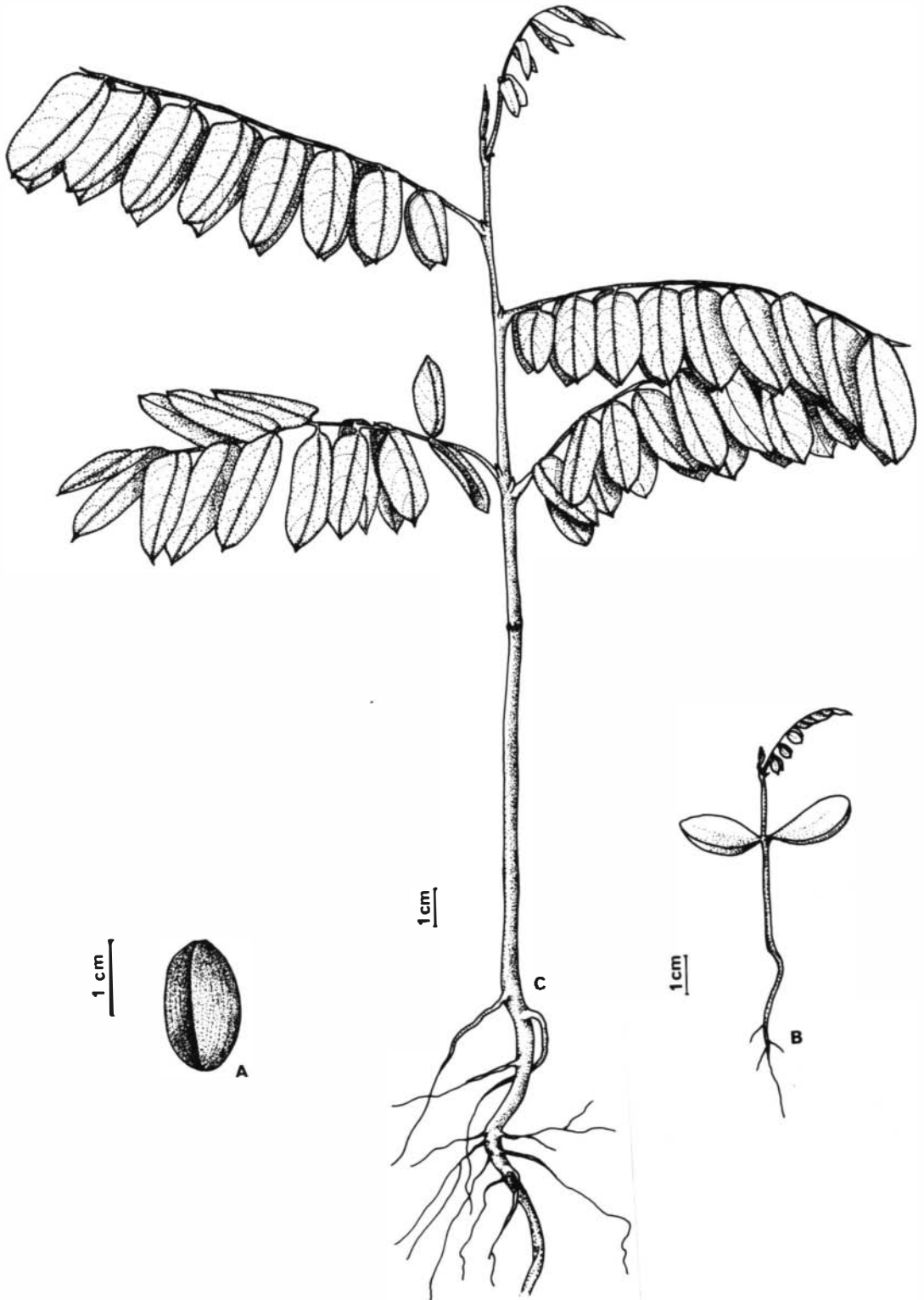


Fig. 5. Semilla y estadios tempranos en el desarrollo de la plántula de *C. grandis*.

