

GUÍA

DE CRECIMIENTO Y  
SOBREVIVENCIA TEMPRANA DE  
**64 ESPECIES DE ÁRBOLES NATIVOS**  
DE PANAMÁ Y EL NEOTRÓPICO



JEFFERSON S. HALL

MARK S. ASHTON

 GUÍA   
DE CRECIMIENTO Y  
SOBREVIVENCIA TEMPRANA DE  
**64 ESPECIES DE ÁRBOLES NATIVOS**  
DE PANAMÁ Y EL NEOTRÓPICO

JEFFERSON S. HALL  
MARK S. ASHTON

2016

#### COPYRIGHT Y CRÉDITOS

© 2016 Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales  
Publicado por el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales  
401 Avenida Roosevelt  
Balboa, Panamá, República de Panamá

#### FOTOGRAFÍAS

Andrés Hernández (Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales)  
Jacob Slusser (Programa de Capacitación y Liderazgo Ambiental)  
Dylan Craven (Yale School of Forestry and Environmental Studies y STRI)  
Florencia Montagnini (Universidad de Yale)  
Archivos del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales

#### MAPA DE CUBIERTA FORESTAL

Milton Solano (Analista GIS, Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales)

#### ARTE DE LA PORTADA Y GUÍA

Blanca Martínez

#### DISEÑO GRÁFICO

Blanca Martínez

#### EDITOR INGLÉS

Geetha Iyer

#### TRADUCTORA

Ela Spalding

#### EDITOR ESPAÑOL

Jorge Ventocilla

ISBN 9789962614388

# Índice

---

<i>Agradecimientos</i>	6
<i>Prefacio</i>	8

## CAPÍTULO 1:

Introducción	
Visión General	12
Patrones Biogeográficos Regionales o Más Amplios	13
Condiciones Físicas y Aspectos Ecológicos de los Sitios	16
La Importancia de Imitar los Procesos Naturales	19
Consideraciones de Diseño y Espaciado	21
Información Sobre las Especies	27
Cómo Leer las Gráficas	29

## CAPÍTULO 2:

Comportamiento de las Especies en una Matriz de Precipitación y Suelo	33
---	----

	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN EN PANAMÁ	
1	<i>Albizia adinocephala</i>	Frijolillo, guábilo	34
2	<i>Albizia guachapele</i>	Guayapalí, guábilo, frijolillo	36
3	<i>Albizia saman</i>	Guachapalí, cenízaro	38
4	<i>Anacardium excelsum</i>	Espavé, javillo, cornezuelo	40
5	<i>Anacardium occidentale</i>	Marañón	42
6	<i>Astronium graveolens</i>	Zorro, ron-ron, tigrillo, tolerante, cucaracho	44
7	<i>Brosimum alicastrum</i>	Berbá, berba, cacique	46
8	<i>Brosimum utile</i>	Sandé, mastete, palo de vaca	48

9	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nance	50
10	<i>Calophyllum brasiliense</i>	María	52
11	<i>Calophyllum longifolium</i>	María, santa maría, calaba	54
12	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	Madroño, alazano, lluvia de plata, salamo	56
13	<i>Carapa guianensis</i>	Tangaré, cedro bateo, bateo	58
14	<i>Cassia grandis</i>	Caña fístula	60
15	<i>Cassia moschata</i>	Casia amarilla, carao, caña fístula	62
16	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro, cedro amargo, cedro cebolla	64
17	<i>Cedrela tonduzii</i>	Cedro de montaña	66
18	<i>Chrysophyllum cainito</i>	Caimito	68
19	<i>Cinnamomum triplinerve</i>	Sigua, sigua blanca	70
20	<i>Colubrina glandulosa</i>	Carbonero, frio	72
21	<i>Copaifera aromatica</i>	Cabimo	74
22	<i>Cordia alliodora</i>	Laurel, laurel negro, muñeco	76
23	<i>Dalbergia retusa</i>	Cocobolo	78
24	<i>Diphysa americana</i>	Macano, cacique	80
25	<i>Dipteryx oleifera</i>	Almendro, almendro de montaña	82
26	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Corotú	84
27	<i>Erythrina fusca</i>	Palo de bobo, palo santo, pito, gallito	86
28	<i>Gliricidia sepium</i>	Balo, bala, mata ratón, madero negro	88
29	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo, cabeza de negrito	90
30	<i>Gustavia superba</i>	Membrillo	92
31	<i>Hieronyma alchorneoides</i>	Zapatero, pilón, palo chanco, piedro, pantano	94
32	<i>Hura crepitans</i>	Tronador, nuno, havillo, ceibo	96
33	<i>Hymenaea courbaril</i>	Algarrobo, algarroba	98
34	<i>Inga laurina</i>	Guabo, guaba, guaba de mono, guabito cansa boca	100
35	<i>Inga punctata</i>	Guabo, guaba, guaba de mono	102
36	<i>Lacmellea panamensis</i>	Lagarto negro, palo perezoso	104
37	<i>Luehea seemannii</i>	Guácimo colorado, guácimo molenillo	106
38	<i>Manilkara zapota</i>	Níspero	108
39	<i>Muntingia calabura</i>	Periquito, pacito, majaguillo	110
40	<i>Ochroma pyramidale</i>	Balzo, balsa, lano	112
41	<i>Ormosia macrocalyx</i>	Alcornoque, coralillo, peronil, cabresto	114

42	<i>Pachira quinata</i>	Cedro espino, cedro espinoso	116
43	<i>Peltogyne purpurea</i>	Nazareno	118
44	<i>Pentaclethra macroloba</i>	Gavilán	120
45	<i>Platymiscium pinnatum</i>	Quira, quirá	122
46	<i>Protium tenuifolium</i>	Copal, copá, chutra	124
47	<i>Pterocarpus officinalis</i>	Sangre de gallo, cricamola, suela	126
48	<i>Pterocarpus rohrii</i>	Sangre de gallo, sangre, cricamola, suela	128
49	<i>Sapindus saponaria</i>	Jaboncillo	130
50	<i>Sapium glandulosum</i>	Olivo	132
51	<i>Schizolobium parahyba</i>	Gallinazo, indio, tinecú, cigarrillo, cucharo	134
52	<i>Spondias mombin</i>	Jobo, jobo amarillo	136
53	<i>Sterculia apetala</i>	Panamá, árbol panamá	138
54	<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	140
55	<i>Tabebuia guayacan</i>	Guayacán	142
56	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Roble	144
57	<i>Tabebuia rosea</i>	roble, roble de sabana	146
58	<i>Terminalia amazonia</i>	Amarillo, roble amarillo, amarillo carabazuelo	148
59	<i>Trichilia hirta</i>	Conejo colorado, mata piojo	150
60	<i>Vitex cooperi</i>	cuajado, flor azul	152
61	<i>Vochysia ferruginea</i>	Flor de mayo, botarrama, tecla, mayo	154
62	<i>Vochysia guatemalensis</i>	Flor de mayo, mayo blanco	156
63	<i>Xylopia frutescens</i>	Malagueto, malagueto macho	158
64	<i>Zygia longifolia</i>	Guabito de río, guabito cansa boca	160

## ANEXO 1

Referencia Rápida a Usos por Especie	164
--------------------------------------	-----

## ANEXO 2

Distribución de las Especies en Bosques Naturales	169
---	-----

# Agradecimientos

La producción e impresión de esta guía fueron financiadas por The Grantham Foundation for the Protection of the Environment. Estamos extremadamente agradecidos a la Fundación por su apoyo, en particular a Oliver Grantham y Ramsay Ravenel por su aliento durante el proceso de redacción y producción. The Grantham Foundation ha brindado un apoyo de largo aliento al PRORENA, el proyecto de reforestación con especies nativas del cual derivamos mucha de la información. Sin su apoyo simplemente no habríamos podido completar esta labor.

La guía es una síntesis de la iniciativa de investigación individual más grande de PRORENA: los ensayos de selección de especies. Además, representa una transición hacia el poner en práctica la investigación de PRORENA a través de Reforestación Inteligente®—iniciativa del Smithsonian dirigida al manejo de recursos para maximizar el flujo de bienes y servicios a diversos actores en una era de cambio global. Nos sentimos muy agradecidos a todos los donantes de PRORENA y de Reforestación Inteligente®, quienes han contribuido en distintas maneras.

La idea conceptual de PRORENA surgió de una conversación en 1998 entre Mark Ashton (profesor de silvicultura en la Escuela de Estudios Ambientales y Forestales de la Universidad de Yale), Mirei Endara (entonces directora del INRENARE) y Ira Rubinoff (entonces director del STRI). La visión de PRORENA, de juntar a diferentes aliados, públicos y privados, para enfrentar y sobrellevar las barreras socioeconómicas y biofísicas de la reforestación con especies nativas, fue concebida y desarrollada por Mark Ashton y Mark Wishnie luego de que a Wishnie le fuera ofrecida una beca del Instituto de Recursos Tropicales para crear una red de potenciales colaboradores en Panamá entre personas que estaban trabajando con árboles nativos. El capital semilla fue suministrado por Gus Speth (entonces Decano de la Escuela de Estudios Ambientales y Forestales de Yale) y luego por Peter Ashton, a través de una subvención de la Fundación Avina. Mark Wishnie dirigió el programa entre 2000–2006 y lo desarrolló con gran éxito y con apoyo de muchas personas, fundaciones e instituciones. Estamos agradecidos a todos esos individuos por la ayuda y ánimo continuo durante la última década y media desde que PRORENA empezó.

Un número de organizaciones e individuos han contribuido generosamente con PRORENA y Reforestación Inteligente®: Celerity Foundation, Wynnette LaBrosse Donor-Advised Fund de Peninsula Community Foundation, Frank H. Levinson Donor-Advised Fund de Peninsula Community Foundation, F. H. Levinson Fund y Frank Levinson Family Foundation, proporcionaron la mayor parte del financiamiento básico. Además, Agora Foundation, Centro Forestal Tropical del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Eco Venao, Edwina von Gal, Forest Finance, Fundación Avina, Futuro Forestal, The Grantham Foundation for the Protection of the Environment, IDB Forestal, Ovidio Díaz, el Ministerio de Ambiente de Panamá, la Escuela de Estudios Ambientales y Forestales de la Universidad de Yale, el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, el Instituto de Recursos Tropicales de la Universidad de Yale, y la Autoridad del Canal, contribuyeron directamente o con recursos esenciales, con la investigación de PRORENA aquí expuesta. Stanley Motta, Frank Levinson, la familia Hoch, Heising-Simons Foundation, Small World Institute Fund de Silicon Valley Community Foundation y Argos Corporation, son aliados claves de Reforestación Inteligente®. La Iniciativa de Capacitación y Liderazgo Ambiental (ELTI), HSBC Climate Partnership, the Biodiversity and Ecosystem Services Program del Banco Interamericano de

Desarrollo, el Ministerio de Ambiente de Panamá, la National Science Foundation (NSF) de los Estados Unidos (a través de la subvención EAR-1360391), la Autoridad del Canal de Panamá, y Forest Global Earth Observatory (ForestGEO®) de la Institución Smithsonian, también han contribuido a las investigaciones sobre reforestación y a las labores de extensión de manera significativa. Nos sentimos en deuda con estas instituciones y personas por todo su apoyo.

Adriana Sautu, Diógenes Ibarra, Emilio Mariscal, José Deago y Rivieth De Liones, jugaron roles claves en la supervisión del establecimiento y manejo de los ensayos de selección de especies de PRORENA, desde STRI. Andreas Eke de Futuro Forestal y Vernon Scholey de IDB Forestal, tuvieron roles significativos en el establecimiento de los ensayos de selección en Las Lajas y Los Santos respectivamente.

Lisa Barnett, Eldredge Bermingham, Rick Condit, Dylan Craven, Federico Davies, Stuart Davies, Daisy Dent, Matthew C. Larsen, Florencia Montagnini, Francisco Román, Michiel van Breugel, Estrella Yanguas y William Wcislo apoyaron los ensayos de selección de especies de PRORENA y/o a las investigaciones de Reforestación Inteligente®, sea en el campo, intelectualmente o manejando y administrando estas iniciativas, que a menudo fueron complejas

Lina González, Beth King, e Ira Rubinoff del STRI, así como Eva Garen, Jacob Slusser y Saskia Santamaría de ELTI, ofrecieron un aliento muy apreciado durante la producción de esta guía.

Nos sentimos agradecidos a Dylan Craven, Andrés Hernández, Florencia Montagnini, Kristin Saltonstall, Jacob Slusser y al fondo de archivos del STRI, por proporcionar las fotos utilizadas.

Geetha Iyer brindó consejos y sugerencias valiosas para la versión en inglés. Ela Spalding y Jorge Ventocilla fueron los responsables de la traducción de la guía al español. Blanca Martínez brindó el arte original y tuvo a su cargo el diseño y la diagramación. Estamos muy agradecidos a estas personas, por hacer de la guía un libro legible y atractivo.

Finalmente, nos sentimos extremadamente agradecidos con los estudiantes, pasantes y técnicos, quienes ayudaron año tras año con la medición de árboles, en los ensayos de selección de especies de PRORENA.

# Prefacio

---

Combatir el cambio climático es el reto ambiental más importante de nuestra era. Para tener éxito es imperativo que reduzcamos nuestras emisiones de gases de efecto invernadero; si bien esto sólo no será suficiente. También debemos buscar maneras de mitigar y compensar el incremento de dióxido de carbono. La captura de carbono, cuando se hace de manera eficiente, es en la actualidad el método de mejor costo-beneficio; en los trópicos los bosques en crecimiento son sumideros de carbono naturales. Por consiguiente, en las últimas décadas ha habido mucha discusión sobre la reforestación tropical y su posible impacto positivo neto sobre el balance global de carbono, la producción de la muy necesitada madera, y la protección de la biodiversidad.

Sin embargo se ha invertido relativamente poco en los necesarios estudios científicos básicos, sabiendo que la reforestación es un asunto que va más allá de simplemente plantar más árboles. La gran mayoría de árboles que se plantan en los trópicos vienen de tan solo cuatro géneros de valor maderable: teca (*Tectona grandis*), *Acacia*, *Pinus*, y *Eucalyptus*. Y aunque la madera sea un recurso renovable, los árboles maderables deben ser cosechados responsablemente. La sobre-explotación, el mal manejo y la conversión de bosques a plantaciones de monocultivo, pueden exacerbar las pérdidas de carbono, tornándose en una amenaza para la biodiversidad, y la seguridad del agua y de los medios de subsistencia de productores rurales y pueblos indígenas.

Ya que la carencia de conocimientos sobre cómo germinar semillas, producir plantones y cultivar árboles puede llevar al fracaso iniciativas de reforestación, existe un riesgo implícito en trabajar con especies sobre las que se conoce poco. Dados los costos asociados con plantar bosques, un fracaso catastrófico puede traer la ruina a productores rurales y grandes pérdidas a operaciones comerciales. Por ende, hay un fuerte incentivo para seguir plantando un número limitado de especies cuya silvicultura es bien conocida, aún cuando en muchos sitios crezcan mediocrementemente sin producir los bienes y servicios esperados.

Por lo tanto, mientras más especies podamos agregar a la lista de opciones de reforestación comercialmente viables, más robusta y ventajosa será la reforestación para nuestro ambiente, más allá de los beneficios de la captura de carbono. Agregar más especies podría incrementar el área total al ser reforestada, ya que distintas especies están adaptadas a distintas condiciones de suelo y clima.

Contra este trasfondo, Mark Ashton de la Escuela de Estudios Ambientales y Forestales de Universidad de Yale, y colega además del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales de Panamá (STRI, por sus siglas en inglés), inició el proyecto PRORENA (Proyecto de Reforestación de Especies Nativas). Mark Wishnie, con una maestría recién obtenida bajo supervisión de Ashton, vino a Panamá como líder de PRORENA y empezó la ardua labor de sobrepasar las grandes barreras socioeconómicas y la brecha de conocimientos biofísicos que se interponían en el camino hacia hacer de la reforestación con especies nativas, una alternativa viable y atractiva. Gracias a su ánimo emprendedor, conocimiento de la gestión forestal y habilidad de trabajar con un grupo diverso de personas, Wishnie pudo dar forma a una coalición única de individuos y organizaciones cuyo compromiso colectivo y a largo plazo con el proyecto, ha propulsado nuestro aprendizaje sobre reducción de riesgos al plantar especies nativas.

En 2006, Jefferson Hall entró en escena tomando el mando de PRORENA. Hall llevó a esta coalición hacia adelante. Su mayor contribución ha sido trabajar con una serie de becarios post-doctorales, estudiantes y otros, y lograr publicar los resultados de PRORENA en la literatura científica y en formatos accesibles para

quienes plantan árboles. En efecto, esta guía y la guía de viveros que la acompaña, publicada el 2012, son resultado de su determinación por poner los datos de PRORENA en manos de los silvicultores.

The Grantham Foundation for the Protection of the Environment se siente orgullosa de haber sido socio fundador en esta empresa y de seguir apoyando a PRORENA. Varias otras organizaciones e individuos han ayudado a lo largo del camino. PRORENA no podría haberse llevado a cabo sin la visión de Ira Rubinoff, Director de STRI en su momento; Frank Levinson, otro gran partidario de largo plazo de STRI; Mirei Endara, miembro del consejo asesor que acompañó al proyecto desde el principio (ahora Ministra de Ambiente de Panamá); y Rick Condit, científico del STRI. PRORENA también recibió la colaboración de quienes, adoptándolo desde un primer momento, dieron un salto de fe al invertir en el concepto en propiedades privadas—entre ellos, Ovidio Díaz Espino, Vernon Scholey de IDB Forestal y Nick Nickson de Eco Venao ([www.ecovenao.com](http://www.ecovenao.com)). Esta es una pequeña muestra de los grupos que han puesto en práctica la investigación de PRORENA y la usan para fomentar la base de conocimientos en aplicaciones comerciales, sociales y ambientales en la reforestación con especies nativas.

A través de los años, PRORENA ha producido numerosos reportes técnicos y artículos científicos. PRORENA empezó una serie de conferencias anuales en Panamá, dirigidas a conectar a profesionales con tomadores de decisiones, que ahora han evolucionado a ser una serie coauspiciada y en gran parte liderada por la Iniciativa de Capacitación y Liderazgo Ambiental (ELTI, por sus siglas en inglés). La investigación de reforestación con especies nativas iniciada por PRORENA, ha evolucionado para convertirse en el trabajo de Reforestación Inteligente<sup>®</sup>, realizado por el Proyecto Agua Salud en Panamá, con el apoyo de la Autoridad del Canal de Panamá, Ministerio Ambiental, Stanley Motta, Levinson, Heising-Simons Foundation, entre otros.

Esta guía sintetiza la data del experimento más grande del portafolio de PRORENA. Más de 46,000 árboles de aproximadamente 64 especies, han sido plantados sobre una matriz de suelos de variada fertilidad y precipitación, donde se sigue la sobrevivencia y crecimiento de árboles nativos. Los datos obtenidos permitirán a silvicultores y a otros gestores de tierras a tomar decisiones informadas sobre las opciones de siembra, según las condiciones del sitio y los objetivos de manejo. Se continúa publicando información en la literatura científica, pero en este libro los autores presentan la información en un formato accesible y de fácil comprensión. Esta obra acompaña a la guía de viveros publicada en el 2012, la cual contiene información básica sobre cómo germinar y manejar 120 especies. Juntas, estas dos guías hacen realidad el interés de PRORENA por hacer accesible la investigación sobre reforestación con árboles nativos.

La Grantham Foundation está comprometida a combatir el cambio climático por todos los medios eficientes y efectivos que sean necesarios. El uso de árboles para capturar carbono es una de las herramientas que tiene nuestro planeta, y es un método en el que la Fundación ha invertido comercialmente y a través de la investigación de PRORENA. Pero la silvicultura de especies nativas tropicales permanece mal comprendida y mucho mayor apoyo merecen las labores de investigación y extensión. Animo a otros a ponerse en contacto con Jefferson Hall, PRORENA o STRI, para aprender más sobre cómo involucrarse. Por ejemplo, mucho de este trabajo es específico para un lugar pudiéndose obtener beneficios enormes si se extendiese la investigación a otras localidades.

Esta guía, amigable con el usuario y bien presentada, continuará fomentando esfuerzos de reforestación y de transferencia de conocimientos. Estoy emocionado por seguir esos avances.

**Oliver Grantham**

The Grantham Foundation for the Protection of the Environment



# 1

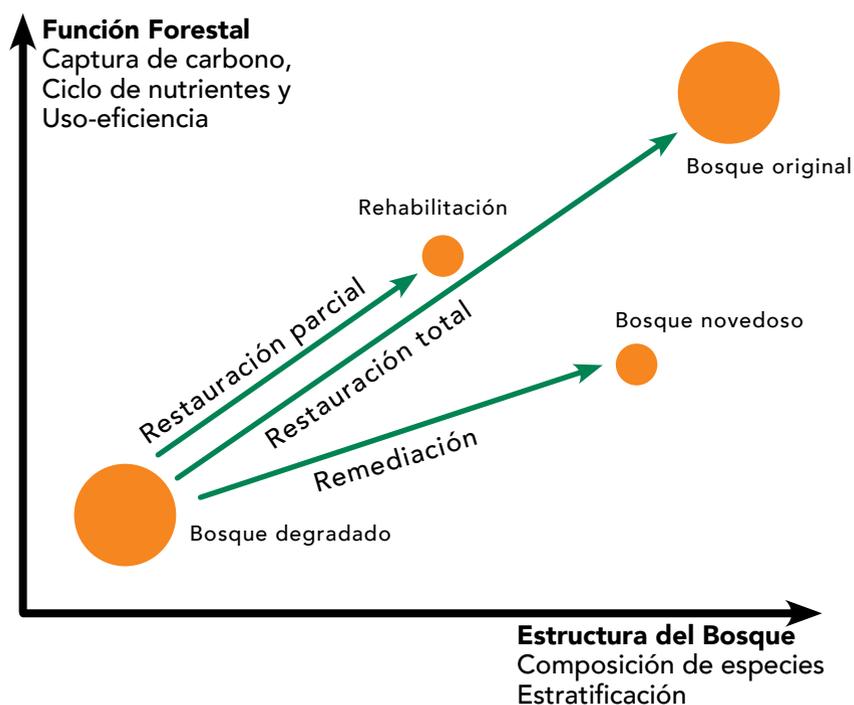
## CAPÍTULO UNO



# Introducción

## Visión General

En la actualidad la reforestación y restauración de bosques son temas relevantes a escala global. Se estima que más de dos billones de hectáreas originalmente boscosas, taladas para uso humano, son tierras degradadas, baldías o subutilizadas. Las tierras degradadas se pueden definir de distintas maneras pero en esencia son aquellas cuya productividad ha disminuido desde la condición inicial de bosque no-alterado. La degradación puede ser de naturaleza superficial si se trata más que de una disminución en la productividad, de cambios estructurales o de composición (v.gr., pérdida de especies, disminución en la dispersión de semillas o en la altura de los árboles). **Restauración** de bosques se puede definir de manera amplia como cualquier manejo que mejora la productividad del lugar, la composición de especies o la altura del bosque. Puede también ser definida de manera más estricta o estrecha: literalmente, restaurar un bosque a su condición inicial. La definición más amplia incluye tratamientos de manejo tales como rehabilitación y remediación (ver Figura 1). En este manual utilizamos la definición más amplia e inclusiva de restauración. **Rehabilitación** implica restaurar procesos ecológicos, composición de especies y estructura del bosque, en la misma línea de la restauración (definida estrechamente), pero a menor nivel que el ecosistema original. **Remediación** implica restaurar la productividad del suelo y del sitio con una nueva y novedosa composición vegetal, en sitios severamente degradados que ya no cuentan con vegetación original remanente.



**Figura 1**  
Representación conceptual de procesos posibles de degradación y restauración, expresados por dos atributos amplios del ecosistema: estructura y función.

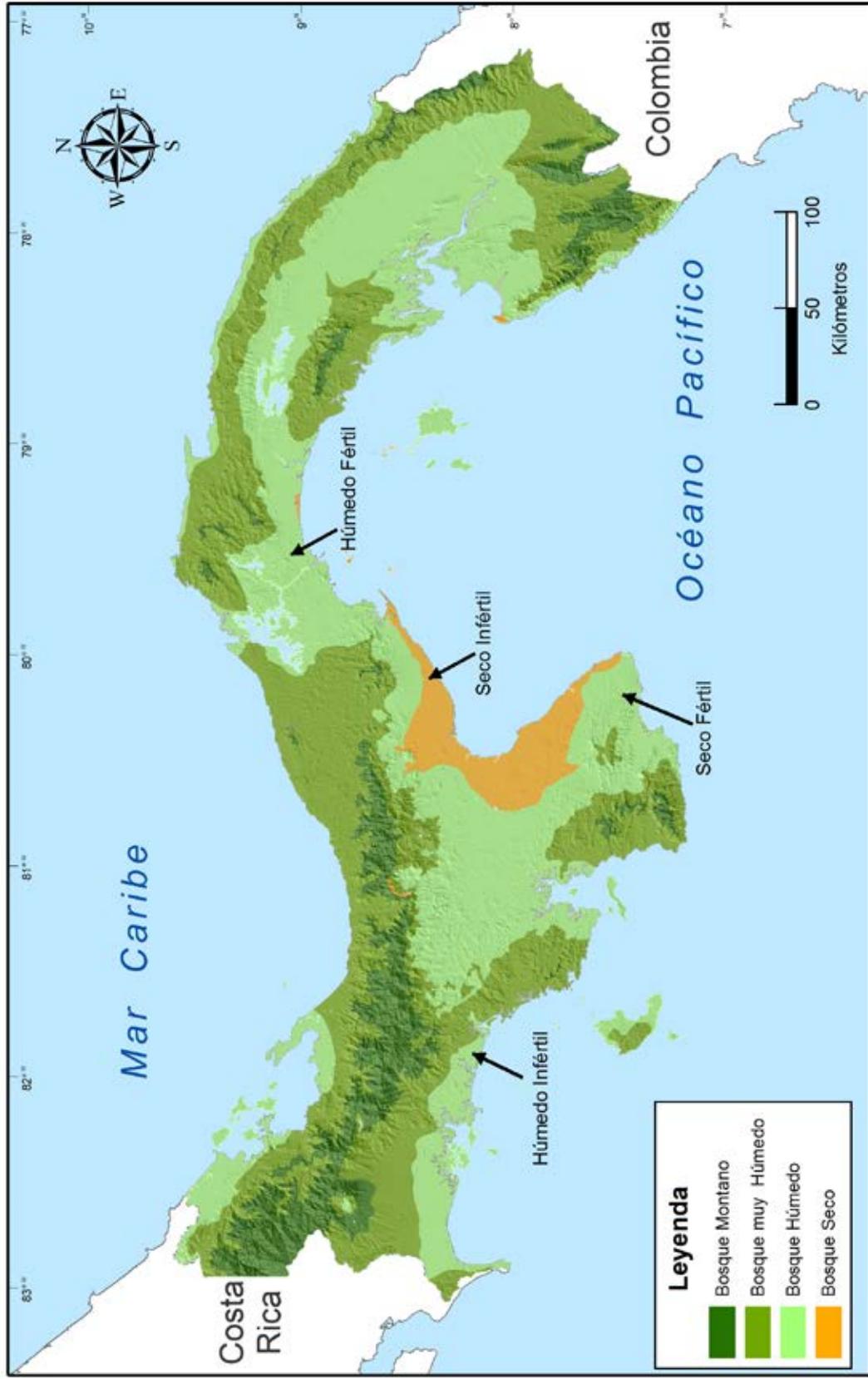
**Reforestación** es un término más amplio aún que literalmente significa la repoblación natural o intencional de bosques que han estado sujetos a extracción o alteración, usualmente por deforestación reciente. La definición incluye bosques de crecimiento secundario, plantaciones forestales o cualquier combinación de ambos. **Forestación** es plantar árboles en áreas que siempre fueron no-forestadas (por ejemplo, pastizales nativos), o donde no ha habido cubierta forestal por cientos o miles de años.

Escoger las especies de árboles a plantar en cualquier sitio, depende tanto de factores socio-económicos como biofísicos. Esta guía describe características ecológicas de plántulas a medida que sobreviven y crecen hasta ser árboles jóvenes, y es un complemento a la publicación de Roman et al. (2012), la cual aporta información sobre germinación de semillas y producción de plántulas para un conjunto más numeroso de especies. Debido a que la sobrevivencia y el crecimiento están íntimamente conectados a las condiciones del lugar, es importante entender las características biofísicas locales antes de seleccionar una especie. Esta guía empieza (Capítulo 1) con una breve descripción de los parámetros biofísicos regionales y locales que se deben tomar en cuenta cuando se plantan árboles en Panamá y otros países tropicales. Las secciones que siguen explican la importancia de considerar los procesos naturales de crecimiento y desarrollo en los bosques, así como otras consideraciones de diseño al sembrar, según los objetivos de manejo escogidos. Se incluyen ejemplos de posibles escenarios de siembra. El capítulo continúa con una descripción de las fuentes de nuestros datos; esto es los ensayos de selección de especies del Proyecto de Reforestación con Especies Nativas (conocido por las siglas PRORENA). Las descripciones de las especies individuales que aparece en el Capítulo 2 provienen de estos ensayos. El capítulo concluye con una explicación sobre cómo leer los datos de las especies presentados en el capítulo siguiente. El Capítulo 2 detalla la sobrevivencia y el crecimiento temprano de 64 especies de árboles nativos de Panamá, en base a lo aprendido por PRORENA y por otras investigaciones relacionadas de Panamá.

## Patrones Biogeográficos Regionales o Más Amplios

Como muchos países tropicales, Panamá presenta un conjunto diverso de condiciones climáticas, con una precipitación anual que varía desde áreas muy secas a lo largo del Arco Seco en la vertiente del Pacífico, hasta áreas muy húmedas en buena parte de la costa caribeña (Figura 2). Los ecólogos han destacado el cambio en tipo de bosque según la disponibilidad de agua. Engelbrecht et al. (2007) encontraron que la precipitación pluvial es un factor importante que determina la sobrevivencia de plántulas y la composición de especies, a lo largo del gradiente de precipitación de Panamá. Otros parámetros relacionados al clima que pueden afectar la sobrevivencia y el crecimiento son la duración de la temporada seca, la temperatura y la humedad relativa (Tabla 1).





**Figura 2**  
 Mapa de tipos de bosques en Panamá, con la ubicación de los sitios de ensayo de selección de especies de PRORENA.

**Tabla 1****Variables climáticas a considerar al seleccionar especies de árboles para reforestación y restauración.**

Clima	Explicación
Precipitación	En Panamá y otros países tropicales la precipitación puede variar desde muy baja a muy alta. El rango anual va de aproximadamente 1,100 mm hasta más de 4,000 mm.
Duración de la temporada seca	La duración de la estación seca está relacionada a la precipitación total pero es diferente a ésta. Puede haber precipitación considerable durante unos meses del año, y luego una estación seca de hasta 6 meses o más. Los árboles tienen distintas estrategias de sobrevivencia para períodos secos extensos, incluyendo la habilidad de evitar la sequía (v. gr., <i>Pachira quinata</i> usa agua abundante durante la temporada lluviosa pero deja caer sus hojas durante la temporada seca), y la de tolerarla (v. gr., <i>Dalbergia retusa</i> puede mantener sus hojas durante la mayor parte de la temporada seca).
Temperatura	A menudo en Panamá y otros países cercanos al Ecuador, la temperatura está determinada por la elevación más que por la estacionalidad. A mayor elevación y en estaciones frías, los árboles necesitan poder tolerar condiciones de baja temperatura, incluyendo heladas y nieve.
Humedad relativa	Una humedad relativa muy baja puede dar paso a condiciones de desecación. El mayor riesgo lo enfrentan especies incapaces de regular la pérdida de agua a través de los poros (estomas) de sus hojas.

**Tabla 2****Características geográficas que pueden influir en la selección de especies para iniciativas de reforestación y restauración.**

Geografía	Explicación
Ubicación en relación a características geográficas	Características geográficas como las montañas pueden causar efectos de sombra pluviométrica de un lado, y condiciones más secas del lado que recibe aire menos húmedo. Cerca del Ecuador, la precipitación también es influenciada por las tormentas convectivas, lo cual reduce la severidad de las sombras pluviométricas. Las áreas adyacentes a lagos y ríos pueden ser susceptibles a inundaciones estacionales.
Elevación	Incrementos en elevación pueden dar paso a diferentes condiciones ambientales a las que los árboles tienen que adaptarse, tales como temperatura, humedad relativa, radiación solar e incluso la persistencia de nubes.

En adición a patrones climáticos amplios, características geográficas regionales o locales ameritan ser mencionadas, puesto que pueden afectar el paisaje, patrones climáticos y clima locales. Las montañas, lagos y ríos pueden tener un impacto en los patrones climáticos regionales, tipos de suelo y en otras variables ambientales (Tabla 2).

Los suelos en los trópicos son tan diversos como los del hemisferio norte, pero los mapas especializados rara vez reflejan su complejidad y diversidad; e incluyen también amplias áreas clasificadas como homogéneas. A menudo esto puede deberse a una falta de información, más que de homogeneidad. Para caracterizar y comparar suelos los científicos, agrónomos, silvicultores y ecólogos utilizan varios sistemas de clasificación. Aunque parezcan lógicos para un experto, la mayoría son complejos y para personas que no están acostumbradas a trabajar con suelos estos sistemas de clasificación no resultan fáciles de comprender. Desafortunadamente los mapas disponibles más comúnmente utilizados (USDA y FAO), resultan ser demasiado generales o contienen notables errores de clasificación. Por ello no son útiles para más una aproximación preliminar y regional a los tipos de suelos en Panamá.

