

PÉREZ ARBELAEZIA

15 - Agosto de 2004

ISSN 0120-7717



Odontoglossum luteopurpureum. Lindl
Flor insignia de Bogotá

FLORA DE LA REAL EXPEDICIÓN BOTÁNICA
DEL NUEVO REINO DE GRANADA (1783 - 1816)



ENRIQUE PÉREZ ARBELÁEZ

1986 - 1972

Sacerdote - Investigador

Fundador del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

PÉREZ
ARBELÁEZIA

Publicación del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, dedicada a la memoria de su fundador, el doctor Enrique Pérez Arbeláez, quien consagró su vida a institucionalizar la tradición científica de Colombia y a fomentar la investigación, divulgación y defensa de nuestros recursos naturales.



Mutisia clematis L.

Planta ornamental nativa seleccionada como emblema del Jardín Botánico de Bogotá. Debe su nombre a la exaltación que el ilustre botánico Linneo quiso hacer en homenaje a José Celestino Mutis. Es una planta trepadora con zarcillos, hojas tomentosas en tonalidades verde grisáceo y flores casi siempre pedunculares, que con su color rojo vivo atraen insectos y colibríes.



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**

Alcalde Mayor de Bogotá D.C.

Luis Eduardo Garzón

Jardín Botánico de Bogotá

“José Celestino Mutis”

Directora

Martha Liliana Perdomo Ramírez

Secretaria General

Angélica Díaz Ortiz

Jefe Oficina Asesora Jurídica

Edna Patricia Rangel Barragán

Jefe Oficina Asesora de Control Interno

Nancy Sanabria Rojas

Asesor de Planeación

Vladimir Forero Serrano

Subdirectora Científica

Claudia Córdoba García

Subdirector Técnico Operativo

Rolando Higueta Rodríguez

Subdirectora Educativa y Cultural

Paola Liliana Rodríguez Suárez

PÉREZ ARBELAEZIA

Número 15 - Agosto de 2004

Publicación Anual

PÉREZ - ARBELAEZIA

La revista *Pérez Arbelaezia* es la publicación científica anual del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, está dirigida a investigadores, estudiantes, científicos y a todas las personas interesadas en los temas que ésta aborda.

Publica artículos científicos originales e inéditos que desarrollan temas de botánica, biología de especies y ecología de ecosistemas altoandinos; a la vez, abre el espacio para la presentación de ensayos, reflexiones, revisiones y conferencias que aportan al conocimiento de dichas disciplinas, así como de otras áreas misionales de la entidad, tales como la arborización urbana, la agricultura urbana y la educación ambiental.

Comité Editorial

Martha Liliana Perdomo	Directora
Claudia Córdoba	Subdirectora Científica
Paola Rodríguez	Subdirectora Educativa y Cultural
Santiago Madriñán Restrepo	Profesor. Departamento de Ciencias Biológicas Universidad de los Andes
	Profesor. Departamento de Biología Universidad Nacional
Hernán Mauricio Romero	Profesor - Investigador.
Andrés Etter Rothlisberger	Departamento de Biología y Territorio Universidad Javeriana

Editores

César Escallón Estupiñán
Fernando Molina

PÉREZ ARBELAEZIA

Publicación anual

© 2004 - Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

ISSN 0120-7717

*La reproducción total o parcial de un artículo debe citar la fuente.
Corresponde a los autores la total responsabilidad de las ideas, tesis
y conceptos emitidos en sus respectivos artículos.*

Coordinación general

Paola Rodríguez Suárez - Subdirectora Educativa y Cultural

- Corrección: Fernando Molina
- Diseño y diagramación: Alexandro Becerra Rodríguez

Impresión

Universidad Nacional de Colombia - Unibiblos

Ilustración carátula

***Odontoglossum luteopurpureum.* Lindl**

FLORA DE LA REAL EXPEDICIÓN BOTÁNICA
DEL NUEVO REYNO DE GRANADA (1783 - 1816)

Tomo XI, Orquidáceas, Lámina XXIV

1989, Ediciones de Cultura Hispánica, Madrid.

Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

Av. (Cll) 63 No. 68-95 / Tel: 437 7060 / Fax: 630 5075

www.jbb.gov.co

CONTENIDO

Presentación	7
Ecosistemas Colombianos	9
Germán Márquez	
Diagnóstico ecosistémico en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR	43
Elizabeth Valenzuela	
Caracterización preliminar de la vegetación natural en los ecosistemas de alta montaña de colombia	75
César Barbosa y Sandra Cruz Argüello	
Selección multicriterio de áreas de conservación in situ para el Jardín Botánico José Celestino Mutis	89
Fernando Remolina A.	
Plántulas procedentes del banco de semillas germinable de un bosque subandino.	113
Angélica Cardona Cardozo y Orlando Vargas Ríos	

PRESENTACIÓN

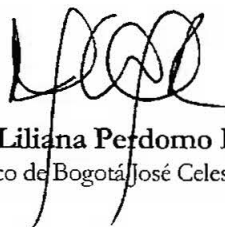
Me complace mucho dar continuidad al trabajo que ha venido desarrollando el Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, con la publicación número 15 de la revista Pérez Arbelaezia, la cual entendemos como el proyecto editorial de mayor trascendencia institucional y un elemento relevante de la identidad del Jardín Botánico; por tanto, la comprensión que hemos alcanzado de su papel y las condiciones señaladas la colocan entre las prioridades de la actual administración.

La revista Pérez – Arbelaezia; fue creada con el propósito de dar a conocer los resultados de las investigaciones de la institución y de aquellas que realizan otras entidades del ámbito científico o académico en que se enmarca su temática, la cual se ha orientado a la flora de los ecosistemas andinos.

Dada la misión del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, como centro de investigación científica, la revista Pérez Arbelaezia, se constituye en un medio de divulgación de gran importancia, en la medida que nos brinda la oportunidad de dar a conocer y poner al servicio de los habitantes del Distrito, así como de todos los interesados en estos temas, en el ámbito nacional e internacional, los avances en el conocimiento sobre nuestros ecosistemas y sus especies, para su adecuado manejo, conservación y utilización.

Por tal motivo deseamos invitarle a darnos a conocer sus opiniones y, o a presentar sus artículos, producto de investigaciones científicas relacionadas con la temática de la revista, para que en caso de ser seleccionados, sean publicados en las en las próximas ediciones.

Espero que los estudios aquí presentados sean útiles para quien los consulte.
Cordial saludo,



Martha Liliana Perdomo Ramírez
Directora Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis

Plántulas procedentes del banco de semillas germinable de un bosque subandino

Por:

Angélica Cardona Cardozo¹ y Orlando Vargas Ríos²

Resumen

En dos estados sucesionales de una comunidad vegetal subandina, correspondientes a un bosque maduro dominado por roble (*Quercus humboldtii* Bompland) y un bosque secundario tardío, ubicados en predios de la Reserva Biológica Cachalú, se identificaron y describieron morfológicamente las plántulas que hacen parte del banco de semillas germinable, además de evaluar su densidad y abundancia. El trabajo se desarrolló a partir de un muestreo a lo largo de cuatro transectos de 10 m de longitud, en los cuales se colectaron 12 muestras de suelo por bosque hasta una profundidad de 10 cm, cada muestra fue procesada con volumen de 3.981 cm³. En la evaluación del BSG se utilizó la germinación de semillas, bajo condiciones de invernadero, con cuyos resultados se procedió a la descripción morfológica e identificación de plántulas obtenidas de las muestras de suelo. En la experiencia resultaron 1.642 plántulas, de las cuales 908 brotaron de las muestras del BSG del bosque secundario y 734 de las muestras del bosque maduro. El presente trabajo incluye una visión rápida y general de las bases conceptuales del estudio, la descripción detallada e ilustración de 14 especies en su estado juvenil, los resultados del ensayo y las observaciones de campo.

Palabras claves:

Plántula, banco de semillas germinable, especies pioneras, morfología de plántulas, ecología de plántulas.

Abstract

This work depicts the results of the study of the seedlings originated out of the Germination Seeds Bank (GSB) in two succeeding states of a sub-Andean forest, located in the biological reservoir Cachalú. One of these, located at 1.700 m.a.s.l (meters above sea level), is a mature forest where oak (*Quercus humboldtii* Bompland) is predominant, and the other is a late secondary forest located at

¹ Ingeniera Forestal, Universidad Distrital "Francisco José de Caldas", Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales. E-mail: angelicardonaca@yahoo.com

² Biólogo, Profesor Dpto. de Biología, Universidad Nacional de Colombia. E-mail: jovargasr@unal.edu.co

1.860 m.a.s.l. The work was carried out by a series of samples taken from each of the succeeding states throughout four transects of 10 m of length, in which there were collected 12 soil samples, reaching a depth of 10 cm, each one of the samples with a volume of 3.981 cm³. For the evaluation of the GSB, the method of seeds germination under greenhouse conditions was used, and, following the results, the morphologic description, and the identification and evaluation of the density and abundance of seedlings obtained from soil samples was done; the results were confronted with field observations of different aspects related to the presence - absence of individual adults of the species that germinated from GSB. From the seeds bank of the two sites, 1.642 seedlings germinated overall, where 908 emerged from the samples of the GSB of the secondary forest, and 734 of the samples of the mature forest. The present work includes a rapid and a general visualization of the conceptual basis of the study, the detailed description and illustration of 14 species in state of seedlings, the results of the experiment, and the field observations.

Key words:

Seedlings, germination seeds bank, pioneer species, morphology of seedlings, ecology of seedlings.

INTRODUCCION

Causas de diferente índole pueden generar cambios en un bosque y todo un conjunto de reacciones pueden concurrir a exigir respuestas del sistema para contrarrestar la perturbación. El dosel del bosque es un elemento en el que se evidencian los cambios bruscos o paulatinos y continuos del conjunto con la formación de claros amplios o pequeños. Es bien conocido el hecho de que a partir de la perturbación sufrida, bien sea ésta de origen natural o antrópico, se genera un proceso de cierre y crecimiento sobre los claros en los que se suceden estadios de construcción seguidos de periodos de maduración. Una de las primeras respuestas del sistema a las perturbaciones es la activación del banco de semillas y la subsiguiente brotación de plántulas. No obstante, la fase plantular, en el ciclo de vida de las especies, suele presentar momentos críticos; en ella se registra la más alta tasa de mortalidad por efecto de los diferentes factores que operan en la selección de las especies e individuos que, a largo plazo, harán parte de la composición y diversidad florística del bosque en que han subsistido o al que han podido llegar, por algún mecanismo específico de dispersión de sus semillas.



Las plántulas tanto de especies pioneras como de especies tardías, tienen un papel importante y poseen unas relaciones ecológicas estrechamente relacionadas con cada uno de estos períodos (Whitmore, 1996). La ecología de plántulas busca comprender estas relaciones, que varían según los diferentes estados de desarrollo plantular, los cuales se han diferenciado dependiendo de la importancia de los procesos fisiológicos y morfológicos que exhiben las plántulas a lo largo de su desarrollo. Estos comprenden un estado de semilla, estado de expansión plantular, estado de dependencia (de las reservas de la semilla), estado autónomo y estado juvenil (Garwood, 1996).

El estudio descriptivo de la morfología de las plántulas puede permitir un acercamiento a la comprensión de su ecología. El interés científico por este tema se considera de trascendencia dada las aplicaciones que tendría en procesos de regeneración y restauración de comunidades vegetales; no obstante, es muy poco lo que se sabe de las características ecológicas y morfológicas de las plántulas de las especies tropicales. Estudios al respecto podrían permitir el reconocimiento temprano de estadios de regeneración natural, establecimiento de conexiones filogenéticas entre taxas afines, interrelaciones planta-animal, planta-ambiente, identificación y comprensión de estrategias de crecimiento y evolución (Barrera, 1985; Swaine, 1996; Whitmore, *op.cit.*).

El Banco de Semillas Germinable (BSG), hace referencia a la agregación de semillas no germinadas y viables. Con esta expresión los expertos hacen referencia a la agregación de semillas no germinadas y viables, presentes sobre o dentro del suelo, o asociadas con la hojarasca y el humus; en ellas se encuentra todo el potencial para remplazar plantas adultas, susceptibles de hacer presencia rápidamente al momento de presentarse las condiciones adecuadas para su germinación (Grime, 1989; Baker, 1989, Simpson et al. 1989). Muchas de estas semillas sobreviven en el suelo por largos periodos de tiempo y en él permanecen por periodos que pueden cubrir desde un número de pocos días y semanas, hasta siglos (Fenner, 1995).