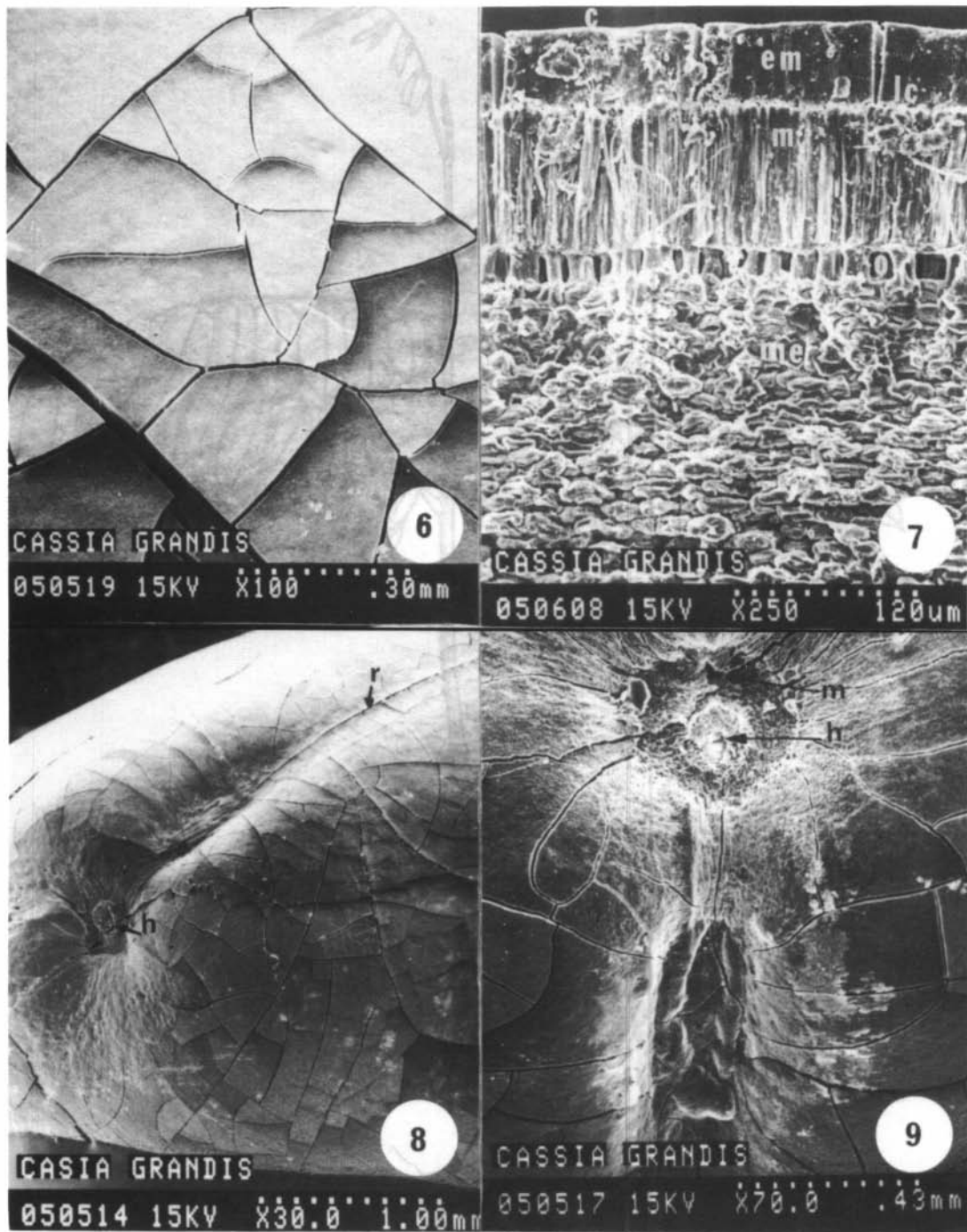


Fig. 6. Fisuras naturales de la testa de la semilla de *C. grandis*. Tómesese nota de que esta semilla no sufrió tratamiento previo a su observación bajo el microscopio electrónico de barrido.

Fig. 7. Sección transversal de la testa de *C. grandis* obtenida mediante fractura de la semilla, c, cutícula; em, estrato mucilaginoso. lc, línea clara; m, macrosclereidas; o, osteosclereidas; me, mesofilo.

