

Germinación y morfología de la plántula de *Hymenaea courbaril* L. (Caesalpiniaceae)*

Eugenia M. Flores **

Carlos E. Benavides

Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica.

(Rec. 5-VI-1989. Acep. 23-VIII-1989)

Abstract: *Hymenaea courbaril* is a leguminous species, common in dry lowlands of the Pacific Coast, although it grows well at higher altitude. The seeds are typically caesalpinaceous, with a hard seed coat, but they germinate well at temperatures above 23°C, in humid soil, without mechanical scarification. Germination is epigeal, phanerocotylar and begins 20–30 days after sowing. Seedling development is fast under greenhouse conditions and provides the possibility of obtaining numerous healthy and vigorous seedlings, which may be used in reforestation programs.

Key words: *Hymenaea*, reforestation, seedlings, ontogeny.

Hymenaea courbaril L. (guapinol) es una Caesalpinioideae arbórea de la tribu Detarieae, característica del trópico americano y la única especie del género en Centro América y el Caribe (Holdridge & Poveda 1975, Lee & Langenheim 1975, Woodson & Schery 1951). Su potencial como fuente de combustible y madera para ebanistería, iguala la de otros árboles no leguminosos de rápido crecimiento, en regiones tropicales y subtropicales (Brewbaker *et al.* 1982, Daniel 1947, Faria *et al.* 1984, Huc 1985, Tutin 1958). Por otra parte, es fuente de resinas viscosas, famosas por su firmeza y durabilidad en barnices, pinturas y lacas; además, la vaina contiene una pulpa harinosa, que se utiliza como alimento en varios países (National Academy of Sciences 1979). En adición a esas características, algunos investigadores incluyen la especie entre las leguminosas noduladoras que aumentan la fertilidad del suelo (Halliday & Nakao 1982); no obstante, Faria *et al.* (1984) no encontraron nódulos bacterianos en sus raíces, por lo que su

posible contribución para restaurar la fertilidad es incierta. Por las razones anteriores, se le considera apta para programas de reforestación y proyectos agroforestales en zonas secas (Faria *et al.* 1984, Huc 1985, Poggiani *et al.* 1981).

Hymenaea courbaril L. es un árbol alto ramificado, de fuste cilíndrico, carente de gambas, con una corteza grisácea y lisa, que por lo general crece en suelos volcánicos a menos de 400 m de altura; no obstante, en Costa Rica tiene un ámbito de distribución superior a los 1000 m.s.n.m. en el Pacífico Medio. También crece en forma natural en el Valle Central hasta 1000 m.s.n.m., en suelos de origen volcánico. Prefiere zonas con precipitaciones moderadas de 500–2000 mm por año (Holdridge & Poveda 1975, Huc 1985).

La información botánica sobre la planta es muy general. Aspectos como germinación y desarrollo de la plántula, cuyo conocimiento es necesario para su utilización en programas de reforestación son poco conocidos. La única descripción de la plántula que se logró encontrar es de índole básica y se encuentra en la obra de Lübböck (1892). En época más reciente, otros autores hacen referencia a la germinación de las semillas de las leguminosas, pero no hay men-

* Esta investigación fue financiada por la Vicerrectoría de Investigación, Universidad de Costa Rica.

** Beneficiario del Programa de Apoyo a Investigadores que patrocina el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) de Costa Rica.

ción específica a esta especie (Campton 1912, Duke 1965, 1969).

Este trabajo tiene como objetivo describir el proceso de germinación de la semilla y la morfología de la plántula en las primeras etapas de su desarrollo.

MATERIAL Y METODOS

Las semillas y el material utilizado se colectaron de enero a abril de 1986, 1987 y 1988, en la Pitahaya (Provincia de Heredia), en Ciudad Colón (P. San José), Turrúcares (P. Alajuela) y Parque Nacional Santa Rosa (P. Guanacaste). Las áreas localizadas en el Valle Central y faldas montañosas aledañas reciben más de 2000 mm de lluvia durante la estación lluviosa (7 meses de lluvia) y tienen una temperatura media de 23 a 25°C. En Santa Rosa, hay seis meses de lluvia, una precipitación de 1500 a 2000 mm y una temperatura que alcanza 38°C a campo abierto.