Los bancos de semillas están compuestos por especies pioneras, las cuales poseen ciertos atributos de tipo físico (tamaño, forma y probabilidad de enterramiento), fisiológico (germinación, dormancia y viabilidad) y defensa (química y física), contra la presencia de depredadores y patógenos, que las convierte en hábiles colonizadoras de áreas disturbadas (Garwood, 1989; Thompson et al., 1998). Muchos de

estos atributos se ven reflejados y son de gran importancia desde la fase plantular de la especie, llegando a ser determinantes para la habilidad de establecimiento de cada individuo.

La evaluación del BSG, permite determinar aspectos importantes como la disponibilidad y diversidad de semillas de especies pioneras, las relaciones morfológicas y fisiológicas de las plántulas con su germinación, desarrollo y establecimiento, además de proporcionar las bases para el entendimiento de la dinámica sucesional de la vegetación.

En el presente estudio se describen morfológicamente 14 de las plántulas germinadas a partir del BSG. Se ha utilizado el método de muestras de suelo - germinación de semillas, para la evaluación del BSG y con el fin de obtener las plántulas para la identificación y descripción morfológica de los individuos, además de la evaluación de la diversidad y densidad de las especies.

1. ECOLOGÍA Y MORFOLOGÍA DE PLÁNTULAS DE ESPECIES PIONERAS

1.2. FACTORES ECOLÓGICOS

• Luz

Las plántulas de especies pioneras, provenientes del banco de semillas germinable, generalmente se asocian con claros o áreas disturbadas en las que reciben los niveles de luz que requieren para su germinación (Baker, op. cit.; Fenner, 1995; Garwood, 1989). Sin embargo, recientes investigaciones señalan que estas especies también son capaces de germinar bajo el dosel del bosque no disturbado; así lo demuestra un estudio que registra la germinación de ocho especies pioneras, bajo diferentes condiciones lumínicas, salvo las especies *Musanga cecropioides*, *Milicia excelsa* y *Nauclea diderrichii*, que no alcanzaron a germinar en condiciones de oscuridad, las especies *Ceiba pentandra*, *Terminalia ivorensis*, *Terminalia superba* y *Ricinodendron heudelotii*, germinaron tanto en ambientes de total oscuridad como de luz. Sin embargo, muchas no lograron avanzar en su desarrollo para establecerse, como en las plántulas de *Ceiba pentandra*, que murieron unas pocas semanas después de la germinación (Swaine, op. cit.).

Diversos autores concuerdan en que la germinación de especies pioneras, bajo el bosque, constituye una respuesta a la efímera entrada de luz a través del dosel y que después de la germinación éstas se desarrollan con un tamaño muy pequeño y sobreviven sólo por unas pocas semanas (Brown, et al. 1996; Garwood, op. cit., Burslem, 1996). Otros autores en cambio, reconocen un gremio de especies al que llaman "criptopioneras", que requieren condiciones de luz total para germinar, establecerse y tener un crecimiento rápido, pero que, además, están facultadas para continuar su crecimiento bajo el dosel (Whitmore, op. cit.).

La sobrevivencia y desarrollo de plántulas de especies pioneras dentro del bosque, está muy ligada al tamaño y dinámica de los claros. En el trabajo de revisión de Whitmore (1996), se reporta que la mortalidad de plántulas pioneras fue menor en claros grandes y recientemente abiertos; estos resultados han sido atribuidos a la escasa competencia durante el inicio de la regeneración natural y a la mayor incidencia lumínica. Esta respuesta está muy ligada a la sensibilidad fotosintética; algunos estudios realizados al respecto indican, por ejemplo, que la especie tardía *Neobalanocarpus heimii*, ostenta un 35% de sensibilidad fotosintética, en contraste con la especie pionera *Acacia auriculiformis*, que presenta únicamente el 10% (Press et al., 1996). En éste orden de ideas, las especies pioneras serían menos sensibles a la captación de energía lumínica como consecuencia de una historia de vida ligada en ambientes con alta exposición solar, donde no existe la necesidad de desarrollar rasgos para la competencia por este recurso.

Pese a lo anterior, los mismos estudios señalan que las especies tolerantes a la sombra son mucho menos capaces de ajustarse a cambios, que las demandantes de luz; dos especies sucesionales tempranas *Cecropia obtusifolia* y *Ficus insipida*, presentaron alta plasticidad fisiológica y potencial de aclimatación, como respuesta a cambios en las condiciones lumínicas (Burslem, op. cit.). Sin embargo, otros autores han obtenido resultados contrarios y afirman que la capacidad del ajuste fotosintético no está relacionada con el gremio ecológico de las especies. De igual forma, el incremento de talla de las plántulas de especies pioneras, con respecto al tamaño del claro, parece responder a una mayor incidencia de luz. Después del aumento en área de un claro, originado por un huracán en Puerto Rico, se notó un aumento en la tasa de crecimiento relativo de la especie *Cecropia didymopanax* (Whitmore, op. cit.). Son muchos los aspectos acerca de los cuales no se tiene

conocimiento y que demandan ser objeto de investigaciones, como el tema de las interacciones entre los diferentes factores ambientales y entre éstos y los atributos particulares de cada especie.

• Agua

Durante la fase de desarrollo de la plántula, algunas especies se muestran más sensibles al estrés por sequía, principalmente aquellas que tienen una historia de vida ligada a ambientes húmedos; la disponibilidad de agua se convierte en un factor determinante no sólo para el desarrollo, sino también para el establecimiento (Burslem, 1996). Las especies con plántulas muy pequeñas, como generalmente sucede con las pioneras, enfrentan mayor mortalidad como consecuencia de la sequía en el transcurso de los primeros seis meses de abierto el claro, en tanto que las especies de plántulas más grandes, como las tardías, sobreviven mejor a esta situación (Whitmore, op. cit.). Estas diferencias, que además muestran particularidades para cada especie, están relacionadas con las características fisiológicas de las plántulas, poco estudiadas hasta ahora (Swaine, op. cit.).

• Nutrientes

Al parecer los disturbios en el suelo del bosque originan una rápida producción de iones de nitrato, lo cual podría favorecer a las especies pioneras en razón a la alta capacidad de asimilación que tienen para este elemento (Whitmore, op. cit.). Un estudio realizado en Malasia, registró una elevada concentración de nitrato, calcio y magnesio, para los primeros 6-8 meses de creado el claro, situación que se mantuvo hasta aproximadamente un año después (Swaine, op. cit.). No obstante que la relación entre nutrientes y crecimiento de las plántulas es poco conocida, algunos estudios indican que no existe un efecto significativo, pero existen evidencias de que en condiciones de muy baja disponibilidad de nutrientes, la micorrización puede ser importante para el crecimiento plantular de algunas especies (Whitmore, op. cit.; Burslem, op. cit.).

• Herbivoría

La herbivoría es un factor que hace parte de la matriz de interacciones de las especies vegetales y las especies animales, de gran importancia para el desarrollo y establecimiento de las poblaciones de plántulas. El tamaño y la disponibilidad de recursos como agua, proteínas, carbohidratos solubles, potasio, nitrógeno, etc, en las hojas tiernas de las plántulas, las pueden hacer más atractivas y palatables

para algunos grupos de animales fitófagos. Los efectos de la herbivoría, sobre las plántulas, tienen variaciones entre especies y ambientes. Por ejemplo, existe una inexplicable conexión entre la incidencia de luz y el daño causado por insectos defoliadores, barrenadores y chupadores de savia; quizás la mayor radiación solar, actúa como factor de incremento y acumulación de nutrientes en las hojas de las plántulas (Swaine, op. cit.).

1.2. MORFOLOGÍA DE PLÁNTULAS

Según Garwood (op. cit.), el estado plantular de una especie se entiende como cualquier estado de desarrollo temprano que contenga mínimo alguna estructura funcional, producto de las reservas iniciales de la semilla; por su parte, la morfología inicial hace referencia a la forma de la plántula hasta cuando el primer órgano completamente fotosintético logra su total expansión.

La función morfológica de cada una de las partes de la plántula varía entre especies, al igual que entre individuos de la misma especie, pero en función de cada estado de desarrollo. Dentro de una especie, una estructura puede tener múltiples y simultaneas funciones, las cuales cambian durante el desarrollo de la plántula o se dividen entre otras partes. Todas las especies demuestran algún grado de flexibilidad en las características morfológicas y fisiológicas, como respuesta a cambios en el ambiente. Se han registrado diferencias de tipo morfológico entre especies y dentro de una misma especie en diferentes comunidades, estas diferencias se pueden encontrar en los componentes de la estructura de las plántulas, lo cual constituye una respuesta estructural que se reconoce en términos de morfología funcional. La distribución, tamaño, disposición de las hojas y cotiledones, tamaño de las hojas y pubescencia, varían enormemente entre taxas (Whitmore, op. cit.). Generalmente, para estudios ecológicos, las plántulas son clasificadas en cinco tipos, con base en tres características dicotómicas de los cotiledones: posición, exposición y textura. La posición está estrechamente relacionada con el tipo de germinación y considera dos situaciones: en la primera, denominada "hipogea", el crecimiento reducido del hypocótilo impide que los cotiledones emerjan o se levanten por encima del suelo y, en la segunda, conocida como "epigea", se presenta alargamiento del hypocótilo y por lo tanto, levantamiento de los cotiledones sobre el suelo. La exposición presenta dos situaciones: una, donde los cotiledones emergen de la testa de la semilla y se desarrollan completamente, ésta es llamada "fanerocotilar"; la otra, donde no

emergen pero se mantienen latentes dentro de la testa, llamada "criptocotilar". En cuanto a la textura, se reconocen como "foliáceos", a los cotiledones expuestos, usualmente pequeños, verdes y presumiblemente fotosintéticos; y como "carnosos", a los que se presentan generalmente gruesos, no verdes y con reservas de nutrientes, como función principal.

Estas características de los cotiledones permiten considerar las plántulas en cinco tipos, que según Garwood (op.cit.), pueden ser interpretados a través de las siguientes abreviaturas convencionales: PEF, PER, PHR, CHR y CER; cada letra ha sido adoptada para representar una característica morfológica, estructural o funcional, como se indica a continuación: fanerocotilar (P) o criptocotilar (C); epigea (E) o hipogea (H); y foliáceos (F) o de reserva (R).

Se ha encontrado que el tipo de plántulas más abundante, entre las especies de árboles tropicales, es el PEF (fanero-epigea-foliáceo), con resultados que oscilan entre un 33 y 56% (Garwood, op. cit.). Según este autor, existe similitud muy marcada en parámetros de abundancia entre los cinco tipos de plántulas de la flora tropical, la cual se ha hecho evidente al comparar ocho sitios evaluados en tres continentes. Lo anotado permite sugerir, que similares elementos de selección podrían haber actuado sobre la morfología de plántulas, lo que implica que estudios de morfología funcional en una región, puedan ser aplicados a otras regiones. Sin embargo, se hace necesario realizar estudios más amplios en los que se incluya información que pueda sustentar tal afirmación.

El tamaño de la semilla está muy relacionado con la morfología inicial de la plántula; en el caso de las especies pioneras, las semillas son muy pequeñas y originan plántulas igualmente pequeñas, susceptibles, desde luego, de sufrir una mayor mortalidad, riesgo que se reduce en la medida en que el tamaño de la plántula aumenta; este evento es factible en poco tiempo si se cuenta con la cantidad de luz necesaria para respaldar el rápido crecimiento de la especie pionera (Whitmore, op. cit.; Lieberman, 1996). El tamaño de la semilla también está relacionado con el tipo de plántula. Un estudio realizado en Malasia con árboles pioneros, determinó que la abundancia de las plántulas fanero-epigeas (tipo PEF y PER), disminuía a medida que aumentaba el tamaño de la semilla, desde un 100% en semillas <3 mm, hasta cerca de un 50% en semillas > 20 mm de longitud (Garwood, op. cit.).

2. AREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó para un bosque maduro y uno secundario de tipo subandino, ubicados en predios de la Reserva Biológica Cachalú, administrada por la Fundación Natura. La Reserva se localiza al sureste del Departamento de Santander y al sur-occidente del municipio del Encino; sobre la vertiente oriental de la cordillera Oriental, en lo que se denomina la cordillera de la Rusia, colindante al Santuario de Fauna y Flora Guanentá-Alto Río Fonce (Fig. 1).