Fig. 8. Vista superficial de una semilla de *C. grandis*. h, hilo; r, rafe.

Fig. 9. Vista superficial de una semilla de *C. grandis*. h, hilo; m, micropilo.

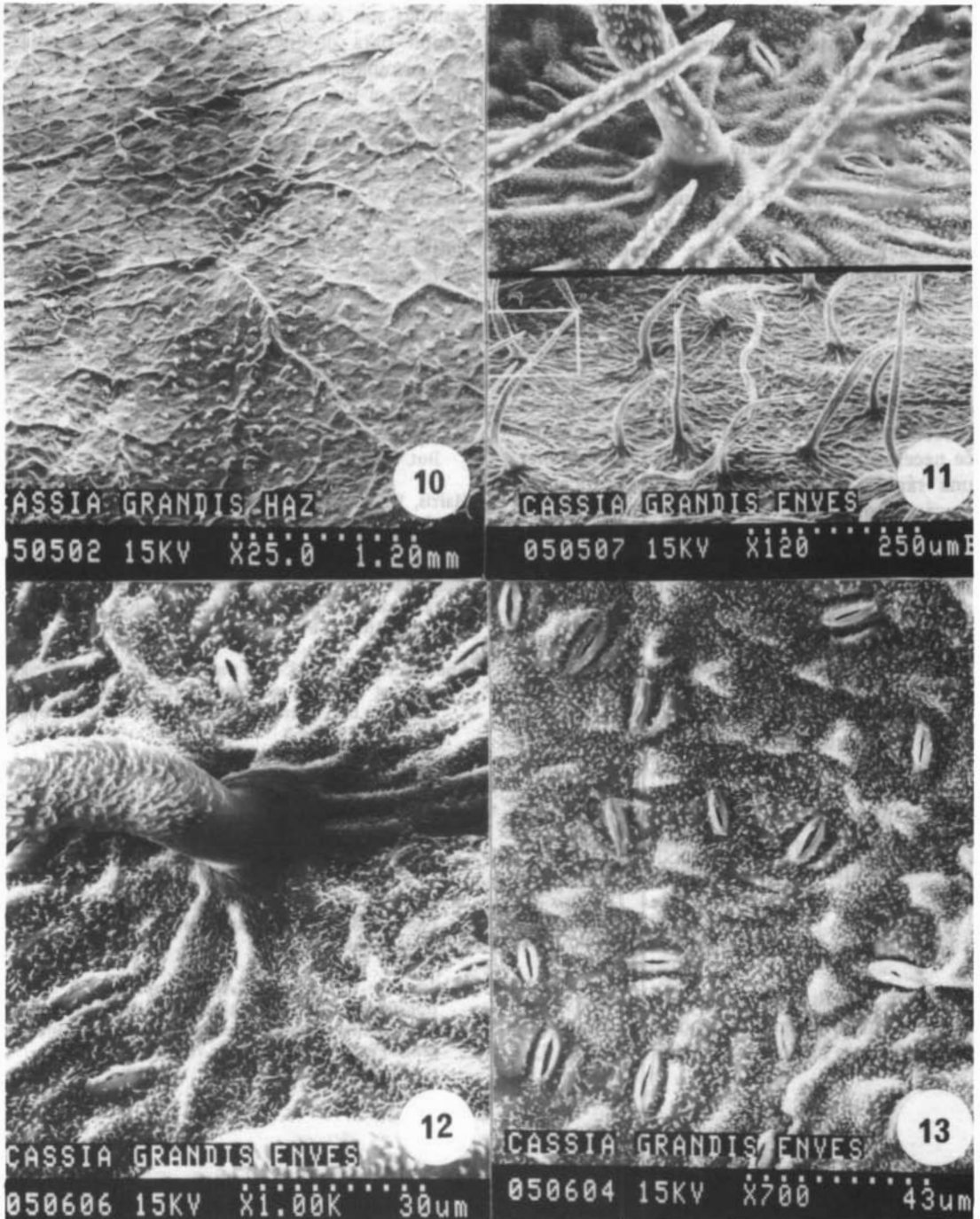


Fig. 10. Vista superficial de la cara adaxial (haz) de un foliolo de *C. grandis*. Obsérvese la densa pubescencia y el sistema de venación.