## Condiciones Físicas y Aspectos Ecológicos de un Sitio

Aunque es importante comprender los patrones y procesos biofísicos regionales, es imperativo tener un buen entendimiento de las condiciones locales del sitio, antes de dar inicio a las actividades de plantación. Dado el costo de plantar y administrar una hectárea, el fracaso de establecer la plantación podría resultar en pérdidas de cientos de miles de dólares. Ignorar riesgos locales que amenazan el manejo continuo de las plantaciones también puede causar pérdidas catastróficas, como los millones de dólares de inversión perdidos en Panamá por causa de incendios en los últimos años. Las condiciones físicas más importantes a considerar se relacionan principalmente con las condiciones locales del suelo.

### Suelos

Los suelos son un producto de la geología del lecho rocoso subyacente del lugar, del clima, de los organismos vivos, la topografía y el tiempo (Brady 1990). El cimientro rocoso subyacente forma el substrato a partir del cual los suelos se derivan. El Canal de Panamá y las tierras aledañas se sustentan sobre una variedad de formaciones geológicas (Stewart and Woodring 1980), con una base rocosa que determina tanto la fertilidad como la textura del suelo. Por ejemplo, el área donde está la fábrica de cemento Argos y las plantaciones a lo largo de la carretera Transísmica, tienen lecho rocoso de piedra caliza (derivados), lo que resulta en suelos relativamente fértiles, con alto contenido de arena, comparados con los suelos del proyecto Agua Salud de STRI (Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales), a tan sólo 8 km al noroeste, que tienen lecho rocoso de basalto (Figura 3). La topografía determina si las capas o nutrientes de la superficie pueden deslizarse fácilmente por una loma o pendiente, o acumularse en la parte baja de un valle. Los organismos vivos modifican el suelo de distintas maneras, por ejemplo mezclando capas de suelo al moverse a través de ellas. El clima también es determinante. Por ejemplo un clima húmedo con fuertes lluvias aumenta la lixiviación de los minerales o el lavado de nutrientes. Las características del suelo pueden estar determinadas también por el tiempo en que ha estado expuesto a procesos climáticos y biofísicos.



**Figura 3**

Ejemplos de perfiles de suelos, formados sobre tres lechos rocosos distintos, dentro de la cuenca del Canal de Panamá. Todos los perfiles se encuentran a menos de 15 kilómetros entre sí y son: un Oxisol, formado sobre basalto del Mioceno (izquierda); un Mollisol, formado sobre areniscas calcáreas (centro); y un Alfisol, formado sobre sedimentos marinos (derecha). Cortesía de Ben Turner, STRI.

A pesar de los retos que presenta una clasificación apropiada de los suelos, debe ser sencillo para los no iniciados visualizar la importancia potencial que tienen en el crecimiento de plantas y árboles. Por ejemplo, será difícil para la mayoría de los cultivos crecer en suelos infértiles o de muy bajos nutrientes. Los suelos arenosos son infértiles y drenan fácilmente por lo que plantas que crecen en sitios de arenas profundas pueden experimentar cierto grado de estrés por sequía, aún en climas húmedos. Basta con intentar plantar un árbol o un jardín en lo que fue una carretera para visualizar como la compactación del suelo afecta la sobrevivencia y el crecimiento de una planta. La Tabla 3 muestra un resumen de las condiciones físicas a tomar en consideración al momento de iniciar actividades de reforestación y restauración.

En Panamá, el Instituto de Investigación Agropecuaria publicó un manual de mapas (IDIAP 2006) que ilustra distintos niveles de fertilidad de suelos según nutrientes específicos, con un análisis cualitativo de su aptitud para la agricultura. Sin embargo, estos mapas deben ser utilizados con precaución cuando se quiere interpretar los valores nutricionales de sitios específicos, dado que los datos provienen de lugares con alta densidad de población humana. Los autores del manual recomiendan por eso hacer análisis de laboratorio específicos y consultar un especialista en suelos, antes de hacer inversiones significativas en reforestación.

**Tabla 3**  
**Condiciones físicas a considerar cuando se plantan árboles.**

Condiciones Físicas del Sitio	Explicación
Pendiente	El ángulo de la pendiente (o porcentaje de pendiente) puede tener un efecto para las actividades que se proponen en un sitio (ver Shaxson 1999), así como para el crecimiento mismo de los árboles. Por ejemplo, los deslizamientos pueden causar pérdida de las capas superiores del suelo, afectando el crecimiento de los árboles.
Fertilidad del suelo	Los suelos contienen nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, y las especies varían en sus requerimientos; por ende considerar la fertilidad del suelo es importante.
Textura del suelo	La textura es determinada por la proporción entre arena, sedimento y arcilla. Puede afectar las propiedades del suelo, incluyendo su capacidad de retención de agua y nutrientes.
Materia orgánica	La materia orgánica puede retener agua y nutrientes en el suelo, y determinar la posible sobrevivencia y crecimiento de un árbol.
Rocosidad	La cantidad de piedras y rocas en un sitio puede afectar el crecimiento de los árboles (ver Park et al. 2010), por aireación, desarrollo de las raíces, etc.
Compactación del suelo	La compactación del suelo puede afectar el establecimiento y crecimiento de un árbol; suelos más compactos quizás hagan más difícil la penetración de las raíces y el movimiento libre del agua.
Profundidad del suelo	La profundidad del suelo en un sitio específico es importante. Sitios con suelo delgado, sobre lechos rocosos o una capa de tierra muy dura, pueden impactar al desarrollo de las raíces. Esto también puede causar la formación de una capa freática colgada, donde suelos aparentemente profundos se encharcan.

Además de comprender las características físicas de un sitio, cuando se plantan árboles es importante comprender el contexto ecológico. Por ejemplo, restaurar un bosque en un área adyacente a un bosque maduro puede requerir tan solo enriquecer dicha área con especies de dosel tolerantes a la sombra. Mientras que restaurar un bosque en una zona de pastoreo de ganado y lejos de un bosque, requerirá de intervenciones mayores. De hecho, puede que sea necesaria una franca preparación del área además de una selección de especies, con miras a restablecer el ciclo de nutrientes. Algunos factores importantes que hay que tener en cuenta para comprender el contexto ecológico de un sitio, incluyen la historia de alteraciones previas, la competencia entre la vegetación existente y la proximidad a un bosque.

### **Trastornos**

Tanto el tipo como la frecuencia de trastornos potenciales en el área a trabajar deben ser considerados cuando se plantan árboles, independientemente del propósito. Por ejemplo, incendios forestales frecuentes pueden hacer virtualmente imposible reforestar un sitio, o motivar que se requiera de un programa fuerte y activo de protección contra incendios. Inundaciones, vendavales o huracanes (aunque no es el caso de Panamá), son otros trastornos a considerar (ver Ashton 2001). Por ejemplo, las áreas que sufren de inundaciones constantes se beneficiarían de árboles resistentes a inundación periódica. Áreas donde se practica tala selectiva puede que no requieran de ningún tipo de plantación, o simplemente de una siembra de enriquecimiento o de especies maderables.



**Figura 4**  
Plantación cerca del Parque Nacional Soberanía, después de un incendio forestal.



### **Competencia de la vegetación existente**

El tipo de vegetación ya existente puede ayudarnos a determinar qué tan necesario sea sembrar. Si existe bosque secundario en el sitio y el objetivo es restauración forestal, puede que solo haga falta plantar algunos árboles o incluso ninguno. En cambio, sobrellevar la competencia de herbazales puede ser un reto muy particular en potreros para ganado (ver por ejemplo Holl 1998, Celis y Jose 2011, y las referencias mencionadas por ellos), así como en otro tipo de áreas. En Panamá, la hierba invasiva, *Saccharum spontaneum*, localmente conocida como paja canalera, puede crecer más de 3 metros de altura, y

después de un fuego produce 20 toneladas de biomasa por hectárea en tan sólo seis meses (Saltonstall y Bonnett 2012); por ende para lograr condiciones de sombra necesarias para eliminar esta hierba se requieren árboles de crecimiento rápido con copas amplias. Aún con árboles de crecimiento rápido, el manejo puede ser dificultoso. Craven et al. (2008) encontró que fue necesario usar un herbicida para mejorar el crecimiento de *Tectona grandis* y *Terminalia amazonia* plantadas en áreas cubiertas por la paja canalera, aún cuando la misma fue removida manualmente siete veces al año (Figura 5).



**Figura 5**  
*Terminalia amazonia* plantada en un sitio donde *Saccharum spontaneum* ha sido limpiado cuatro veces al año durante tres años y sin tratamientos herbicidas. Las *Terminalia amazonia* que crecen aquí, recibiendo siete limpiezas al año y un tratamiento herbicida al año, tiene el doble del tamaño.

### *Proximidad al bosque y uso de las tierras adyacentes*

Si el objetivo de la restauración forestal es lograr un bosque natural, estar junto a un bosque ya existente puede ayudar pues facilita la colonización natural y la sucesión secundaria de semillas dispersadas por el viento y los animales. Van Breugel et al. (2013) muestra cómo la protección contra incendios puede dar pie a un resurgimiento vigoroso de la vegetación, permitiendo regenerar naturalmente pastizales dentro de áreas boscosas mayores. Holl et al. (2010) han probado diferentes métodos de reforestar pastizales alejados de bosques, incluyendo la nucleación; esto es, plantar árboles en parches para atraer animales dispersores de semillas, de tal forma que los parches se desarrollen y expandan restableciendo eventualmente el bosque de forma más efectiva y a menor costo.

## La Importancia de Imitar Procesos Naturales

Los bosques son dinámicos. Los árboles crecen y mueren. Troncos y ramas se caen. Plántulas y árboles pequeños en el sotobosque toman ventaja de la luz que penetra y crecen. Semillas que han quedado almacenadas en el suelo germinan y van llenando los espacios de los árboles caídos. Este proceso es conocido como dinámica de fases de los claros del bosque (Whitmore 1989, Hartshorn 1980). A través de la sucesión secundaria los bosques que han sido despojados de árboles también pueden volver a crecer. Las semillas llegan, germinan y forman una cubierta vegetal compacta de plántulas con tallos pequeños. Con el tiempo estos arbolitos crecen hasta ser árboles grandes. Algunas especies crecen más rápidamente y llegan a ser parte del dosel (pioneros); otras mueren al perder la carrera por llenar claros, y otras más—las más tolerantes a la sombra—crecen lento pero seguro hasta ocupar un lugar en el rodal de múltiples estratos del nuevo bosque.

El proceso por el cual las semillas germinan y las plántulas se establecen y crecen, formando un rodal boscoso en claros del bosque y en áreas agrícolas, se llama dinámica del rodal boscoso (Oliver y Larson 1996, Recuadro 1.1). Entender la dinámica de un rodal ayuda a forestales y demás personas interesadas, a determinar la manera más efectiva de reemplazar un rodal, o reponer un bosque o una plantación. De hecho, para lograr sus objetivos de manejo deben trabajar con los procesos naturales.

## Recuadro 1

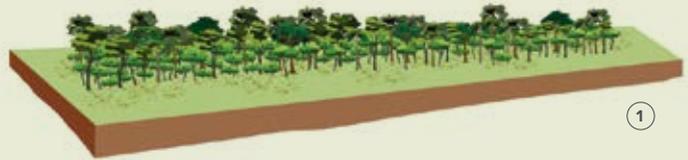
### Dinámica del rodal

A medida que las plántulas se establecen, o arbolitos del sotobosque son favorecidos en su crecimiento por la generación de un claro natural en el bosque o por un desbosque provocado por los seres humanos, empieza la competencia por luz, agua y nutrientes. Algunos árboles imponen sus ventajas competitivas sobre otros y hay ganadores y perdedores en la carrera por el dosel. El proceso de desarrollo del rodal o la dinámica del rodal se caracteriza por cuatro fases simples:

- 1) iniciación del rodal,
- 2) exclusión de tallos,
- 3) reiniciación del sotobosque, y
- 4) bosque antiguo

(ver Oliver 1981, Oliver y Larson 1996, y Smith et al. 1997).

La fase de **iniciación de rodal** viene después de un trastorno que crea un claro en el bosque. Se caracteriza por la llegada y germinación de semillas y el consiguiente establecimiento de plántulas; o bien, el inicio de la regeneración avanzada. Lo siguiente, fase de **exclusión de tallos** se caracteriza por una competencia intensa entre plántulas por los recursos. Durante esta fase muchos árboles morirán (o serán excluidos), mientras que especies de crecimiento lento y tolerantes a la sombra se quedarán atrás en crecimiento de altura, siendo sobrepasadas por especies que luego formarán parte del dosel. La fase de **reiniciación del sotobosque** ocurre cuando el rodal ha madurado. Recibe este nombre porque marca el momento de dispersión y germinación de semillas de los árboles existentes, incluyendo especies del sotobosque tolerantes a la sombra. La fase de **bosque antiguo** es la de un bosque completamente formado y maduro, cuando los árboles de larga vida empiezan a envejecer y morir, abriendo nuevos claros en el bosque.



## Consideraciones de Espaciado y Diseño

Hay muchas razones por las cuales uno querría sembrar árboles, desde restaurar un hábitat hasta establecer plantaciones comerciales. Hay también un amplio rango de métodos de siembra, desde restauración pasiva (donde la tierra es protegida y los árboles se establecen naturalmente), hasta siembra activa de árboles vía una preparación intensa del terreno. Antes de determinar la metodología a seguir es importante definir el objetivo de manejo y evaluar los costos de las distintas fases. Una vez se ha tomado la decisión de sembrar árboles es importante considerar las características silviculturales de cada especie —las distintas características de una especie que determinan su habilidad de sobrevivir y prosperar según lugar y condiciones particulares (Tabla 4). Todos estos parámetros—desde las consideraciones prácticas de manejo hasta las características ecológicas de las especies—van a ayudar a la toma de decisiones sobre las especies a utilizar así como distancias entre vecinos al sembrar.

Los siguientes párrafos contienen ejemplos de cómo plantar árboles según cuatro objetivos de manejo distintos:

- 1) plantación de maderables en monocultivo,
- 2) plantación de especies maderables mixtas,
- 3) restauración forestal lejos de un bosque maduro, y
- 4) restauración forestal adyacente a un bosque maduro.

Todos los tratamientos utilizan especies reales y se conciben como plantaciones en pastizales de ganadería, en sitios infértiles, húmedos o muy húmedos, con suelos arcillosos similares a los del Proyecto Agua Salud de STRI (ver van Breugel et al. 2103 para detalles del sitio).

### *Espaciado en monocultivos de maderables de alto valor*

Como los árboles que se plantan en monocultivo son de la misma especie, todos los individuos tienen las mismas características ecológicas; incluyendo tasas de crecimiento, arquitectura de copa y morfología de raíces. Como resultado, pueden competir intensamente por luz, agua y nutrientes. Esta competencia se puede controlar a través de estrategias de manejo tales como espaciar los árboles plantados para minimizar competencia de copa y raíces, y raleo de árboles. Dado que los precios de la madera generalmente aumentan con el diámetro del árbol, las plantaciones tienden a maximizar el crecimiento en el tiempo con el raleo de individuos seleccionados. Una estrategia común de espaciado sería proporcionar suficiente distancia entre individuos como para permitir que hayan varios años de crecimiento entre raleo y raleo, en un diseño que brinde más espacio para crecer a los árboles que no se eliminan. La Figura 6 contiene un ejemplo de *Terminalia amazonia*, sembrada con un espaciado inicial de 3 x 3 metros, en el que se muestra resultados a los 4, 10 y 20 años después de la siembra.

### *Espaciado en plantaciones maderables con rodales de especies mixtas*

En rodales de especies mixtas los árboles vecinos pueden ser de una o varias especies. Como las especies tienen características ecológicas diferentes, un administrador usará la información disponible sobre crecimiento esperado en el sitio, en combinación con información sobre morfología de la copa, tolerancia a la sombra y arquitectura de las raíces (de ser está conocida). Una plantación maderable de especies mixtas puede ser diseñada para cosechar todos los árboles a la misma vez - para luego reiniciar la plantación o darle un nuevo uso al terreno. Otra alternativa es que la plantación permita diferentes tasas de maduración por especie, y que el aprovechamiento suceda con años o décadas de separación. Adicionalmente, algunas especies en los rodales pueden sembrarse únicamente para mejorar las condiciones de crecimiento de los árboles seleccionadas por su madera. Algunos ejemplos incluyen una especie plantada para proporcionar cierto nivel de sombra a la especie a cosechar, mejorando consecuentemente su forma o crecimiento; o sembrar una especie fijadora de nitrógeno para capturar y convertir nitrógeno atmosférica o biológicamente no disponible—la descomposición consecuente de la materia orgánica de esta especie produce nitrógeno biológicamente disponible para las especies-objetivo vecinas.

**Tabla 4**  
**Medidas de rendimiento silvícola o autoecológico, relevantes al plantar árboles.**

Características Autecológicas de Plántulas y Árboles Jóvenes	Importancia
Sobrevivencia	Plántulas y árboles jóvenes pueden morir por una variedad de causas, incluyendo falta de agua, ataque de insectos o fuego. Es importante entender la tasa potencial de mortandad al plantar, para evitar pérdidas financieras y fracasos en la restauración.
Crecimiento de altura y diámetro	Las especies presentan diferentes tasas de crecimiento de altura y de diámetro, dependiendo del sitio donde son sembradas. Para cumplir con los objetivos de manejo es importante tomar en cuenta los atributos de crecimiento específicos al sitio, antes de decidir el tipo, cantidad y espaciado de especies a sembrar.
Tolerancia a la sombra	Algunos árboles crecen mejor en plena luz, mientras que otras pueden tolerar la sombra o requieren de sombra parcial para su óptimo crecimiento. Los árboles pioneros típicamente crecen rápido y exitosamente en pleno sol, mientras que árboles tolerantes a la sombra viven mejor en sombra parcial o total. Condiciones futuras de sombra pueden ser inferidas y manipuladas a través de selección y espaciado de especies.
Morfología de la copa	Forma, diámetro, altura y densidad de las hojas, son aspectos morfológicos de la copa que pueden ser útiles para determinar las combinaciones de especies a sembrar, así como su espaciado.
Susceptibilidad a ataque de insectos	Algunas especies de árboles son muy susceptibles a ataques de insectos mientras que otras no, según las defensas químicas o físicas en sus hojas. Algunos herbívoros están especializados en atacar ciertas especies. Por ejemplo, los árboles de la familia de la caoba son atacados por orugas de una polilla barrenadora, por lo que deben ser sembrados a baja densidad.
Requerimientos de humedad y lluvia	La tolerancia a la sequía en plántulas y árboles jóvenes, puede afectar su sobrevivencia y crecimiento.
Requerimientos de nutrientes y fertilidad del suelo	Diversas plántulas y árboles jóvenes varían en su habilidad para crecer bien en suelos infértiles; muchos tienden a prosperar mejor en suelos más fértiles. Por ende, los requerimientos nutricionales pueden ser consideraciones importantes para ciertos sitios y objetivos de manejo.
Características de enraizamiento	Muy poco se conoce sobre las características de sus raíces de la mayoría de las especies. Pero el hecho de que un árbol tenga o no una raíz principal más desarrollada, o produzca abundantes raíces secundarias finas, puede ser información útil al seleccionar especies.

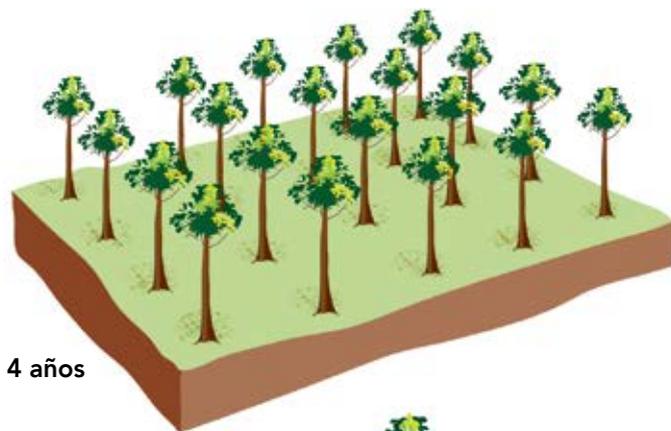
En rodales de especies mixtas es importante manejar la competencia que pudiera dificultar el crecimiento de los árboles; por ejemplo, utilizando el raleo y espaciado para minimizar la competencia por la luz, en el caso de árboles intolerantes a la sombra. Dependiendo de la composición de especies y de los productos deseados, los tiempos de cosecha pueden ser graduales u ocurrir a la misma vez. El ejemplo en la Figura 7 presenta a cuatro especies plantadas con un espaciado inicial de 3 x 3 metros. En este caso, tres de las especies plantadas tienen alto valor maderable y una ha sido plantada sólo por sus potenciales beneficios en fijación de nitrógeno. Una de las especies maderables también es fijadora de nitrógeno.

### ***Espaciado en la reforestación de especies mixtas para restauración forestal, donde el terreno está lejos de fuentes de semillas***

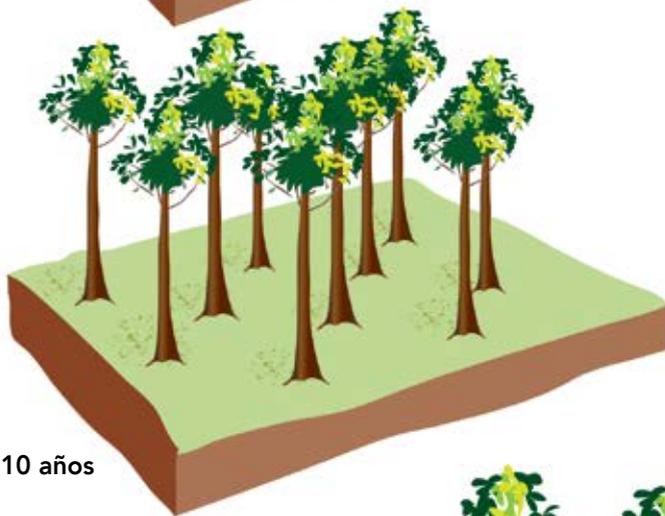
Independientemente de las condiciones del sitio, la reforestación o restauración forestal en un terreno lejos de potenciales fuentes de semillas presenta un problema muy particular, en el sentido de que no se puede depender de procesos naturales como el viento y la dispersión de semillas por animales, para aumentar la diversidad de especies. Esto complica esfuerzos a largo plazo para generar un bosque estratificado que incluya hierbas de sotobosque, arbustos y árboles de distintos tamaños. Es un reto significativo, en particular cuando el administrador del proyecto no está seguro de poder sembrar, más adelante, especies tolerantes a la sombra debajo de árboles y arbustos sembrados inicialmente. En dichos casos, los árboles deben ser plantados suficientemente cerca para que vayan llenando el espacio en un tiempo razonablemente corto. Los árboles vecinos deben ser seleccionados cuidadosamente, tomando en cuenta la tasa de crecimiento y forma, arquitectura de la copa, tolerancia a la sombra y futura posición en el dosel. Las especies emergentes que crecen a ser más altas que el dosel típico deben ser incluidas. Quien administre también debe incluir especies que atraerán aves, murciélagos y otros mamíferos del paisaje circundante. Como la habilidad de podar los árboles puede estar limitada, es importante seleccionar y espaciar a las especies apropiadamente para reducir el potencial estancamiento de crecimiento a causa de la competencia. El ejemplo presentado en la Figura 8 muestra 19 especies (incluyendo una especie representada por dos individuos) y describe un potencial sub-ejemplo de un tratamiento mayor.

### ***Espaciado en reforestación con especies mixtas para restauración de bosques, en terrenos adyacentes a un bosque maduro o parches de bosque maduro***

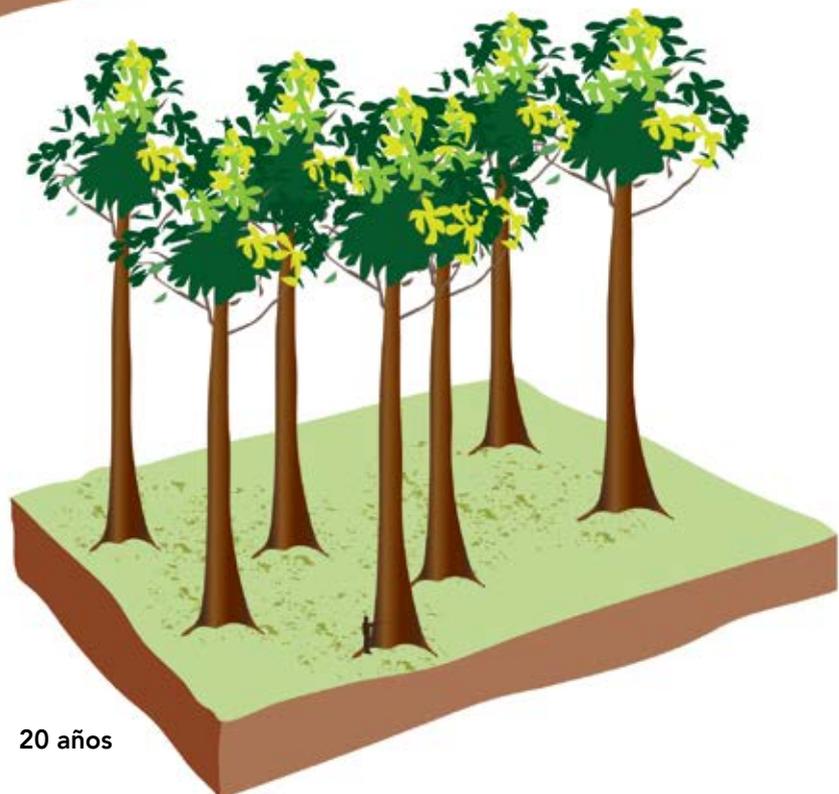
La ventaja de una reforestación adyacente a un bosque maduro ya existente es que se puede depender de la propia naturaleza para mucho del trabajo requerido. En un escenario así, es posible esperar a que las semillas dispersadas por animales y por el viento lleguen con el tiempo, a tal grado que quizás la opción más rentable sea proteger el terreno de fuegos y trastornos antropogénicos, y simplemente esperar la sucesión natural. Sin embargo, aún en estas circunstancias tomará muchas décadas que la estructura del bosque se recupere y que la composición de especies se asemeje a la de los bosques maduros cercanos. Por ende, tal vez valga la pena considerar algún tipo de siembra de enriquecimiento, donde se planten especies del dosel con poca habilidad de dispersión natural.



4 años



10 años

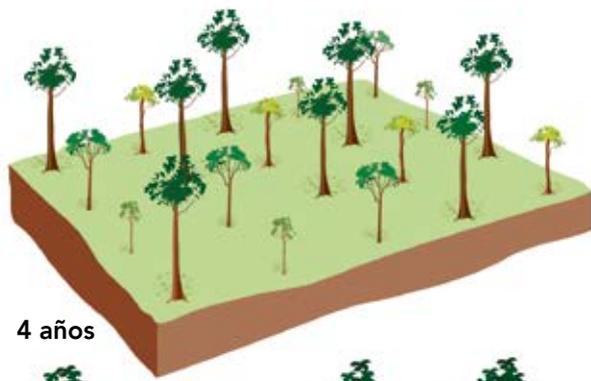


20 años

### Figura 6

Ejemplo de diseño de siembra y crecimiento en el tiempo para una plantación de monocultivo de árboles maderables *Terminalia amazonia*, sembrados en un sitio infértil, húmedo a muy húmedo, con suelos arcillosos, similares a los del Proyecto Agua Salud del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI). Las propiedades químicas del suelo son similares a aquellos en van Breugel et al. (2013).

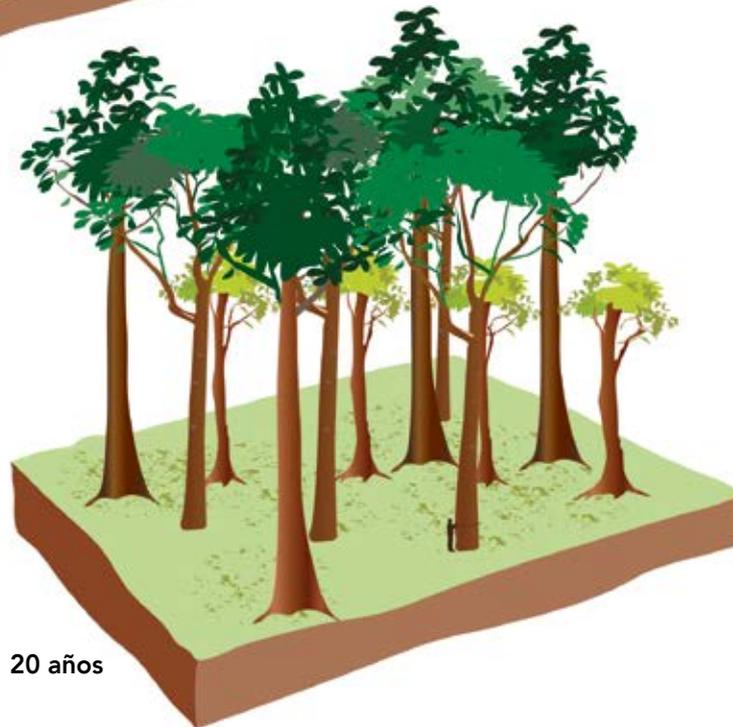
El panel superior representa *T. amazonia* sembrada con espaciado de 3 x 3, a cuatro años post-siembra y antes de el raleo. El panel central representa la plantación a 10 años, post-raleo (alrededor del año 4 a 5), y el panel inferior muestra la plantación a 20 años, cerca de la cosecha.



4 años



10 años

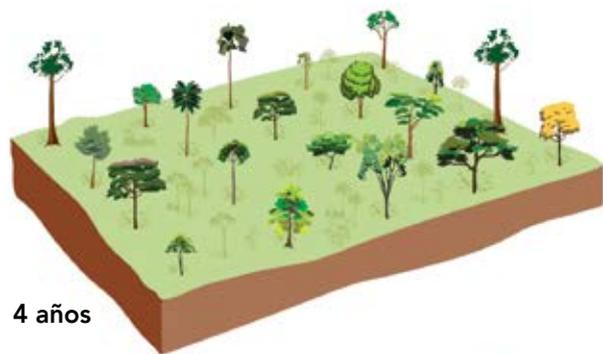


20 años

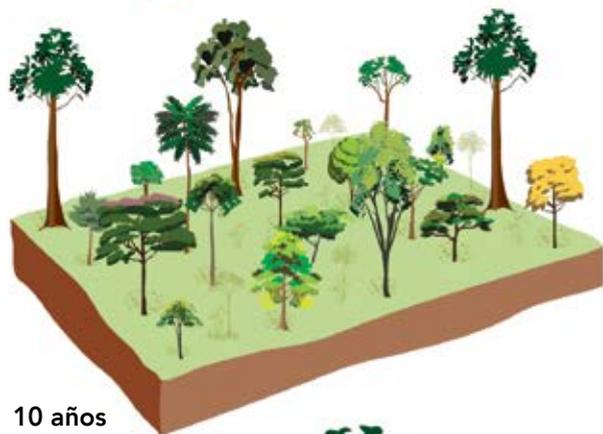
### Figura 7

Ejemplo de diseño de siembra y crecimiento en el tiempo, para una plantación de especies mixtas maderables con cuatro especies nativas plantadas en un sitio fértil, húmedo a muy húmedo, con suelos arcillosos, similares a los del Proyecto Agua Salud del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI). Las propiedades químicas del suelo son similares a aquellos en van Breugel et al. (2013).

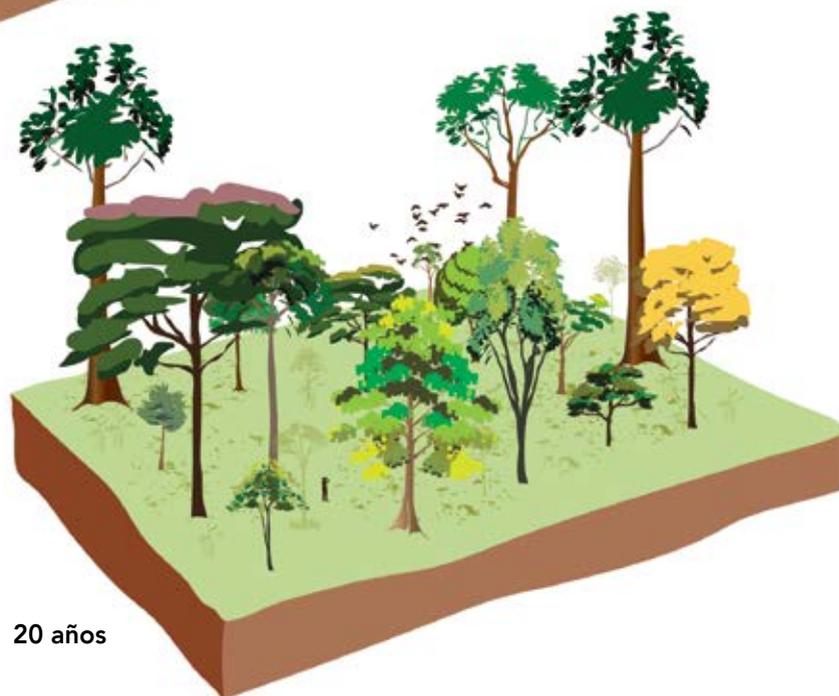
Las especies plantadas incluyen *Terminalia amazonia* (esquina superior izquierda del panel superior y árboles de diseño similar), *Dalbergia retusa* (la segunda empezando por la izquierda en la esquina superior izquierda del panel superior, y árboles de diseño similar), *Ormosia macrocalyx* (árbol pequeño, el segundo desde la esquina superior derecha del panel superior, y árboles de diseño similar), y *Hieronyma alchorneoides* (esquina superior derecha del panel superior, y árboles de diseño similar). *O. macrocalyx* es una especie de estatura baja, fijadora de nitrógeno. Los paneles presentan los años 4, 10 y 20 de post-siembra. *T. amazonia* y *H. alchorneoides* pueden ser cosechados cerca de los 20 años; *D. retusa* puede ser cosechado a alrededor de los 30 años.