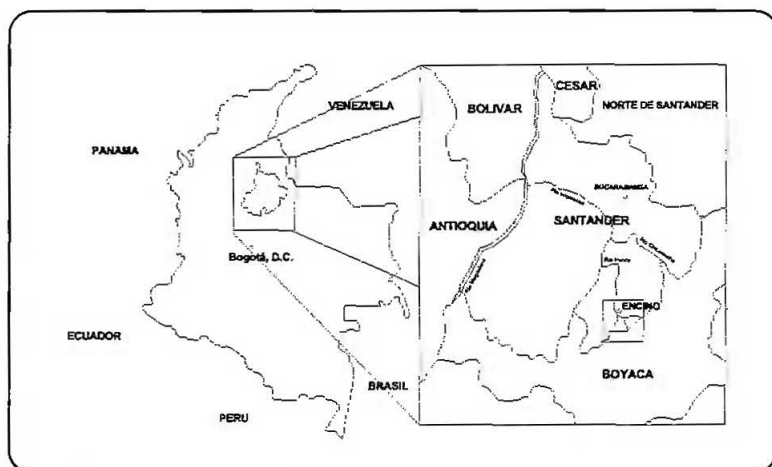


Figura 1. Ubicación del área de estudio. Reserva Biológica Cachalú.

El área registra una precipitación promedio anual de 3.107 mm (Estación Encino) y un régimen de precipitación bimodal-tetraestacional. El primer periodo húmedo se ha registrado en los meses de octubre-noviembre; y el segundo, aunque menos lluvioso que el anterior, entre marzo-mayo. Los periodos más secos se presentan entre junio-agosto y diciembre-febrero. La temperatura media anual es de 21.3°C, con máximos mensuales medios de 23,9 °C y mínimos mensuales medios de 19.7 °C. El mes más cálido es febrero y las menores temperaturas se presentan en los meses de julio y septiembre (Estación Charalá, datos de un periodo de veinte años, 1983 – 2002).

Durante los meses de mayor insolación, que coinciden con los periodos secos, se presenta una incidencia de 195,5 y 200 horas luz, para los meses de diciembre y enero, respectivamente; por su parte, los valores más bajos se presentan en los meses de abril, mayo, julio y septiembre, donde la incidencia de luz mensual se encuentra entre 131 y 142 horas luz.

El bosque maduro, de donde se extrajeron las muestras para el estudio de las plántulas del BSG, se ubica a los 06o latitud N y 73o longitud W, a 1.700 msnm; sobre la margen derecha de la quebrada La Rusia, donde se presenta un terreno plano, circundado por laderas y filos de montañas. La vegetación conforma un dosel continuo, con un sotobosque más o menos denso. Las especies arbóreas dominantes comprenden *Quercus humboldtii*, *Ruagea glabra*, *Psammisia falcata*, *Myrcianthes* sp, *Euphorbia* sp, *Spondias* sp, *Aniba robusta*, *Cyathea* sp, *Billia rosea*, *Hedyosmum* sp, Se resalta la alta presencia de epífitas (Cardona, 2004).

El bosque secundario, área de muestreo de las plántulas del BSG, se encuentra a los 06o latitud N y 74o longitud W y a 1.860 msnm. El sitio se encuentra sobre un relieve de escasa pendiente. Las especies presentes son similares a las del bosque maduro pero con predominio de *Licaria* sp, *Psychotria* sp, *Ilex* sp, *Cyathea tryonorum*, *Brunellia acutangula*, *Matayba* sp, *Clusia* sp. *Schefflera bogotensis*, *Anthurium nymphaefolium*, *Blakea* sp, *Oreopanax* sp y *Dendropanax arboreus* (Cardona, op. cit.).

3. MÉTODOS

El muestreo del banco de semillas para la germinación de las plántulas, se realizó en el mes de junio del 2003. Se tomaron muestras de suelo a lo largo de cuatro (4) transectos de 10 m de longitud cada uno, describiendo una figura en zig-zag, con ángulo de 45°, entre una y otra línea. A partir del vértice de los transectos, cada tres (3) metros, se fijaron puntos de muestreo, en los que se colectaron muestras de 10 cm de profundidad, cada una de 3.981 cm³, se tomó este volumen con el fin de obtener representatividad en las muestras del BSG (Cardona & Vargas, 2004).

Las muestras de suelo se depositaron en bolsas plásticas, una vez selladas y etiquetadas, se llevaron al invernadero. Allí se distribuyeron en bandejas con un substrato de 2 cm de arena lavada de río, previamente esterilizada con agua hirviendo; el suelo se colocó dentro de cada bandeja en una capa no mayor a 1 cm, para facilitar la germinación de las semillas allí contenidas (Posada & Cárdenas, 1999). Con el fin de aislar los ensayos, se cubrieron las bandejas con un velo blanco. Entre las bandejas de germinación, se colocaron 20 bandejas, con solo arena, a título de control. Todas las bandejas se regaron en la cantidad requerida para mantener una humedad constante y adecuada para la germinación. Semanalmente se registraron

y marcaron las plántulas germinadas con banderitas rotuladas según la fecha de germinación, con el fin de poder hacer un seguimiento de su desarrollo. Cuando éstas desarrollaron los protofilos fueron inicialmente clasificadas a nivel de morfoespecie, y descritas sus diferentes estructuras según la terminología utilizada por Mahecha (1971), Barrera (op. cit.) y los caracteres empleados para la diagnosis abreviada de plántulas de Ricardi (1996 y 1999). A cada individuo se le describió el tipo de germinación, forma y tamaño de la raíz, hipocótilo, cotiledones, epicótilo, internodios superiores, metafilos y yemas foliares. Otros atributos descritos fueron: color, estípulas, indumento y látex o exudado. Adicionalmente se clasificaron las plántulas según el tiempo que duraron en germinar: rápidas las que germinaron en <7 semanas; intermedias las germinadas entre la 7-14 semanas; y lentas las que germinaron en >14 semanas. Después de clasificada, la plántula se retiraba de la bandeja para permitir la germinación de otras semillas. Concluidos 6 meses no se presentó la germinación de ningún individuo, dando por terminado el registro.

Las plántulas de difícil identificación se transplantaron para facilitar su crecimiento y poder identificarlas posteriormente a nivel de familia, género y especie, otras se buscaron en estado adulto en campo y se compararon con especímenes de vivero para su identificación.

4. RESULTADOS

Se obtuvieron 1.642 plántulas provenientes del banco de semillas de los dos sitios muestreados, pertenecientes a 26 familias, 38 géneros y 67 especies. El mayor número de plántulas germinó del banco de semillas del bosque secundario con 908 individuos, mientras que en el bosque maduro germinaron 734 individuos. Casi la totalidad de las especies germinaron en los dos estados sucesionales, de las cuales 59 estuvieron presentes en el bosque maduro y 66 en el bosque secundario.

Las especies del bosque maduro, con la mayor abundancia de plántulas en el BSG, se relacionan a continuación, indicando el número de plántulas registradas entre paréntesis; ellas corresponden a: *Cestrum tomentosum* (107), *Cecropia telealba* (82), *Cecropia angustifolia* (49), *Guettarda sabiceoides* (22), *Cecropia telenitida* (20), *Solanum aturense* (19), *Achyrocline satureioides* (18), *Clethra fagifolia* (17), *Phytolacca dioica* (14), *Myrsine coriacea* (13), *Tibouchina lepidota* (13). En el bosque secundario las especies más abundantes fueron

Clethra fagifolia (96), *Tibouchina lepidota* (85), *Cecropia telealba* (61), *Sabicea sp.* (56), *Cestrum tomentosum* (50), *Cecropia telenitida* (40), *Achirocline satureioides* (31), *Cecropia angustifolia* (28), *Solanum quitoensis* (14), *Psidium guineensis* (13), *Croton smithianus* (12).

Según el hábito o forma de vida, en el bosque secundario, las plántulas de hierbas representaron el mayor porcentaje con el 31 %, le siguieron las plántulas de árboles con el 28.8 %, los arbustos con el 21.2 % y las enredaderas con el 10.6 %. En el bosque maduro se encontraron, en primer lugar, las plántulas de árboles con el 32.2 %, le siguieron las hierbas con el 30.5 %, los arbustos con el 22 %, y las enredaderas con el 10.2 %.

El 50% de las especies presentó una germinación rápida (menos de 7 semanas); el 44%, intermedia; y el 6%, lenta. Algunas de las especies con germinación rápida fueron: *Sida poeppigiana*, *Polygonum punctatum*, *Cecropia angustifolia*, *Cecropia telealba*, *Cecropia telenitida*, *Solanum quitoensis*, *Phytolacca dioica* y *Cestrum tomentosum*; y las que más tardaron en germinar (más de 14 semanas) fueron *Senecio sp.*, *Clethra fagifolia*, *Tibouchina lepidota* y *Sabicea sp.*

A continuación se presenta una descripción de las características morfológicas de las plántulas de 14 especies identificadas en los dos sitios estudiados, y se insertan, al pie de la descripción y para cada caso, los resultados específicos del ensayo y las observaciones de campo correspondientes. Las figuras corresponden al estado juvenil de las plántulas.

CLETHRACEAE

Nombre científico: *Clethra fagifolia* H. B. Kunth.

Nombre común: Ahuyamo.

Hábito: Árbol.

Tipo de plántula: PEF (fanero-epigea-foliáceos). (Fig. 2).

Plántula de 2.3 cm de altura por encima del cuello, epigea, fanerocotilar. Raíz primaria curvada, 3.5 cm de largo, raíces laterales poco ramificadas, sinuosas. Hipocótilo erecto, derecho, 0.3 cm de largo, 0.15 cm de ancho en la base, redondo, glabro, púrpura. Cotiledones foliáceos, sin estípula, sésiles, lámina circular, 0.2 cm de largo, 0.2 cm de ancho, ápice y base redondeado, glabro, margen entero, verde claro. Epicótilo erecto, derecho, redondo, 0.7 cm de largo, púrpura, glabro. Protofilos alternos, simples, sin estípula, peciolados, pecíolo de 0.2 cm de largo,

glabro, bifacial acanalado, púrpura, lámina elíptica, ápice redondeado, base cuneiforme, penninervia, glabra, margen serrado, haz y envés verde claro. Internodios superiores erectos, derechos, redondos, púrpura, pubescentes, pelos simples, abundantes. Metafilos alternos, simples, sin estípula, peciolados, pecíolo de 0.3 cm de largo, pubescente, bifacial acanalado, púrpura, lámina elíptica, ápice agudo, base cuneiforme, penninervia, pubescente, margen dentado, haz verde claro, envés con venación rojiza, hojas nuevas rojizas. Yemas axilares.

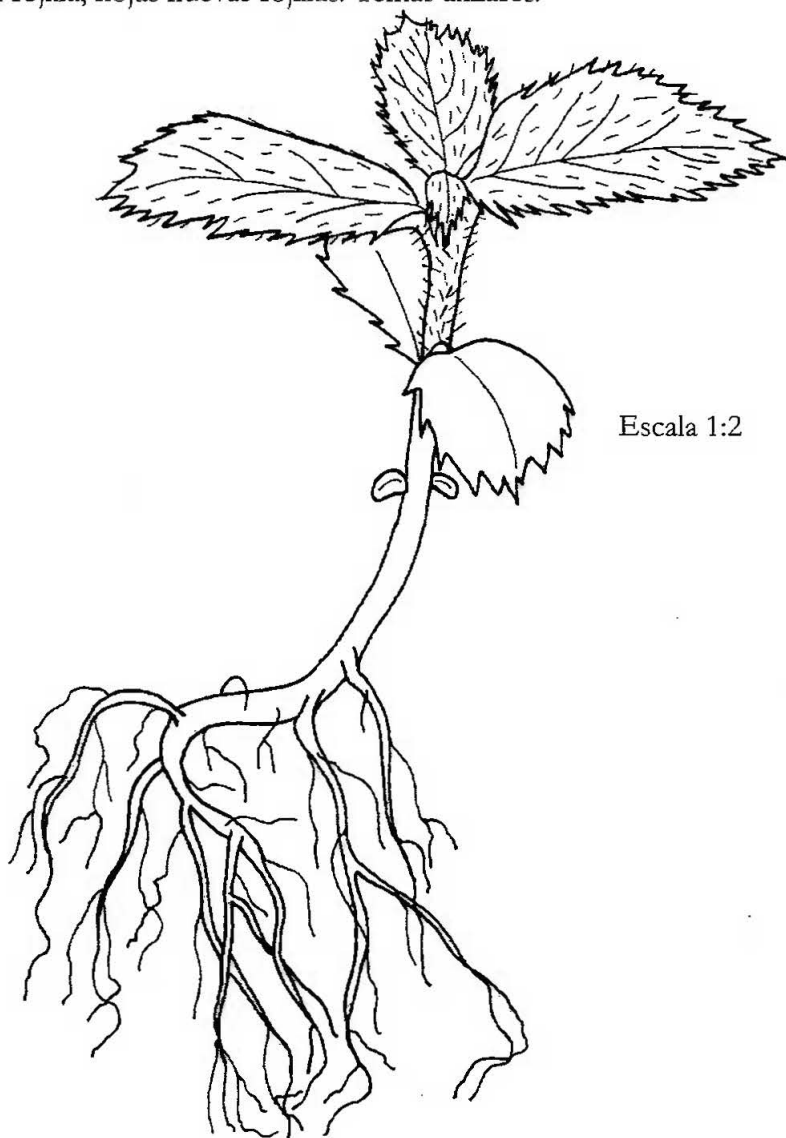


Figura 2. *Cletra fagifolia* H.B. Kunth. Plántula de 35 días

Resultados del ensayo y observaciones de campo. Especie presente en el BSG del bosque maduro con una abundancia de 17 plántulas y una densidad de 35 plántulas/m²; y en el BSG del bosque secundario con una abundancia de 96 plántulas y una densidad de 200 plántulas/m². Germinación intermedia, a los 49 días de montado el ensayo. Plántula muy susceptible a la sequía. En el área de estudio los individuos adultos de la especie se encuentran en bosques secundarios, áreas abiertas y rastrojos.