Fig. 11. Vista superficial de la cara abaxial (envés) de un foliolo de *C. grandis* en que se observa la distribución de los tricomas vesiculares.

Fig. 12. Detalle de la base multicelular de un tricoma en la superficie abaxial de un foliolo de *C. grandis*.

Fig. 13. Distribución de los estomas anomocíticos en el envés de un foliolo de *C. grandis*. Obsérvese la distribución irregular de cera epicuticular.

aumenta la altitud en su área de distribución. Sería interesante investigar si la estructura de la madera sufre algún tipo de variación. Las semillas son típicamente cesalpináceas y muestran la peculiaridad de comprimirse de tal manera que, el rafe-antirafe se ubica en el centro de sus caras laterales.

Como es usual en las leguminosas, a pesar de la dureza de la testa, no hay evidencias de lignificación. Según estudios recientes, la capa subcuticular es pectinácea y las paredes de las macroesclereidas están formadas por una matriz de celulosa no lignificada, a veces impregnada de suberina (Hamly, 1932, 1935; Harris, 1983; Spurny, 1963, 1964; Werker *et al.*, 1979). Sin embargo, la dureza de la testa parece impedir una rápida germinación y se hace necesario escarificar las semillas para obtener una rápida respuesta. Mediante escarificación mecánica se obtuvo un alto porcentaje de germinación (95%). En condiciones naturales, la germinación es muy lenta y escalonada. Algunas semillas germinan hasta un año después, lo que indica una viabilidad larga.

El desarrollo de la planta es rápido durante los primeros dos meses, pero luego el crecimiento longitudinal y el aumento en grosor se vuelven muy lentos sin embargo, no se conoce aún si la plántula es capaz de reasumir un rápido crecimiento posteriormente. Deberían realizarse estudios que permiten determinar si la madera tiene otros usos potenciales y en vista de la belleza de su porte, debería emplearse como ornamental, en sustitución de especies exóticas.

RESUMEN

Cassia grandis florece de enero a mayo y madura las vainas y semillas producidas el año anterior, durante los meses de febrero a mayo. Las

semillas son de testa dura y requieren escarificación para obtener una germinación rápida. La germinación es epígea, fanerocotilar y tiene lugar a los 2 ó 3 días si se escarifica las semillas. El desarrollo inicial de la plántula es rápido pero a los dos meses se vuelve muy lento. El tallo alcanza una longitud de 20-25 cm a los 45 días y el crecimiento secundario se inicia entre los 45 y 50 días. Las posibilidades silviculturales de esta especie no parecen muy prometedoras.

REFERENCIAS

- Hamly, D. H. 1932. Softening of the seeds of *Melilotus alba*. Bot. Gaz., 93: 345-375.
- Hamly, D. H. 1935. The light line in *Melilotus alba*. Bot. Gaz. 96:753-757.
- Harris, W. M. 1983. On the development of macroscle-
reids in seed coats of *Pisum sativum* L. Amer. J. Bot. 70: 1528-1535.
- Holdridge, L. R. y L. J. Poveda. 1975. Arboles de Costa Rica I. Centro Científico Tropical, San José, Costa Rica. 546 p.
- Spurny, ven M. 1963. Cell wall structure in epidermal cells of the pea seed coat (*Pisum sativum* L.) studied by microcinematography. Mikroskopie 18: 272-279.
- Spurny, Von M. 1964. Changes in the permeability of the seed coat in connection with the development of suberin adcrustations of the macroscle-
reids from the seed coat of the pea (*Pisum sativum* L.). Flora 154: 547-567.
- Standley, P. C. 1937. Flora of Costa Rica. Part. II Field Museum of Natural History, Chicago. Botanical Series. 780 p.
- Werker, E.; I. Marbach y A. M. Mayer. 1979. Relationship between the anatomy of the testa, water permeability and the presence of phenolics in the genus *Pisum*. Ann. Bot. 43: 765-771.