4 años



10 años



20 años

### Figura 8

Ejemplo de diseño de siembra y crecimiento en el tiempo de un programa de reforestación con especies mixtas, para restauración forestal lejos de un bosque maduro, con 19 especies nativas plantadas (un subconjunto del total), en un sitio infértil, húmedo a muy húmedo, con suelos arcillosos, similares a los del Proyecto Agua Salud del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI). Las propiedades químicas del suelo son similares a los de van Breugel et al. (2013).

Los paneles presentan los años 4, 10 y 20 post-siembra. Las especies plantadas son, de izquierda a derecha empezando por la esquina superior izquierda en el panel superior. Fila 1: *Terminalia amazonia*, *Protium tenuifolium*, *Ochroma pyramidale*, *Ormosia macrocalyx*, y *Hieronyma alchorneoides*. Fila 2 (la segunda de atrás para adelante): *Xylopi frutescens*, *Schizolobium parahyba*, *Platymiscium pinnatum*, *Anacardium excelsum*, y *Manilkara zapota*. Fila 3: *Dipteryx oleifera*, *Vochysia guatemalensis*, *Zygia longifolia*, *Byrsonima crassifolia*, y *T. amazonia*. Fila 4 (fila inferior): *Pterocarpus officinalis*, *Sterculia apetala*, *Albizia adinocephala*, *Anacardium occidentale*, y *Tabebuia guayacan*.

## Información Sobre las Especies

Esta guía presenta información que resulta de investigaciones realizadas por el proyecto PRORENA y por Reforestación Inteligente®, con especies de árboles nativos de Panamá. Los datos son presentados en forma gráfica, resumiendo la sobrevivencia y crecimiento de las especies en los ensayos de selección de especies de PRORENA. Estos ensayos fueron establecidos en Panamá entre 2003 y 2006, en base a 64 especies nativas plantadas en conjuntos agrupados a lo largo de pendientes, en localidades de cresta o cumbre, media ladera y laderas bajas. Las 64 especies representan una combinación de especies sea maderables, utilizadas en sistemas agroforestales o propias de jardines de viviendas, incluyendo árboles que dan fruto o que proveen valores prácticos y sociales (Aguilar y Condit 2001, Wishnie et al. 2007, Garen et al. 2009).



**Figura 9**  
Diseño de bloque de los ensayos de selección de especies de PRORENA, en el sitio húmedo fértil.

En los ensayos de PRORENA de selección de especies comunes en jardines, se plantaron nueve parcelas de 20 individuos, con espaciados de 3 x 3; de tal manera que resultaron 180 plántulas por especie por sitio. Así, las gráficas resumen los datos de más de 46,000 árboles. Todas las parcelas fueron raleadas al 50 por ciento a los dos años, para asegurar condiciones de crecimiento sin competencia entre vecinos. Los datos mostrados en cada gráfica representan promedios de los sitios (calculados como promedios de los promedios de las parcelas), para cada especie. Los datos de la selección de especies están resumidos en el texto, donde también se comparten otras observaciones sobre crecimiento y sobrevivencia de los sitios de PRORENA y Reforestación Inteligente®.

Los sitios de ensayo de crecimiento de PRORENA se presentan en la Figura 1 y representan una matriz general de fertilidad-precipitación, que incluye: sitios secos infértiles, húmedos infértiles, secos fértiles y húmedos fértiles. Todos los sitios se encuentran en tierras bajas, con la elevación mayor de no más de unos cuantos cientos de metros sobre el nivel del mar. Los parámetros básicos de fertilidad del suelo se presentan en la Tabla 5. Aunque estos sitios presentan grandes diferencias en precipitación y fertilidad del suelo, no cubren la totalidad de posibilidades en Panamá y países vecinos. Por ejemplo, los niveles de fósforo disponible para las plantas (nutriente esencial que puede controlar el crecimiento) en sitios infértiles, es más de dos veces mayor a los niveles en el sitio de Reforestación Inteligente®, del proyecto de Agua Salud. Por esta razón, se deben tomar precauciones para no extrapolar inapropiadamente datos a sitios fuera de los límites de elevación, fertilidad del suelo y valores de precipitación, observados en los sitios de PRORENA.

**Tabla 5****Clima y propiedades químicas del suelo en los cuatro sitios de estudio de PRORENA.**

Sitio	Las Lajas Húmedo Infértil	Soberanía Húmedo Fértil	Playa Venado Seco Fértil	Río Hato Seco Infértil
<b>Clima</b>				
Precipitación anual promedio (mm año <sup>-1</sup> )	3500	2200	1500	1100
Número de meses promedio con precipitación < 100 mm	3-4	4.1	5.2	6.7
<b>Propiedades del suelo</b>				
N (%)	0.2	0.2	0.2	0.1
C (%)	2.5	3.0	2.6	1.1
P (ppm)	2.6	12.0	12.1	2.4
K (ppm)	58.1	496.6	186.1	89.2
Ca (ppm)	185.6	3873.3	6512.2	752.1
Mg (ppm)	89.3	1158.4	1355.0	153.1

Ver van Breugel et al. (2011) para mayores detalles.

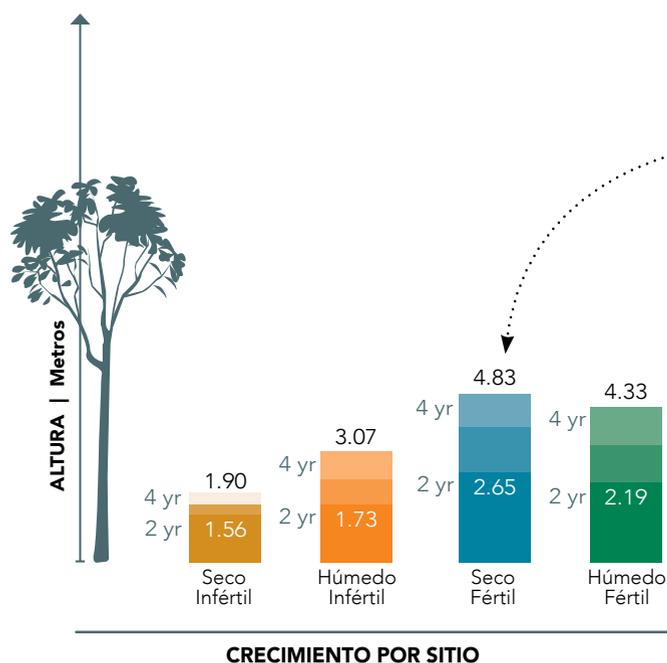
Los datos y observaciones proporcionados aquí provienen de literatura científica publicada por autores de PRORENA, incluyendo a: Jones et al. (2004), Wishnie et al. (2007), Garen et al. (2009 y 2011), Park et al. (2010), van Breugel et al. (2011), Craven et al. (2011 and 2013), y Hall et al. (2011); otros manuscritos están por publicarse. Los datos de tolerancia a la sombra de aproximadamente un tercio de las especies incluidas en esta guía se infieren de gráficas publicadas en Ruger et al (2011). Para complementar los usos de especies con datos disponibles se consultó también la página web del Centro Mundial Agroforestal (ICRAF: [http://worldagroforestry.org/regions/southeast\\_asia/resources/db/AFTdatabase](http://worldagroforestry.org/regions/southeast_asia/resources/db/AFTdatabase)).



## Cómo Leer las Gráficas

En esta guía se presentan cinco gráficas para cada especie. Todos estos datos son información básica que busca apoyar iniciativas de reforestación y restauración forestal.

La esquina superior izquierda ofrece los promedios de crecimiento de altura por año y por sitio, con datos de las siembras de 2003 que contienen mediciones hasta por seis años, siembras del 2004 hasta cinco años, y siembras del 2005 hasta cuatro años. Si una especie experimentó mortandad total en un sitio particular durante el curso de las mediciones, el último punto de datos representa el último año en que estuvieron vivos algunos individuos. Como se ha mencionado antes, los datos de altura a dos años son para hasta 180 individuos por sitio, pero a tres años y más allá sólo para 90 individuos por sitio. Si los 90 individuos sobreviven a tres años, pero la mitad mueren por parcela entre el año 3 y 4, los datos en el año 4 en esta gráfica solo contienen mediciones para 45 individuos.



En general, la parte más alta de la barra coincide con la última medición, con el año de la medición post-siembra indicado por año. Sin embargo, en algunas gráficas los años están invertidos, con una medición anterior (representada por una línea punteada) apareciendo sobre una medición realizada posteriormente (representada por una barra sombreada). En tales instancias, la línea punteada representa la mayor altura obtenida en un momento previo a la medición del último año; los individuos de esta especie han experimentado deterioro entre las mediciones anuales.

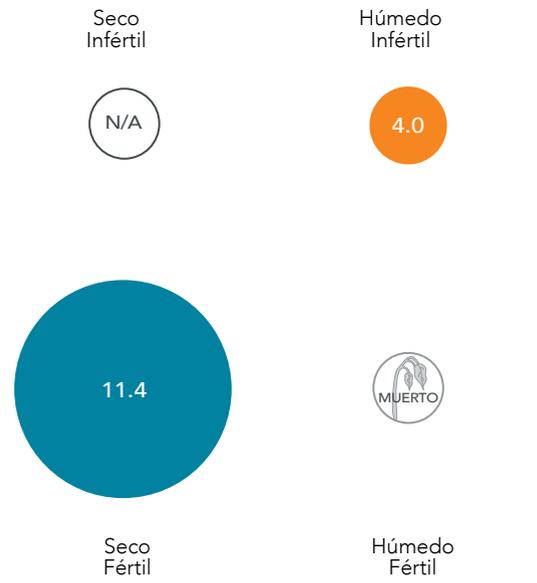


En algunas instancias y en vez de las barras coloradas de crecimiento en altura el símbolo "N/P" es utilizado, indicando que la especie no fue plantada en dicho sitio.

La gráfica presentada aquí a manera de ejemplo de crecimiento en altura representa los promedios del sitio para todas las especies combinadas. Cuando se hacen comparaciones en el texto entre crecimiento de una especie con el promedio del sitio, el lector puede referirse a esta gráfica.

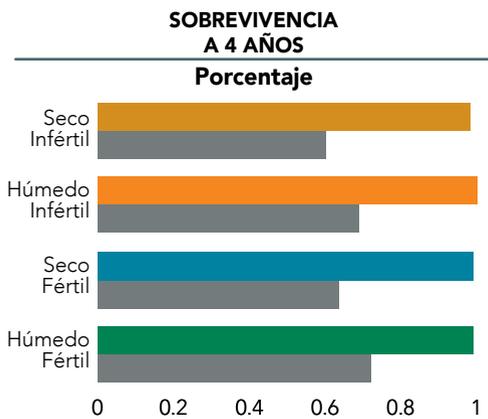
La esquina superior derecha presenta datos para el diámetro a la altura del pecho (DAP: 1.3 metros sobre el suelo) o diámetro basal (DB: 10 centímetros sobre la base de la planta.)

El diámetro basal se utiliza en vez del DAP para árboles que tienen múltiples tallos saliendo de la base, o en casos donde es difícil identificar un tallo único principal. Los datos representan el último año en que fueron medidos los árboles en cualquiera de los sitios. "N/P" indica que una especie no fue plantada en ese sitio. "N/A" indica que un individuo no creció suficiente para medir su DAP (es decir, midieron menos de 1.3 metros de altura). Un símbolo que indica mortalidad se utiliza para destacar casos donde todos los individuos de un sitio murieron antes del último año de medición.



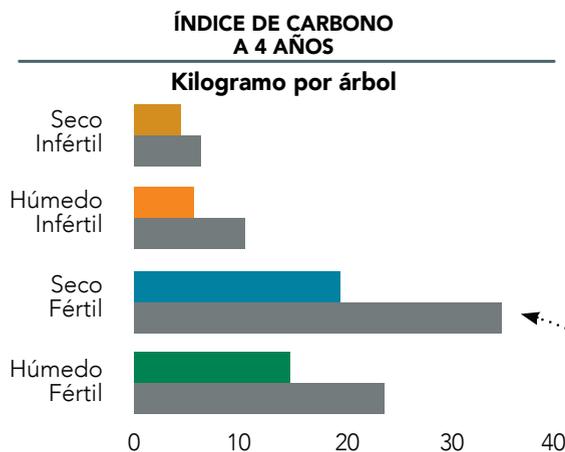
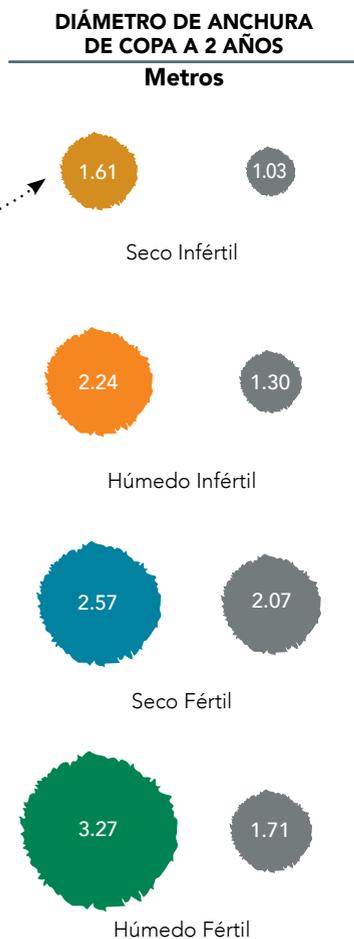
**DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros**

Por esto es posible que una especie en un sitio tenga una altura registrada a dos años, pero que no tenga un valor de DAP registrado, porque o los árboles no alcanzaron los 1.3 metros o todos murieron antes del último año de medición.



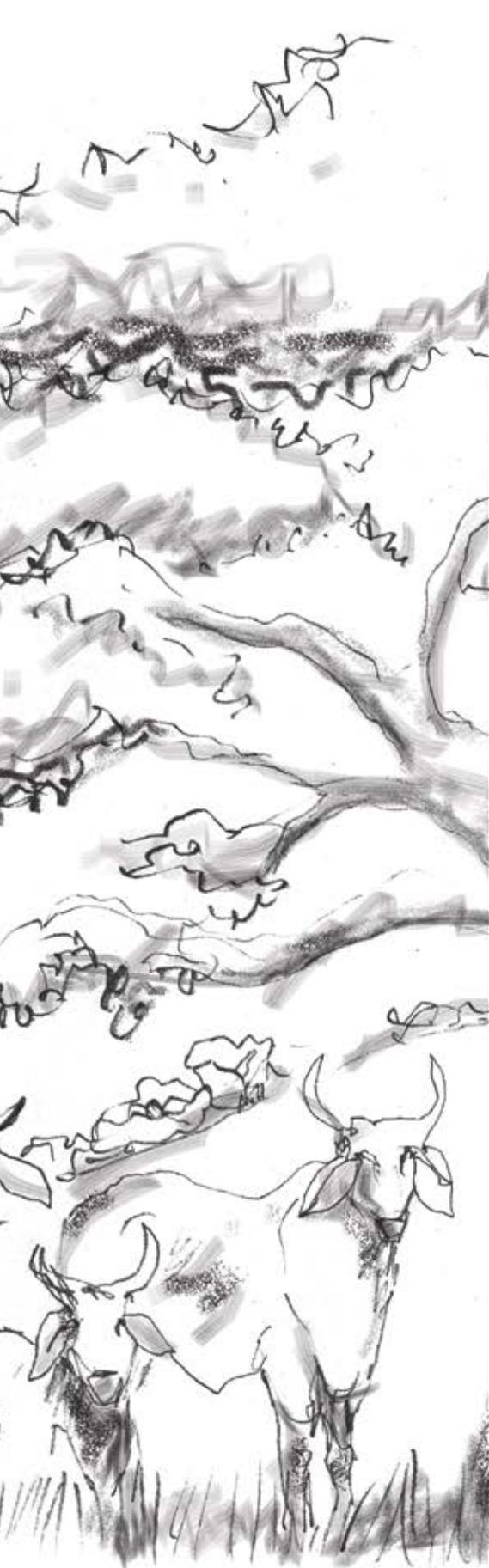
La gráfica central izquierda utiliza barras horizontales para presentar datos de supervivencia en cuatro años de crecimiento. Se escogió cuatro años porque representa la última medición y la de mayor edad, para el último grupo de árboles plantados (2005). La supervivencia de árboles de una especie particular (barra coloreada) esta yuxtapuesta con el promedio del sitio (barra gris), para permitir una comparación visual de supervivencia de especies individuales frente a las 64 especies plantadas en ese sitio. "N/A" y "N/P" se utilizan para indicar si una especie murió o no fue sembrada; en estos casos, no se muestra ninguna barra de color. La supervivencia se calcula como porcentaje de árboles que murieron, fuera de aquellos que murieron a los dos años y después de la poda. Por ejemplo, si un 80 por ciento de los árboles sobrevivieron hasta dos años y no experimentaron mortalidad subsecuente, entonces la supervivencia a cuatro años permanece en 80 por ciento. Sin embargo, si después de la poda la mitad de los árboles mueren en cada parcela, entonces estos datos se unen para indicar que la supervivencia en ese sitio es la mitad de 80 por ciento sobreviviente a dos años; es decir, 40 por ciento.

La gráfica inferior derecha presenta datos de diámetro de copas después de dos años de crecimiento. Esta fue la última medición de diámetros de copas en las parcelas. Los promedios de sitios por especie se muestran a color al lado izquierdo, y el promedio colectivo del sitio aparece en gris y a la derecha. Los diámetros se presentan en metros, y son una medida útil para determinar el vigor tanto del espaciado como del crecimiento.



La gráfica inferior izquierda es de índice de carbono y señala la cantidad de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que una especie puede secuestrar en un sitio dado. Estos valores se indican utilizando barras horizontales de colores, y se comparan con los promedios de los sitios a través de barras grises también horizontales. Los valores en kilogramos por árbol se pueden leer en el eje X. Los datos se calculan en base a una ecuación compuesta, la cual se deriva de la cosecha de individuos de seis especies nativas presentes en esta guía; aquí tamaños y edades abarcan a los árboles jóvenes y relativamente pequeños (Sinacore et al. sin publicar). Los datos se presentan en kilogramos de CO<sub>2</sub> porque es la medida utilizada en el mercado de carbono; los mismos indican el potencial de captura de carbono de estos árboles jóvenes.

Con los datos se calculó el índice de carbono de árboles individuales, utilizando promedios de los sitios calculados antes como alturas y diámetros. La ecuación alométrica empleada fue obtenida del conjunto de datos de multi-especies, de Sinacore et al. (sin publicar); incluye la densidad de la madera así como el diámetro basal. A veces es mejor medir el diámetro en la base de la planta y no a la altura del pecho (DAP) como normalmente se hace, debido a que algunas especies al ser cortadas, rebrotan con varios tallos, como si fueran arbustos, lo cual dificulta la medición del DAP. Utilizar simplemente un tallo de un árbol o arbusto que tiene tallos múltiples, no representa con exactitud el diámetro real de todos los tallos. La densidad de la madera fue incluida en la ecuación porque los árboles tienen valores de densidad de madera muy diferentes; ignorar esto resultaría en medidas inexactas de índice de carbono en árboles que comparten el mismo diámetro basal. En un ejemplo del estudio de Sinacore et al., individuos cosechados de *Pachira quinata* y *Dalbergia retusa* tenían diámetros basales de 21.0 y 21.2 cm respectivamente. Sin embargo, la densidad de la madera de *P. quinata* ( $0.42 \text{ g cm}^{-3}$ ) es menos de la mitad de la de *D. retusa* ( $0.86 \text{ g cm}^{-3}$ ). Descartar esta diferencia subestimaría la cantidad de carbono almacenada en la madera de *D. retusa*, y virtualmente daría a ambos árboles el mismo índice de carbono. De hecho, los valores del índice de carbono correctos son  $48.6 \text{ kg CO}_2$  y  $120.2 \text{ kg CO}_2$  para *P. quinata* y *D. retusa* respectivamente.



# 2

## CAPÍTULO DOS



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Albizia adinocephala*

#### FAMILIA

Fabaceae-Mimosoideae

#### NOMBRES COMUNES

Frijolillo, guábilo (Panamá); barbona, chaperno blanco (Nicaragua); conacaste blanco (El Salvador); ganvilancillo (Costa Rica, Honduras, Guatemala).

#### DESCRIPCIÓN

*Albizia adinocephala* es un árbol caducifolio de estatura mediana a alta (de 10 a 20 metros) que se encuentra en áreas entre secas y húmedas de elevación baja a media, desde México hasta Panamá. Mostró sobrevivencia alta a muy alta en los ensayos de selección de especies de PRORENA. Tuvo un alto crecimiento en diámetro y altura en todos los sitios menos el seco infértil, donde experimentó algo de deterioro en los años cuatro a seis. El crecimiento en altura a cuatro años excedió por mucho los promedios en todos los sitios. En todos menos el sitio seco infértil fue marcadamente más alto (mas no más ancho) que las especies de *Albizia* relacionadas. Desarrolló copas estrechas con diámetros a dos años muy por debajo del promedio en los sitios fértiles, y aproximadamente equivalentes a los promedios de los sitios infértiles. Los índices de carbono a cuatro años estuvieron muy por debajo del promedio en todos los sitios.

#### RECOMENDACIONES

Datos de los ensayos de PRORENA sugieren que esta especie puede ser útil en tratamientos de restauración y reforestación en todos los sitios menos los más secos. Tiene un valor agregado en los sitios indicados ya que fija nitrógeno atmosférico y por ende brinda potenciales mejoras a la calidad del suelo. Su rendimiento en suelos particularmente infértiles y ácidos es desconocido y debe ser probado antes de cualquier siembra a gran escala en dichos sitios.

#### ESPACIADO

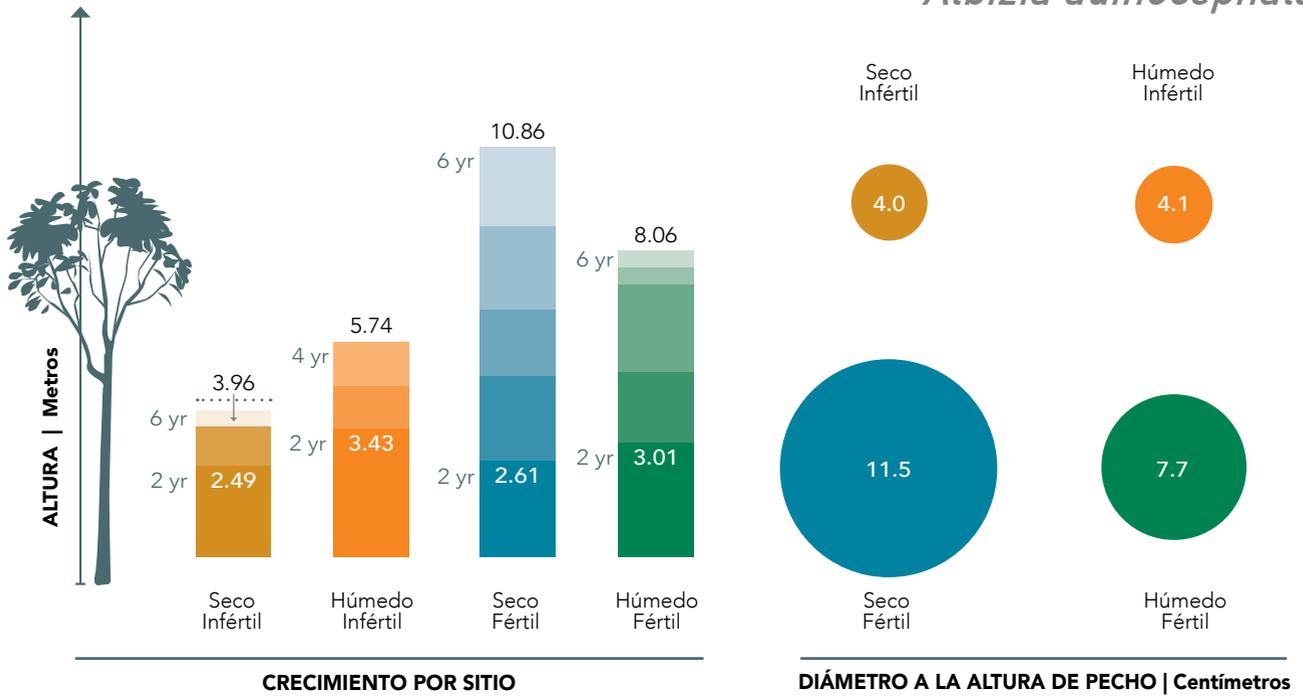
Esta especie se puede plantar inicialmente a tres metros entre vecinos. Dada su copa angosta, puede ser plantada junto a vecinos de crecimiento más lento, sirviendo de árbol nodriza para especies tolerantes a la sombra.



#### USOS

Postes de cercas, leña, árbol ornamental, estructuras tempranas de dosel en reforestación, árbol nodriza para especies tolerantes a la sombra, árbol de sombra (en pastizales), potencial mejora del suelo a través de la fijación de nitrógeno y de su uso como fertilizante verde.

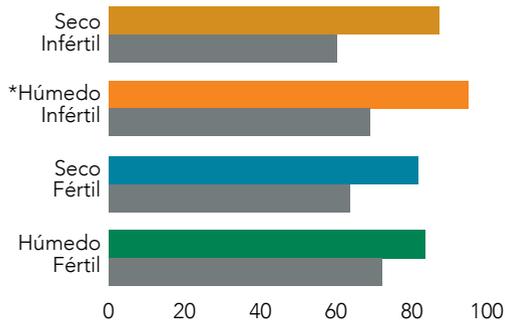
# Albizia adinocephala



Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima

## SOBREVIVENCIA A 4 AÑOS CON EXCEPCIÓN DE \* 5 AÑOS

Porcentaje



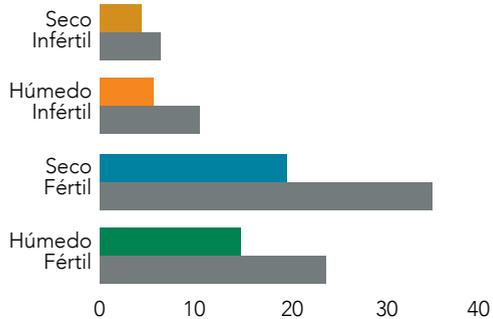
## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS

Metros



## ÍNDICE DE CARBONO A 4 AÑOS

Kilogramo por árbol



Media por sitio  
A. adinocephala

## NOMBRE CIENTÍFICO

# *Albizia guachapele*

---

## FAMILIA

Fabaceae-Mimosoideae

## SINÓNIMO

*Pseudosamanea guachapele*

## NOMBRES COMUNES

Guachapalí, guábilo, frijolillo (Panamá); guayaquil (Costa Rica); carrito (El Salvador, Honduras); lagarto (Guatemala); samanigua (Venezuela); guachapele (Ecuador).

## DESCRIPCIÓN

*Albizia guachapele* es un árbol caducifolio de estatura alta (de 20 a 30 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos de baja altitud, desde México hasta Ecuador. Mostró alta sobrevivencia en todos los sitios de ensayo de PRORENA. Su mejor crecimiento fue en el sitio seco y fértil. También creció relativamente bien en sitios fértiles húmedos y secos, con crecimiento en altura y diámetro ligeramente mejor en el sitio húmedo; el crecimiento en el sitio húmedo infértil fue ligeramente menor. El crecimiento en altura a cuatro años estuvo por encima de los promedios en todos los sitios. Esta especie desarrolló copas relativamente estrechas temprano, con diámetros de copa a dos años cercanos al promedio en todos los sitios menos el seco infértil, donde fue marcadamente superior al promedio.

Su índice de carbono a cuatro años fue más del doble del promedio en el sitio seco infértil, aproximadamente equivalente a los promedios en los sitios húmedo infértil y seco fértil, y alrededor de dos tercios del índice en el sitio húmedo fértil.

## RECOMENDACIONES

Los datos indican que esta especie muestra un alto potencial para tratamientos de reforestación y restauración, ayudando a dar estructura al rodal temprano del bosque particularmente en sitios secos, donde extiende el área de su copa. Su habilidad de fijar nitrógeno atmosférico puede ser útil para la restauración de sitios y sistemas agroforestales. Su crecimiento e índice de carbono a cuatro años sugiere que puede ser particularmente adecuado para sitios secos infértiles, similares a aquellos de los ensayos de PRORENA. Sus usos múltiples sugieren que también puede formar parte de tratamientos de reforestación donde se aprovechen los productos de uso local.

## ESPACIADO

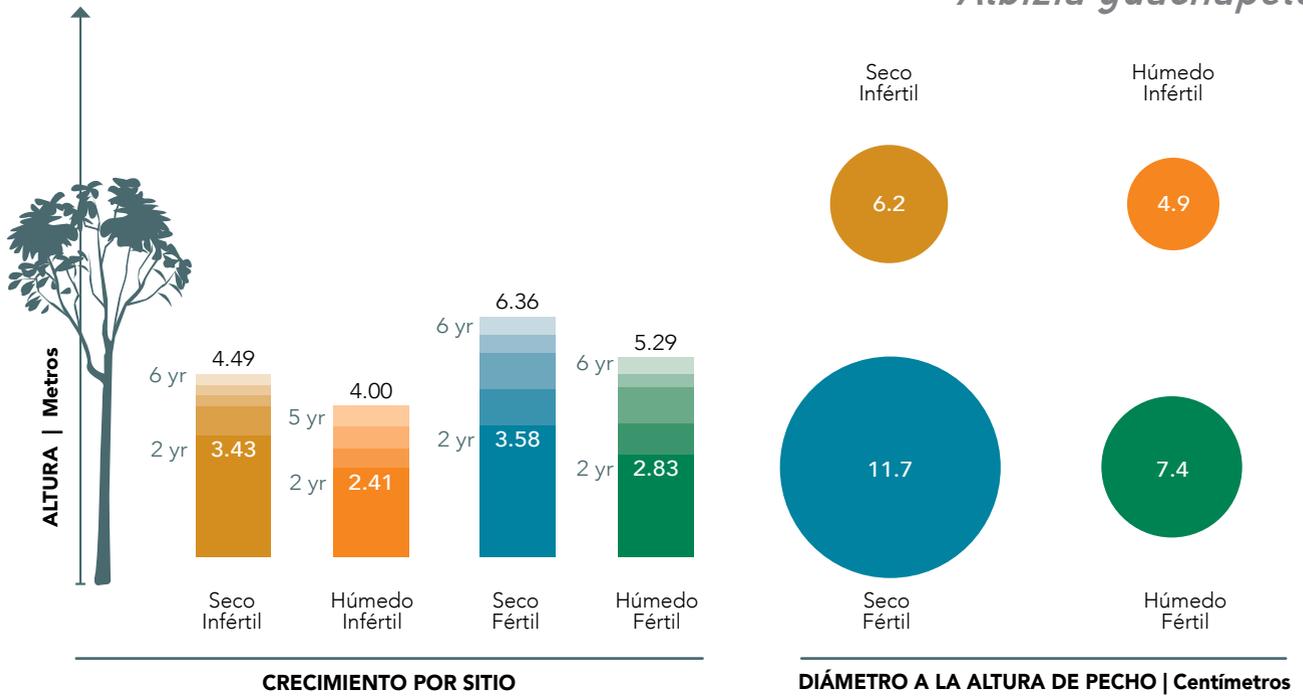
Los datos de diámetro de copa a dos años sugieren que en la mayoría de los sitios puede ser plantado con un espaciado de tres metros.