Se examinó las semillas con un microscopio de disección; las medidas anotadas en la descripción representan el valor promedio de 100 mediciones. El proceso de germinación y el crecimiento de la plántula se realizó en condiciones de invernadero. Se sembró anualmente 400 semillas en camas de germinación de 2.25 x 1.00 x 0.25 cm, llenas de una mezcla de arena, suelo y grana de arroz en proporción 1: 2: 1, esterilizada con MC-2 (Bromuro de metilo con 2% de cloropicrina) a 1 cm de profundidad, en 4 filas que distaron 20 cm entre sí; se sembró una semilla cada 12 cm. En cada ensayo se hicieron observaciones semanales durante 6 meses. Los cambios estructurales durante la germinación y desarrollo de la plántula fueron dibujados a escala.

La morfología externa del ápice, cotiledones y primordios foliares se realizó con microscopio electrónico de barrido; para ello las muestras se fijaron en gluteraldehído al 4% en amortiguador de fosfatos, pH 7.2 y se posfijaron en O_4 al 1% en amortiguador de fosfatos de pH 7.2. Se deshidrató con una serie ascendente de alcohol etílico y se llevó el material hasta el punto de secado crítico con CO_2 líquido.

RESULTADOS

Observaciones generales.

Hymenaea courbaril es un árbol que alcanza hasta 40 m de altura y forma parte del dosel superior en los bosques de las zonas secas, en especial, en aquellas áreas cercanas a los ríos. En diciembre o enero defolia rápidamente y las hojas caídas son sustituidas por hojas nuevas en un lapso de pocas semanas. El periodo de floración se extiende de diciembre a junio, siendo más temprano en las zonas más altas y húmedas. Aunque el número de flores es muy grande se producen pocos frutos; de éstos, pocos llegan a la madurez. En los meses siguientes a la floración el fruto crece rápidamente, pero luego disminuye su tasa de crecimiento y alcanza la madurez hasta los primeros meses del año siguiente.

Descripción de la semilla.

La vaina inmadura es de color verde, fotosintética y contiene 4 ó 5 semillas de cubierta seminal translúcida o blanquecina; la vaina madura es indehisciente; oblonga, aplanada, variable en longitud (5–18 cm) y diámetro (4–6 cm). El exocarpo es duro, leñoso y de color pardo; el mesocarpo es fibroso, duro y contiene mucha resina. El endocarpo que circunda las semillas es almidonoso, de textura suave y esponjosa. En las últimas etapas de maduración, forma una masa pulverulenta, harinosa, amarillenta y maloliente que circunda las semillas. Estas son ovoides, parduscas, de 4 a 5 cm de longitud por 2 ó 3 cm de ancho (Fig. 1a). La cubierta seminal es dura; no hay evidencia de pleurograma (*vide infra*) y el micropilo se encuentra cerca, pero fuera del hilo (Fig. 1a, 2). En sección transversal, la cubierta seminal muestra (Fig. 3) la cutícula o *stratum externum*, una empalizada de macrosclereidas epidérmicas o células de Malpighi con una línea lúcida o clara, una capa interna o hipodermis de osteoesclereidas y varias capas de células mesofílicas, usualmente parenquimáticas. El embrión es grande, recto, de cotiledones carnosos, isocotilos, ovados y, epicotilo pequeño.