CLUSIACEAE

Nombre científico: *Vismia guianensis* (Aublet) Choisy

Nombre común: Manchador.

Hábito: Árbol.

Tipo de plántula: PEF (fanero-epigea-foliáceos). (Fig. 3).

Plántula de 3.3 cm de altura por encima del cuello, epigea, fanerocotilar. Raíz primaria curvada, 2.8 cm de largo, raíces laterales ramificadas, sinuosas, de menor grosor y mayor longitud que la primaria. Hipocótilo erecto, derecho, 0.8 cm de largo, 0.1 cm de ancho en la base, redondo, estriado, glabro, púrpura intenso acropetalmente, blanquecino basalmente. Cotiledones foliáceos, sin estípula, peciolados, pecíolo de 0.05 cm de largo, bifacial acanalado, lámina aovada, 0.2 cm de largo, 0.15 cm de ancho, ápice redondeado, base cordada, uninervio, glabro, margen entero, púrpura en el ápice del haz y el envés, verde oscuro en la base. Epicótilo erecto, derecho, redondo, 0.5 cm de largo, púrpura intenso, estriado, glabro. Protofilos opuestos, simples, sin estípula, peciolados, pecíolo de 0.1 cm de largo, bifacial acanalado, púrpura, lámina elíptica, ápice redondeado, base cuneiforme, penninervia, venación central purpúrea, margen entero, haz verde-oscuro, margen purpúreo, envés verde-oscuro, ápice purpúreo, puntos negros. Internodios superiores erectos, derechos, aristados, púrpura, tomento ferrugíneo en el internodio apical. Metafilos opuestos, simples, sin estípula, peciolados, pecíolo de 0.4 cm de largo, acopado, bifacial acanalado, púrpura, tomentoso en las hojas más nuevas, lámina elíptica, ápice agudo, base cuneiforme, penninervia, margen entero, haz verde-oscuro, margen purpúreo, envés verde-oscuro, venación purpúrea, puntos negros. Yemas axilares, valvadas, tomento ferrugíneo. Exudado naranja.

Resultados del ensayo y observaciones de campo. Especie presente en el bosque maduro con una abundancia de 2 plántulas y una densidad de 4 plántulas/m²; en el bosque secundario la abundancia es de 9 plántulas y una densidad de 19 plántu-

las/m². Su germinación es del tipo rápida, a los 35 días de montado el ensayo. La especie en el estado de plántula es muy resistente a la sequía. En el área de estudio los individuos adultos de la especie se encuentran en bosques secundarios, áreas abiertas y rastrojos.

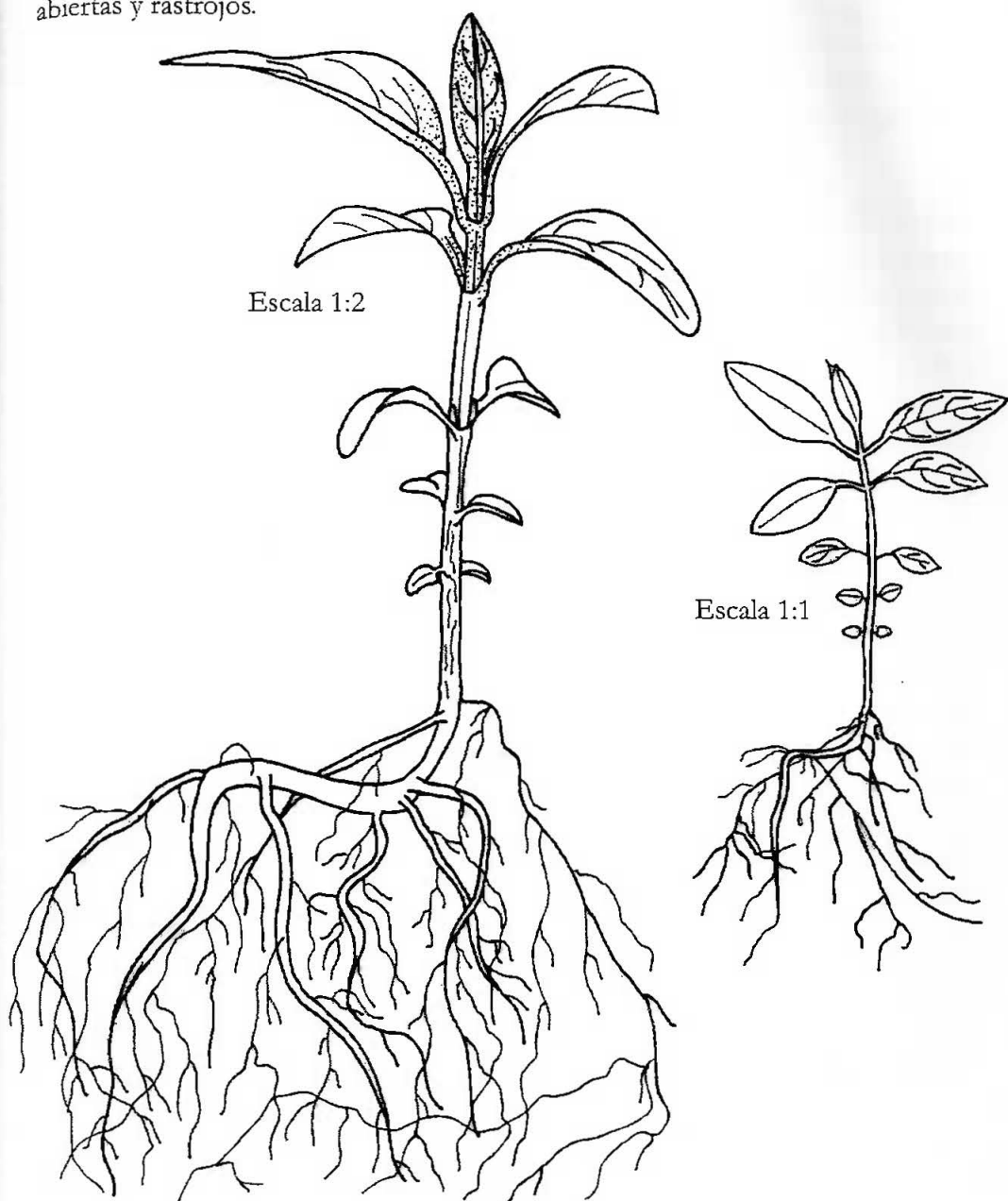


Figura 3. *Vismia guianensis* (Aublet) Choisy. Plántula de 67 días.

CECROPIACEAE

Nombre científico: *Cecropia telealba*. Cuatrecasas.

Nombre común: Guarumo blanco.

Hábito: Árbol.

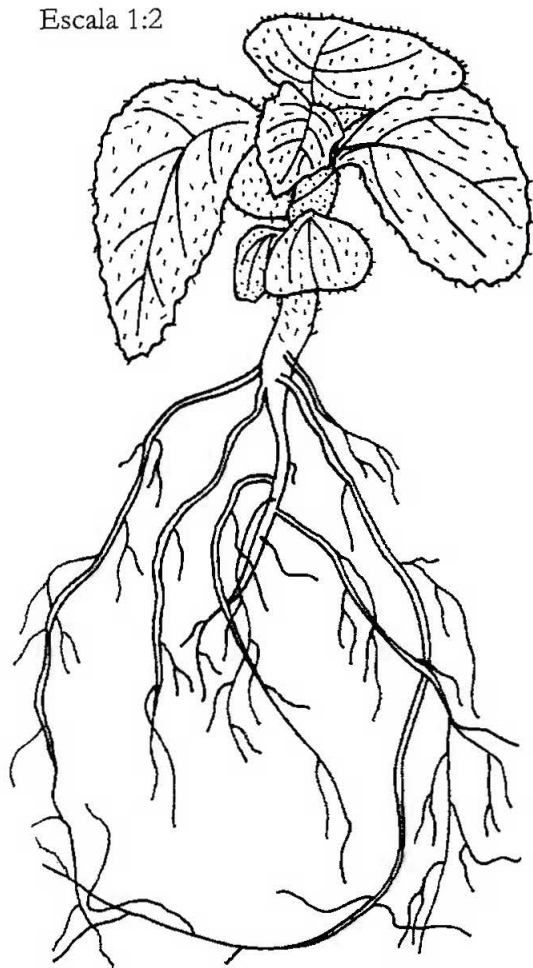
Tipo de plántula: PEF (fanero-epigea-foliáceos). (Fig. 4)

Plántula de 1-1.3 cm de altura por encima del cuello, epigea, fanerocotilar. Raíz primaria curvada, 18 -15 cm de largo, raíces laterales muy ramificadas, sinuosas, delgadas. Hipocótilo erecto, derecho o semicurvo, 0.4-0.7 cm de largo, 0.15-0.2 cm de ancho en la base, redondo, escasamente pubescente, fisurado. Cotiledones foliáceos, carnosos, sin estípula, peciolados, pecíolo 0.1 cm de largo, acanalado, base amplexicaule, pubescente, nudo ensanchado, lámina circular, 0.4 cm de largo, 0.4 cm de ancho, ápice retuso, base redondeada, trinerviado, pubescente, revoluta, margen entero, haz y envés verde claro. Epicótilo erecto, derecho, redondo, 0.1-0.2 cm de largo, verde claro, tomentoso, pelos simples. Protofilos alternos, simples, estípula intraxilar, involucrel, tomentosa, peciolados, pecíolo de 0.1-0.2 cm de largo, tomentoso, pelos simples, largos, lámina elíptica, ápice obtuso, base cuneiforme, tomentosa, pelos simples, revoluta, nerviación reticulada, margen dentado, haz verde claro, envés con indumento blanquecino. Internodios superiores con caracteres semejantes a los del epicótilo. Metafilos alternos, simples, estípula intraxilar, involucrel, tomentosa, peciolados, pecíolo de 0.4 cm de largo, tomentoso, lámina elíptica, ápice subagudo, base cuneiforme, tomentosa, pelos simples, revoluta, nerviación reticulada, margen serrado, haz verde claro, envés con indumento blanquecino.

Resultados del ensayo y observaciones de campo. Especie presente en el bosque maduro con una abundancia de 82 plántulas y una densidad de 171 plántulas/m², y en el bosque secundario la abundancia es de 61 plántulas y su densidad de 127 plántulas/m². Su germinación es del tipo rápida, a los 5 días de montado el ensayo. La especie en su estado de plántula es medianamente sensible a la sequía y altamente susceptible a la predación por mamíferos pequeños. En el área de estudio los individuos adultos se encuentran en bosques secundarios y áreas abiertas.



Escala 1:2



Escala 1:1



Figura 4. *Cecropia telealba* Cuatrecasas. Plántula de 90 días.

EUPHORBIACEAE

Nombre científico: *Croton smithianus*. Croiz.

Nombre común: Candelero.

Hábito: Árbol.

Tipo de plántula: PEF (fanero-epigea-foliáceos). (Fig. 5).