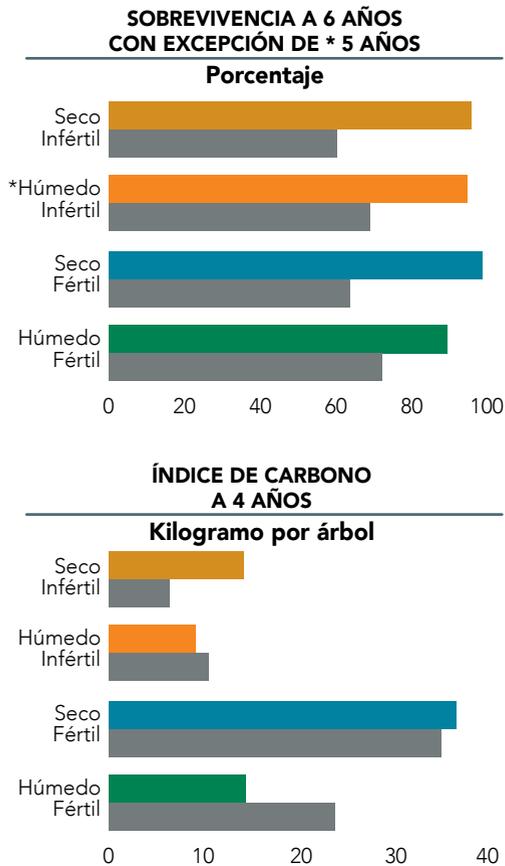
## USOS

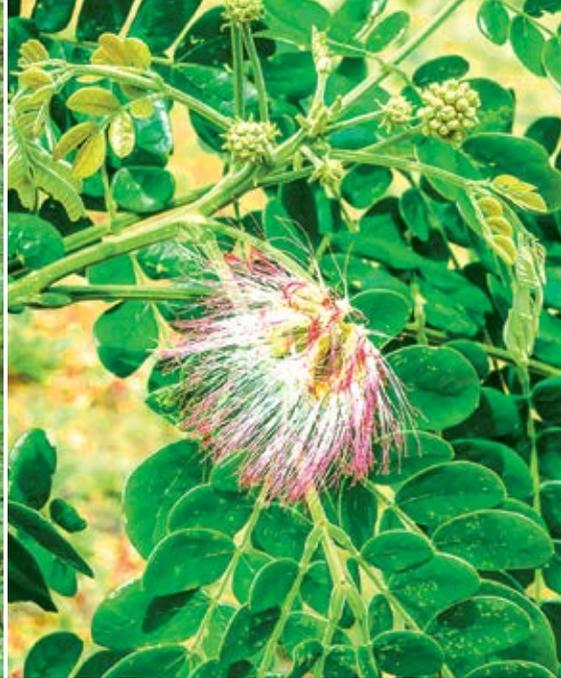
Ebanistería, construcción (rural), leña, suelos de madera, postes, durmientes de ferrocarril, estructuras tempranas de rodales en reforestación, potencial mejora del suelo a través de la fijación de nitrógeno y su uso como fertilizante verde.

# Albizia guachapele



Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima





## NOMBRE CIENTÍFICO

# *Albizia saman*

### FAMILIA

Fabaceae-Mimosoideae

### SINÓNIMO

*Samanea saman*

### NOMBRES COMUNES

Guachapalí, cenízaro (Panamá, Costa Rica); algarrobo (México, Guatemala, Cuba); dormilón guango (Puerto Rico); campano, samán (Colombia, Venezuela).

### DESCRIPCIÓN

*Albizia saman* es un árbol caducifolio de estatura alta (de 20 a 35 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos de baja altitud, desde México hasta Bolivia. En Panamá es común en áreas abiertas y bosques en proceso de regeneración, así como a lo largo del lado Pacífico del país. Mostró alta a muy alta probabilidad de sobrevivencia en los ensayos de selección de especies de PROENA. Independientemente de la precipitación, creció mejor en sitios fértiles, donde logra casi el doble del crecimiento en altura y diámetro observado en sitios infértiles. El crecimiento a cuatro años fue mucho mayor al promedio para todos los sitios menos el húmedo infértil, donde fue equivalente al promedio. También tuvo buen desempeño en ensayos con agricultores en áreas cercanas a los sitios secos, a pesar de los menores valores de fósforo de los suelos agrícolas.

Esta especie tendió a formar copas relativamente estrechas durante su crecimiento temprano, particularmente en sitios infértiles; sin embargo, los diámetros de copa a dos años excedieron los promedios en sitios fértiles. Los índices de carbono a cuatro años excedieron los promedios en todos los sitios menos el húmedo infértil.

### RECOMENDACIONES

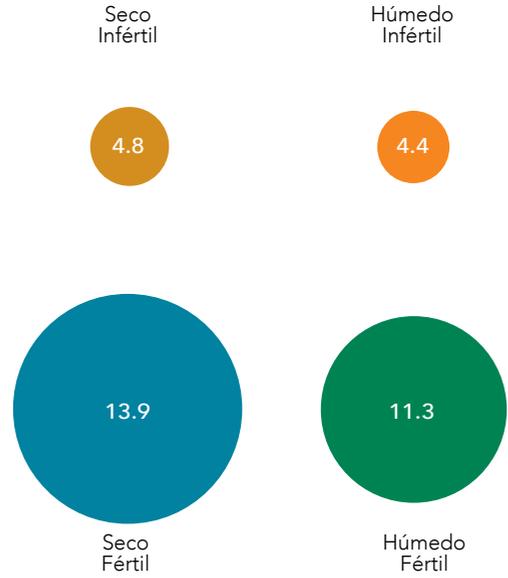
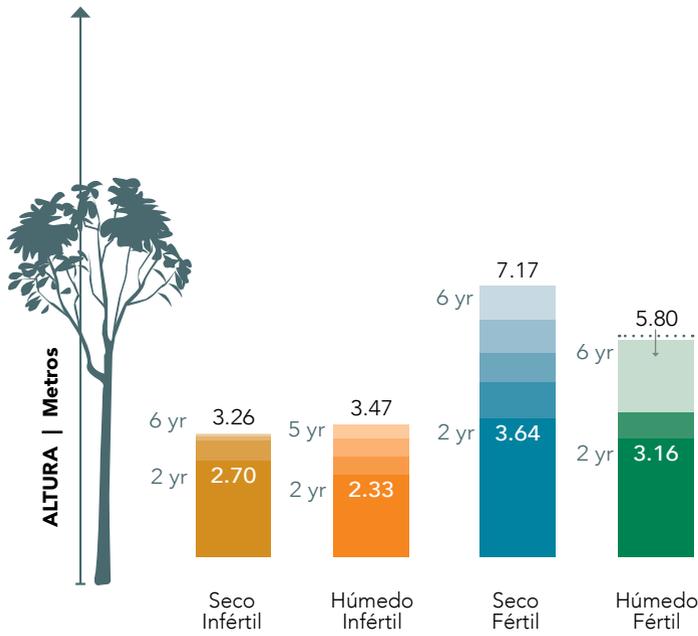
Esta especie de uso múltiple se encuentra frecuentemente en pastizales, ya que tiene una copa amplia y expansiva en la madurez. Los datos de los ensayos agrícolas y de selección de especies de PROENA sugieren que puede ser incorporado en tratamientos de reforestación y restauración, donde sus propiedades de fijación de nitrógeno pueden mejorar la calidad del suelo. No es recomendable su uso a gran escala en sitios infértiles con suelos ácidos sin antes hacer más pruebas. Su altura sugiere que formará parte del dosel en tratamientos de reforestación, pero su tendencia a formar copas amplias y expansivas sugiere que no debe ser plantada en altas densidades. Puede ser útil como nodriza para plantas auxiliares tolerantes a la sombra o para sistemas agroforestales silvopastoriles.



### USOS

Construcción de botes, tablas (decorativas), ebanistería, carpintería, postes de cercas, mueblería (fina), árbol ornamental, estructura del dosel en reforestación, árbol nodriza para especies tolerantes a la sombra, árbol de sombra (en pastizales), potencial mejora del suelo a través de la fijación de nitrógeno y su uso como fertilizante verde.

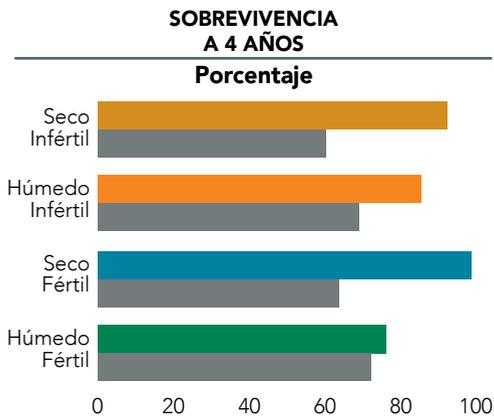
# Albizia saman



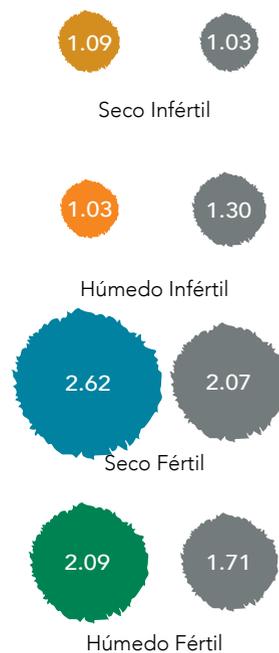
## CRECIMIENTO POR SITIO

## DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima

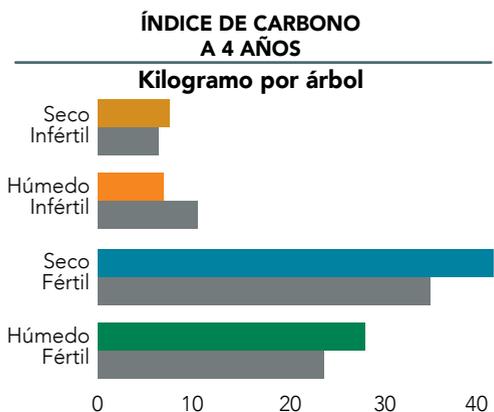


## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS



## ESPACIADO

Esta especie puede ser plantada a tres metros entre vecinos en la mayoría de los sitios, pero su copa sugiere que puede que compita con otras especies de crecimiento rápido a los tres a cuatro años. Un espaciado mínimo de cinco metros es más adecuado para programas de árboles nodriza o silvopastoriles.



Media por sitio  
A. saman



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Anacardium excelsum*

#### FAMILIA

Anacardiaceae

#### NOMBRES COMUNES

Espavé, javillo, cornezuelo (Panamá); espavel (Centroamérica); caracolí (Venezuela, Colombia); marañón (Ecuador).

#### DESCRIPCIÓN

*Anacardium excelsum* es una especie perennifolia de dosel (de 20 a 40 metros) que se encuentra en elevaciones medias a bajas desde Honduras hasta Ecuador. En áreas secas es más común a lo largo de quebradas y ríos. Se distribuye ampliamente en bosques húmedos a muy húmedos. Puede crecer bien a pleno sol y tuvo sobrevivencia alta en los ensayos de PRORENA. Pero tanto en los ensayos de PRORENA como en las plantaciones de Agua Salud, exhibió variabilidad marcada dentro del sitio, probablemente ligado a la humedad del suelo o al nivel de nutrientes. En los ensayos de PRORENA, su mejor crecimiento fue en el sitio seco fértil, el cual recibe pluviosidad abundante en la época lluviosa seguida por una temporada seca larga. El crecimiento en altura a cuatro años fue superior al promedio en los sitios húmedo infértil y el seco fértil, pero fue menor al promedio en los otros dos sitios. En sitios buenos su tendencia fue formar una copa amplia en sus primeros años de desarrollo,

brindando sombra al sotobosque. En sitios menos favorables, no ramificó en los primeros años pero en cambio produjo hojas directamente del tallo, casi verticalmente. El ancho de las copas a dos años fue cercano al promedio en todos los sitios. Los índices de carbono a cuatro años fueron mayores al promedio en los sitios húmedos infértiles y los secos fértiles, y fueron equivalentes al promedio en el sitio seco infértil.

#### RECOMENDACIONES

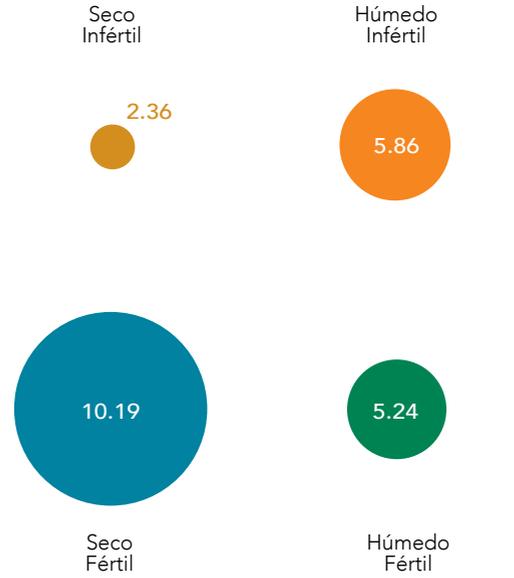
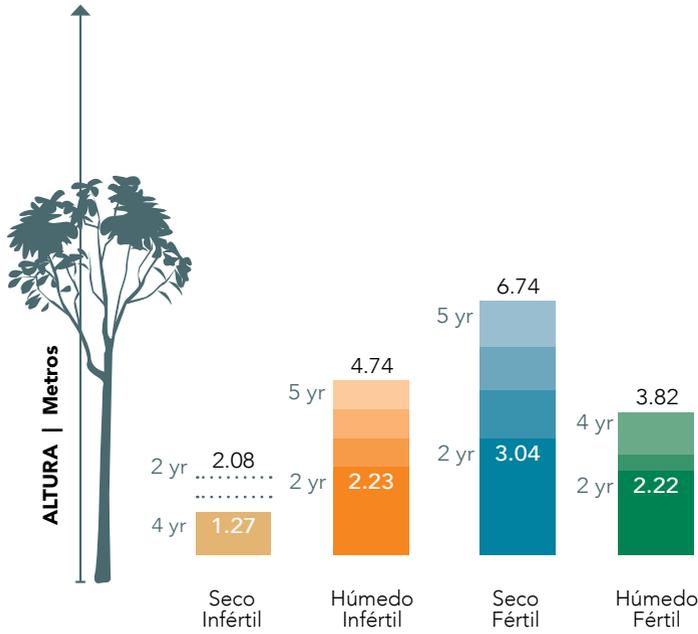
Esta especie es un buen componente de tratamientos de restauración y reforestación en sitios húmedos a muy húmedos, así como adyacente a quebradas en sitios moderadamente secos. Su alta variabilidad en crecimiento dentro de un sitio, particularmente en sitios húmedos infértiles como es Agua Salud, sugiere que no es apropiada para plantaciones con alta densidad en sitios secos y extremadamente infértiles. Sus índices de carbono indican que no es recomendable en áreas secas o infértiles. Dada su distribución natural a lo largo de quebradas, es probable que sea particularmente adecuada para la restauración de riberas.



#### USOS

Canoas (piraguas), construcción, muebles, consumo humano (semillas tostadas), remos, tableros de partículas, árbol ornamental, estructura del dosel en reforestación, restauración y protección de riberas.

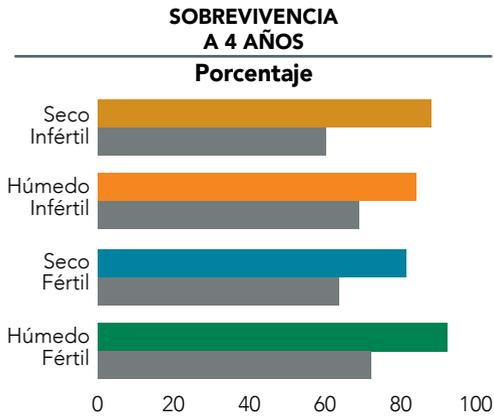
# Anacardium excelsum



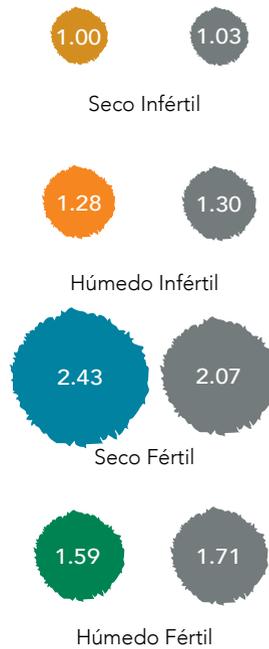
## CRECIMIENTO POR SITIO

## DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima

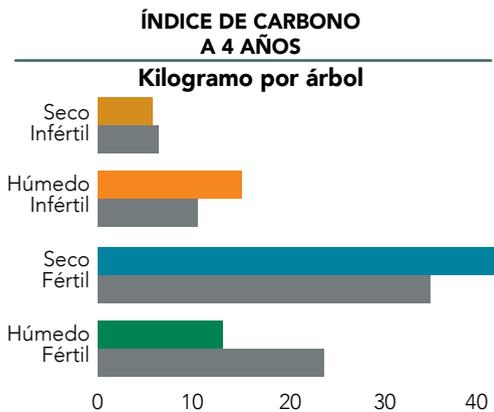


## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS



## ESPACIADO

Los diámetros de las copas a dos años sugieren que esta especie puede ser cultivada con un espaciado de tres metros o menos en la mayoría de los sitios, dependiendo de la arquitectura de las copas de sus vecinos.



Media por sitio  
A. excelsum



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Anacardium occidentale*

#### FAMILIA

Anacardiaceae

#### NOMBRES COMUNES

Marañón (Panamá, Centroamérica, Ecuador, Colombia, Perú); cajú (Brasil); caujil, merey (Venezuela), cashew tree (Norteamérica).

#### DESCRIPCIÓN

*Anacardium occidentale* es un árbol de estatura pequeña (de 5 a 12 metros) perennifolio, que se encuentra en sitios secos a húmedos, a elevaciones medias a bajas, desde México hasta Bolivia. Esta especie mostró sobrevivencia alta a muy alta en todos los ensayos de selección de especies de PRORENA, sobreviviendo mucho más que el promedio. Exhibió su mejor crecimiento de altura y diámetro en los sitios húmedos infértiles y los secos fértiles. El crecimiento a cuatro años fue superior a la media en los sitios infértiles pero mucho menor a la media en sitios fértiles. Esta especie tendió a formar copas cortas y amplias, y exhibió diámetros de copas a dos años que excedieron los promedios en todos los sitios, particularmente aquellos infértiles. Su índice de carbono a cuatro años excedió por mucho los promedios en los sitios infértiles y fue ligeramente menor al promedio en los sitios fértiles.

#### RECOMENDACIONES

Las frutas y semillas de marañón se producen en grandes cantidades para el consumo humano y la silvicultura de esta especie es relativamente bien comprendida. Los datos de los ensayos de PRORENA sugieren que puede ser un componente importante en tratamientos de reforestación y restauración, particularmente en sitios infértiles. En Panamá a menudo se le encuentra en cercas vivas. Sus copas son amplias pero relativamente delgadas, lo que permite que la luz alcance el sotobosque. Puede que ayude a dar estructura de sotobosque en tratamientos de reforestación y restauración, particularmente al aproximarse a su altura máxima y ser sobrepasada por especies de dosel. Sus frutos y semillas proporcionan forraje valioso para animales. Produce aceites que tienen propiedades medicinales, pero que pueden ser tóxicos para algunas personas.

#### ESPACIADO

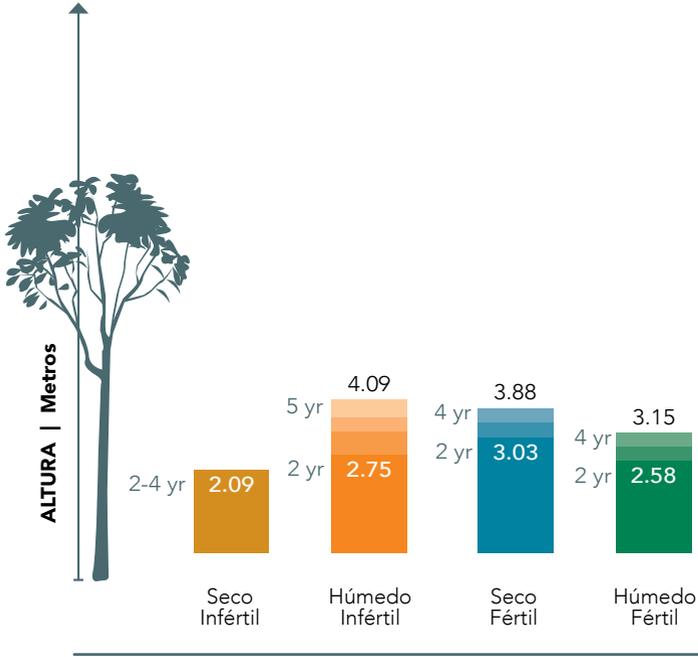
En tratamientos de reforestación, esta especie puede ser plantada en densidades moderadas para ayudar a brindar estructura al sotobosque. El ancho de las copas a dos años sugiere que puede ser plantada con un espaciado de tres metros, pero probablemente será sobrepasada por especies de crecimiento más rápido.



#### USOS

Construcción, consumo humano (frutos, semillas), postes de cercas, leña, forraje (frutas, semillas), muebles, aceite industrial (aceite de la semilla), tinta (resina), cercas vivas, medicinas (semillas, corteza), veneno (corteza), atracción de diversidad animal, estructura de sotobosque en reforestación.

# Anacardium occidentale

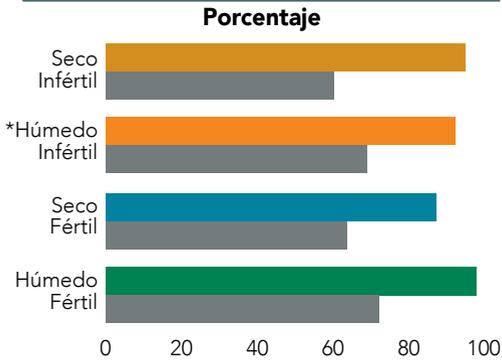


CRECIMIENTO POR SITIO

DIÁMETRO BASAL | Centímetros

Diámetro basal medido a la misma edad de altura máxima

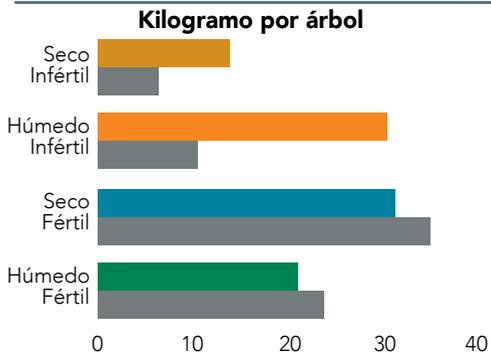
## SOBREVIVENCIA A 4 AÑOS CON EXCEPCIÓN DE \* 5 AÑOS



## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS



## ÍNDICE DE CARBONO A 4 AÑOS



Media por sitio  
A. occidentale



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Astronium graveolens*

#### FAMILIA

Anacardiaceae

#### NOMBRES COMUNES

Zorro, ron-ron, tigrillo, tolerante, cucaracho (Panamá, Costa Rica); ciruelo (Honduras, Guatemala); jovío (México); gusanero (Colombia); aroeira, gonçalo (Brasil).

#### DESCRIPCIÓN

*Astronium graveolens* es un árbol caducifolio de estatura mediana a alta (de 10 a 30 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos, a elevaciones bajas a medias, desde el sur de México hasta Bolivia. Mostró sobrevivencia alta a muy alta en todos los ensayos de PRORENA, con la mayor en el sitio seco fértil y la menor en el sitio seco infértil. Su mejor crecimiento de altura y diámetro fue en el sitio seco fértil, pero el crecimiento de altura en el sitio húmedo fértil también fue marcadamente más alto que en los otros dos sitios infértiles. Sin embargo, su crecimiento de altura a cuatro años fue menor al promedio en todos los sitios. Después de dos años experimentó deterioro y muerte de individuos en el sitio seco infértil. A los dos años formó copas angostas, con diámetros mucho menores a los promedios en todos los sitios. Sus índices de carbono a cuatro años fueron

mucho menores a los promedios en todos los sitios menos el seco infértil, donde fue apenas ligeramente menor al promedio. Vale mencionar que los índices de carbono no tomaron en consideración el deterioro y muerte de individuos mencionado antes, ya que los cálculos estuvieron basados solamente en el diámetro.

#### RECOMENDACIONES

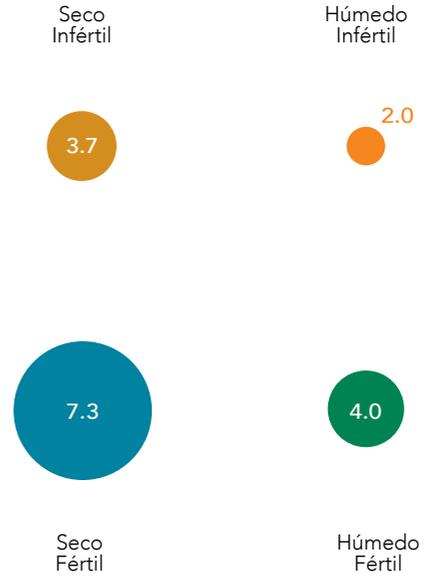
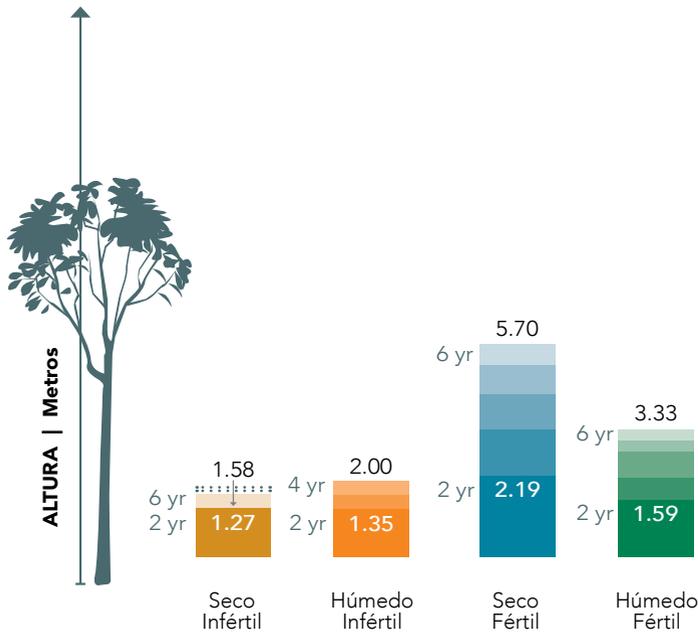
Aunque esta especie se encuentra regularmente en bosques secundarios en el sitio seco fértil, no creció tan bien en los ensayos de PRORENA bajo condiciones de suelo similares, sugiriendo que puede que crezca mejor con sombra parcial, rodeado de especies pioneras. Debido a que demostró una sobrevivencia alta y produce madera densa, de alto valor, es muy probable que sea un buen candidato en tratamientos de restauración y reforestación para captura de carbono a largo plazo, particularmente en sitios secos fértiles. También puede ser utilizado en plantaciones de especies mixtas comerciales, donde su período de rotación será más largo que el de especies que son cosechadas temprano. Su copa angosta sugiere que no es útil para hacer sombra a pastos y a vegetación competidora, pero su crecimiento general en altura y copa sugiere que será un componente útil para el dosel.



#### USOS

Captura de carbono (a largo plazo), carpintería, entarimados, muebles, artesanías, mangos para herramientas, estructura del dosel en reforestación en bosque seco.

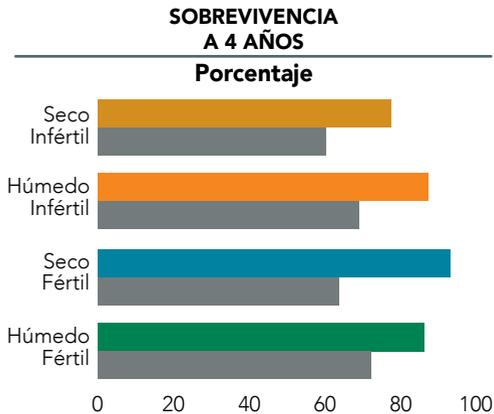
# Astronium graveolens



CRECIMIENTO POR SITIO

DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima

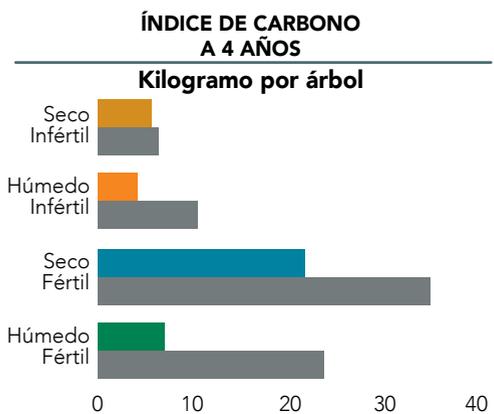


DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS



## ESPACIADO

Datos de la literatura y los ensayos de PRORENA sugieren que esta especie puede ser plantada inicialmente hasta a dos metros de distancia entre vecinos. Pero puede ser sobrepasada por especies con muy alto crecimiento temprano.



Media por sitio  
A. graveolens

## NOMBRE CIENTÍFICO

# *Brosimum alicastrum*

---

## FAMILIA

Moraceae

## NOMBRES COMUNES

Berbá, berba, cacique (Panamá, Costa Rica); ramón (México); charo (Venezuela); mashonaste (Perú).

## DESCRIPCIÓN

*Brosimum alicastrum* es un árbol caducifolio de estatura alta (de 20 a 40 metros) encontrado en bosques secos a húmedos, de elevación baja a media, desde México hasta Bolivia. En Panamá es común en la vertiente del Pacífico. Mostró sobrevivencia escasa a muy escasa en los ensayos de PRORENA, con la mayor en el sitio seco infértil. No fue cultivado en el sitio húmedo fértil. Su crecimiento fue extremadamente bajo, con una disminución en el crecimiento de altura en todos los sitios entre los años dos y cuatro. En el sitio seco fértil sólo alcanzó los 1.3 metros (altura a la cual se toma la medida forestal "diámetro a la altura del pecho") después de cuatro años. Tanto las alturas a cuatro años y los diámetros de las copas a dos años resultaron muy por debajo de los promedios en todos los sitios. Su índice de carbono a cuatro años apenas alcanzó registro. Esta especie crece muy bien en los suelos ricos en calcio de Yucatán, donde con frecuencia fue plantada por los mayas como árbol útil para la alimentación.

## RECOMENDACIONES

Condiciones a plena luz en los ensayos de PRORENA resultaron en sobrevivencia muy escasa; sin embargo, en escenarios de viveros crece más rápido en condiciones de sombra. Esto sugiere que puede que crezca mejor en sombra parcial y que sobreviva mejor si es plantada en el sotobosque de plantaciones con dosel parcialmente cerrado. Debería eventualmente ser componente del dosel en tratamientos de reforestación y restauración.

## ESPACIADO

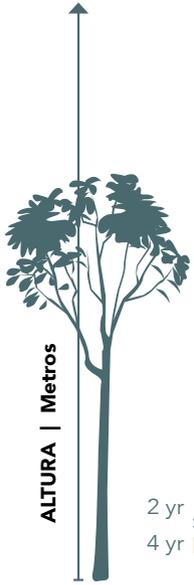
Los datos de la literatura y los ensayos de PRORENA indican que esta especie persiste y crece en sombra parcial o profunda, sugiriendo que puede ser plantada a menos de dos metros de distancia de sus vecinos. A largo plazo, eventualmente llegaría a formar parte del dosel o del subdosel.



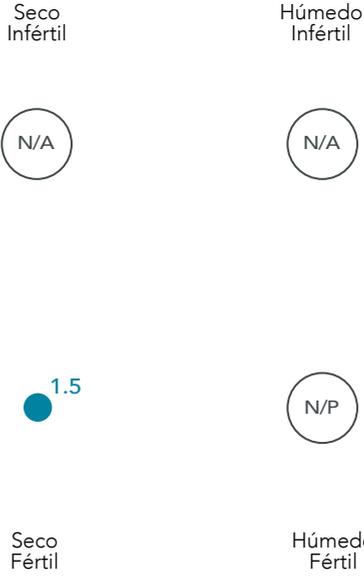
## USOS

Carpintería, entarimados, forraje (hojas, tallos tiernos), muebles, consumo humano (semillas cocinadas, látex), mangos de herramientas, árbol de sombra.

# Brosimum alicastrum



CRECIMIENTO POR SITIO

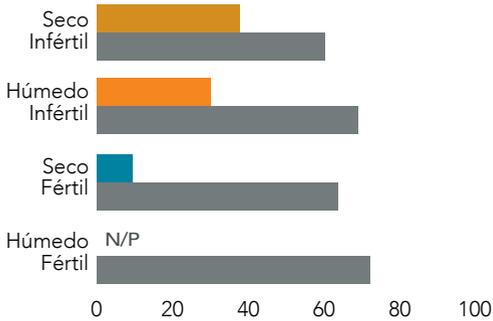


DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima

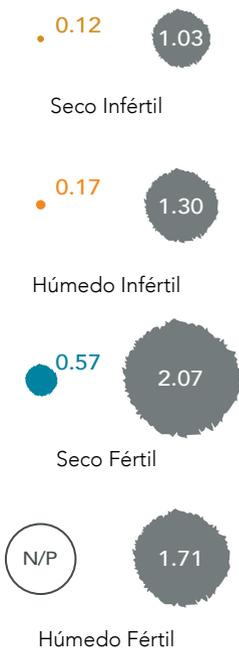
## SOBREVIVENCIA A 4 AÑOS

Porcentaje



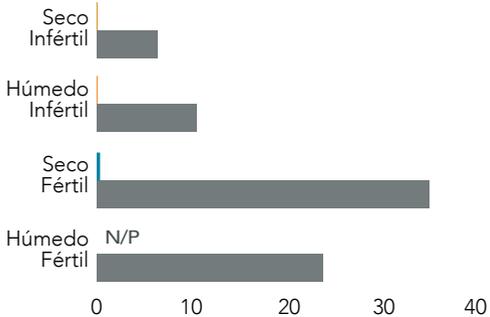
## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS

Metros



## ÍNDICE DE CARBONO A 4 AÑOS

Kilogramo por árbol



Media por sitio  
■ ■ ■ *B. alicastrum*



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Brosimum utile*

#### FAMILIA

Moraceae

#### NOMBRES COMUNES

Sandé, mastate, palo de vaca (Panamá, Costa Rica, Colombia, Venezuela, Ecuador); amapá, caucho macho (Brasil); panguana, leche caspi (Perú).