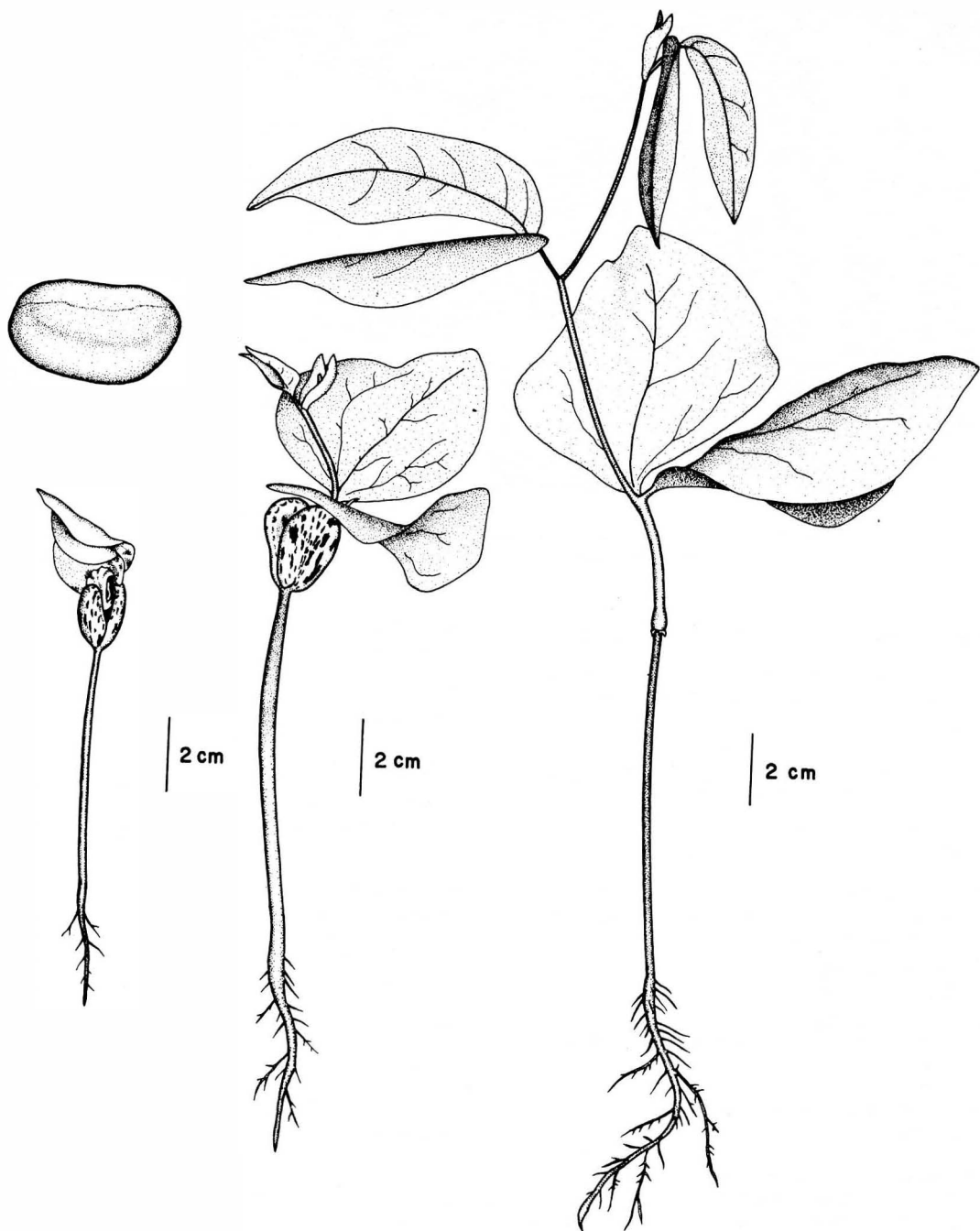


Fig. 1. Semilla y estadios tempranos de desarrollo de la plántula de *Hymenaea courbaril*.