Plántula de 9.5 cm de altura por encima del cuello, epigea, fanerocotilar. Raíz primaria curvada, axonomorfa, 3.5 cm de largo, raíces laterales de primer orden poco ramificadas, sinuosas. Hipocótilo erecto, derecho, 5.0 cm de largo, 0.25 cm de ancho en la base, redondo, naranja, tomento blanquecino, pelos simples. Cotiledones foliáceos, sin estípula, peciolados, pecíolo de 0.5 cm de largo, tomentoso, lámina elíptica, membranosa, 1.3 cm de largo, 1 cm de ancho, ápice y base redondeado, trinerviados, pubescente, margen entero, haz y envés verde claro, se tornan naranja antes de caer. Epicótilo erecto, derecho, redondo, 1.8 cm de largo, naranja, tomento blanquecino, pelos estrellados. Protofilos alternos, simples, estípula diminuta, libre, tomentosa, peciolados, pecíolo de 1.2 cm de largo, naranja-amarillento, tomentoso, lámina lobulada, ápice agudo, base cordada, palminervia, tomentosa, pelos estrellados, margen dentado, haz verde-oscuro con venación naranja, envés verde-claro, se tornan naranja antes de caer. Internodios superiores con caracteres semejantes a los del epicótilo. Metafilos alternos, simples, estípula diminuta, libre, tomentosa, peciolados, pecíolo de 2 cm de largo, naranja-amarillento, tomentoso, lámina lobulada, ápice agudo, base cordada, palminervia, tomentosa, pelos estrellados, margen dentado, haz verde-oscuro, envés verde-claro, se tornan naranja antes de caer. Exudado amarillo.

Resultados del ensayo y observaciones de campo. Especie presente en el bosque maduro con una abundancia de 4 plántulas y una densidad de 8 plántulas/m²; en el bosque secundario la abundancia es de 12 plántulas y una densidad de 25 plántulas/m². Su germinación corresponde al tipo intermedia, a los 49 días de montado el ensayo. La especie en su estado de plántula medianamente sensible a la sequía. En el área de estudio los individuos adultos se encuentran en bordes de bosque, especialmente cerca a sitios húmedos, bosques secundarios y riparios.



Escala 1:1

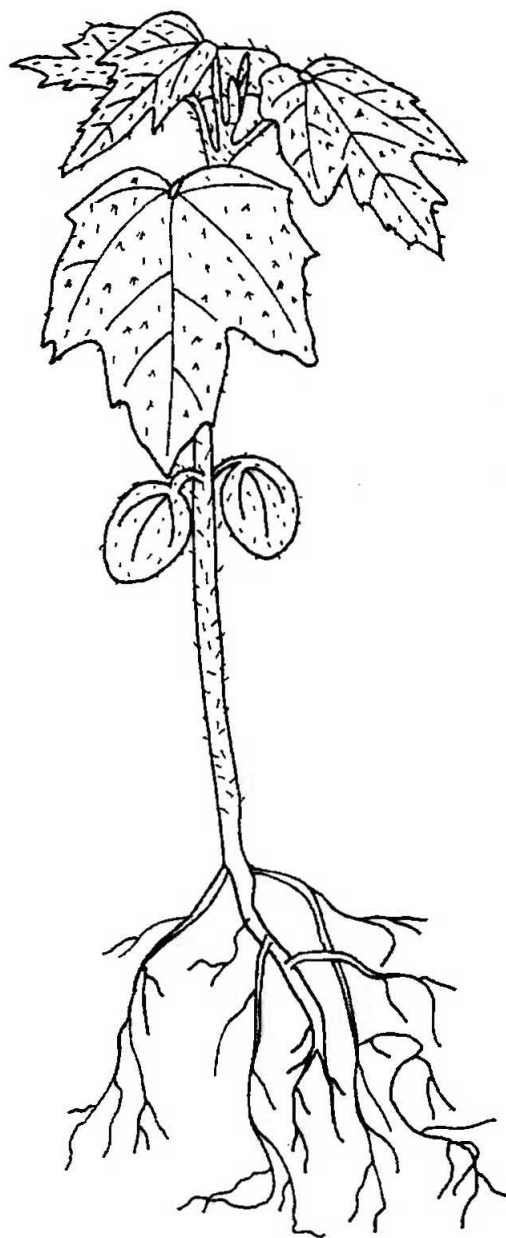


Figura 5. *Croton smithianus* Croiz. Plántula de 90 días.

MALVACEAE

Nombre científico: *Sida poeppigiana* (K. Schum.).

Nombre común: Escobo.

Hábito: Arbusto.

Tipo de plántula: PEF (fanero-epigea-foliáceos). (Fig. 6).

Plántula de 7.3 cm de altura por encima del cuello, epigea, fanerocotilar. Raíz primaria curvada, 5.2 cm de largo, raíces laterales de primer orden muy ramificadas, sinuosas, de menor grosor y mayor longitud que la primaria. Hipocótilo erecto, derecho, 1.1 cm de largo, 0.15 cm de ancho en la base, redondo, pubescente, pelos simples, cortos. Cotiledones foliáceos, sin estípula, peciolados, pecíolo de 0.2 cm de largo, pubescente, lámina aovada, 0.8 cm de largo, 0.6 cm de ancho, ápice y base redondeado, trinerviados, pubescente, margen entero, verde claro. Epicótilo erecto, derecho, redondo, 0.7 cm de largo, estriado, pubescente, pelos simples, largos. Protofilos alternos, simples, peciolados, pecíolo de 0.2 cm de largo, pubescentes, estípula caediza, libre, capilar, lámina romboide, ápice y base agudo, penninervia, margen dentado en el ápice y entero en la base, escasamente pubescente, haz verde-claro, envés verde-amarillento, reticulado. Internodios superiores erectos, derechos, redondos, tomento en el internodio apical. Metafilos alternos, simples, peciolados, pecíolo de 0.4 cm de largo, estípula caediza, libre, capilar, lámina romboide, ápice y base aguda, penninervia, pubescente, margen dentado, haz verde-claro, envés verde-amarillento, reticulado, hojas nuevas tomentosas. Yemas axilares.

Resultados del ensayo y observaciones de campo. Especie presente en el bosque maduro con una abundancia de 8 plántulas y una densidad de 17 plántulas/m²; en el bosque secundario la abundancia es de 4 plántulas y una densidad de 8 plántulas/m². El tipo de germinación es rápida, a los 4 días de montado el ensayo. La especie en estado de plántula es medianamente sensible a la sequía y altamente susceptible a la predación por mamíferos pequeños. En el área de estudio los individuos adultos de la especie se encuentran en bordes de bosques, bosques secundarios y áreas abiertas.

Escala 1:1

Figura 6. *Sida poeppigiana* (K. Schum). Plántula de 170 días.

MELASTOMATACEAE

Nombre científico: *Tibouchina lepidota* (Bonpl) Baill.

Nombre común: Sietecapas.

Hábito: Árbol.

Tipo de plántula: PEF (fanero-epigea-foliáceos). (Fig. 7).

Plántula de 2.5 cm de altura por encima del cuello, epigea, fanerocotilar. Raíz primaria sinuosa, axonomorfa, 2.2 cm de largo, raíces laterales de primer orden poco ramificadas, sinuosas. Hipocótilo erecto, derecho, 0.3 cm de largo, 0.15 cm de ancho en la base, redondo, glabro, rojo. Cotiledones foliáceos, sin estípula, peciolados, pecíolo 0.05 cm de largo, glabros, lámina circular, 0.1 cm de largo, 0.1 cm de ancho, ápice y base redondeado, glabro, margen entero, haz y envés rojo. Epicótilo erecto, derecho, aristado, 0.4 cm de largo, rojo, tomentoso, pelos simples, largos, rojos. Protofilos opuestos, simples, sin estípula, peciolados, pecíolo de 0.2 cm de largo, rojo, tomentoso, lámina aovada, ápice obtuso, base redondeada, curvinervia, lepidota, margen entero, haz verde oscuro, envés rojo, pelos rojos. Internodios superiores con caracteres semejantes a los del epicótilo. Metafilos opuestos, simples, sin estípula, peciolados, pecíolo de 0.4 cm de largo, rojo, tomentoso, lámina aovada, ápice subagudo, base redondeada, curvinervia, lepidota, margen serrado, revoluto, haz verde oscuro, envés rojo, pelos rojos.

Resultados del ensayo y observaciones de campo. Especie presente en el bosque maduro con una abundancia de 13 plántulas y una densidad de 27 plántulas/m²; en el bosque secundario la abundancia es de 85 plántulas y la densidad de 177 plántulas/m². Su germinación es del tipo intermedia, a los 49 días de montado el ensayo. La especie en estado de plántula es altamente sensible a la sequía. En el área de estudio los individuos adultos se encuentran en bosques secundarios, rastrojos y áreas abiertas.

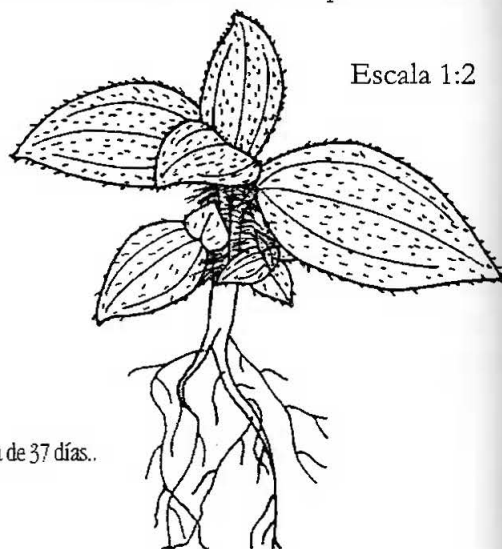


Figura 7. *Tibouchina lepidota* (Bonpl) Baill. Plántula de 37 días.

MYRSINACEAE

Nombre científico: *Myrsine coriacea* (SW) R. Brown.

Nombre común: Espadero.

Hábito: Árbol.

Tipo de plántula: PEF (fanero-epigea-foliáceos). (Fig. 8).

Plántula de 2.8 cm de altura por encima del cuello, epigea, fanerocotilar. Raíz primaria sinuosa, axonomorfa, 8.2 cm de largo, líneas longitudinales púrpuras, raíces laterales ramificadas, sinuosas. Hipocótilo erecto, derecho, 1.6 cm de largo, 0.1 cm de ancho en la base, redondo, ocre, líneas longitudinales oscuras, pubescencia muy escasa. Cotiledones foliáceos, sin estípula, peciolados, pecíolo 0.1 cm de largo, lámina elíptica, 0.7 cm de largo, 0.4 cm de ancho, ápice subagudo, base cuneiforme, penninervia, nerviación central más notoria, glabro, margen dentado, haz verde oscuro, envés verde claro, puntos translucidos. Epicótilo erecto, derecho, redondo, 0.15 cm de largo, ocre, pubescente, líneas longitudinales oscuras. Protofilos alternos, simples, sin estípula, peciolados, pecíolo de 0.2 cm de largo, pubescente, bifacial acanalado, ocre, lámina presenta dimorfismo entre los dos protofilos, una es elíptica, ápice subagudo, base cuneiforme, la otra es trasovada, ápice obtuso, base cuneiforme, penninervia, nerviación central más notoria, ocre, glabro, margen serrado, haz verde oscuro, envés verde claro, puntos translucidos. Internodios superiores con caracteres semejantes a los del epicótilo. Metafilos alternos, simples, sin estípula, peciolados, pecíolo de 0.2 cm de largo, pubescente, bifacial acanalado, ocre, lámina elíptica, ápice agudo, base cuneiforme, penninervia, nerviación central más notoria, ocre, margen dentado, haz verde oscuro, envés verde claro, puntos translucidos. Yemas axilares, terminal involuta.

Resultados del ensayo y observaciones de campo. Especie presente en el bosque maduro con una abundancia de 13 plántulas y una densidad de 27 plántulas/m²; en el bosque secundario la abundancia es de 6 plántulas y la densidad de 13 plántulas/m². Su germinación es rápida, a los 42 días de montado el ensayo. La especie en el estado de plántula es medianamente sensible a la sequía. En el área de estudio los individuos adultos de la especie se encuentran en bosques secundarios y áreas abiertas.

Escala 1:2



Escala 1:1

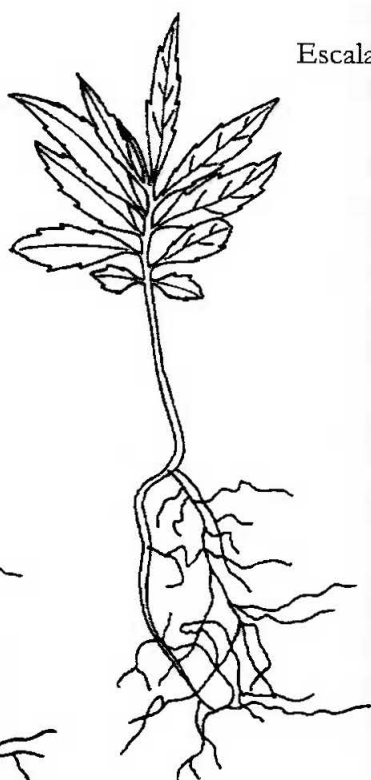


Figura 8. *Myrsine coriacea* (Sw.) R. Brown. Plántula de 97 días.