#### DESCRIPCIÓN

*Brosimum utile* es un árbol perennifolio de estatura alta (de 20 a 40 metros) que se encuentra en bosques húmedos a muy húmedos de elevación baja o mediana, desde Honduras hasta Bolivia. En Panamá es común en la vertiente del Caribe. Sólo fue plantado en el sitio húmedo fértil de los sitios de ensayo de selección de especies de PRORENA, donde su sobrevivencia fue baja. Para los individuos sobrevivientes, el crecimiento de altura y diámetro fueron bajos, pero mostraron un incremento sostenido en el tiempo. El crecimiento a cuatro años fue mucho menor que el promedio en el sitio húmedo fértil. El diámetro de copas a dos años fue menos de la mitad que el promedio en el sitio húmedo fértil. El índice de carbono a cuatro años también fue muy bajo, comparado al promedio de las especies en el sitio.

#### RECOMENDACIONES

La baja sobrevivencia y el crecimiento lento de esta especie en el sitio húmedo fértil, sugieren que no debería ser un componente mayor en los tratamientos de restauración y reforestación, cuando es cultivado a plena luz del sol. Para crecer bien en viveros requiere de sombra, lo que sugiere que le puede ir mejor sembrado en el sotobosque, donde por lo menos hay sombra parcial.

#### ESPACIADO

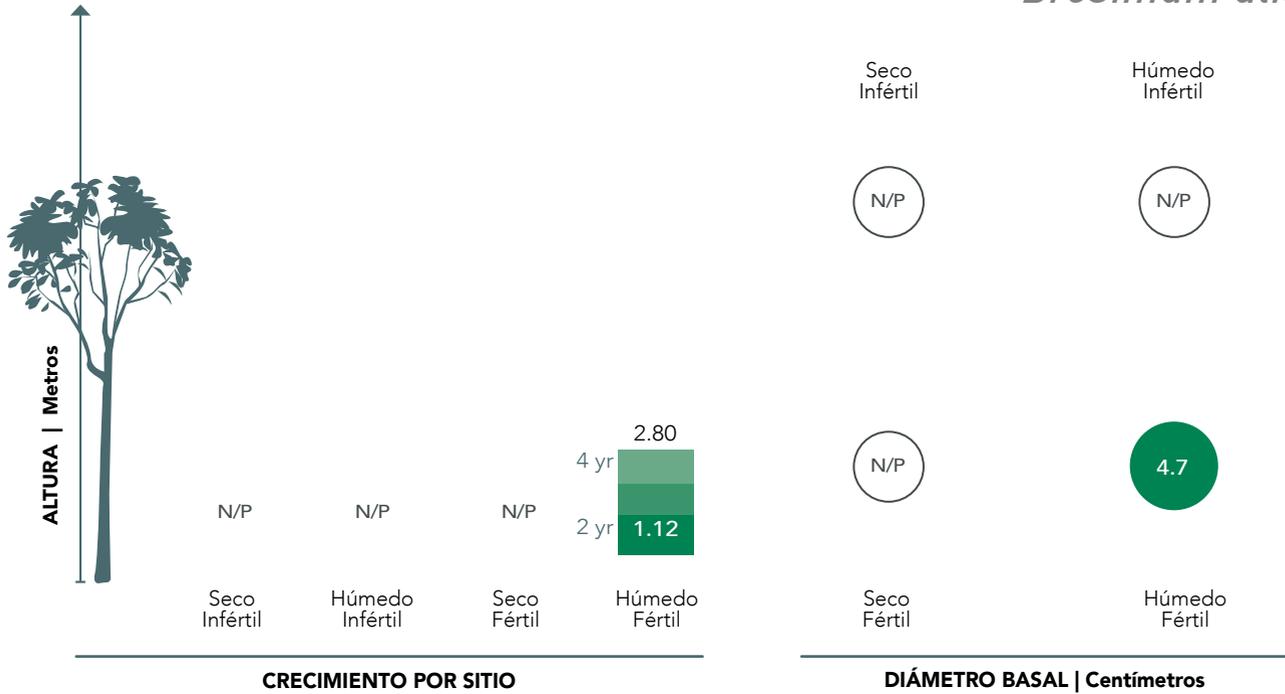
Los datos de la literatura y ensayos de PRORENA indican que esta especie persiste y crece en sombra parcial o profunda, lo que sugiere que puede ser plantada a menos de dos metros de distancia bajo árboles de sombra. A largo plazo, eventualmente llegará a formar parte del dosel del bosque.



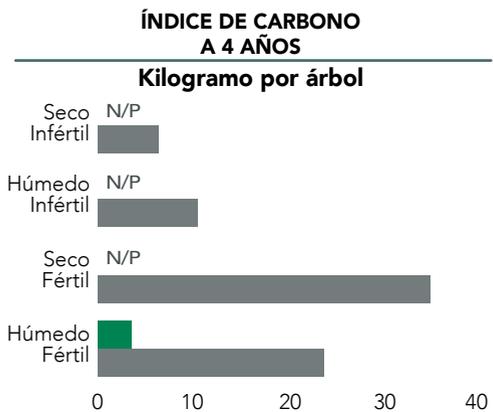
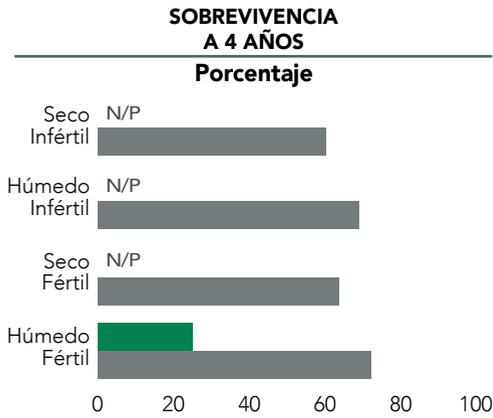
#### USOS

Cajas, carpintería, madera aglomerada, consumo humano (semillas cocinadas), medicinas (resina), pulpa para papel.

# Brosimum utile



Diámetro basal medido a la misma edad de altura máxima





#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Byrsonima crassifolia*

#### FAMILIA

Malpighiaceae

#### NOMBRES COMUNES

Nance (Panamá, Costa Rica, Nicaragua, México); tapal (Guatemala); murici (Brasil); chaparro (Colombia, Venezuela).

#### DESCRIPCIÓN

*Byrsonima crassifolia* es un árbol de estatura pequeña (de 5 a 15 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos de elevación baja a media. Mostró sobrevivencia moderada a alta en los ensayos de PRORENA, con la mayor en los sitios infértiles. Creció mejor en el sitio húmedo infértil, pero los individuos sobrevivientes en el sitio seco fértil fueron los segundos más altos. El crecimiento a cuatro años superó con creces el promedio de los sitios infértiles. Exhibió crecimientos en altura y diámetro sostenidos en el sitio seco infértil, el promedio del diámetro fue apenas ligeramente menor que el del sitio húmedo fértil. El diámetro de copa a dos años excedió los promedios por mucho en ambos sitios infértiles, y también fue más ancho de lo normal en el sitio húmedo infértil. Los índices de carbono a cuatro años fueron menores al promedio en los sitios fértiles, pero fueron dos veces el promedio en el sitio seco infértil y tres veces el promedio del húmedo infértil.

#### RECOMENDACIONES

Los datos de los ensayos de PRORENA sugieren que esta especie es más adecuada para tratamientos de restauración y reforestación en sitios infértiles, donde además puede contribuir a una acelerada captura de carbono. Puede servir para cubrir el suelo rápidamente así como para dar estructura a bosques jóvenes, a medida que especies más altas la sobrepasen. En Panamá los frutos de nance son altamente apreciados. Ya que prosperó en los sitios infértiles de los ensayos, también puede ser considerada para mezclas agrícolas y jardines de casa en suelos de infertilidad similar, o para la reforestación destinada a crear hábitats de vida silvestre.

#### ESPACIADO

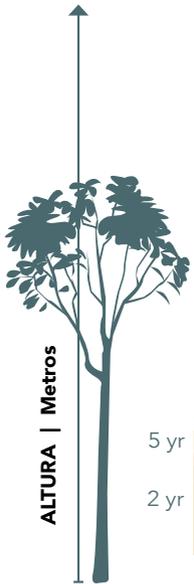
Esta especie puede ser plantada con un espaciado inicial de tres metros y posiblemente menos de eso, en sitios secos infértiles. El árbol es un buen componente estructural y de hábitat de rodales de sotobosque en plantaciones mixtas, cuando es plantado bajo árboles de sombra o adyacente a especies de dosel tolerantes a la sombra.



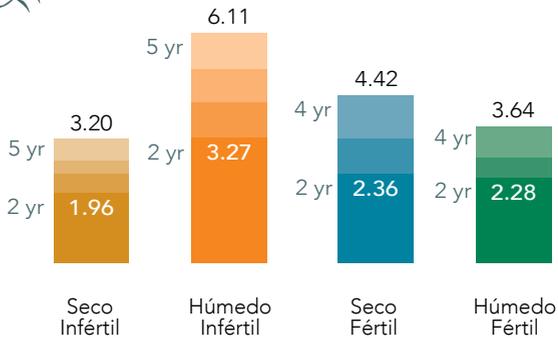
#### USOS

Captura de carbono, carpintería, carbón, leña, pisos, muebles, consumo humano (frutos), producción de miel, medicinas (corteza), árbol ornamental, veneno (para la pesca, ramas picadas), curtiembre (corteza), atracción de diversidad animal, estructura temprana de rodal en reforestación, árbol de sombra en viveros para especies tolerantes, árboles de sombra (fincas, jardines).

# Byrsonima crassifolia



ALTURA | Metros



CRECIMIENTO POR SITIO

Seco Infértil

Húmedo Infértil

3.6

8.4

5.2

4.0

Seco Fértil

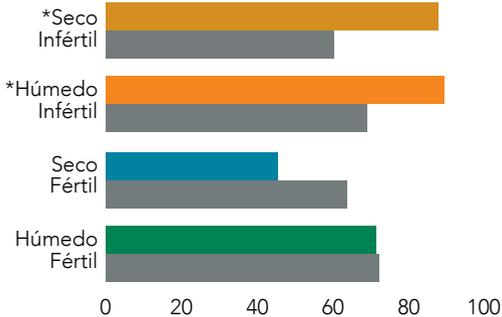
Húmedo Fértil

DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima

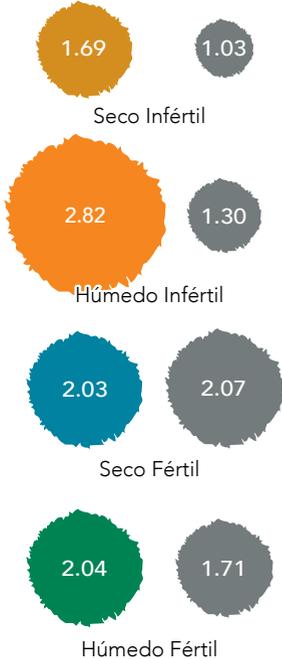
## SOBREVIVENCIA A 4 AÑOS CON EXCEPCIÓN DE \* 5 AÑOS

Porcentaje



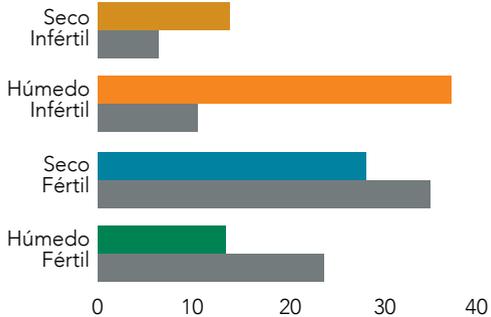
## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS

Metros



## ÍNDICE DE CARBONO A 4 AÑOS

Kilogramo por árbol



Media por sitio  
B. crassifolia



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Calophyllum brasiliense*

#### FAMILIA

Clusiaceae (Estudios moleculares recientes colocan a esta especie entre las Calophyllaceae).

#### NOMBRES COMUNES

María (Panamá, Centroamérica); barí (México); guanandi, jacareúba (Brasil, Argentina); aceite maría (Colombia); lagarto-caspi (Perú).

#### DESCRIPCIÓN

*Calophyllum brasiliense* un árbol perennifolio de estatura alta (de 10 a 35 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos de elevación baja, desde México hasta Argentina. Comúnmente se encuentra a lo largo de arroyos o riberas y áreas pantanosas. En los ensayos sobrevivió poco en los sitios secos, pero su sobrevivencia fue equivalente al promedio del sitio en el húmedo fértil. Su crecimiento en altura y diámetro fue bastante menor al promedio en todos los sitios, con su mejor desempeño en los sitios húmedos. La especie tuvo copas muy angostas, con diámetros a dos años mucho menores a la mitad de los promedios en todos los sitios, salvo el húmedo infértil, donde fue la mitad del promedio. Sus índices de carbono a cuatro años fueron todos mucho menores a los promedios, con el valor más alto en el sitio húmedo infértil, y el segundo más alto en húmedo fértil.

#### RECOMENDACIONES

Dado su desempeño en los ensayos, y que a menudo esté asociada con áreas húmedas inundables, esta especie es recomendada para reforestación y restauración a lo largo de arroyos, ríos, manglares, o áreas de alta pluviosidad. A pesar de que sólo uno de cada tres árboles sobrevivió en el sitio húmedo infértil, su crecimiento sostenido durante el período de ensayos sugiere que continuará creciendo en combinación con otras especies de crecimiento más acelerado.

#### ESPACIADO

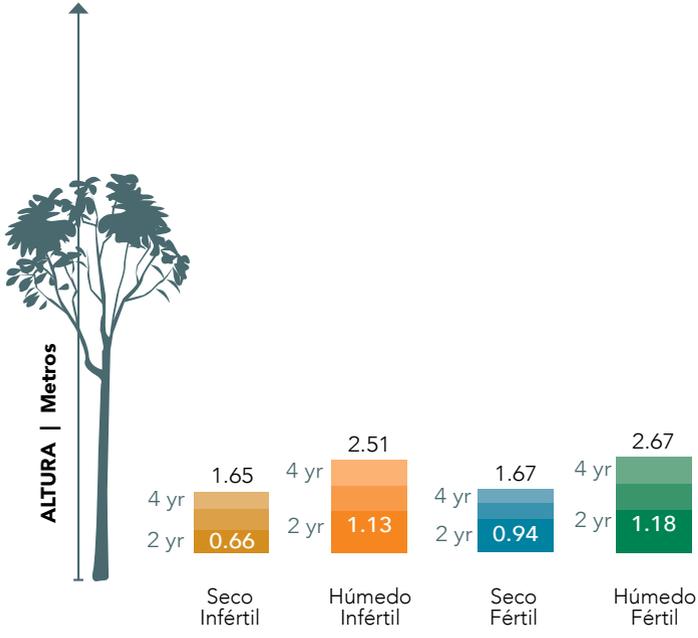
Los datos de viveros y ensayos de PRORENA sugieren que puede ser plantada relativamente cerca a sus vecinos en suelos húmedos a muy húmedos, como árbol maderable de dosel, de crecimiento lento y sucesión tardía.



#### USOS

Carpintería, pisos, muebles (finos), medicinas (resina), árbol ornamental, postes, árbol de sombra (en plantaciones de café y cacao), restauración y protección de riberas.

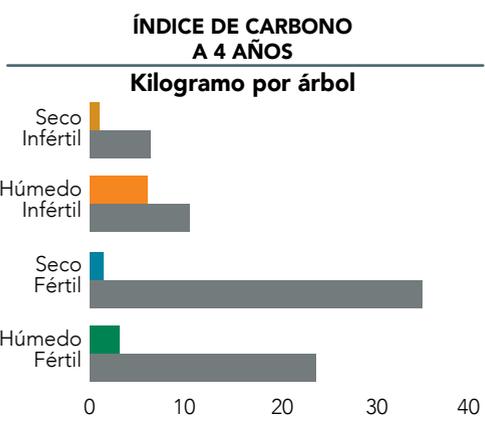
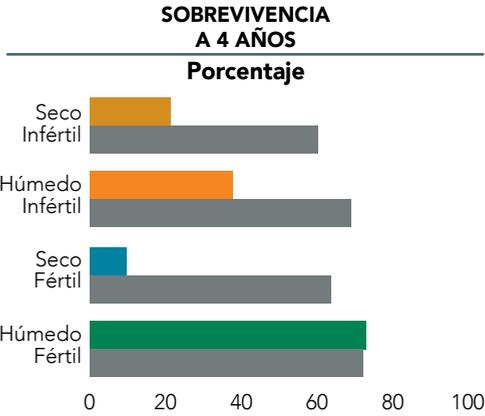
# Calophyllum brasiliense



CRECIMIENTO POR SITIO

DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima



Media por sitio  
C. brasiliense



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Calophyllum longifolium*

#### FAMILIA

Clusiaceae (Estudios moleculares recientes colocan a esta especie entre las Calophyllaceae).

#### NOMBRES COMUNES

María, santa maría, calaba (Panamá, Costa Rica).

#### DESCRIPCIÓN

*Calophyllum longifolium* es un árbol perennifolio de estatura alta (de 20 a 40 metros), nativo de África que fue introducido a Panamá y al resto de Centroamérica. En Panamá crece en elevaciones bajas, a menudo cerca de la costa, en bosques húmedos a muy húmedos. También se encuentra en el bosque de la Isla de Barro Colorado. Fue cultivado en todos los sitios de ensayo de PRORENA menos el seco infértil. Ningún individuo sobrevivió tras cinco años en el sitio seco fértil. La sobrevivencia fue muy baja en el sitio húmedo infértil y baja en el húmedo fértil. El crecimiento en altura y diámetro en el sitio húmedo infértil superó por mucho aquel del sitio húmedo fértil, con individuos sobrevivientes que excedieron el promedio de altura a cuatro años. Los diámetros de copa a dos años fueron muy por debajo de los promedios en los tres sitios donde fue plantado. Su índice de carbono a cuatro años fue muy por debajo del promedio en el sitio húmedo fértil y un poco menor al promedio en el sitio húmedo infértil.

#### RECOMENDACIONES

A pesar de que esta especie experimentó mortalidad casi total en los ensayos de PRORENA, los individuos sobrevivientes crecieron razonablemente bien en el sitio húmedo infértil, el cual recibe mucha más lluvia que el húmedo fértil. La especie puede que sobreviva mejor en densidades menores a aquellas de los ensayos de PRORENA. Ya que sus frutos son consumidos por animales dispersores de semillas, si se planta en densidades bajas puede incrementar la diversidad y atraer frugívoros a lugares en restauración, en sitios húmedos a muy húmedos.

#### ESPACIADO

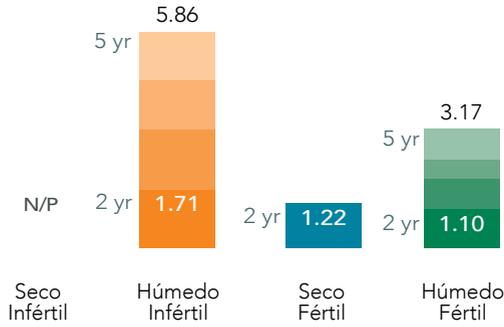
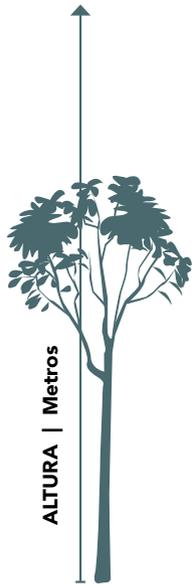
Los datos de la literatura y de PRORENA sugieren que esta especie puede ser plantada a menos de dos metros entre vecinos, con sombra parcial a profunda, manteniendo su sobrevivencia y crecimiento.



#### USOS

Carpintería, pisos, muebles, medicinas (resina), madera contrachapada, durmientes de ferrocarril, mangos de herramientas, atracción de diversidad animal, estructura del dosel en reforestación.

# Calophyllum longifolium



CRECIMIENTO POR SITIO

Seco Infértil



Húmedo Infértil



Seco Fértil



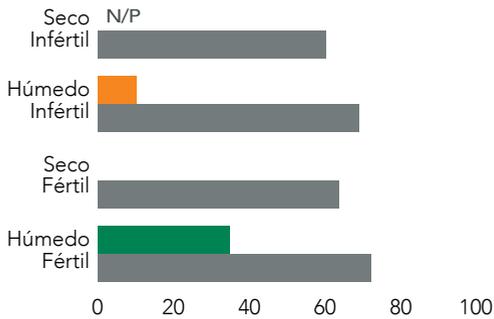
Húmedo Fértil

DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima

## SOBREVIVENCIA A 4 AÑOS

Porcentaje



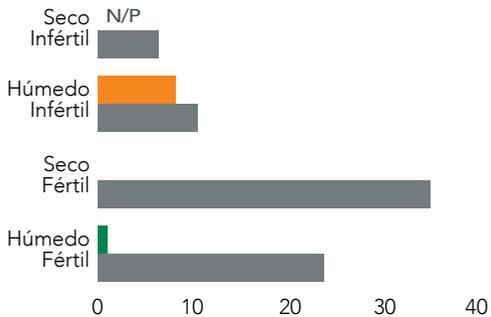
## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS

Metros



## ÍNDICE DE CARBONO A 4 AÑOS

Kilogramo por árbol



Media por sitio  
C. longifolium



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Calycophyllum candidissimum*

#### FAMILIA

Rubiaceae

#### NOMBRES COMUNES

Madroño, alazano, lluvia de plata, salamo (Pánama, Costa Rica, Nicaragua); limoncillo, dégame, camarón, araguato, betún (Centroamérica).

#### DESCRIPCIÓN

*Calycophyllum candidissimum* es un árbol caducifolio de estatura alta (de 10 a 30 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos de elevación baja, desde Guatemala hasta Panamá. En los ensayos sobrevivió muy bien en sitios fértiles, mientras que su sobrevivencia en los infértiles fue cerca del 50 por ciento. El crecimiento en altura y diámetro fue mucho mejor en sitios fértiles. En los sitios infértiles, el crecimiento en altura declinó después de dos años, sin que ningún individuo del sitio seco infértil alcanzara la marca de altura de pecho de 1.3 metros, utilizada para mediciones forestales. Esta especie formó copas estrechas, con diámetros de copa a dos años en los sitios fértiles ligeramente menores al promedio y aquellos en los sitios infértiles mucho menores al promedio. Los índices de carbono a cuatro años fueron justo menores al promedio en los sitios fértiles y mucho menores al promedio en los infértiles.

#### RECOMENDACIONES

Los datos sugieren que esta especie no es adecuada para sitios infértiles, pero sobrevive y crece mejor que la mayoría de las especies en los sitios fértiles de los ensayos de PRORENA. Es recomendable en programas de restauración y reforestación en suelos relativamente fértiles, como una futura especie de dosel. Su copa relativamente estrecha sugiere que no va a proporcionar sombra profunda. Su crecimiento en altura se desaceleró marcadamente entre los años cuatro y seis, quizás debido al cierre de la copa y a la competencia, o a otro factor desconocido. Por esto, cuando el objetivo es la diversidad, probablemente debería ser utilizado en densidades bajas a moderadas.

#### ESPACIADO

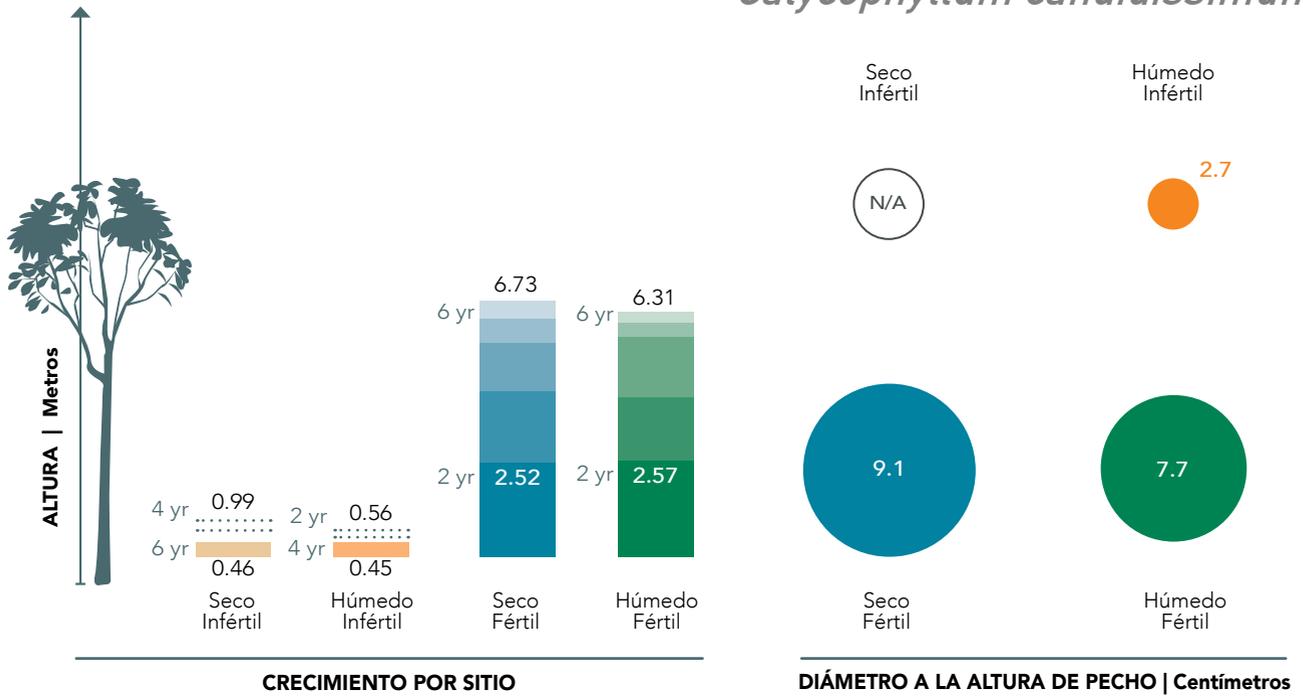
Esta especie puede ser plantada a tres metros entre vecinos de la misma especie o de otras. O a mayor distancia, si corre el riesgo de ser sobrepasada por árboles de crecimiento rápido.



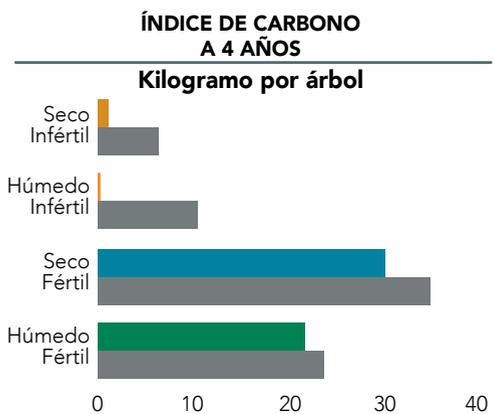
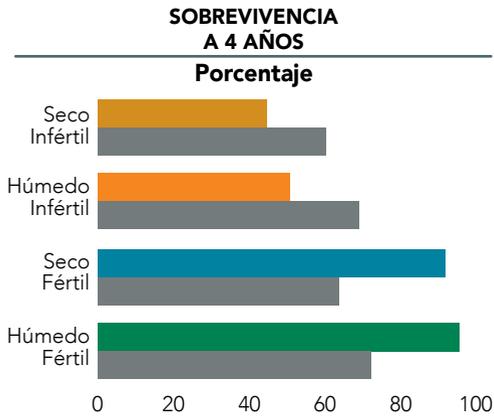
#### USOS

Construcción (pesada), postes de cercas, pisos (finos), producción de miel, árbol ornamental, mangos de herramientas, estructura del dosel en reforestación.

# *Calycophyllum candidissimum*



Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima





#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Carapa guianensis*

#### FAMILIA

Meliaceae

#### NOMBRES COMUNES

Tangaré, cedro bateo, bateo (Panamá, Costa Rica); andiroba (Brasil, Paraguay, Perú); figueroa (Ecuador); güino, mazabalo (Colombia); carapa (Guyana Francesa).

#### DESCRIPCIÓN

*Carapa guianensis* es un árbol perennifolio de estatura mediana a alta (de 20 a 40 metros) que se encuentra en bosques húmedos y muy húmedos de elevación baja a media, desde Guatemala hasta Perú. Es común en bosques inundados por temporadas, en remansos de zonas inundables y en estuarios de mareas salobres. De los cuatro ensayos, sólo fue plantado en los dos sitios húmedos, donde exhibió baja sobrevivencia. Los individuos que sobrevivieron crecieron poco, con un crecimiento de altura a cuatro años mucho menor a los promedios del sitio. En el sitio húmedo fértil ningún árbol alcanzó el la altura de 1.3 metros para medir el diámetro a la altura del pecho - la altura promedio fue la mitad de lo que fue en el sitio húmedo infértil. Los diámetros de copa a dos años fueron menos de la mitad de los promedios de ambos sitios. El índice de carbono a cuatro años en el sitio húmedo infértil fue ligeramente más que la mitad del promedio del sitio.

#### RECOMENDACIONES

Esta especie de uso múltiple creció deficientemente en los ensayos de PRORENA, con datos que sugieren que es más sensible a la humedad del suelo que a la fertilidad del mismo, ya que creció mejor en el sitio infértil más húmedo. A pesar del crecimiento relativamente rápido en el vivero, la sobrevivencia subsiguiente en plantaciones fue pobre. Ya que requirió de sombra para desarrollarse en el vivero, puede que su desempeño mejore cuando se planta en sombra parcial, por lo menos. Hasta que se entiendan mejor las barreras de sobrevivencia y crecimiento, no es recomendable en plantaciones de gran escala en zonas de restauración y reforestación. Sin embargo, puede ser incorporado a modo de prueba en zonas inundables ribereñas, tal vez intercalado o adyacente a especies vecinas con copas amplias y delgadas.

#### ESPACIADO

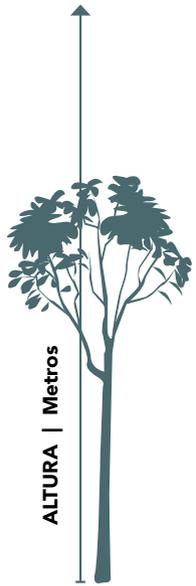
Con pocos ejemplares sobrevivientes en los ensayos, no se puede confiar en los datos de diámetro de copa a dos años para poder obtener con exactitud los lineamientos de espaciado. Los datos sugieren que puede ser plantada muy cerca de vecinos con copas amplias, pero estas especies la sobrepasarán rápidamente.



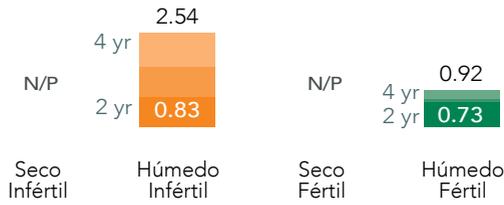
#### USOS

Carpintería, ebanistería, construcción, pisos, medicinas (corteza), aceite (semillas), árbol ornamental, madera contrachapada, veneno (semillas).

# Carapa guianensis



ALTURA | Metros



CRECIMIENTO POR SITIO

Seco Infértil

N/P

Húmedo Infértil

3.4

N/P

N/A

Seco Fértil

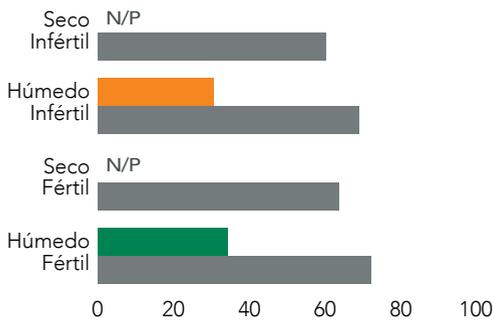
Húmedo Fértil

DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima

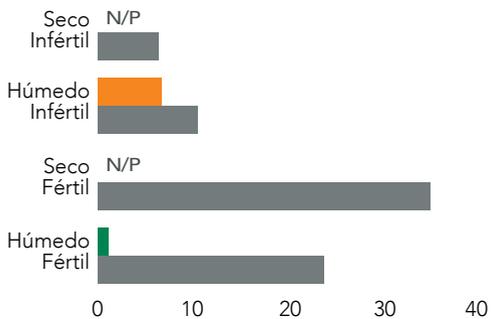
## SOBREVIVENCIA A 4 AÑOS

Porcentaje



## ÍNDICE DE CARBONO A 4 AÑOS

Kilogramo por árbol



## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS

Metros



Media por sitio

C. guianensis



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Cassia grandis*

#### FAMILIA

Fabaceae-Caesalpinioideae

#### NOMBRES COMUNES

Caña fístula (Panamá, Colombia); carao (Nicaragua); bukut (Belice, Guatemala); carago (El Salvador, Honduras); cañandong (Cuba); casia caballo (Perú); cássia-rosa, cássia-grande (Brasil).

#### DESCRIPCIÓN

*Cassia grandis* es un árbol caducifolio de estatura mediana (de 15 a 25 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos, en elevaciones bajas, desde México hasta Bolivia. En Panamá es común en áreas abiertas y pastizales. En los ensayos de PRORENA exhibió sobrevivencia alta en todos los sitios menos en seco infértil, donde demostró sobrevivencia moderada. Su crecimiento fue mejor en el sitio seco fértil, con un crecimiento de altura superior al promedio; todos los otros sitios mostraron crecimiento de altura menor a la media. Los valores de altura y diámetro en el sitio húmedo fértil fueron ligeramente mejores a los del sitio húmedo infértil.