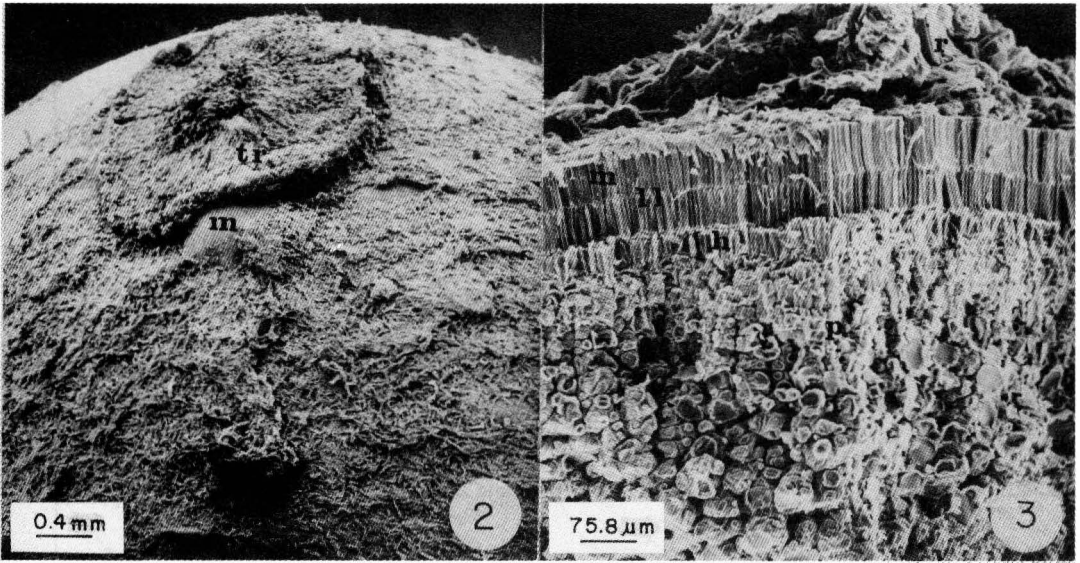


Fig. 2. Vista de la zona hilar -micropilar de la semilla. *tr*, tapón de resina sólida que cubre el hilo; *m*, micropilo.

Fig. 3. Sección transversal de la cubierta seminal. *m*, macroesclereidas; *ll*, línea lúcida; *h*, hipodermis de osteoesclereidas; *p*, parénquima.

Germinación y desarrollo de la plántula.

El Cuadro 1 resume las observaciones sobre germinación y desarrollo de la plántula.

Cuadro 1

Germinación y desarrollo de la plántula de Hymenaea coubaril.

Porcentaje de germinación

96%

Requerimientos para germinar

Ninguno especial: temperatura mayor 23°C y suelo a capacidad de campo.

Tipo de germinación

Epígea, fanerocotilar.

Ruptura de la cubierta seminal

Por fragmentación después de la imbibición, 15–20 días después de la siembra.

Emergencia de la radícula

20–30 días.

Eliminación de la cubierta seminal

20–35 días. Es frecuente que los cotiledones en desarrollo permanezcan cierto tiempo dentro de los remanentes de la cubierta seminal.

Cotiledones

Opuestos, ovoides, carnosos, isocotilos dicromos purpúreos o con manchas rojizas en la superficie adaxial y abaxial. Abscisión a los 52–60 días

Radícula

Síntropa

Cuello de la raíz

Muy acentuado

Material de reserva

Cotiledospermia.

Eofilas (protofilas)

Emergen en 30–35 días. Opuestas, lámina simétrica, dorsiventrales, ápice agudo, base atenuada, margen entero, venación actinódroma, reticulada, basal. Sésiles, con estípulas deciduas.

Primera metafila

Expansión a los 35–40 días. Alterna, bifoliada. Folíolos asimétricos, dorsiventrales, de base oblicua, ápice agudo, margen entero, venación eucamitódrroma. Peciolada. Estípulas prolécticas y deciduas.

Segunda metafila

Expansión a los 45–50 días. El resto de las características es igual a las de la primera metafila y se mantienen para el resto de las hojas.

Inicio de crecimiento secundario en el tallo

50–60 días.