MYRTACEAE

Nombre científico: *Psidium guineensis*.

Nombre común: Guayabo.

Hábito: Arbusto.

Tipo de plántula: PEF (fanero-epigea-foliáceos). (Fig. 9).

Plántula de 3.5 cm de altura por encima del cuello, epigea, fanerocotilar. Raíz primaria curvada, axonomorfa, 19.4 cm de largo, raíces laterales ramificadas, sinuosas. Hipocótilo erecto, derecho, 1 cm de largo, 0.15 cm de ancho en la base, redondo, glabro, fisurado, rojo. Cotiledones foliáceos, sin estípula, peciolados, pecíolo de 0.1 cm de largo, lámina lanceolada, 0.9 cm de largo, 0.25 cm de ancho, ápice agudo, base cuneiforme, decurrente al pecíolo, penninervia, glabro, margen entero, haz verde purpúreo, envés verde claro, venación central púrpura. Epicótilo erecto, derecho, aristado, 0.5 cm de largo, púrpura, fisurado, glabro. Protofilos opuestos, simples, estípula diminuta, libre, caediza, peciolados, pecíolo de 0.15 cm de largo, pulvinulo en la base, púrpura, lámina elíptica, ápice subagudo, base cuneiforme, decurrente al pecíolo, penninervia, margen entero, haz verde purpúreo, envés verde claro, venación central purpúrea. Internodios superiores con caracteres semejantes a los del epicótilo. Metafilos opuestos, simples, estípula diminuta, libre, caediza, peciolados, pecíolo de 0.2 cm de largo, pulvinulo en la base, púrpura, lámina elíptica, ápice subagudo, base cuneiforme, decurrente al pecíolo, penninervia, margen entero, envés con venación purpúrea.

Resultados del ensayo y observaciones de campo. Especie presente en el bosque maduro con una abundancia de 4 plántulas y una densidad de 8 plántulas/m²; en el de bosque secundario con una abundancia de 8 plántulas y una densidad de 17 plántulas/m². Su germinación es del tipo rápida, a los 28 días de montado el ensayo. La especie en estado de plántula es poco sensible a la sequía. En el área de estudio los individuos adultos de la especie se encuentran en bosques secundarios y áreas abiertas.

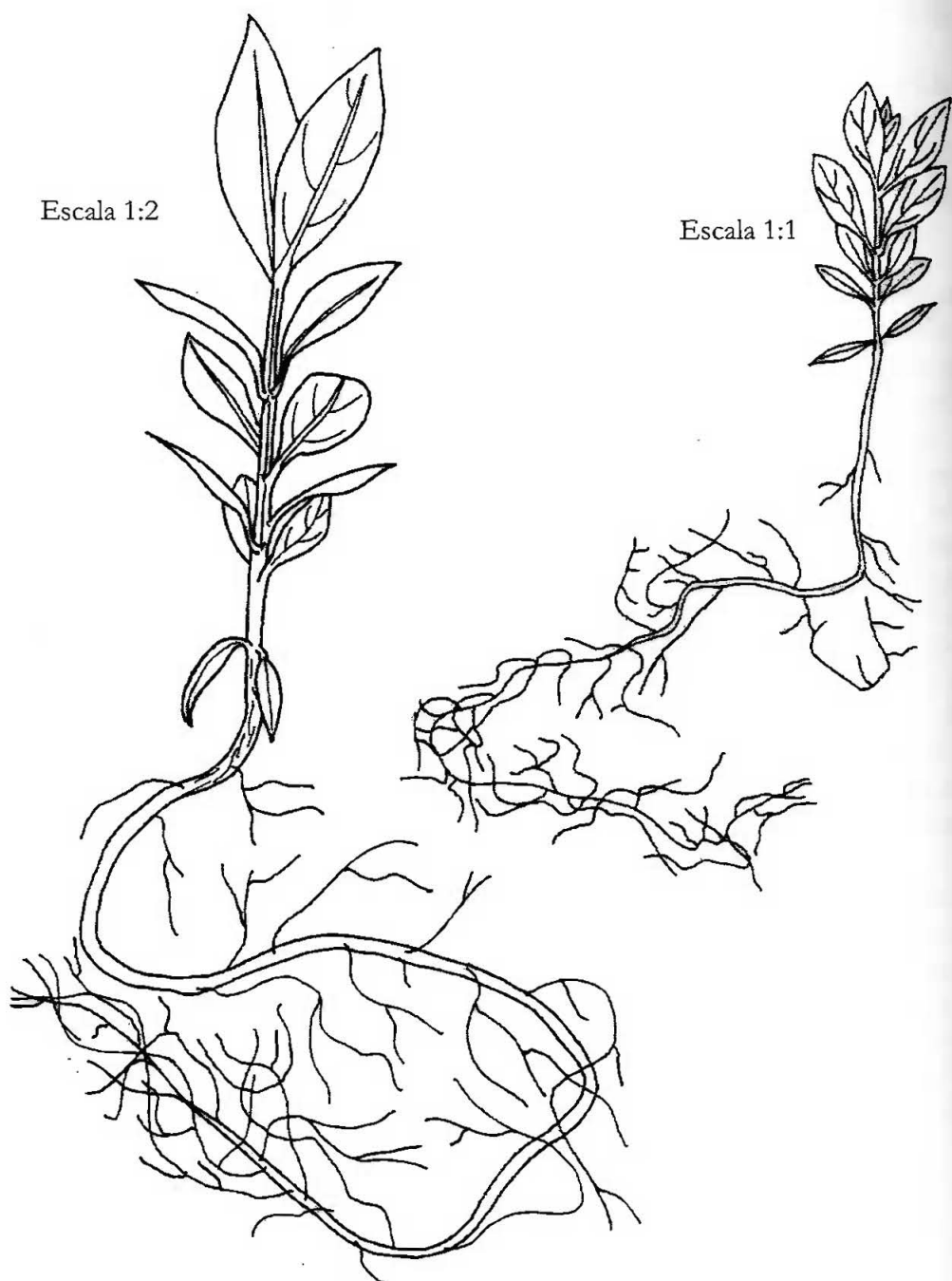


Figura 9. *Psidium guineensis*. Plántula de 97 días.

PHYTOLACCACEAE

Nombre científico: *Phytolacca dioica* L.

Hábito: Arbusto.

Tipo de plántula: PEF (fanero-epigea-foliáceos). (Fig. 10).

Plántula de 1.7 cm de altura por encima del cuello, epigea, fanerocotilar. Raíz primaria sinuosa, 8.5 cm de largo, cuello fuertemente engrosado, raíces laterales poco ramificadas, sinuosas. Hipocótilo erecto, derecho, redondo, 1 cm de largo, 0.2 cm de ancho en la base, engrosado en la parte media, glabro, púrpura intenso. Cotiledones foliáceos, sin estípula, peciolados, pecíolo de 0.2 cm de largo, acanalado, púrpura, lámina aovada, carnosa, 1.2 cm de largo, 0.8 cm de ancho, ápice obtuso, base truncada, decurrente al pecíolo, nerviación reticulada, glabro, margen entero, haz verde oscuro, ápice amarillo, envés púrpura. Epicótilo erecto, derecho, 0.1 cm de largo, púrpura, glabro. Protofilos alternos, simples, sin estípula, peciolados, pecíolo de 1.3 cm de largo, púrpura, glabro, lámina elíptica, ápice mucronado, base cuneiforme, decurrente al pecíolo, penninervia, margen entero, haz verde oscuro, envés púrpura. Internodios superiores con caracteres semejantes a los del epicótilo. Metafilos alternos, simples, sin estípula, peciolados, pecíolo de 1.5 cm de largo, púrpura, glabro, lámina elíptica, ápice mucronado, base cuneiforme, decurrente al pecíolo, penninervia, margen entero, haz verde oscuro, envés púrpura. Yemas axilares.

Resultados del ensayo y observaciones de campo. Especie presente en el bosque maduro con una abundancia de 14 plántulas y una densidad de 29 plántulas/m²; en el bosque secundario la abundancia es de 5 plántulas y la densidad de 10 plántulas/m². Su germinación es del tipo rápida, a los 14 días de montado el ensayo. Plántula altamente sensible a la sequía. En el área de estudio los individuos adultos se encuentran en bordes de bosques, áreas abiertas, bordes de camino.

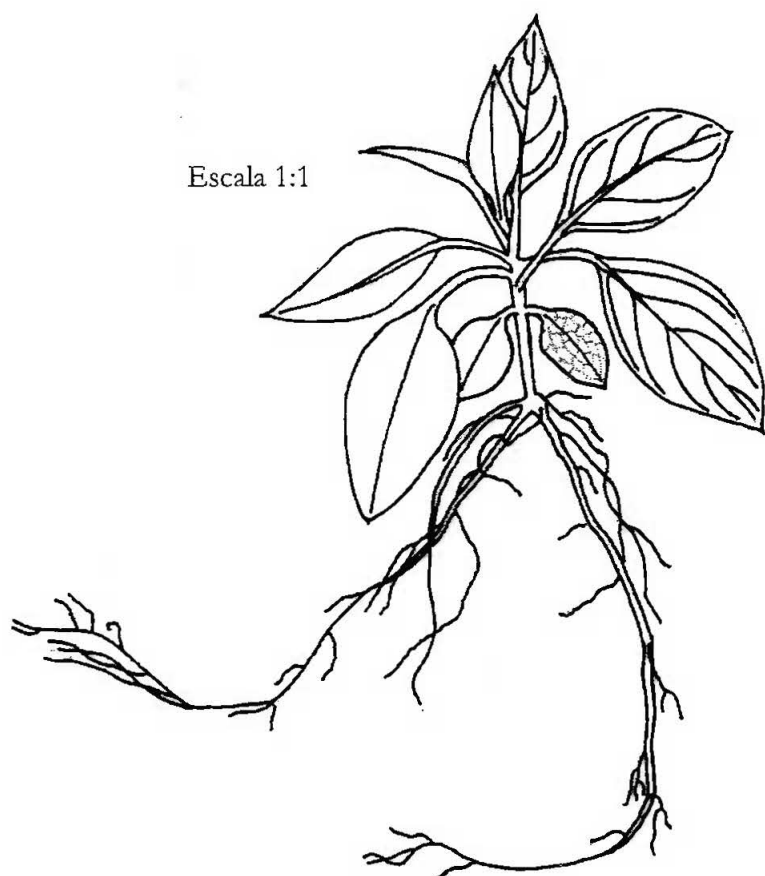


Figura 10. *Phytolaca dioica*. Plántula de 130 días.

RUBIACEAE

Nombre científico: *Guettarda sabiceoides* Stand.

Hábito: Árbol.

Tipo de plántula: PEF (fanero-epigea-foliáceos). (Fig. 11).

Plántula de 3.3 cm de altura por encima del cuello, epigea, fanerocotilar. Raíz primaria sinuosa, delgada, 4.3 cm de largo, raíces laterales de primer orden ramificadas, sinuosas. Hipocótilo erecto, derecho o un poco curvado, 1 cm de largo, 0.1 cm de ancho en la base, redondo, glabro, fisurado, púrpura. Cotiledones foliáceos, sin estípula, peciolados, pecíolo 0.3 cm de largo, acanalado, púrpura, glabro, nudo ensanchado, lámina aovada, 0.45 cm de largo, 0.25 cm de ancho, ápice redondeado,

base cuneiforme, uninervio, glabro, margen entero, haz y envés verde oscuro. Epicótilo erecto, derecho, redondo, 1.2 cm de largo, púrpura, tomentoso, pelos simples, largos. Protofilos opuestos, simples, estípula connada, foliar, púrpura, peciolados, pecíolo de 0.2 cm de largo, acanalado, púrpura, pubescente, lámina elíptica, ápice agudo, base cuneiforme, penninervia, pubescente, pelos simples, margen entero, haz verde oscuro, envés con nerviación púrpura, pubescente. Internodios superiores con caracteres semejantes a los del epicótilo. Metafilos opuestos, simples, estípula connada, foliar, púrpura, peciolados, pecíolo de 0.2 cm de largo, acanalado, pubescente, lámina elíptica, ápice agudo, base cuneiforme, decurrente la pecíolo, penninervia, pubescente, pelos simples, margen entero, haz verde oscuro, envés pubescente en la nerviación, púrpura.