El diámetro de la copa a dos años fue marcadamente más amplio que el promedio en el sitio seco fértil, pero menor a los promedios en todos los otros sitios. El índice de carbono a cuatro años fue ligeramente mayor al promedio en el sitio seco fértil, mas muy por debajo del promedio en todos los otros sitios.

#### RECOMENDACIONES

Esta es una especie de uso múltiple, comúnmente encontrada en fincas. Datos de los ensayos de PRORENA sugieren que sobrevive bien en todos menos los sitios de mayor humedad y con falta de nutrientes, y por esto se recomienda para iniciativas de reforestación en sitios fértiles y áreas moderadamente secas, donde puede formar parte del dosel y del subdosel.

#### ESPACIADO

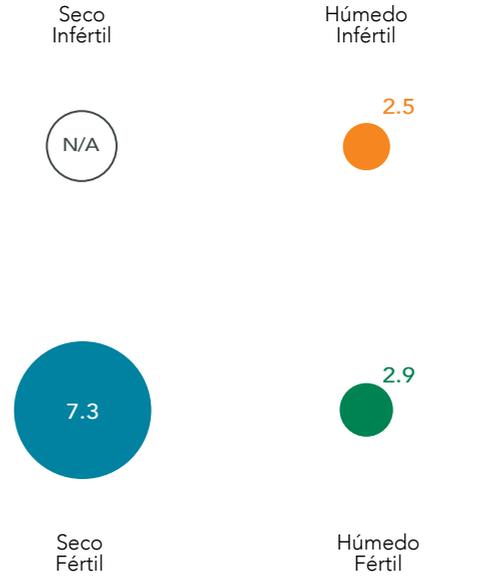
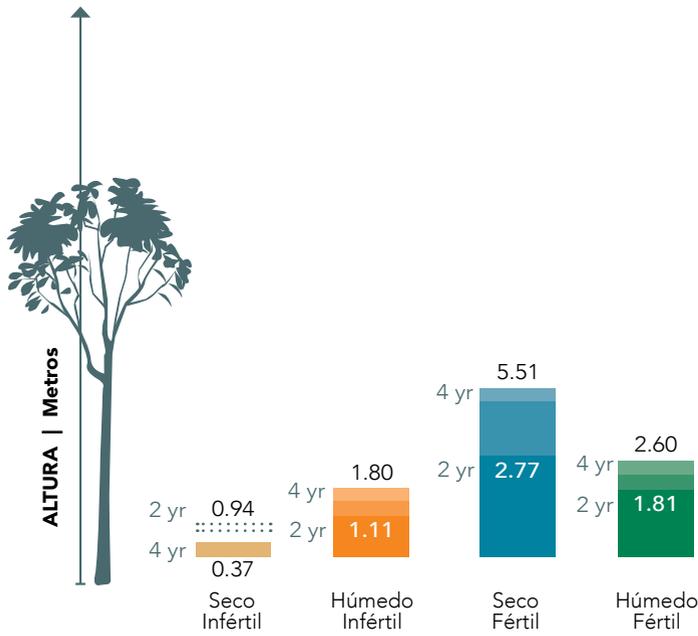
Los datos de diámetro de copa a dos años, sugieren que el espaciado debería ser por lo menos de tres metros en sitios secos fértiles, pero menos en otros sitios.



#### USOS

Carpintería, postes de cercas, forraje (frutas), consumo humano (frutas, semillas tostadas), medicinas (hojas, frutas, semillas, corteza), árbol ornamental, cultivo intercalado de zonas secas en agroforestería, subdosel o dosel en áreas bajo reforestación.

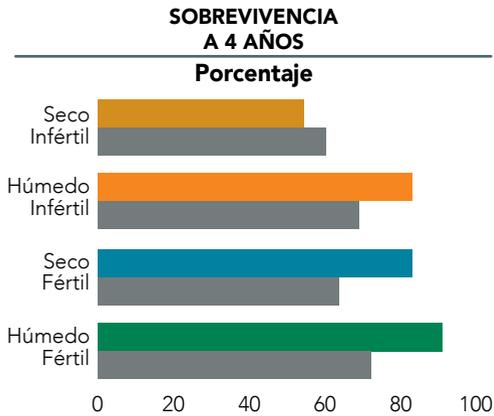
# Cassia grandis



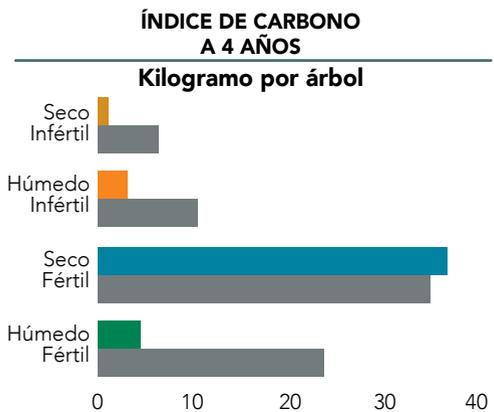
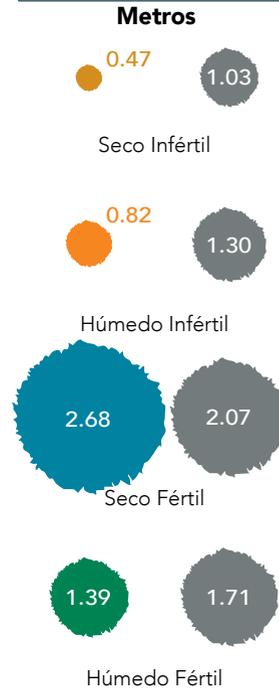
CRECIMIENTO POR SITIO

DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima



DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS



Media por sitio  
C. grandis



#### NOMBRE CIENTÍFICO

***Cassia moschata***

#### FAMILIA

Fabaceae-Caesalpinioideae

#### NOMBRES COMUNES

Casia amarilla, carao, caña fístula (Panamá, Costa Rica).

#### DESCRIPCIÓN

*Cassia moschata* es un árbol caducifolio de estatura pequeña a mediana (de 5 a 25 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos de baja elevación, desde México hasta Bolivia. En Panamá es común en bosques secundarios secos y a lo largo de carreteras. En los ensayos exhibió sobrevivencia moderada, con la mayor en el sitio húmedo infértil. Creció mejor en los sitios seco fértil y húmedo infértil. El crecimiento de altura a cuatro años fue superior a la media en el sitio húmedo infértil y equivalente al promedio en el seco fértil. El crecimiento en los otros dos sitios quedó rezagado con un crecimiento de altura mucho menor al promedio. Con la excepción del sitio húmedo fértil, los diámetros de copa a dos años fueron mucho mayores al promedio, en particular en el sitio húmedo infértil. Sus índices de carbono a cuatro años fueron menores al promedio en todos los sitios menos el húmedo infértil, donde fue casi el doble del promedio.

#### RECOMENDACIONES

Los valores en los índices de sobrevivencia, crecimiento y carbono en los ensayos de PRORENA sugieren que puede ser utilizada en densidades moderadas en sitios húmedos infértiles y posiblemente en sitios secos fértiles. Puede brindar, en comparación a otras especies, rápidamente una cubierta de sombra al manto vegetal que crece a nivel del suelo. Con el tiempo también puede ayudar a crear la estructura del bosque. Se desconoce su comportamiento en suelos ácidos.

#### ESPACIADO

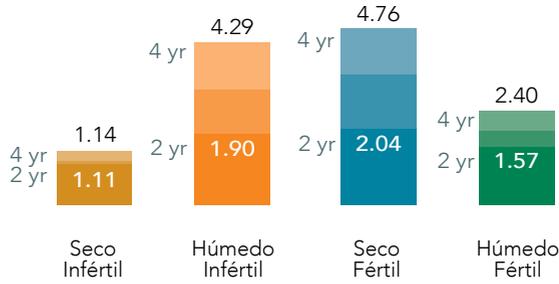
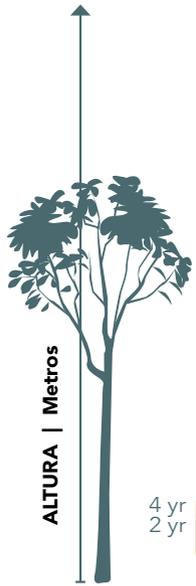
Los datos sugieren que puede ser plantada a tres metros entre vecinos en sitios húmedos infértiles y secos fértiles. En otros sitios el espaciado se reduce a dos metros.



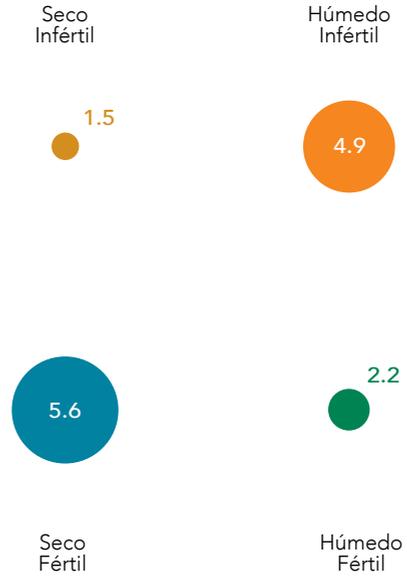
#### USOS

Postes de cercas, leña, árbol ornamental, cubierta temprana de dosel en reforestación, estructura de sotobosque y subdosel en reforestación. Se cree que fija nitrógeno atmosférico.

# Cassia moschata

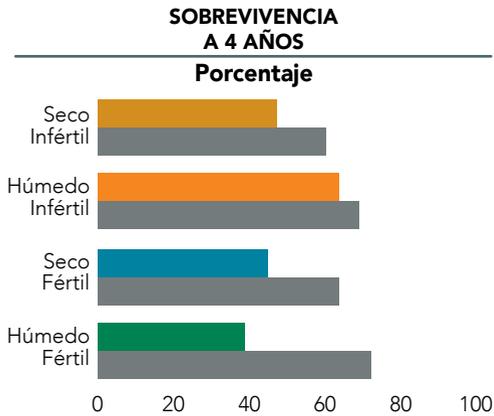


**CRECIMIENTO POR SITIO**



**DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros**

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima



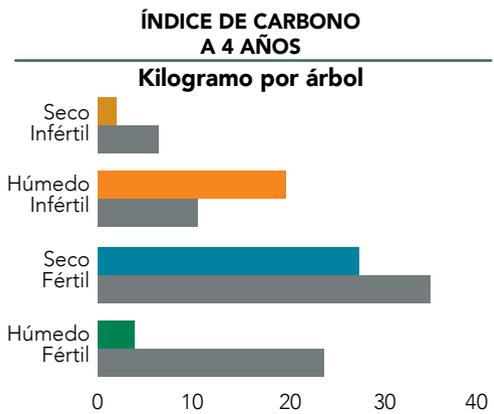
**SOBREVIVENCIA A 4 AÑOS**

Porcentaje



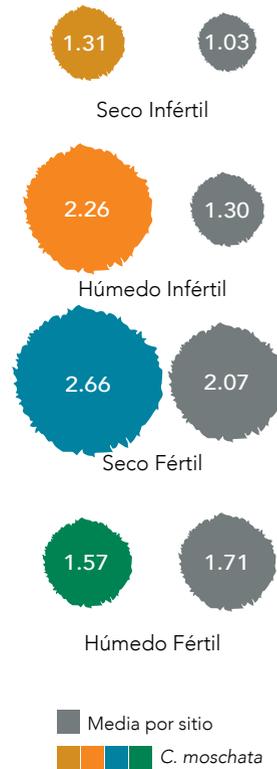
**DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS**

Metros



**ÍNDICE DE CARBONO A 4 AÑOS**

Kilogramo por árbol



Media por sitio  
C. moschata



## NOMBRE CIENTÍFICO

# *Cedrela odorata*

## FAMILIA

Meliaceae

## NOMBRES COMUNES

Cedro, cedro amargo, cedro cebolla, cedro americano, cedro rojo (Panamá, Centro y Suramérica).

## DESCRIPCIÓN

*Cedrela odorata* es un árbol de estatura alta de dosel caducifolio (de 25 a 35 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos de tierras bajas, desde México hasta Argentina. En Panamá es común en bosques secos de la costa Pacífica. Sobrevivió mejor en el sitio húmedo fértil y creció marcadamente mejor en sitios fértiles que en los infértiles. Su mejor crecimiento fue en el sitio seco fértil. Tendió a formar copas estrechas a temprana edad, con un remolino o bola de hojas compuestas arriba, seguido por ramificación. El crecimiento de altura a cuatro años fue superior al promedio en el sitio seco fértil, y mayor al promedio en los sitios seco infértil y húmedo fértil. Los diámetros de copa a dos años fueron ligeramente mayores al promedio en sitios fértiles, y ligeramente menores al promedio en los infértiles. A menos que se cultive en densidades muy bajas, esta especie es atacada por orugas de la polilla barrenadora (*Hypsipyla grandella*), aún con rociados regulares de insecticida. La polilla mata al brote principal en la parte más alta del árbol, resultando en un tallo ondulado o torcido.

Los índices de carbono a cuatro años de la especie fueron ligeramente más altos que los promedios en todos los sitios menos el húmedo fértil, donde fue menor al promedio.

## RECOMENDACIONES

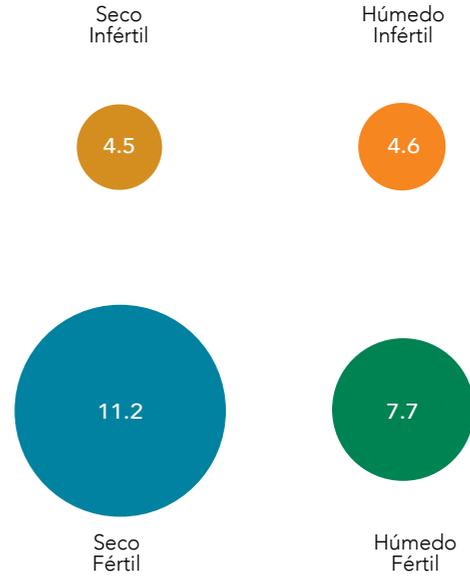
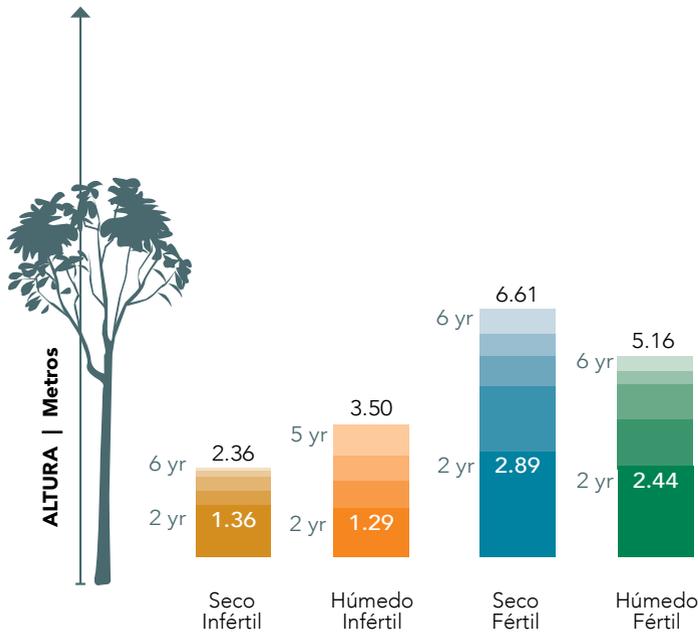
Esta especie siempre debería ser plantada en densidades bajas, dada su alta susceptibilidad a los ataques de la polilla barrenadora, *Hypsipyla grandella*. A pesar del alto valor maderable de la especie tanto en el mercado local como internacional, no puede ser cultivado en densidades altas. Sin embargo, podarlo regularmente puede ayudar a mantener un tallo o tronco recto apropiado para la producción de madera. Puede ser plantado en fincas y a veces como componente de cercas vivas. A pesar de sus bajos índices de carbono a cuatro años, su densidad de madera media y crecimiento relativamente rápido en sitios adecuados, sugiere que aún puede tener valor de captura de carbono en sitios de reforestación mixtos. Es útil en proyectos de restauración y reforestación como futura especie caducifolia de dosel, y se desempeña relativamente bien en sitios secos, consistente con su distribución natural en bosques secos. Otras especies de árboles tolerantes a la sombra pueden existir debajo. Es compatible con especies perennifolias de crecimiento lento, en mezclas profundas.



## USOS

Canoas, construcción, leña, muebles (finos), artesanías (frutos), cercas vivas, medicinas (raíces y corteza), instrumentos musicales, árbol ornamental, estructura del dosel en reforestación, captura de carbono (a largo plazo).

# Cedrela odorata

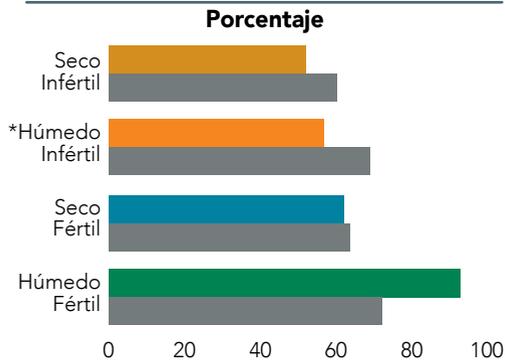


CRECIMIENTO POR SITIO

DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima

## SOBREVIVENCIA A 4 AÑOS CON EXCEPCIÓN DE \* 5 AÑOS



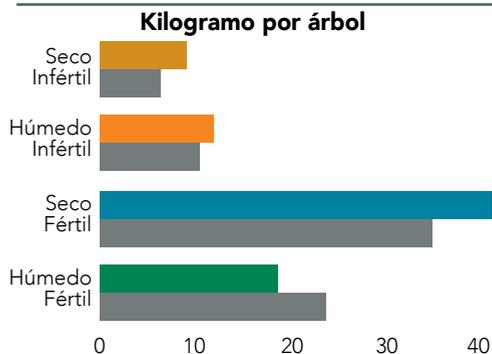
## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS



## ESPACIADO

Para minimizar el riesgo de ataques y propagación de insectos en el sitio, los individuos deberían ser plantados a gran distancia uno del otro, así como de especies relacionadas. Sin embargo, los datos de diámetro de la copa sugieren que en sitios fértiles se puede espaciar hasta a 2 metros entre vecinos de diferentes especies, y potencialmente más cerca aún en sitios infértiles, dependiendo del ritmo de crecimiento de sus vecinos.

## ÍNDICE DE CARBONO A 4 AÑOS



Media por sitio  
C. odorata



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Cedrela tonduzii*

#### FAMILIA

Meliaceae

#### NOMBRES COMUNES

Cedro de montaña (Panamá); cedro dulce (Costa Rica); cedro atlántico (Nicaragua).

#### DESCRIPCIÓN

*Cedrela tonduzii* es un árbol caducifolio de estatura alta (de 20 a 40 metros) que se encuentra en elevaciones medias a altas, desde México hasta Panamá. Con sobrevivencia pobre a moderada en los ensayos de PRORENA, tuvo una sobrevivencia mucho menor al promedio en todos los sitios. Creció mejor en el sitio seco fértil, y exhibió un crecimiento de altura y diámetro prácticamente equivalente a los dos sitios húmedos. Sus índices de carbono a cuatro años fueron equivalentes al promedio en los sitios húmedo infértil y seco fértil, y aproximadamente la mitad del promedio en los otros dos sitios.

#### RECOMENDACIONES

En los ensayos de PRORENA, todos los sitios estaban en tierras bajas y aparentemente fuera de su rango de distribución normal. Dado su crecimiento relativamente bueno en el sitio seco fértil, y los índices de carbono moderados en éste sitio y el húmedo infértil, puede ser considerada en sembríos de reforestación en sitios similares. También puede ser plantada en bajas densidades en sitios húmedos fértiles.

#### ESPACIADO

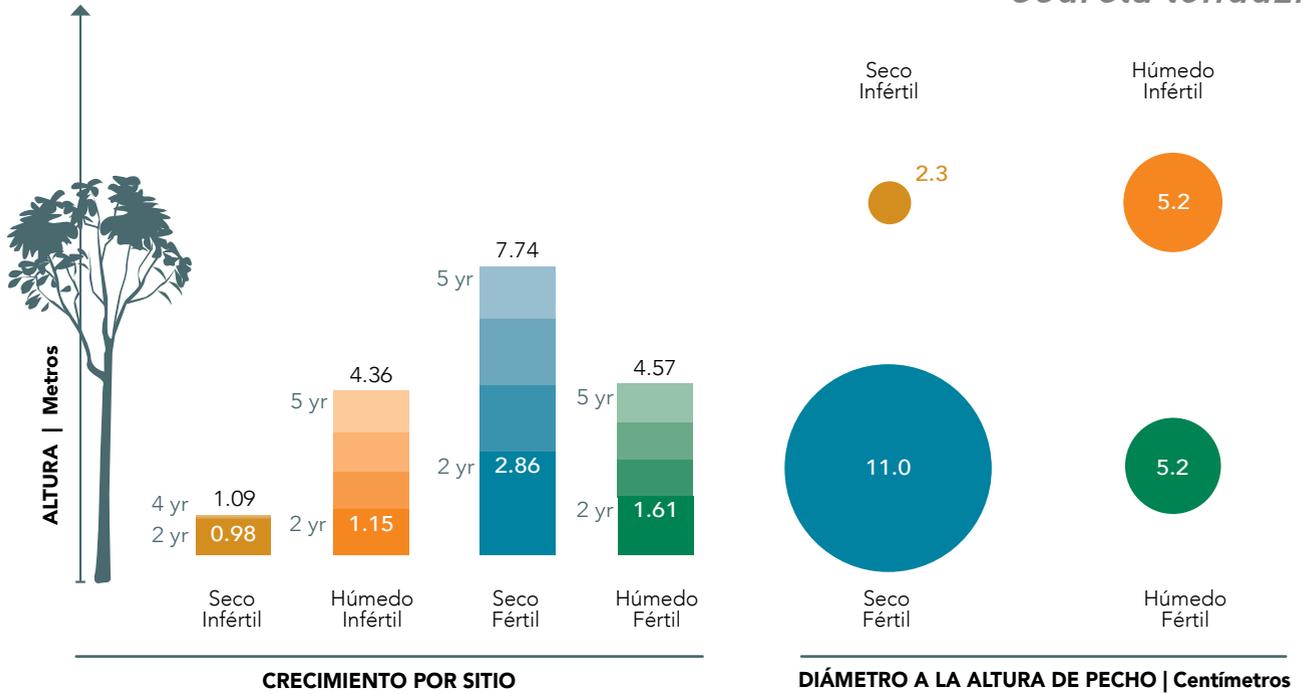
Los datos de PRORENA sugieren que esta especie debería ser plantada únicamente en bajas densidades y en sitios bajos. Puede que se desarrolle mejor en altitudes mayores, donde puede ser plantada en densidades ligeramente más altas. Como sus parientes, esta especie sufre de ataques de la polilla *Hypsipyla grandella*, y por ende es mejor si se cultiva en mezcla estrecha con especies no-relacionadas. Igualmente, es un árbol de dosel caducifolio, intolerante a la sombra, al que le va bien crecer entre árboles perennifolios de subdosel.



#### USOS

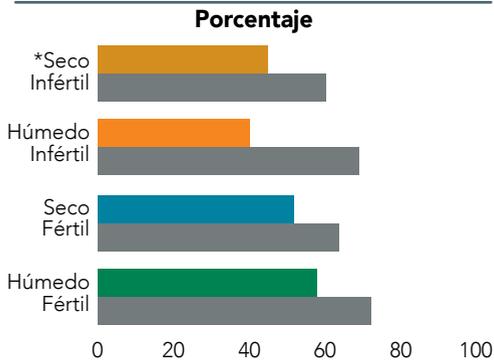
Construcción, muebles (finos), instrumentos musicales, captura de carbono (a largo plazo).

# Cedrela tonduzii



Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima

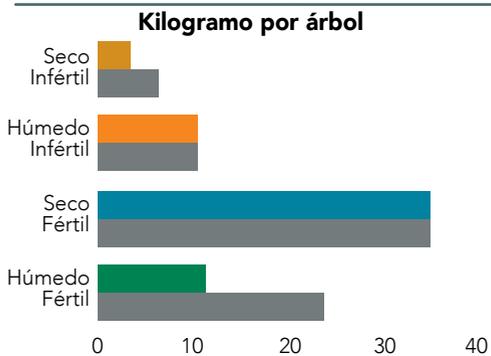
## SOBREVIVENCIA A 5 AÑOS CON EXCEPCIÓN DE \* 4 AÑOS



## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS



## ÍNDICE DE CARBONO A 4 AÑOS



Media por sitio  
C. tonduzii



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Chrysophyllum cainito*

#### FAMILIA

Sapotaceae

#### NOMBRES COMUNES

Caimito (Panamá, Centroamérica, Colombia, Perú); cainito (Brasil); canje (Ecuador); star-apple (Surinam, Curazao, Trinidad y Tobago).

#### DESCRIPCIÓN

*Chrysophyllum cainito* es un árbol perennifolio de estatura mediana (de 10 a 25 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos de elevación baja, desde México hasta Argentina. En Panamá es común a lo largo de ríos en el lado Pacífico. Demostró sobrevivencia moderada a moderadamente alta en todos los sitios de ensayo de selección de especies de PROENA. Fue más exitoso en el sitio seco infértil, con sobrevivencia mayor a la media. El crecimiento de altura y diámetro fueron mucho menores al promedio en todos los sitios, con el mejor crecimiento en el húmedo infértil. Esta especie tuvo copas estrechas, con diámetros a dos años muy por debajo de los promedios en todos los sitios. Los índices de carbono a cuatro años fueron menores a la media en todos los sitios.

#### RECOMENDACIONES

A pesar de una sobrevivencia relativamente alta, las condiciones a pleno sol de los ensayos de PROENA inhibieron el crecimiento de esta especie, en contraste con el rápido crecimiento de los plantones en viveros. Los datos sugieren que le puede ir mejor en sombra parcial, pudiendo ser utilizado como componente de iniciativas de restauración y reforestación cuando las condiciones son similares a los sitios húmedos infértiles y secos. Sus frutos comestibles pueden ayudar a atraer animales.

#### ESPACIADO

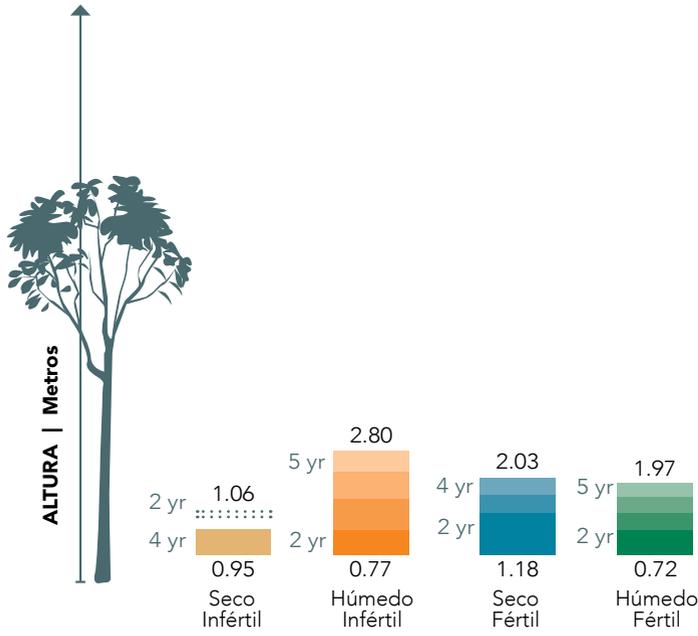
Los datos de la literatura y los ensayos sugieren buen crecimiento en sombra parcial, indicando que esta especie debería ser plantada a dos metros entre vecinos, y posiblemente más cerca cuando es plantada junto a especies caducifolias, de copas delgadas y estrechas.



#### USOS

Muebles, consumo humano (frutas), medicinas (frutas), árbol ornamental, postes, pulpa de papel, cortiembre (corteza), mangos de herramientas, atracción de diversidad animal, árbol de sombra.

# Chrysophyllum cainito

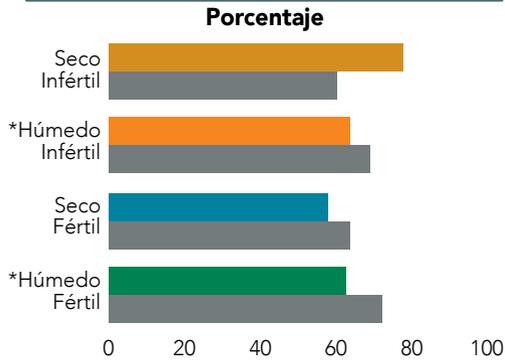


CRECIMIENTO POR SITIO

DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima

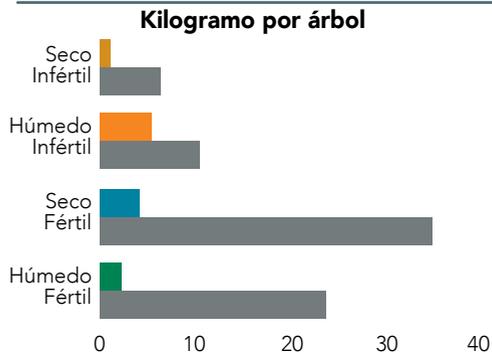
## SOBREVIVENCIA A 4 AÑOS CON EXCEPCIÓN DE \* 5 AÑOS



## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS



## ÍNDICE DE CARBONO A 4 AÑOS



Media por sitio  
C. cainito

## NOMBRE CIENTÍFICO

# *Cinnamomum triplinerve*

---

## FAMILIA

Lauraceae

## NOMBRES COMUNES

Sigua, sigua blanca (Panamá, Costa Rica); avispillo (Puerto Rico); aguacatillo, boniatillo (Cuba); laurel (Colombia); moena (Perú).

## DESCRIPCIÓN

*Cinnamomum triplinerve* es un árbol perennifolio de estatura mediana a alta (de 10 a 30 metros) que se encuentra en bosques húmedos a muy húmedos, en elevaciones bajas a medias, desde Guatemala hasta Paraguay. Demostró sobrevivencia pobre a moderada en los ensayos de selección de especies, con la menor sobrevivencia en el sitio húmedo fértil. La mayor sobrevivencia aún fue menor al promedio en el sitio húmedo infértil. El mejor crecimiento de altura y diámetro fue en el sitio seco fértil, con altura de crecimiento mayor al promedio y superando grandemente el desempeño de la especie en otros sitios. El segundo mejor crecimiento fue en el sitio húmedo infértil. Formó copas estrechas, con diámetros a dos años mucho menores al promedio en todos los sitios. Su índice de carbono a cuatro años más alto, en el sitio seco infértil, fue menor al promedio para ese sitio.

## RECOMENDACIONES

Los ensayos de PRORENA sugieren que esta especie se desempeña relativamente mejor en sitios secos fértiles, donde puede ser incorporada en iniciativas de reforestación y restauración en densidades bajas, con el objetivo de llegar a formar parte de la comunidad del dosel. Como creció lentamente en el vivero y necesitó sombra para su desarrollo temprano, puede ser que se desarrolle mejor en lugares donde por lo menos hay sombra parcial.

## ESPACIADO

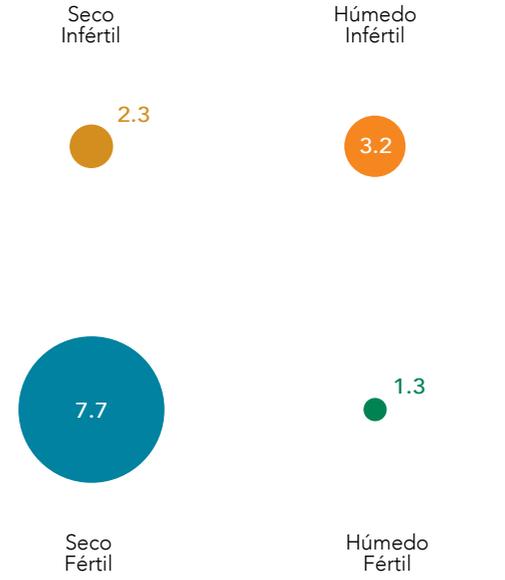
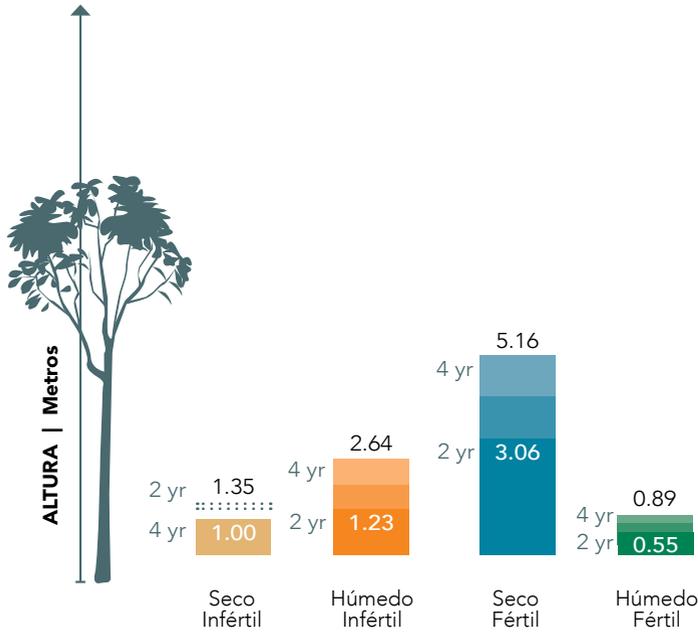
Los datos de la literatura y de ensayos y viveros de PRORENA sugieren que puede ser plantada tan cerca como a un metro entre vecinos, para que se pueda desarrollar bajo sombra. Eventualmente se convertirá en una especie del dosel.