Tasa de crecimiento en los primeros 45 días

0.9 cm/día

Estriación del hipocotilo

A los 30 días

Formación de lenticelas en el tallo joven

A los 30–40 días.

Eje principal

Pseudomonopódico

Patrón de ramificación

Anisótoma

Las eofilas son de color purpúreo a verdusco en etapas tempranas; tienen estípulas intrapetiolares largas y deciduas y una yema axilar pequeña que se extiende lateralmente. A partir de la primera metafila, en el ápice del vástago se forman centros de inyección que originan protuberancias foliares de gran tamaño; el centro meristemático mayor constituye el primordio foliar y el más pequeño, desplazado lateralmente por el primordio foliar permanece como meristemo apical. Así, el patrón de ramificación es anisótomo y da origen a un pseudomonopodio (Fig. 4). La yema axilar se encuentra ligeramente desplazada hacia el entrenudo superior (Fig. 4) y protegida por un par de estípulas largas, muy pubescentes en la superficie adaxial y el margen de la lámina (Fig. 5,6,7). Estos tricomas se entrelazan en forma de cremallera (Fig. 6,7) y se separan paulatinamente en sentido basípeto, a partir del extremo distal de la estípula, conforme crece el primordio foliar (Fig. 7). En la superficie abaxial de la estípula se localizan numerosos estomas de tipo paracítico (Fig. 7,8). Bajo la estípula, en el extremo distal del entrenudo inferior, se observa una alta densidad de estomas protuberantes, de tipo paracítico (Fig. 4).

Las metafilas son bifoliadas. Los foliolos, asimétricos y dorsiventrales, tienen una cutícula ligeramente gruesa, con gran cantidad de cera epicuticular (Figs. 9,10). Son hipostomáticas y hay abundancia de estomas paracíticos, uniformemente distribuidos en las areolas (Figs. 9,10). El hipocotilo adopta una tonalidad parda después de los 30 días de la germinación y muestra numerosas estrías longitudinales. Es ésta la única parte de la planta en que se observa un tipo de estoma ligeramente diferente (Fig. 11).

La caída de los cotiledones tiene lugar entre los 52 y los 60 días; en fecha anterior pierden peso, se arrugan y hay colapso celular en la epidermis, incluidos los estomas (Fig. 13). Al caer dejan una cicatriz cotiledonar muy conspicua que subtiende una aglomeración de tricomas ubicados en la axila. Estos tricomas separan las dos yemas axilares que caracterizan a los cotiledones.

DISCUSION

Hymenaea courbaril es una especie típica de las tierras bajas de la costa Pacífica, que se

adapta bien a zonas más altas; no obstante, los períodos de floración y fructificación son más precoces en estas últimas áreas.

La semilla es típicamente cesalpinácea y la cubierta seminal contiene gran cantidad de esclerénquima; no obstante, la germinación tiene lugar sin dificultad en condiciones de invernadero, si la temperatura es mayor a los 23°C y el nivel de humedad es adecuado. El porcentaje de germinación (96%) es muy alto y el número de semillas que no germina en el lapso esperado, usualmente lo hace en forma tardía y escalonada. En algunos casos, las semillas germinan hasta un año después. El desarrollo de la plántula en invernadero es rápido y permite transplantar las plantas en pocos meses. La mortalidad de las plántulas sembradas en el campo es relativamente inexistente.

Si se considera la importancia de incluir esta especie nativa en los planes de reforestación, en vista de los múltiples usos potenciales que tiene, resulta muy prometedor el comprobar que su reproducción en invernadero es fácil y conveniente debido a los problemas de sobrevivencia que tienen las semillas en el campo. Según Janzen (1983) las semillas y plántulas tienen numerosos enemigos naturales: desde los gorgojos de las especies de *Anthonomus* y *Rhinochenus* (Curculionidae) que ovipositan en la vaina y dañan las semillas, hasta los mamíferos que se las comen como el agutí (*Dasyprocta punctata*) o los saínos (*Tayassu tajacu*). Por otra parte, las hormigas (*Atta*) cortan y almacenan las hojas jóvenes de color purpúreo y las hojas maduras sirven de alimento a las larvas de *Hylesia lineata* y otras Saturniidae. Además, Janzen (1983) sugiere que el guapinol es el hospedero de *Fulgora laternaria*. En las zonas más altas del ámbito de distribución de la especie, las causas de mortalidad parecen aminorarse.