Resultados del ensayo y observaciones de campo. Especie presente en el bosque maduro con una abundancia de 22 plántulas y una densidad de 46 plántulas/m²; en el bosque secundario con una abundancia de 8 plántulas y una densidad de 17 plántulas/m². Su germinación es del tipo rápida, a los 35 días de montado el ensayo. Plántula poco sensible a la sequía. En el área de estudio los individuos adultos de la especie se encuentran en bosques secundarios, rastrojos y áreas abiertas.

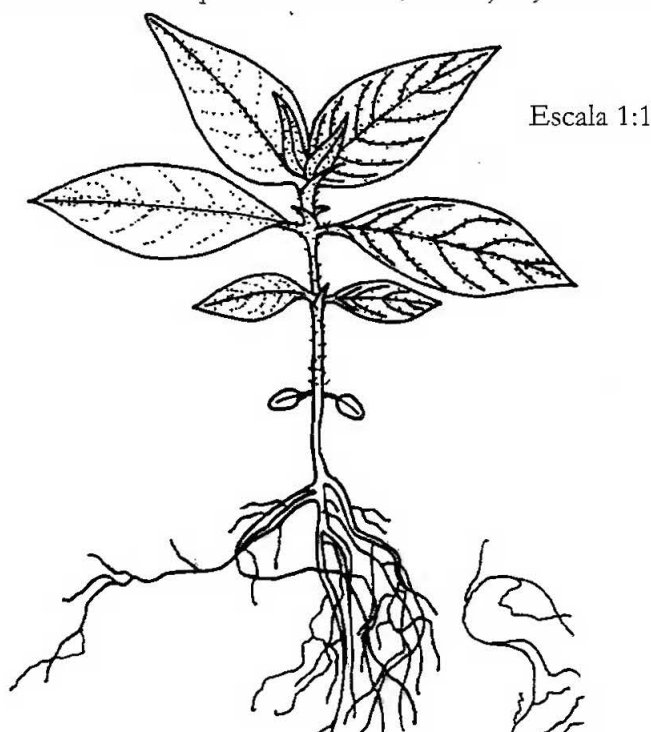


Figura 11. *Guelardda sabiceoides* Stand. Plántula de 97 días.

RUBICEAE

Nombre científico: *Sabicea* sp.

Hábito: Enredadera.

Tipo de plántula: PEF (fanero-epigea-foliáceos). (Fig. 12).

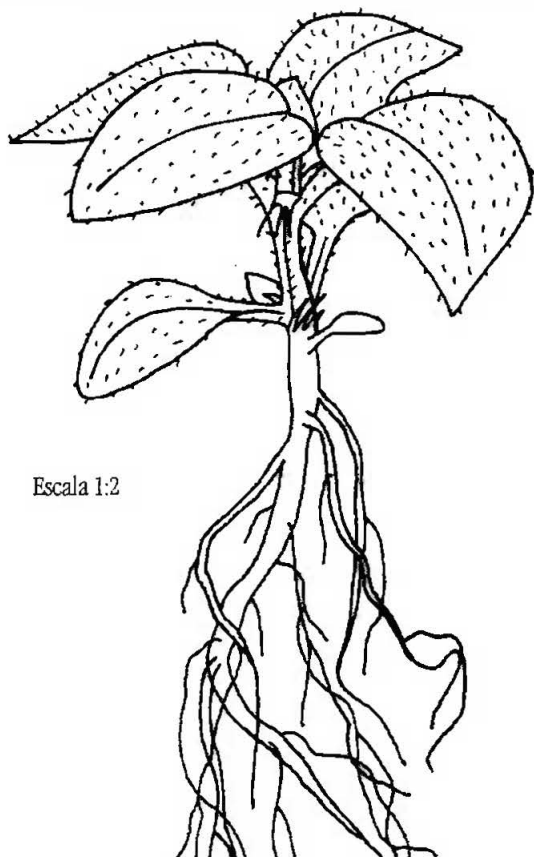


Figura 12. *Sabicea* sp. Plántula de 35 días.

Plántula de 1.5 cm de altura por encima del cuello, epigea, fanerocotilar. Raíz primaria sinuosa, 4.3 cm de largo, raíces laterales de primer orden poco ramificadas, sinuosas. Hipocótilo erecto, derecho o un poco curvado, 0.2 cm de largo, 0.1 cm de ancho en la base, redondo, glabro. Cotiledones foliáceos, sin estípula, peciolados, pecíolo 0.3 cm de largo, lámina elíptica, 0.3 cm de largo, 0.2 cm de ancho, ápice y base redondeado, glabro, margen entero, haz y envés verde claro. Epicótilo erecto, derecho, redondo, 0.2 cm de largo, pubescente. Protofilos opuestos, simples, estípula

connada, foliar, pubescente, verde, peciolados, pecíolo de 0.1 cm de largo, pubescente, lámina aovada, ápice subagudo, base redondeada, penninervia, pubescente, pelos estrellados, margen entero. Internodios superiores con caracteres semejantes a los del epicótilo. Metafilos opuestos, simples, estípula connada, foliar, pubescente, verde, peciolados, pecíolo de 0.3 cm de largo, pubescente, lámina aovada, ápice subagudo, base redondeada, penninervia, pubescente, pelos estrellados, margen entero, haz y envés verde claro.

Resultados del ensayo y observaciones de campo. Especie presente en el bosque maduro con una abundancia de 8 plántulas y una densidad de 17 plántulas/m²; en el bosque secundario con una abundancia de 56 plántulas y una densidad de 117 plántulas/m². Su germinación es del tipo intermedia, a los 49 días de montado el ensayo. La especie en estado de plántula es medianamente sensible a la sequía y altamente susceptible a la predación por mamíferos pequeños. En el área de estudio los individuos adultos de la especie se encuentran en bosques secundarios y rastrojos.

SOLANACEAE

Nombre científico: *Solanum quitoensis* Lam.

Nombre común: Lulo.

Hábito: Arbusto.

Tipo de plántula: PEF (fanero-epigea-foliáceos). (Fig. 13).

Plántula de 1.8 cm de altura por encima del cuello, epigea, fanerocotilar. Raíz primaria curvada, 13.2 cm de largo, raíces laterales de primer orden muy ramificadas, sinuosas. Hipocótilo erecto, derecho, redondo, 0.6 cm de largo, 0.2 cm de ancho en la base, glabro, fisurado. Cotiledones foliáceos, sin estípula, peciolados, pecíolo de 0.2 cm de largo, pubescente, lámina elíptica, 0.7 cm de largo, 0.3 cm de ancho, ápice cuspidado, base cuneiforme, nerviación reticulada, pubescente, margen fimbriado, haz y envés verde claro. Epicótilo erecto, derecho, redondo, 0.2 cm de largo, púrpura, tomentoso, pelos estrellados. Protofilos alternos, simples, sin estípula, peciolados, pecíolo de 0.5-0.8 cm de largo, púrpura, tomentoso, lámina presenta dimorfismo entre los dos protofilos, una es aovada, ápice subagudo, base truncada, la otra es trasovada, ápice redondeado, base cuneiforme, penninervia, tomentosa, pelos estrellados, margen entero, haz verde-oscuro con venación púrpura, envés púrpura

con venación verde claro. Internodios superiores con caracteres semejantes a los del epicótilo. Metafilos alternos, simples, sin estípula, peciolados, pecíolo de 0.8-1.1 cm de largo, púrpura, tomentoso, espinoso, lámina aovada, ápice agudo, base redondeada, penninervia, tomentosa, pelos estrellados, espinas sobre la vena central, margen lobulado, haz verde-oscuro con venación púrpura. Yemas axilares.

Resultados del ensayo y observaciones de campo. Especie presente en el bosque maduro con una abundancia de 6 plántulas y una densidad de 13 plántulas/m²; en el bosque secundario con una abundancia de 14 plántulas y una densidad de 29 plántulas/m². Su germinación es del tipo rápida, a los 7 días de montado el ensayo. Plántula poco susceptible a la sequía. En el área de estudio los individuos adultos de la especie se encuentran en rastrojos y áreas abiertas.

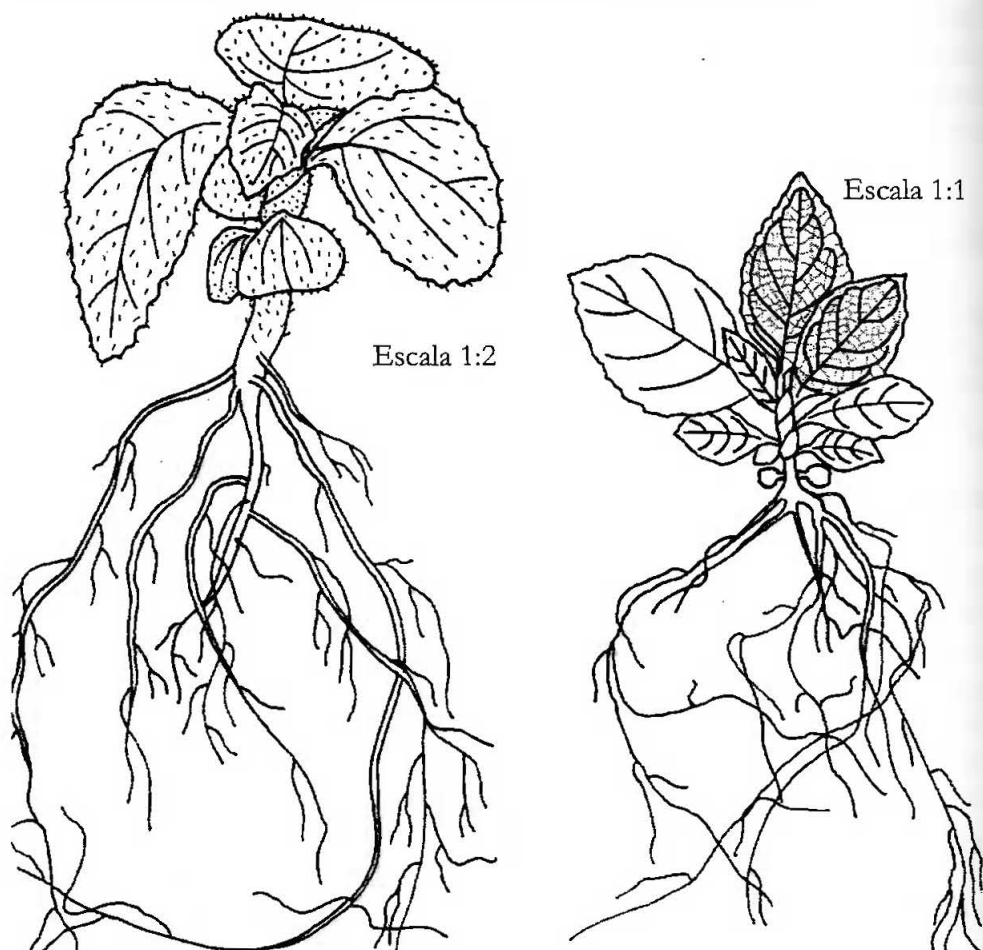


Figura 13. *Solanum quitoensis*. Lam Plántula de 70

Nombre científico: *Cestrum tomentosum* L. f.

Hábito: Arbusto.

Tipo de plántula: PEF (fanero-epigea-foliáceos). (Fig. 14).

Plántula de 1.7 cm de altura por encima del cuello, epigea, fanerocotilar. Raíz primaria curvada, 14.6 cm de largo, raíces laterales de primer orden muy ramificadas, sinuosas. Hipocótilo erecto, derecho, redondo, 0.6 cm de largo, 0.2 cm de ancho en la base, tomentoso, pelos simples. Cotiledones foliáceos, sin estípula, peciolados, pecíolo de 0.1-0.2 cm de largo, acanalado, pubescente, lámina aovada, 0.5 cm de largo, 0.35 cm de ancho, ápice mucronado, base truncada, nerviación reticulada, glabro, margen entero, haz y envés verde claro. Epicótilo erecto, derecho, redondo, 0.2 cm de largo, tomentoso, pelos estrellados. Protofilos alternos, simples, sin estípula, peciolados, pecíolo de 0.2 cm de largo, tomentoso, lámina aovada, ápice obtuso, base cuneiforme, decurrente al pecíolo, penninervia, tomentosa, pelos estrellados, margen entero, diferente tamaño entre los dos protofilos. Internodios superiores con caracteres semejantes a los del epicótilo. Metafilos alternos, simples, sin estípula, peciolados, pecíolo de 0.5 cm de largo, tomentoso, lámina lanceolada, ápice agudo, base cuneiforme, decurrente al pecíolo, penninervia, tomentosa, pelos estrellados, margen entero.