## USOS

Puentes, construcción, pisos, cercas vivas, estructuras del dosel en reforestación.

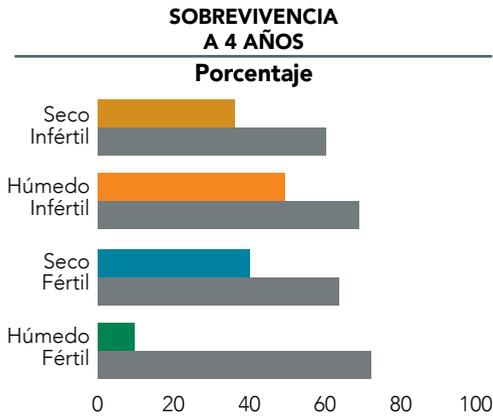
# Cinnamomum triplinerve



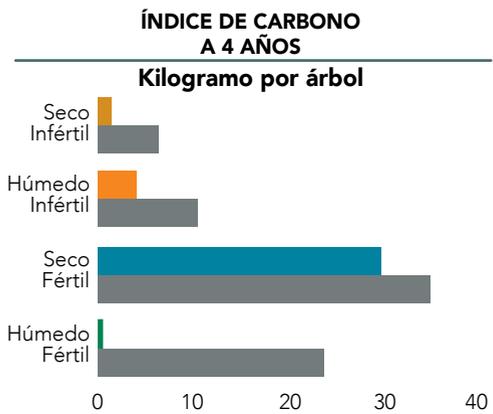
CRECIMIENTO POR SITIO

DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima



DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS (Metros)



Media por sitio  
C. triplinerve



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Colubrina glandulosa*

#### FAMILIA

Rhamnaceae

#### NOMBRES COMUNES

Carbonero, frío (Panamá, Costa Rica); shaina (Perú); caçoca, falso-pau-brasil (Brasil).

#### DESCRIPCIÓN

*Colubrina glandulosa* es un árbol perennifolio de estatura mediana (de 10 a 25 metros) que se encuentra en bosques húmedos a muy húmedos de elevación media, desde Panamá hasta Bolivia. Demostró sobrevivencia superior a la media en todos los sitios de los ensayo, menos el seco infértil, con mayor sobrevivencia en los sitios húmedos. Su mejor crecimiento de altura y diámetro fue en el sitio húmedo fértil, pero el crecimiento de altura se estancó después de cuatro años, posiblemente debido a la competencia de sus vecinos. El crecimiento también fue bueno en el sitio húmedo infértil. Aunque inicialmente creció bien en el sitio seco fértil, experimentó un declive en crecimiento de altura después de cuatro años. Su altura fue muy por encima del promedio en todos los sitios. Esta especie tuvo una copa amplia. Los diámetros de copa a dos años fueron más amplios que los promedios en todos los sitios. Notablemente, el diámetro de copa fue el doble del promedio en el sitio húmedo fértil y casi igual en el húmedo infértil.

Los índices de carbono a cuatro años excedieron los promedios en todos los sitios menos el seco infértil, y fue más del doble en el sitio húmedo fértil.

#### RECOMENDACIONES

La amplia copa a dos años de esta especie sugiere que puede ayudar a proporcionar sombra relativamente rápido. Su alta sobrevivencia y crecimiento, particularmente en sitios húmedos, indica que puede ser un componente importante en reforestación y restauración bajo condiciones similares, contribuyendo temprano al cierre de copas con árboles relativamente altos, que luego serán sobrepasados por otros árboles de dosel.

#### ESPACIADO

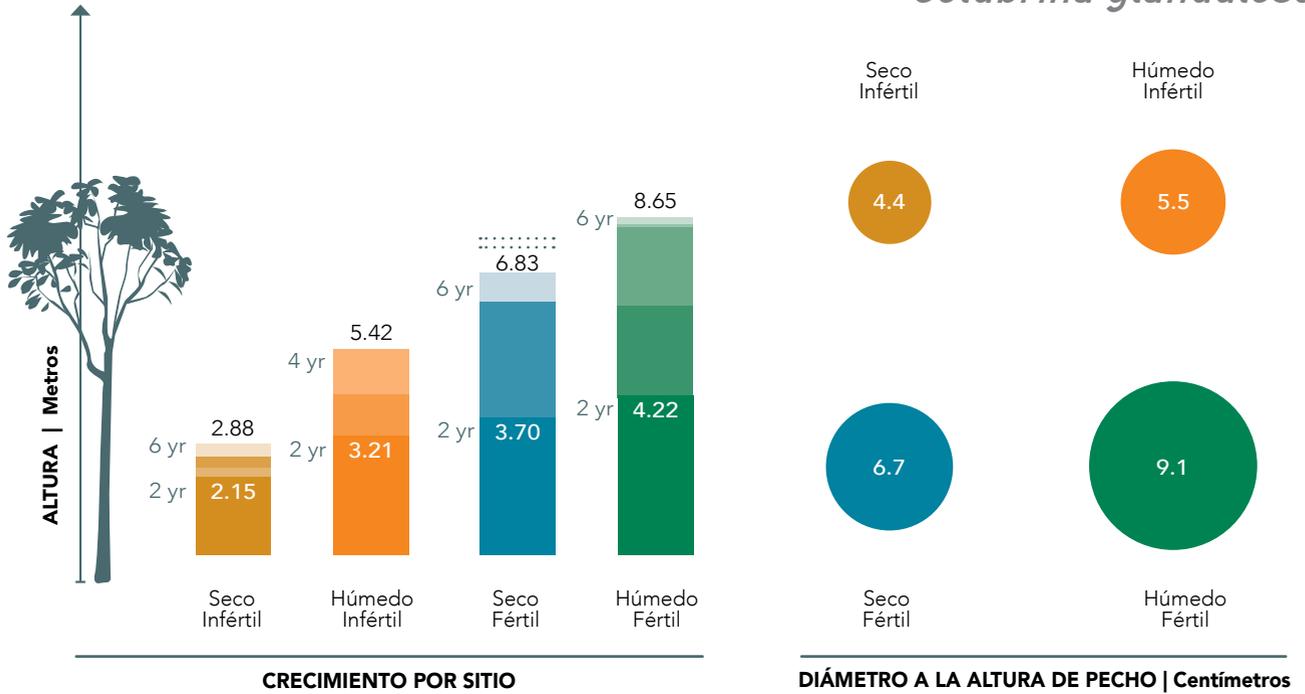
Dadas sus copas amplias, no debería ser plantada a menos de seis metros de distancia de árboles de la misma especie o con características de copa similares. Se puede espaciar a tres metros de otras especies en densidades moderadas.



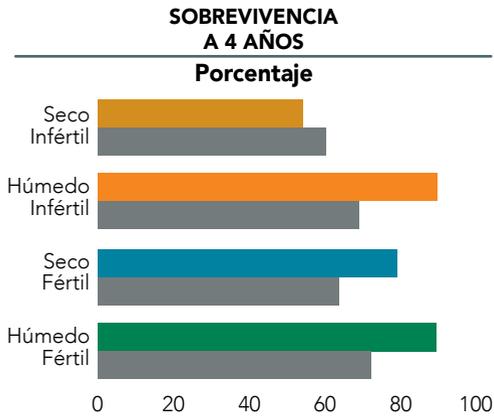
#### USOS

Puentes, construcción, postes, árboles de sombra, cubierta de copa temprana en reforestación, estructura de subdosel en reforestación, árbol de sombra para especies tolerantes en crecimiento.

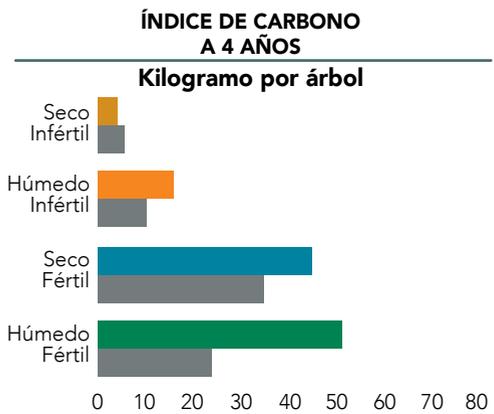
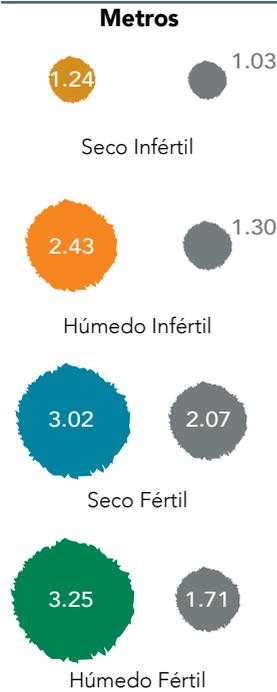
# Colubrina glandulosa



Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima



## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS



Media por sitio  
C. glandulosa



#### NOMBRE CIENTÍFICO

***Copaifera aromatica***

#### FAMILIA

Fabaceae-Caesalpinioideae

#### NOMBRES COMUNES

Cabimo (Panamá, Venezuela); camíbar (Costa Rica, Nicaragua).

#### DESCRIPCIÓN

*Copaifera aromatica* es un árbol perennifolio de estatura mediana (de 10 a 30 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos de elevación baja a media, desde Nicaragua hasta Venezuela. En Panamá es común a lo largo de ríos y arroyos de la vertiente del Pacífico. Tuvo una tasa de sobrevivencia moderadamente baja a alta en los ensayos, con la mayor sobrevivencia en el sitio húmedo infértil. La altura fue menor al promedio en todos los sitios, con el mejor crecimiento de altura y diámetro en los fértiles. Formó copas relativamente estrechas, con diámetros de copa a dos años muy por debajo de los promedios en todos los sitios. Los índices de carbono a cuatro años fueron muy por debajo de los promedios en todos los sitios menos en el húmedo infértil, que fue sólo un poco menor al promedio.

#### RECOMENDACIONES

Como eventual árbol perennifolio del subdosel en una sucesión tardía, esta especie puede ser usada para reforestación y restauración en todos los sitios, excepto aquellos que son secos infértiles. Puede ser particularmente útil en plantaciones en sitios húmedos infértiles similares a los de los ensayos de PRORENA. Dado su crecimiento un tanto más lento y su copa estrecha, no es recomendada para crear una cubierta forestal rápida, pero sí para ser plantada bajo un dosel de crecimiento rápido y sombra parcial.

#### ESPACIADO

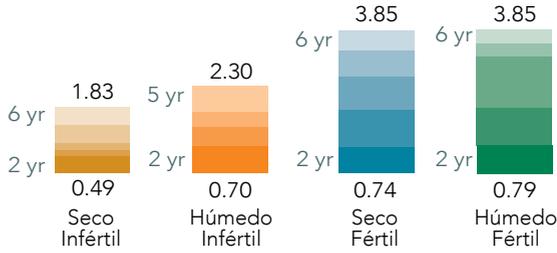
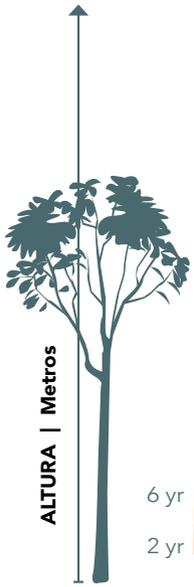
Esta especie puede ser plantada a tres metros entre vecinos de la misma u otra especie, pero será sobrepasada por árboles de crecimiento acelerado con copas amplias.



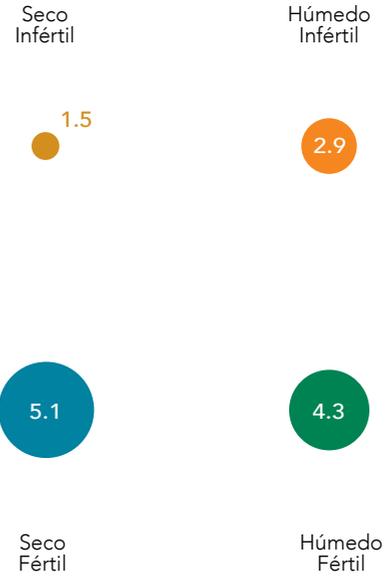
#### USOS

Puentes, ebanistería, carpintería, construcción (pesada), pisos, medicinas (resina), estructuras del subdosel en reforestación.

# Copaifera aromatica



CRECIMIENTO POR SITIO

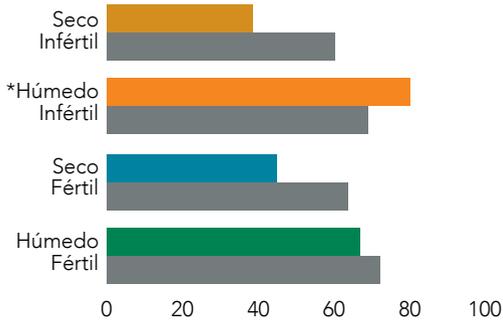


DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima

## SOBREVIVENCIA A 4 AÑOS CON EXCEPCIÓN DE \* 5 AÑOS

Porcentaje



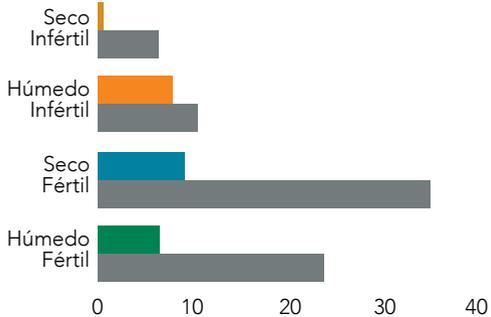
## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS

Metros



## ÍNDICE DE CARBONO A 4 AÑOS

Kilogramo por árbol



Media por sitio  
C. aromatica



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Cordia alliodora*

#### FAMILIA

Boraginaceae

#### NOMBRES COMUNES

Laurel, laurel negro, muñeco (Panamá); bojón (México); vara de humo (Colombia); laurel blanco (Venezuela); louro (Brasil); picana (Bolivia); peterebi (Argentina).

#### DESCRIPCIÓN

*Cordia alliodora* es un árbol caducifolio de estatura pequeña a mediana (de 5 a 25 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos, de elevación baja a media, desde México hasta Argentina. En Panamá es común en bosques secundarios del Pacífico. Exhibió sobrevivencia moderada a moderadamente alta en los ensayos de PRORENA. Su mejor desempeño fue en el sitio seco fértil, con la mayor sobrevivencia, y casi el doble de los valores de crecimiento de altura y diámetro observados en el segundo sitio con mejor desempeño. Su crecimiento a cuatro años fue mucho mayor al promedio en el sitio seco fértil y ligeramente mayor al promedio en el húmedo infértil. Tiene copas relativamente estrechas con diámetros a dos años cercanos al promedio de todos los sitios. Sus índices de carbono a cuatro años fueron menores al promedio en todos los sitios.

#### RECOMENDACIONES

Los datos sugieren que esta especie se desempeñará mejor en proyectos de restauración y reforestación donde las condiciones sean similares a las del sitio seco fértil de los ensayos de PRORENA. También puede ser incorporada a iniciativas en sitios húmedos. A pesar de su sobrevivencia moderada en el sitio seco fértil, su declive constante en crecimiento de altura sugiere que no sería útil a largo plazo en sitios con estrés de humedad y nutrientes. Dado el ancho de su copa, no sería útil en altas densidades cuando el objetivo es obtener cierre temprano de copas. Aunque sus índices de carbono fueron menores a la media, su crecimiento sostenido hace que valga la pena su consideración en plantaciones mixtas, con el objetivo de capturar carbono en las primeras décadas de su desarrollo.

#### ESPACIADO

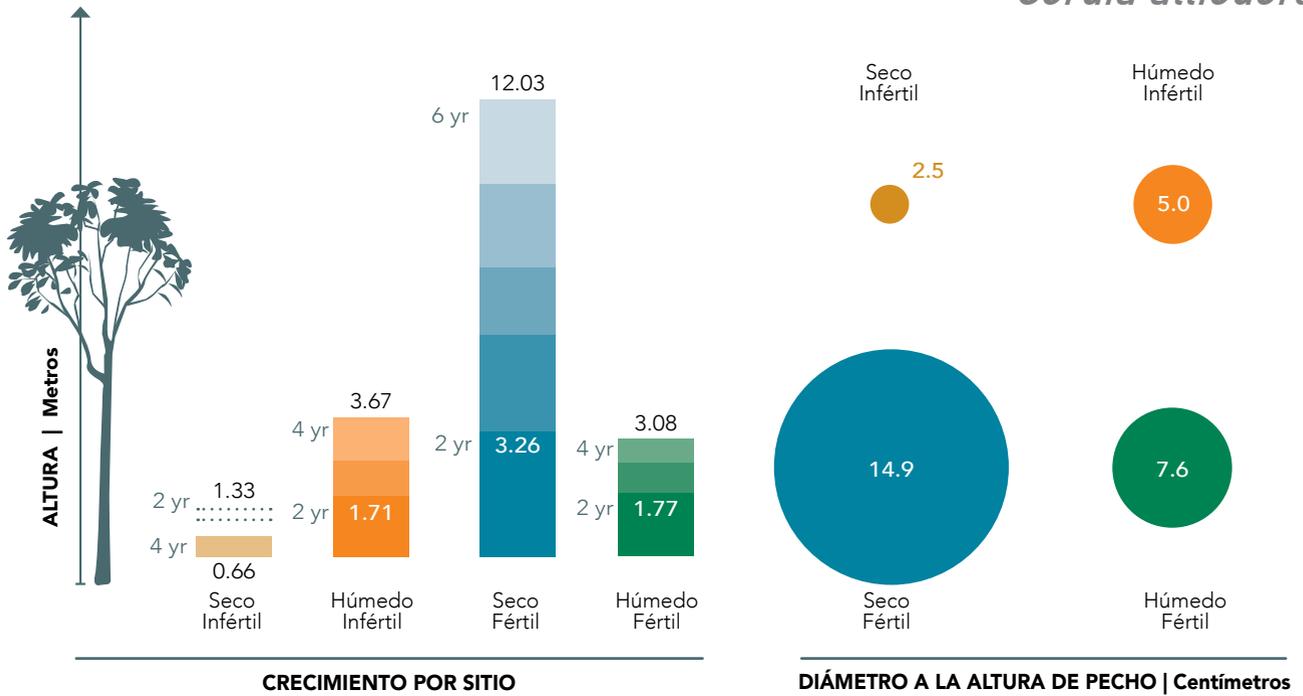
Los datos de la literatura y ensayos de PRORENA sugieren que esta especie puede ser plantada hasta dos metros entre vecinos. En sitios donde crece excepcionalmente bien, las especies vecinas deben ser tolerantes a la sombra.



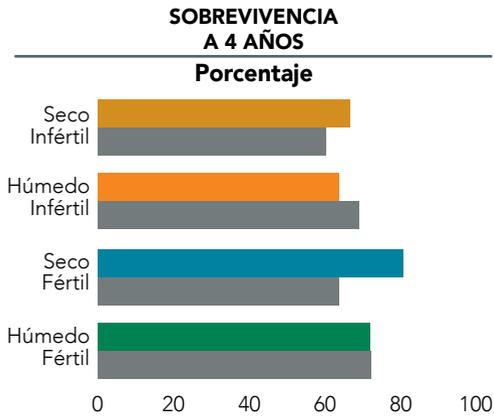
#### USOS

Postes de cercas, muebles, medicina (hojas), barniz, captura de carbono (a largo plazo), árbol de sombra (plantaciones de café o cacao).

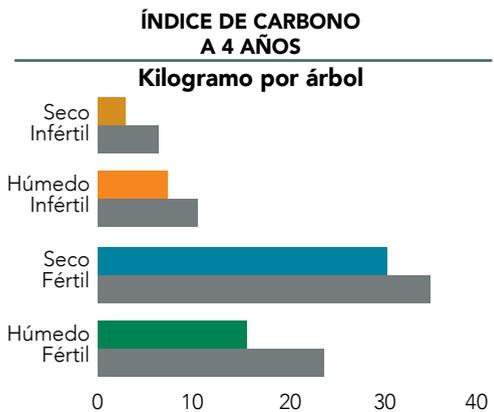
# Cordia alliodora



Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima



## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS



Media por sitio  
C. alliodora



## NOMBRE CIENTÍFICO

# *Dalbergia retusa*

## FAMILIA

Fabaceae-Papilionoideae

## NOMBRES COMUNES

Cocobolo (Panamá, Costa Rica); funera (El Salvador); granadillo, rosul (Guatemala); granadillo negro, palo negro (Honduras); guacibán (México).

## DESCRIPCIÓN

*Dalbergia retusa* es una especie caducifolia de estatura mediana (de 10 a 20 metros) que se encuentra en el dosel de bosques secos a húmedos de elevación media, desde México hasta Colombia. En Panamá es común en bosques secos. Demostró sobrevivencia alta en todos los ensayos. Crece relativamente bien en la mayoría de los sitios con buen drenaje, con una variación mínima entre la mayoría de los sitios de ensayos de PRORENA. En la plantación de Agua Salud también creció relativamente bien, aún en las parcelas con mayor estrés nutricional, mostrando casi ninguna diferencia en crecimiento entre monocultivos y plantaciones mixtas después de cinco años. Las alturas a cuatro años excedieron los promedios en todos los sitios de ensayo de PRORENA, con diferencias particularmente pronunciadas en los sitios infértiles. En plantaciones formó múltiples tallos desde la base en sus primeros años, tendiendo a parecer más un arbusto que un potencial árbol de dosel.

La resultante copa amplia excedió por mucho los promedios de diámetro de copa a dos años en todos los sitios. Al ser caducifolio y contar con una copa estrecha, permite que luz abundante alcance el sotobosque y que persistan hierbas y malezas cuando se siembra en pastizales. Debido en parte a que su madera es de alta densidad, sus índices de carbono a cuatro años excedieron por mucho los promedios de todos los sitios menos el húmedo fértil, el cual igualmente tuvo un índice mayor a la media. La especie fija nitrógeno y es muy eficiente en el uso de agua.

## RECOMENDACIONES

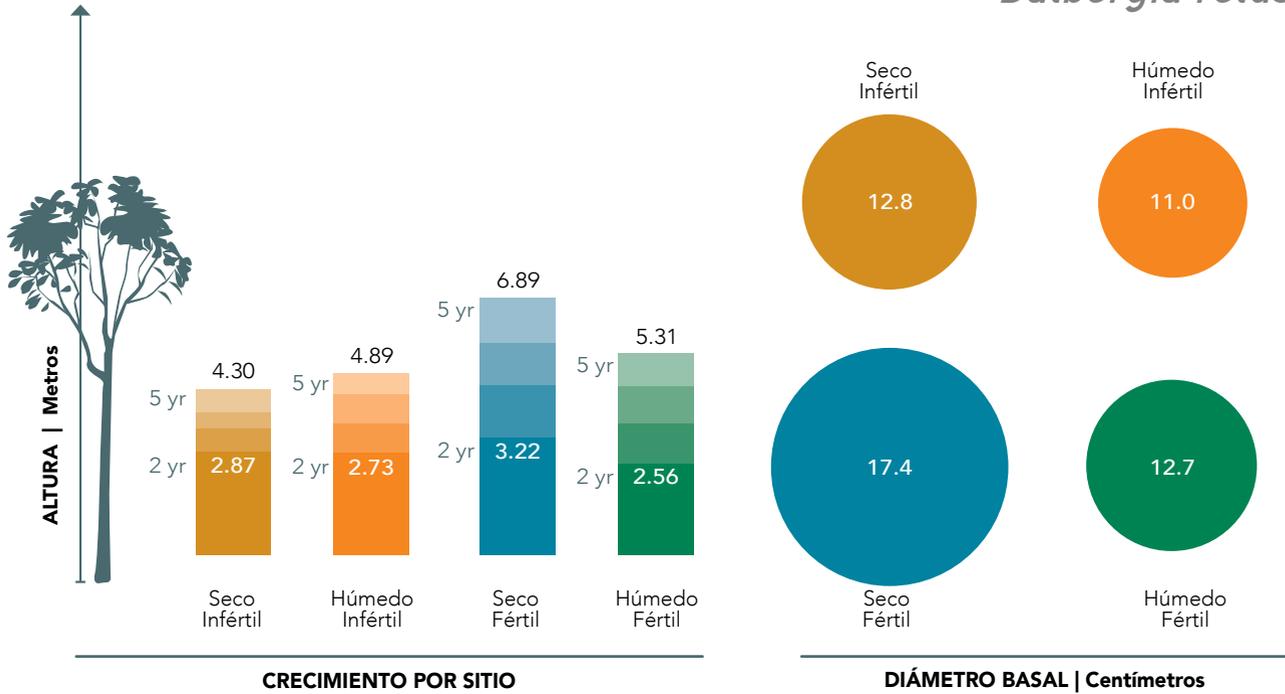
Esta es una especie de valor excepcional cuando es cosechada en bosques maduros. Al parecer, los mercados actuales también aceptan tallos pequeños y formas pobres, ya que es una madera muy apreciada para uso artesanal. La poda puede tener un efecto positivo en la forma del árbol en plantaciones, y plantarlo con especies de rápido crecimiento con copas amplias puede además ayudar a reducir el número de tallos que desarrolle. Dada su habilidad de crecer bien en sitios de sequía y estrés nutricional, es útil en mezclas dirigidas a la restauración. Es una especie fijadora de nitrógeno, por lo que puede favorecer el ciclo de nutrientes. También puede contribuir a la captura de carbono. Esta combinación sugiere que puede proveer múltiples beneficios en sistemas agroforestales.



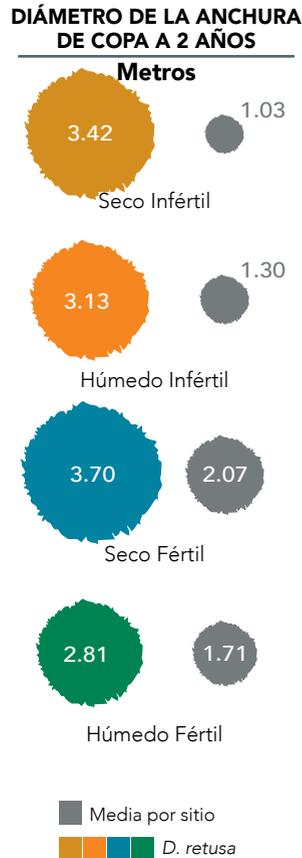
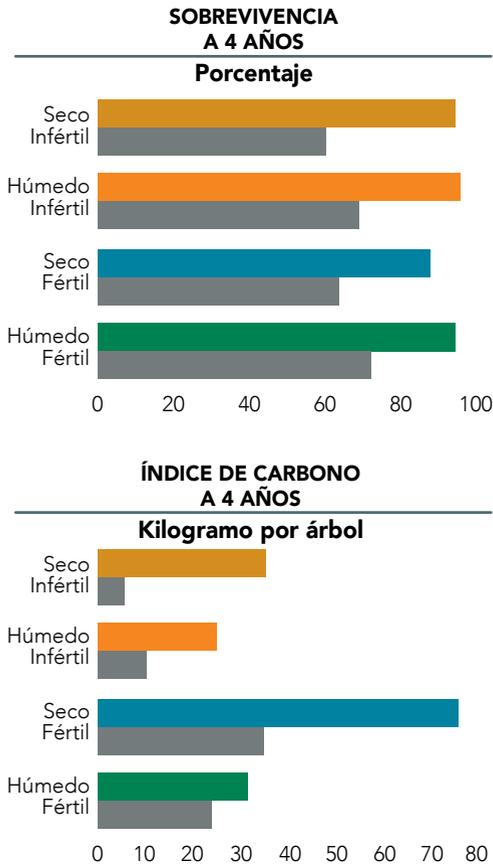
## USOS

Muebles (finos), artesanía (fina), árbol de sombra para especies tolerantes en crecimiento, captura de carbono, potencial mejora al suelo a través de la fijación de nitrógeno y su uso como fertilizante verde.

# Dalbergia retusa



Diámetro basal medido a la misma edad de altura máxima



## ESPACIADO

Esta especie puede ser plantada a tres metros con todas las especies, menos las de crecimiento más rápido con copas amplias, a menos que el objetivo sea mejorar su forma. En tales instancias, puede ser plantada a dos metros o menos, con tal de que los administradores estén dispuestos a eliminar a sus vecinos más adelante. También puede ser plantada cerca de especies que requieran sombra parcial, ya que sus copas angostas permiten que la luz penetre hasta el sotobosque.



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Diphysa americana*

#### FAMILIA

Fabaceae-Papilionoideae

#### NOMBRES COMUNES

Macano, cacique (Panamá); guachipelín (Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua).

#### DESCRIPCIÓN

*Diphysa americana* es un árbol caducifolio de estatura pequeña (de 5 a 15 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos a elevaciones bajas, desde México hasta Panamá. Mostró una sobrevivencia alta a muy alta en todos los sitios de ensayo de PRORENA, con prácticamente cero mortalidad en el sitio seco fértil. Su mejor crecimiento de altura y diámetro fue en los sitios fértiles, pero aparentemente con estancamiento de crecimiento de altura en el sitio húmedo fértil a los cuatro años. Su crecimiento en el sitio seco infértil fue bueno, pero con deterioro o muerte de individuos. El crecimiento de altura a cuatro años fue mucho mayor al promedio en todos los sitios menos el húmedo infértil. Formó copas amplias, con un ancho de copa a dos años de más del doble de los promedios en todos los sitios de ensayo de PRORENA menos en el húmedo infértil, donde aún así fue mayor al promedio. Los índices de carbono a cuatro años excedieron por mucho los promedios de todos los sitios menos el húmedo infértil, y superó el doble de los promedios de los sitios húmedo fértil y seco infértil.

#### RECOMENDACIONES

Su alta sobrevivencia en todos los sitios de ensayo de PRORENA sugiere que esta especie es un candidato excelente para proyectos de reforestación y restauración de amplio rango. Su crecimiento acelerado de altura y copa sugiere que ayudará a proporcionar sombra y estratificación vertical tempranas. Puede que no le vaya tan bien en suelos particularmente ácidos de sitios húmedos, y en tales condiciones debe ser evaluado antes de intentar plantaciones de alta densidad. Sus altos índices de carbono en todos los sitios menos el húmedo infértil, sugieren que podría ayudar a la captura temprana de carbono en proyectos de reforestación, siempre y cuando éste sea uno de los objetivos. Ya que también fija nitrógeno atmosférico, puede ayudar a mejorar el nivel de nitrógeno en el ecosistema en sitios donde este factor limita el crecimiento del bosque.

#### ESPACIADO

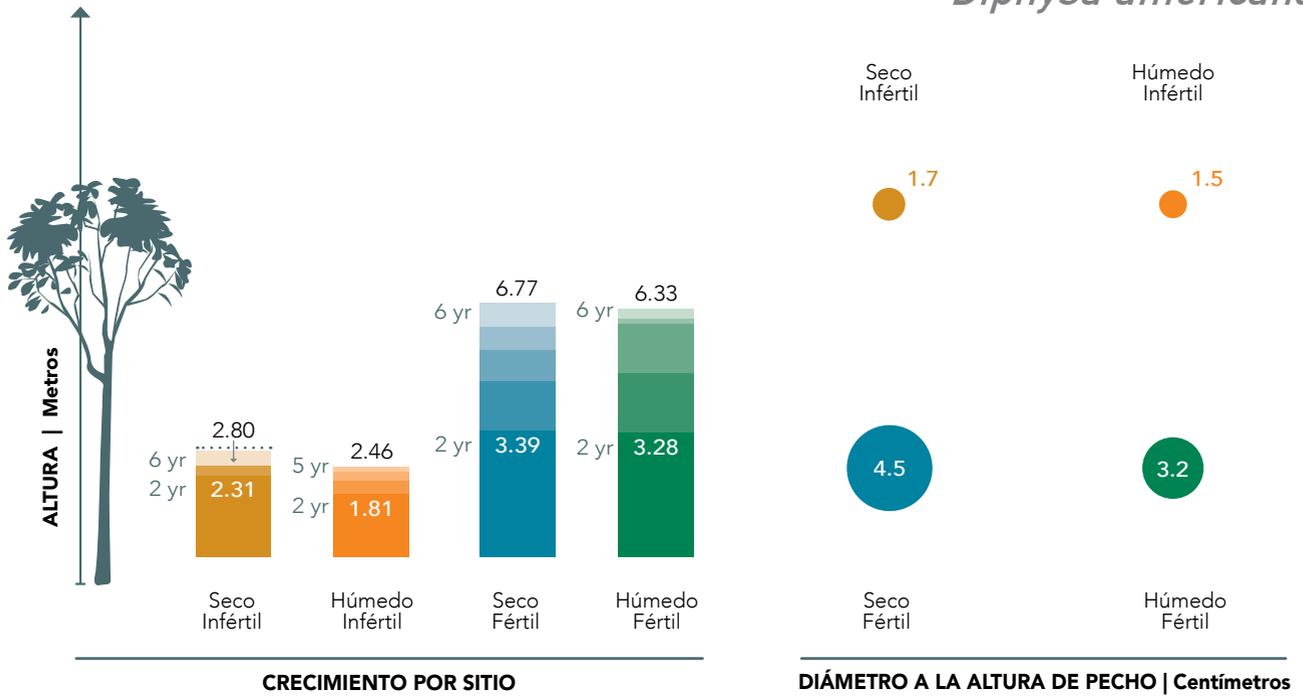
Esta especie tiene copas amplias, así que no debe ser plantada a menos de tres metros de sus vecinos, salvo que sean especies tolerantes a la sombra.