El origen de las hojas en el ápice del vástago es de interés desde un punto de vista morfológico, pues representa una variación del patrón típico; la protuberancia foliar que da origen a la hoja se desarrolla con mayor fuerza y desplaza el ápice hacia un lado; como consecuencia, el eje principal es un pseudomonopodio. También es interesante el desarrollo proléptico de las estípulas, ya que no es un patrón común de desarrollo, aunque otras leguminosas como *Caesalpinia mexicana* y *C. gilliesii* tienen un patrón similar (Stein 1982).



Fig. 4. Detalle del nudo en el que se origina la primera metafila. Obsérvese la concentración de estomas en el área subyacente a la estípula removida. *ce*, cicatriz estipular; *p*, peciolo de la metafila; *t*, tallo; *ya*, yema axilar. Parte superior de la fotografía: detalle del recuadro.

Fig. 5. Detalle de la yema axilar.

Fig. 6. Estípulas prolécticas cubriendo el primordio foliar (tercera metafila).

Fig. 7. Apertura de las estípulas, en sentido basípeto.

RESUMEN

Hymenaea courbaril (guapinol) es una leguminosa característica de zonas bajas y secas,

aunque crece bien aún a alturas cercanas a los 1000 m.s.n.m.

Las semillas son típicamente cesalpináceas pero germinan bien a temperaturas superiores a