Resultados del ensayo y observaciones de campo. Especie presente en el bosque maduro con una abundancia de 107 plántulas y una densidad de 223 plántulas/m²; en el bosque secundario con una abundancia de 50 plántulas y una densidad de 104 plántulas/m². Su germinación es del tipo rápida, a los 15 días de montado el ensayo. Plántula poco susceptible a la sequía. En el área de estudio los individuos adultos de la especie se encuentran en rastrojos y áreas abiertas.

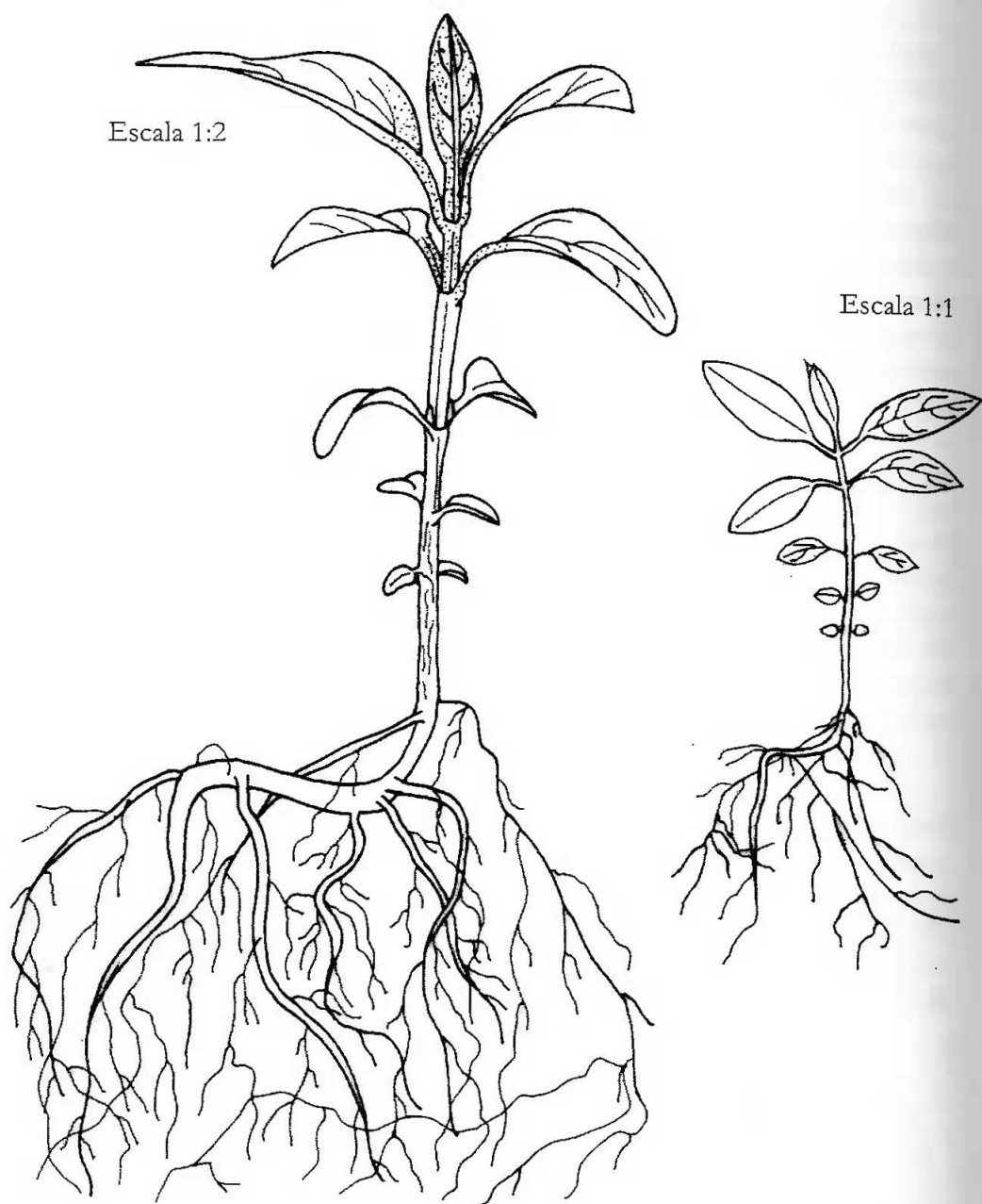


Figura 14. *Cestrum tomentosum* L. f. Plántula de 45 días.

5. DISCUSIÓN

Las diferencias en la abundancia de un determinado tipo de plántula, dentro de los bosques tropicales, se centran en la apertura del dosel; en bosques maduros con poca incidencia de luz se ha registrado una baja proporción de plántulas tipo PEF y CER, en comparación con un bosque de dosel menos denso o con apertura de claros, ésto se relacionaría con el hecho de que los árboles de especies pioneras generalmente tienen plántulas pequeñas, tipo PEF, y la gran mayoría de las herbáceas colonizadoras de claros y áreas disturbadas, tienen plántulas tipo CHR y CER (Garwood, op. cit.). Mayores diferencias entre los tipos de plántulas, según la forma de vida, no han sido registradas y se conoce muy poco al respecto.

La mitad del total de plántulas obtenidas a partir del BSG, en el presente estudio, corresponde a especies pioneras de tipo arbóreo y arbustivo, ellas son de gran importancia por su relación con los claros y con la regeneración del bosque tropical (Whitmore, op. cit.; Garwood, 1989); de allí surge la necesidad de identificar las características morfológicas de las plántulas, puesto que éste, es el estado en que se presentan las etapas más críticas del ciclo de vida de la especie, y en el que se suceden eventos de todo tipo, regularmente adversos, que pueden afectar significativamente su desarrollo.

Todas las plántulas germinadas a partir del BSG corresponden al tipo PEF (faneroépigea-foliáceo), lo cual concuerda con Garwood (op. cit.), quien ha encontrado que el tipo más abundante entre las plántulas de árboles tropicales es el PEF, y con el hecho de que los árboles de especies pioneras generalmente tienen plántulas pequeñas del mismo tipo. Esto también soportaría la hipótesis de que las plántulas con cotiledones foliáceos, como la mayoría de las pioneras, están mejor adaptadas para desarrollarse en claros o sitios disturbados, gracias a su capacidad temprana para la captación de la energía lumínica requerida para la fotosíntesis (Burslem, op. cit.).

Con respecto a lo anteriormente expuesto, se interpreta que las plántulas con cotiledones fotosintéticos (foliáceos), provienen frecuentemente de semillas pequeñas; mientras que las de cotiledones de almacenamiento, lo hacen de semillas grandes ((Whitmore, op. cit.; Garwood, op. cit.). Las plántulas de especies pioneras pro-

vienen de semillas pequeñas y su presencia se relaciona con la preferencia por un determinado nicho para establecerse en él, gracias a que las especies con cotiledones fotosintéticos pueden responder, inmediatamente después de la germinación, a la mayor incidencia de luz; mientras que las tardías, probablemente tienen que esperar hasta el desarrollo de las primeras hojas. De esta manera, la presencia de cotiledones fotosintéticos correspondería a un esquema adaptativo que ha desarrollado la especie en el curso de su evolución, para lograr tasas de crecimiento más rápido en ambientes que pueden ser fuertemente competitivos para ella.

Durante el desarrollo del presente estudio se observó una alta mortalidad de las especies con plántulas muy pequeñas (como las pioneras) por causa de la sequía, situación igualmente señalada por Whitmore (op. cit.). Este aspecto, junto con la predación, podrían ser de gran importancia para el desarrollo de muchas plántulas de especies pioneras, que aunque poseen una considerable abundancia dentro de los bancos de semillas, son pocas las que consiguen superar los diferentes estados de desarrollo plantular y establecerse. Razón por la cual, la gran abundancia que ostentan en el BSG no se ve reflejada en los individuos adultos. Este podría ser el caso de las especies del género *Cecropia* o de especies como *Tibouchina lepidota*, *Clethra fagifolia*, *Phytolacca dioica* y *Croton smithianus* que se encontraron entre las más abundantes en los BSG, pero que no exhiben igual abundancia en los individuos adultos en campo. Estas especies sufrieron mayor mortalidad una vez germinadas o entre la primera y cuarta semana de desarrollo debido al estrés por sequía, condición que también podría determinar ciertas características, como la gran producción de semillas y la exitosa dispersión de las mismas (Cardona, op. cit.).

Muy pocos de los trabajos sobre germinación, sobrevivencia y crecimiento, describen la morfología inicial de las plántulas; estos vacíos limitan un acercamiento hacia a la comprensión de las relaciones entre la morfología y el establecimiento de plántulas de algunas especies, se asume que mucha de la amplia gama de caracteres morfológicos que se hacen presentes entre las plántulas de las diferentes especies, podría reflejar las respuestas adaptativas específicas a factores bióticos o abióticos, que resultan en los variados hábitat de los bosques.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Fundación Natura la financiación del proyecto y a los encargados del herbario de la Universidad Distrital su colaboración para la revisión de la colección de las muestras botánicas. Agradecimientos especiales a Carolina Roa, por su apoyo y colaboración; al Ingeniero Forestal Gilberto Mahecha, por su valioso aporte en la determinación de las muestras y a José, Javier y Omaira por su concurso en la fase de campo. A todas aquellas instituciones y personas que con sus aportes contribuyeron al desarrollo y culminación del estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Baker, H. G. 1989. Some aspects of the natural history of seed banks. En: M.A.P. Leck, V.T. Parker; Simpson, R.L. (Eds). *Ecology of soil seed bank*. San Diego, California. Academic Press; Inc., San Diego, California. Pp 9-21.
- Barrera, T.E. 1985. Identificación de plántulas de algunas especies arbóreas del bosque de niebla. Perez – Arbelaez. 1(1):39-96.
- Brown, N.D; Press, M.C; Barker, M.G; Zipperlen, S.W 1996. Photosynthetic responses to light in tropical rain forest tree seedlings. En: Swaine, M.D. (Eds). *The ecology of tropical forest tree seedlings*. (Man and the biosphere series; vol. 18). UNESCO.
- Burslem, D.P. 1996. Differential responses to nutrients, shade and drought among tree seedling of lowland tropical forest in Singapore. En: Swaine, M.D. (Eds). *The ecology of tropical forest tree seedlings*. (Man and the biosphere series; vol. 18). UNESCO.
- Cardona, A. 2004. Potencial de regeneración del banco de semillas germinable en dos tipos de bosque subandino: implicaciones para la restauración ecológica Reserva Biológica Cachalú – Santander (Colombia). Tesis de Grado. Universidad Distrital “Francisco José de Caldas”. Bogotá, Colombia.
- Cardona, A. & Vargas, O. 2004. El banco de semillas germinable de especies leñosas en dos bosques subandinos y su importancia para la restauración ecológica (Reserva biológica Cachalú-Santander. Colombia). Colombia forestal. 8 (17). Nueva época. Bogotá.
- Fenner, M. 1995. Ecology of seed banks. En: Kigel, J. & Galili, G. (eds). *Seed development and germination*. Inc. New York.
- Garwood, N.C. 1989. Tropical soil seed banks: a review. En: M.A. Leck; V.T. Parker & R.L. Simpson (Eds); *Ecology of soil seed bank*. Academic Press; Inc. San Diego, California. Pp. 149-209.
- Garwood, N.C. 1996. Functional morphology of tropical tree seedling. En: Swaine, M.D. (Eds). *The ecology of tropical forest tree seedlings*. (Man and the biosphere series; vol. 18). UNESCO.
- Grime, J.P. 1989. Seed bank in ecological perspective. En: M.A. Leck; V.T. Parker & Simpson (Eds). *Ecology of soil seed bank*. Academic Press; Inc. San Diego, California. Pp. xv-xxii
- Lieberman, D. 1996. Demography of tropical tree seedling: a review. En: Swaine, M.D. (Eds). *The ecology of tropical forest tree seedlings*. (Man and the biosphere series; vol. 18). UNESCO.
- Mahecha, V.G. 1971. Dendrología y aspectos silviculturales de diecisiete especies, con atención especial a las características e identificación a la regeneración. Pacho. Cundinamarca. Colombia. Tesis. Universidad