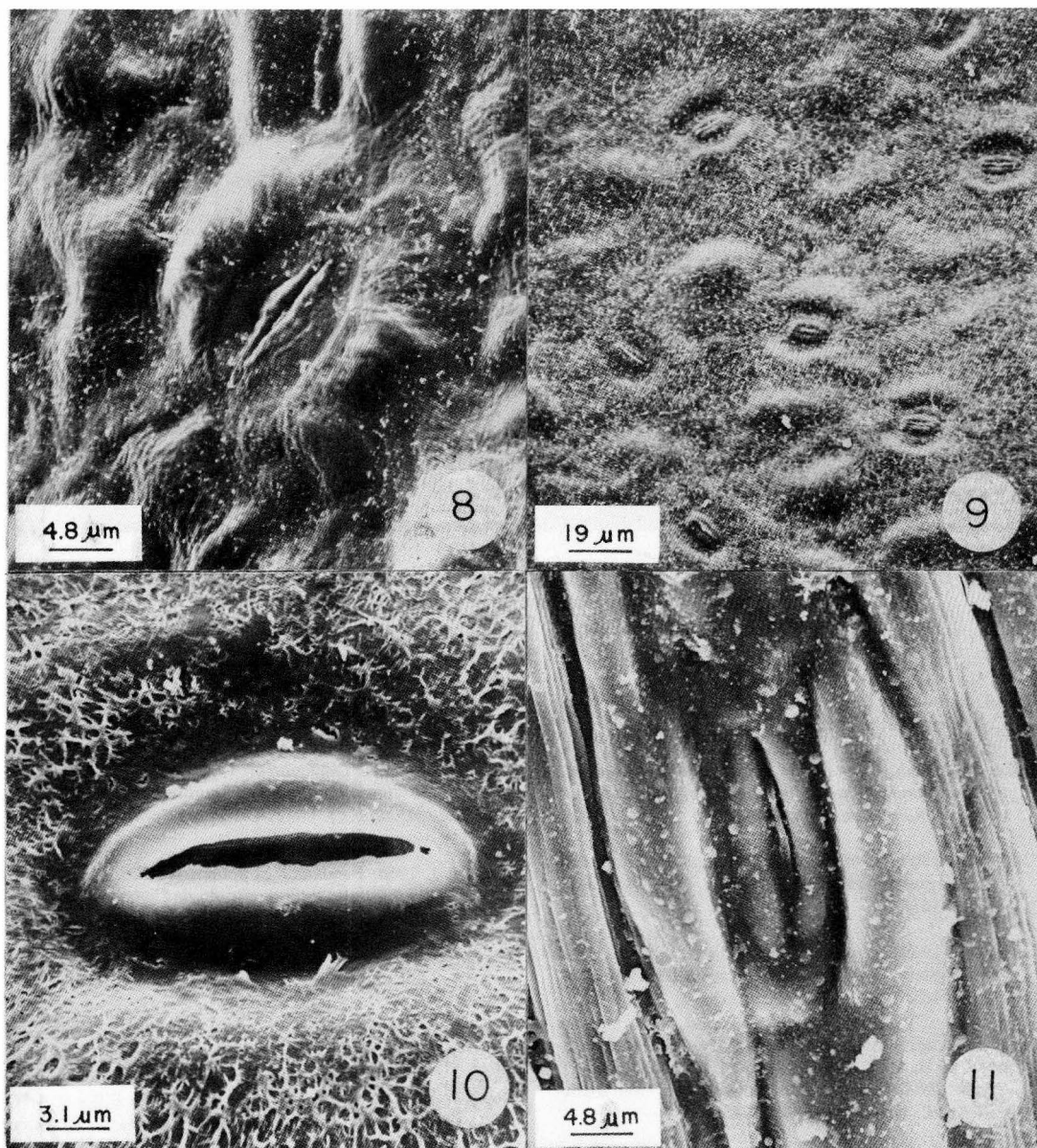


Fig. 8. Estoma de la estípula.

Fig. 9. Distribución de estomas en la superficie abaxial de las metafilas.

Fig. 10. Detalle de un estoma de la metafila.

Fig. 11. Estoma del hipocotilo.

los 23°C y un nivel de humedad adecuado en el suelo. La germinación es epigea, fanerocotilar y se inicia con la emergencia de la radícula de 20 a 30 días después de la siembra. El desarrollo de la plántula es rápido bajo condiciones de invernadero y permite la obtención de numerosas plántulas sanas y vigorosas que pueden ser usadas en programas de reforestación.

REFERENCIAS

- Brewbaker, J.L., R. Van Den Belt & K. MacDicken. 1982. Nitrogen fixing tree resources. Potentialities and limitations. Workshop on Biological Nitrogen Fixation Technology for Tropical Agriculture. Cali, Colombia. 32p.
- Campton, R.H. 1912. An investigation of the seedling structure in the Leguminosae. Jour. Linn. Soc. Bot. 41: 1-122.

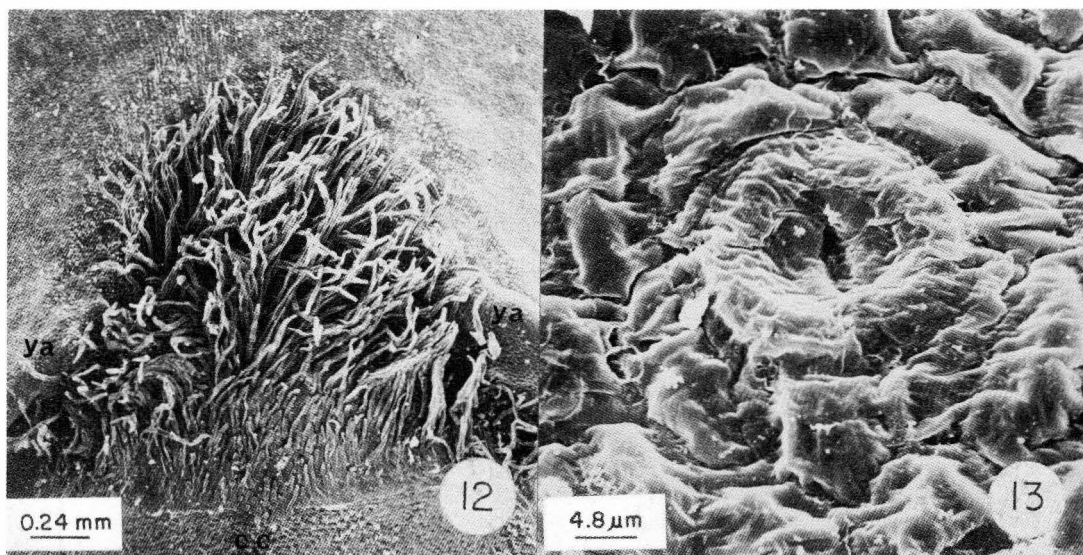


Fig. 12. Area pubescente en medio de las dos yemas del cotiledón.

Fig. 13. Colapso de un estoma de los cotiledones al acercarse la caída de éstos.

- Daniel, Hermano. 1947. Divagaciones sobre la flora de Colombia. *Carib. Forester* 8:145-160.
- Duke, J.A. 1965. Keys for the identification of seedlings of some dominant woody species in eight forest types in Puerto Rico. *Ann. Miss. Bot. Gard.* 52:314-350.
- Duke, J.A. 1969. On tropical tree seedlings. I. Seeds, seedlings, systems and systematics. *Ann. Miss. Bot. Gard.* 56:125-161.
- Duke, J.A. 1969. On tropical tree seedlings. I. Seeds, seedlings, systems and systematics. *Ann. Miss. Bot. Gard.* 56:125-161.
- Faria, S.M. de, A.A. Franco, R.M. de Jesús, S. de Medrano, J.B. Baitello, E.S.F. Mucci, J. Döbereiner & J.I. Sprent. 1984. New nodulating legume trees from southeast Brazil. *New Phytol.* 98:317-328.
- Halliday, J. & P.L. Nakao. 1982. The symbiotic affinities of woody species under consideration as nitrogen-fixing trees. A resource document. Nifal Project and Mircen, University of Hawaii. 168 p.
- Holdridge, L.R. & L.J. Poveda. 1975. *Arboles de Costa Rica*. Vol. I. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica. 546 p.
- Huc, R. 1985. Premiers résultats expérimentaux sur le comportement de *Tabebuia heterophylla* (D.C.). Britton et de *Hymenaea courbaril* L. vis-à-vis de la sécheresse. *Ann. Sci. For.* 42:201-224.
- Janzen, D.H. (ed.). 1983 *Costa Rica Natural History*. Chicago, Univ. of Chicago Press. p. 253-256.
- Lee T.T. & J.H. Langenheim. 1975. A systematic revision of the genus *Hymenaea* (Leguminosae; Caesalpinioideae, Detarieae). *Univ. California Publ. Bot.* 69: 109.
- León, J. 1968. *Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, Costa Rica. 487 p.
- Lübböck, J. 1892. A contribution to our knowledge of seedlings. 2 vols. London 646 p.
- National Academy of Sciences. 1979. *Tropical legumes: Resources for the Future*. Washington, D.C.
- Poggiani, F., J.W. Simoes, J.A.A. Mendes Filho & A.N. Moraes. 1981. Utilização de espécies forestais de rápido crescimento na recuperacao de áreas degradadas. *Piracicaba, IPEF Série Técnica* 2:25.
- Stein, O.L. 1982. Stipule arrangement in the genus *Caesalpinia* (Leguminosae) *Bot. J. Linn. Soc.* 84:289-293.
- Tutin, T.G. 1958. Classification of the legumes. p. 3-14 *In* E.G. Hallsworth (ed.). *Nutrition of the Legumes*. New York, Academic Press.
- Woodson, R.E. & R.W. Schery. 1951. *Flora de Panama*. Parte IV, Fascículo 3. Leguminosae (segunda parte). *Ann. Miss. Bot. Gard.* 38:301-394.