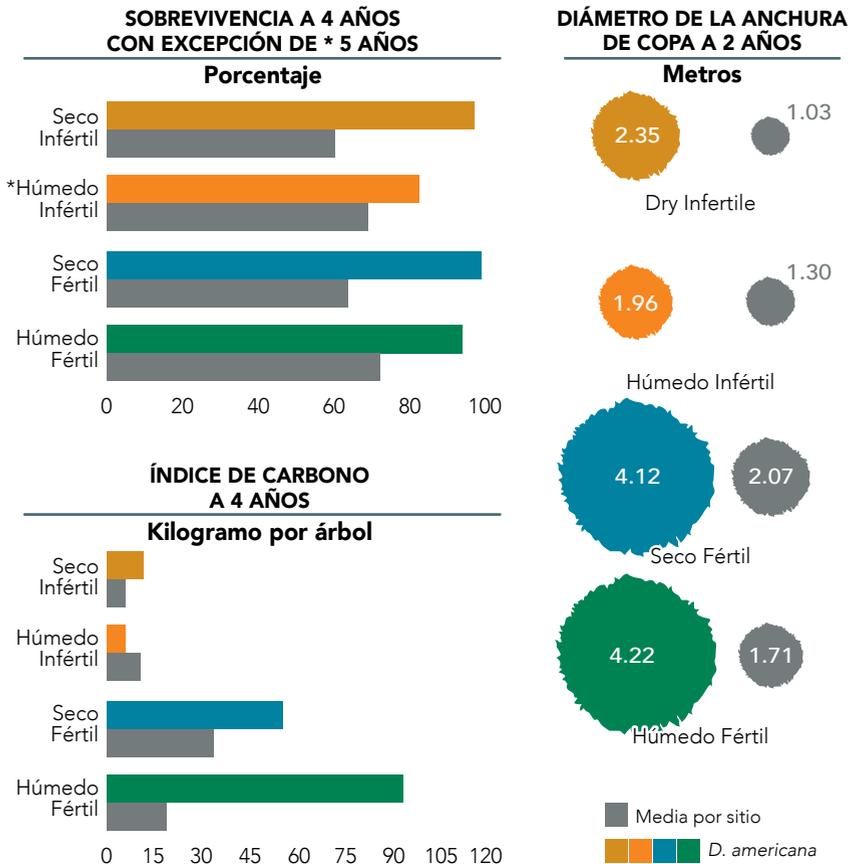
#### USOS

Ebanistería, carpintería, construcción (rural), postes de cercas, árbol ornamental, mangos de herramientas, columnas, captura de carbono (temprana), cubierta inicial de dosel en reforestación, estructura de rodal temprana en reforestación, potencial mejora del suelo a través de la fijación de nitrógeno y su uso como fertilizante verde.

# Diphysa americana



Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima



Media por sitio  
■ ■ ■ *D. americana*



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Dipteryx oleifera*

#### FAMILIA

Fabaceae-Papilionoideae

#### NOMBRES COMUNES

Almendo, almendo de montaña (Panamá, Costa Rica, Nicaragua); choibá (Colombia).

#### DESCRIPCIÓN

*Dipteryx oleifera* es un árbol caducifolio de estatura alta (de 20 a 40 metros) que se encuentra en bosques húmedos a muy húmedos en elevaciones bajas a medias, desde Nicaragua hasta Panamá. Mostró sobrevivencia moderada a muy baja en los ensayos de PRORENA, con la mayor sobrevivencia en los sitios húmedos. Los crecimientos de altura y diámetro fueron ligeramente mejores en el sitio seco fértil, pero menos del 45 por ciento de los individuos alcanzaron los cuatro años. El crecimiento de altura y diámetro fueron un tanto mejores en el sitio húmedo fértil que en el húmedo infértil. El crecimiento de altura a cuatro años fue cercano o ligeramente mayor a los promedios en todos los sitios menos el seco infértil. Tendió a formar copas angostas en su crecimiento temprano, con diámetros de copas a dos años mucho menores al promedio de todos los sitios. Sus índices de carbono a cuatro años fueron mucho menores al promedio en todos los sitios menos el húmedo infértil, donde fueron un poco menores al promedio.

Esta especie ha sido cultivada exitosamente en plantaciones de enriquecimiento y le puede ir mejor con sombra parcial que en las condiciones de plena luz del sol de los ensayos de PRORENA.

#### RECOMENDACIONES

Esta es una especie maderable de alto valor que parece desarrollarse mejor en sitios húmedos. Es muy longeva y puede que crezca mejor en sombra moderada que en las condiciones a plena luz del sol de los ensayos de PRORENA. Su copa angosta sugiere que no es una buena opción para proyectos de reforestación de alta densidad, donde hay una necesidad de sobrepasar herbazales. Sin embargo, su altura y larga vida sugieren que puede ser un componente importante del dosel. Sus frutos son consumidos por frugívoros grandes como guacamayas y tapires, lo que puede ayudar a atraer nuevamente a estas especies a un bosque restaurado.

#### ESPACIADO

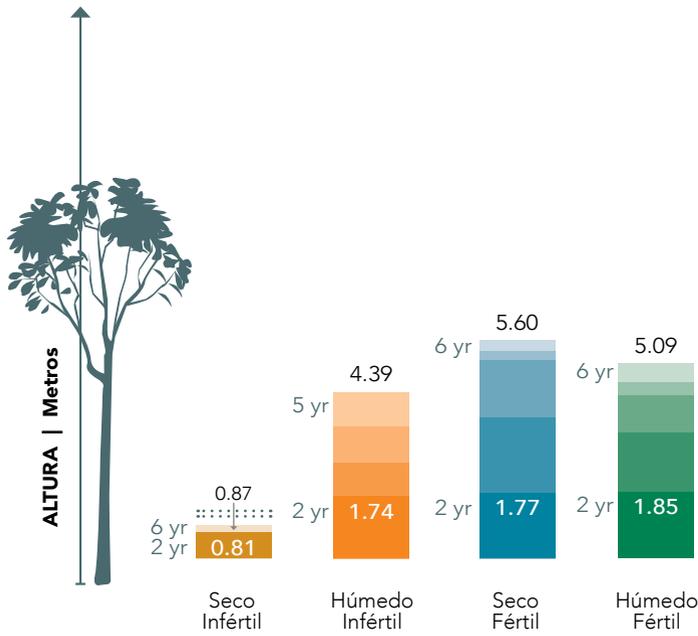
Los datos de la literatura y ensayos de PRORENA sugieren que esta especie puede ser plantada a dos metros entre vecinos. Pero ya que sus semillas son difíciles de adquirir y germinar, es mejor plantar a los individuos a un mínimo de nueve metros de distancia para evitar tener que eliminarlos drásticamente con el tiempo.



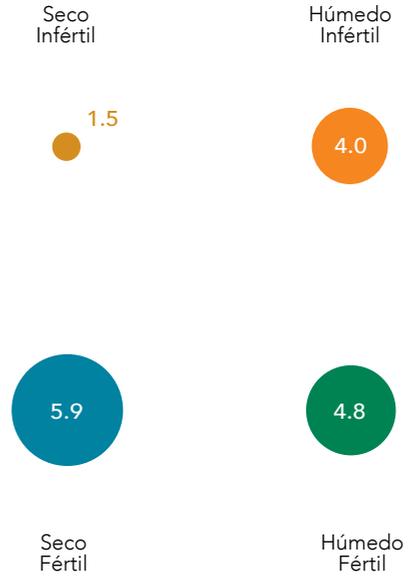
#### USOS

Puentes, construcción (naval), pisos, estructura de marcos de túneles y minas, artesanía, consumo humano (semillas tostadas), durmientes de ferrocarril, mangos de herramientas, atracción de diversidad animal, estructuras de dosel en reforestación. Se cree que fija nitrógeno, por lo que puede ayudar a mejorar el nivel de nitrógeno en el ecosistema.

# Dipteryx oleifera



**CRECIMIENTO POR SITIO**

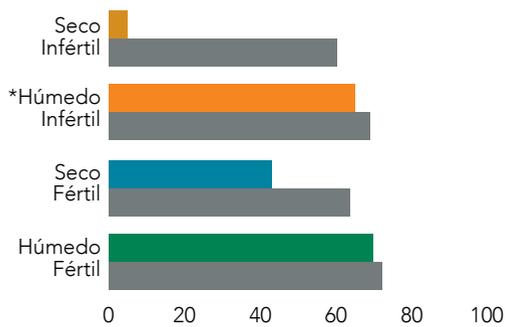


**DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros**

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima

## SOBREVIVENCIA A 4 AÑOS CON EXCEPCIÓN DE \* 5 AÑOS

Porcentaje



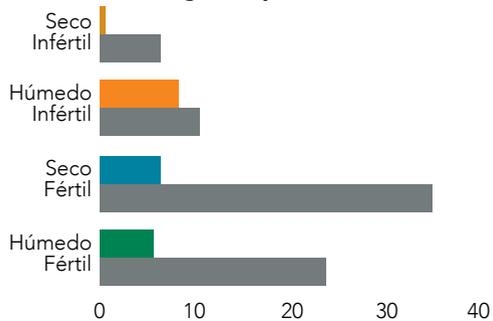
## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS

Metros



## ÍNDICE DE CARBONO A 4 AÑOS

Kilogramo por árbol



Media por sitio  
D. oleifera



NOMBRE CIENTÍFICO

## *Enterolobium cyclocarpum*

FAMILIA

Fabaceae-Mimosoideae

NOMBRES COMUNES

Corotú (Panamá); guanacaste (Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, México); carocaró (Venezuela).

DESCRIPCIÓN

*Enterolobium cyclocarpum* es un árbol caducifolio de estatura alta (de 20 a 35 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos en altitudes bajas, desde México hasta Venezuela. Mostró sobrevivencia desde baja a muy alta, con muy baja en el sitio seco infértil, y alta a muy alta en los sitios fértiles. Creció mucho mejor en los sitios fértiles que en los infértiles. El crecimiento en altura y diámetro fue mucho mejor en el sitio seco fértil que en el húmedo fértil. Su crecimiento de altura a cuatro años fue mayor a los promedios de los sitios fértiles, y aproximadamente equivalente al promedio del sitio húmedo infértil. A pesar de su crecimiento de altura mayor al promedio, experimentó deterioro en el sitio seco infértil. En espacios abiertos formó copas amplias y profundas, con diámetros a dos años excediendo el promedio en todos los sitios. Los índices de carbono a cuatro años fueron mucho mayores al promedio en todos los sitios menos el húmedo infértil, donde fue aproximadamente dos tercios del promedio.

RECOMENDACIONES

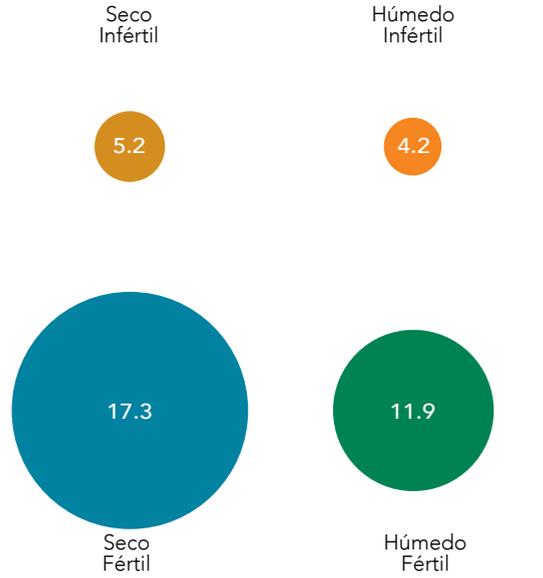
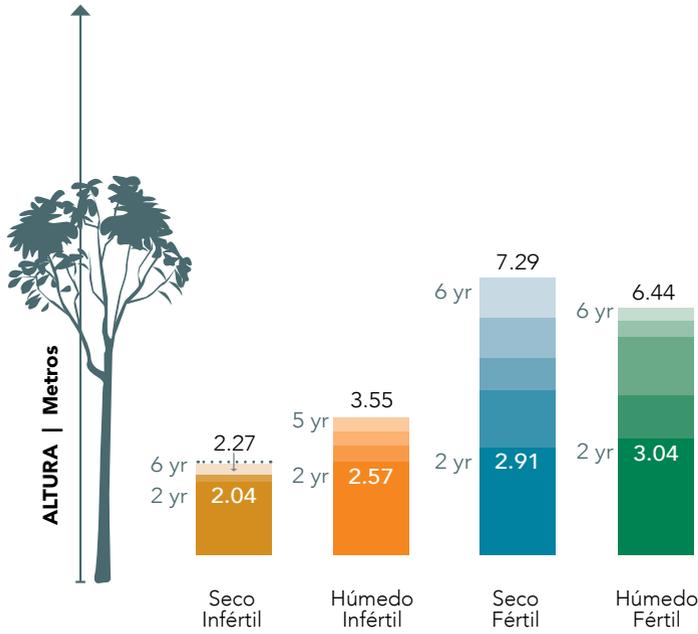
Esta es una especie de uso múltiple que sirve para forraje y sombra en pastizales, donde desarrolla una copa amplia y expansiva en su madurez. Los datos de los ensayos de PRORENA indican que es adecuada para reforestación y restauración en sitios fértiles, donde su habilidad de fijar nitrógeno puede ayudar a mejorar la calidad del suelo. Sus altos índices de carbono en los sitios fértiles, así como en los secos infértiles, sugiere que sería una especie útil para la captura temprana de carbono en sitios con condiciones similares. Sin embargo, la baja sobrevivencia en el sitio seco infértil sugiere también que debería ser plantada en densidades bajas para disminuir el riesgo de mortalidad. No es recomendada para sitios húmedos infértiles, donde aparentemente sufre una alta mortalidad y crecimiento pobre debido a las condiciones infértiles, húmedas y ácidas. Su amplia copa a los dos años indica que puede contribuir al cierre temprano del dosel en todos los sitios.



USOS

Cajas, construcción de barcos, ebanistería, carpintería, postes de cercas, leña, forraje (frutos), artesanías (semillas), consumo humano (semillas tostadas), medicinas (resina), árbol ornamental, pulpa para papel, captura de carbono (temprana), cubierta temprana de dosel en reforestación, árbol de sombra para especies tolerantes en crecimiento, árbol de sombra (en pastizales), potencial mejora del suelo a través de fijación de nitrógeno y su uso como fertilizante verde.

# Enterolobium cyclocarpum

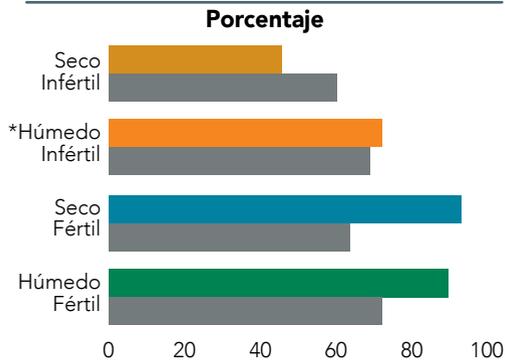


CRECIMIENTO POR SITIO

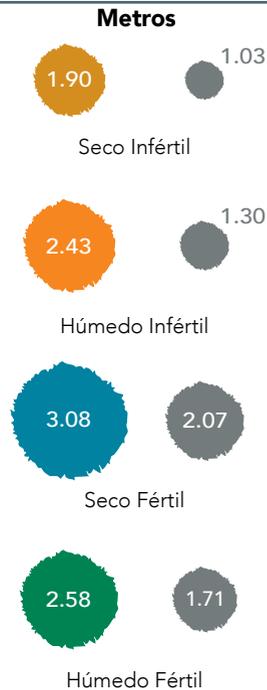
DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima

## SOBREVIVENCIA A 4 AÑOS CON EXCEPCIÓN DE \* 5 AÑOS



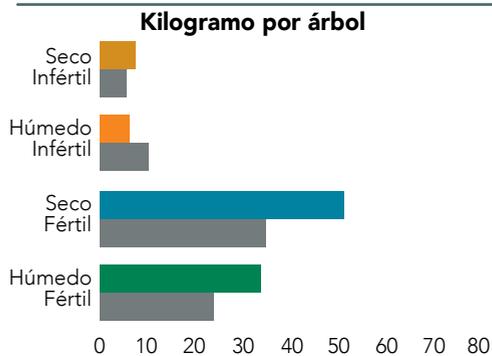
## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS



## ESPACIADO

Debido su copa extremadamente amplia, esta especie no debería ser plantada en altas densidades en sitios de reforestación y restauración, y no a menos de 15 metros entre individuos de la misma especie. Sin embargo, puede ser plantada a tres metros de especies de copa angosta y más cerca aún a especies tolerantes a la sombra.

## ÍNDICE DE CARBONO A 4 AÑOS



Media por sitio  
E. cyclocarpum



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Erythrina fusca*

#### FAMILIA

Fabaceae-Papilionoideae

#### NOMBRES COMUNES

Palo de bobo, palo santo, pito, gallito (Panamá); poró (Costa Rica); búcaro (Nicaragua, Colombia); ahuijote (El Salvador); amasisa (Perú), palo prieto (Ecuador).

#### DESCRIPCIÓN

*Erythrina fusca* es un árbol caducifolio de estatura mediana (de 10 a 20 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos en tierras bajas, desde Guatemala y Belice hasta Bolivia. En Panamá se encuentra en áreas abiertas y pantanosas, y a lo largo de riberas y quebradas. Mostró alta a muy alta sobrevivencia en los sitios fértiles de los ensayos de PROENA, y sobrevivencia mucho mayor al 50 por ciento en ambos sitios infértiles. Tuvo un crecimiento marcadamente menor en sitios infértiles comparado a los fértiles. Creció significativamente peor en las plantaciones de Agua Salud, así como en los suelos ácidos, húmedos y de bajos nutrientes del sitio húmedo infértil de PROENA. El crecimiento de altura a cuatro años fue mucho mayor a los promedios en los sitios fértiles; fue cercano al promedio en el sitio seco infértil y menor al promedio en el húmedo infértil. El ancho de las copas fue mayor al promedio en todos los sitios, especialmente en los sitios fértiles.

Tuvo un índice de captura de carbono muy alto durante los primeros cuatro años de crecimiento en los sitios fértiles, de casi tres veces los promedios del sitio. En contraste, este valor fue ligeramente mayor al promedio en el sitio seco infértil, y menor al promedio en el húmedo infértil. Dado que es un pionero de relativamente corta vida y que creció hasta dentro del rango de su potencial altura madura en el sitio seco fértil, el ritmo de aumento del índice de carbono no es probable que continúe.

#### RECOMENDACIONES

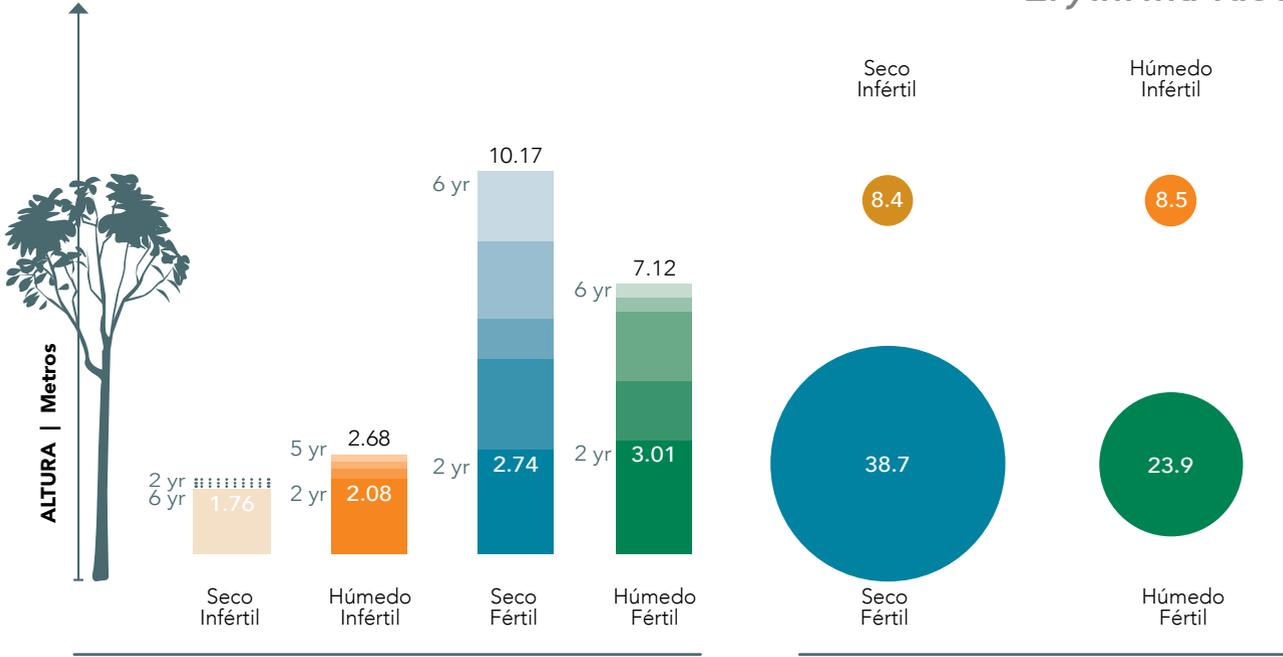
Esta especie se encuentra a menudo en pastos de ganado y en cercas vivas alrededor de pastizales. Las hojas son forraje y también pueden servir como fertilizante verde. Puede ser incorporada a programas de reforestación y restauración como especie fijadora de nitrógeno en cultivo en callejones y sistemas agroforestales de árboles de sombra; y como cerca viva, con muy buen crecimiento en sitios fértiles con suelos menos ácidos. No es adecuada para suelos ácidos y extremadamente infértiles. Tuvo un alto índice de carbono en sitios donde crece mejor, sugiriendo que puede ser utilizada para captura temprana de carbono en áreas de reforestación.



#### USOS

Pesca (veneno a base de resina), forraje (hojas), cercas vivas, medicinas (corteza), estructura de subdosel en reforestación, árbol de sombra para especies tolerantes en crecimiento, árbol ornamental, árbol de sombra (en pastizales), captura de carbono (temprana), mejora potencial al suelo a través de fijación de nitrógeno y su uso como fertilizante verde.

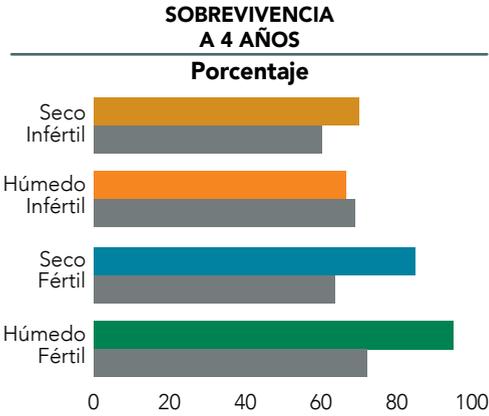
# Erythrina fusca



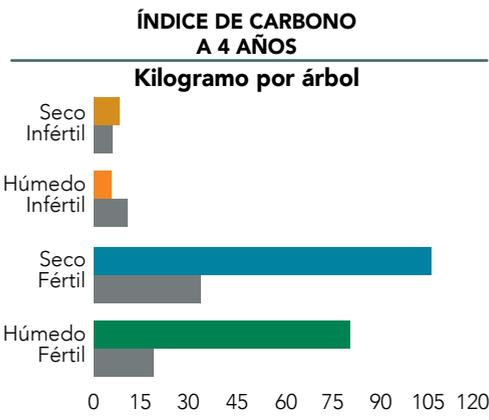
CRECIMIENTO POR SITIO

DIÁMETRO BASAL | Centímetros

Diámetro basal medido a la misma edad de altura máxima



**ESPACIADO**  
Dada su tendencia a formar copas amplias, relativamente bajas, es mejor intercalarla con otras especies al reforestar, incluyendo las que formarán el dosel del bosque. No debería ser plantada a menos de tres metros entre vecinos en sitios fértiles, a menos que se desee crear sombra.



Media por sitio  
E. fusca



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Gliricidia sepium*

#### FAMILIA

Fabaceae-Papilionoideae

#### NOMBRES COMUNES

Balo, bala, mata ratón, madero negro (Panamá, Costa Rica); cocoíte (México); cacaguanancé (Guatemala); madreado (Honduras); madre cacao (El Salvador, Venezuela).

#### DESCRIPCIÓN

*Gliricidia sepium* es un árbol caducifolio de estatura mediana (de 5 a 15 metros) que se encuentra en áreas secas a húmedas. Su rango nativo es desde México hasta el norte de Suramérica. Es una de las especies fijadoras de nitrógeno más usadas en agroforestería en los trópicos. Mostró sobrevivencia muy alta en todos los sitios de ensayo de selección de especies de PRORENA y creció particularmente bien en suelos relativamente fértiles. Tuvo crecimiento marcadamente más bajo en sitios infértiles comparado con los fértiles. También tuvo crecimiento significativamente menor en el sitio húmedo infértil de PRORENA que es más húmedo, más ácido y tiene menos nutrientes, así como en las plantaciones de Agua Salud. Su crecimiento de altura a cuatro años excedió por mucho los promedios en los sitios fértiles y el seco infértil. Al ser cultivada sin podar tiende a formar copas amplias de expansión delgada, a partir de tallos múltiples, permitiendo que entre algo de luz al sotobosque. Sus diámetros de copa a dos años fueron más del doble del promedio para

todos los sitios menos el húmedo infértil, donde aún así fueron mayores al promedio. Demostró una habilidad excepcional para capturar carbono en todos los sitios menos el húmedo infértil. Su índice de carbono a cuatro años fue el más alto de todas las especies nativas examinadas en el sitio seco fértil, donde se aproximó a su máximo nivel.

#### RECOMENDACIONES

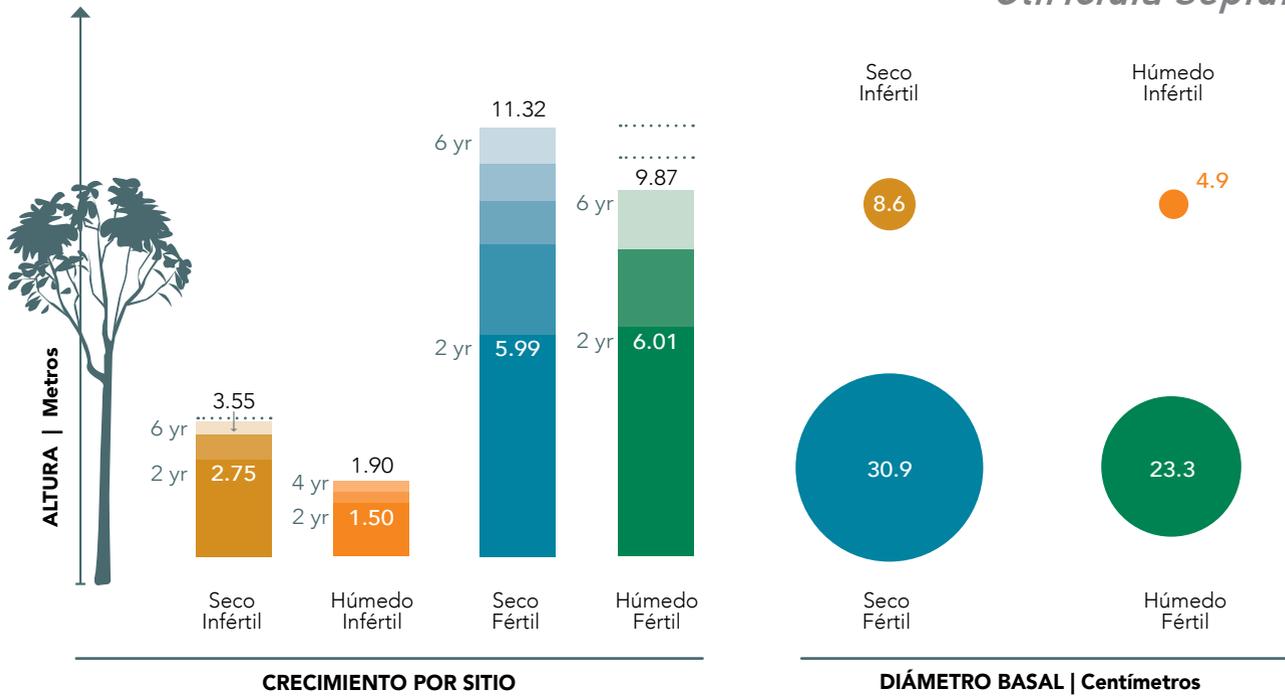
Esta especie es usada con frecuencia en agroforestería, donde sus ramas y hojas se cortan y se dejan descomponer liberando nutrientes al suelo, tanto en sistemas con árboles de sombra como en cultivos en callejones. Los datos de PRORENA sugieren que la especie es adecuada como nodriza en programas de reforestación en sitios con suelos moderadamente ácidos a neutrales, o con fertilidad comparable a la del sitio seco infértil. Es adecuada para cercas vivas y producción de leña en sitios similares. Dada su copa delgada, no debería ser utilizada para crear condiciones de sombra profunda que eliminan hierbas agresivas. Sin embargo, la forma de su copa puede permitir el reclutamiento de especies tolerantes a la sombra y con el tiempo ayudar a crear estructura de bosque en programas de reforestación y restauración, particularmente al ser sobrepasada por especies de dosel. Una vez es sobrepasada muere rápidamente. Tiene un alto índice de carbono en sitios donde crece bien, sugiriendo que puede ser usada para capturar carbono en programas de reforestación.



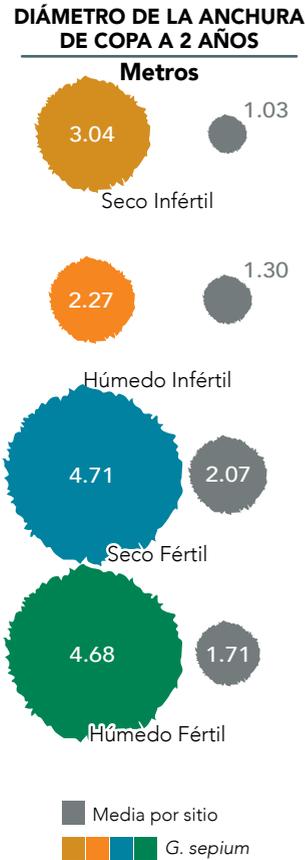
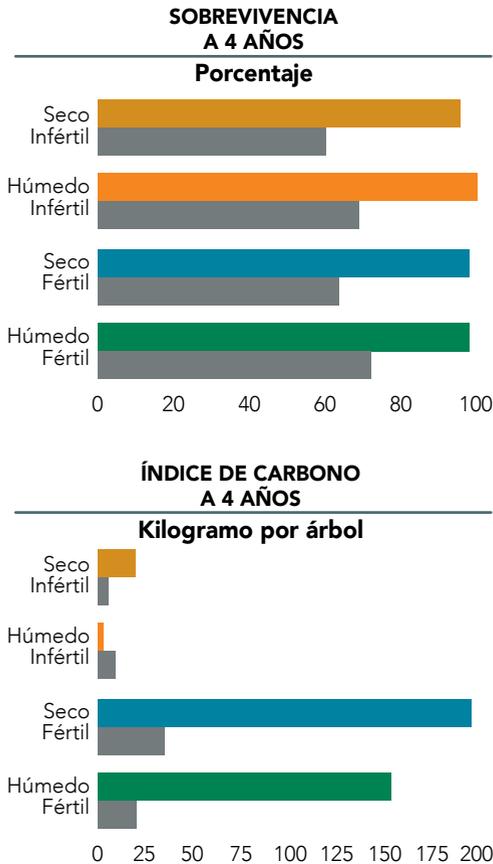
#### USOS

Leña, forraje, muebles, cercas vivas, veneno para ratas (corteza y semillas molidas), producción de miel, consumo humano (flores fritas), mangos de herramientas, árbol de sombra (en pastizales), captura de carbono (temprana), estructura inicial de bosque en reforestación, árbol de sombra para especies tolerantes en crecimiento, potencial mejora del suelo a través de la fijación de nitrógeno y fertilizante verde.

# Gliricidia sepium



Diámetro basal medido a la misma edad de altura máxima



## ESPACIADO

Dada su tendencia a formar copas amplias, relativamente bajas, es mejor intercalarla con otras especies, incluyendo aquellas que formarán el dosel en programas de restauración de bosques. Puede ser plantada a tres metros entre vecinos tolerantes a la sombra o con copas angostas, en sitios fértiles.



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Guazuma ulmifolia*

#### FAMILIA

Malvaceae

#### NOMBRES COMUNES

Guácimo (Panamá, Costa Rica, El Salvador, Honduras, Nicaragua, México); cabeza de negrito (Panamá); caulote, tapaculo (Guatemala); bolaina negra (Perú); coco (Bolivia).

#### DESCRIPCIÓN

*Guazuma ulmifolia* es un árbol caducifolio de estatura mediana (de 10 a 25 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos de elevación baja a media, desde México hasta Paraguay. Mostró sobrevivencia moderada a excepcional en los ensayos de PRORENA, sin mortalidad alguna en los sitios fértiles. El crecimiento de diámetro y altura en los sitios fértiles excedió por mucho aquellos de los infértiles. Pero la altura sí declinó en el sitio húmedo fértil entre los años cuatro y seis, probablemente debido a la intensa competencia. La especie mostró un crecimiento de altura constante en el sitio húmedo infértil y un declive considerable en altura después del cuarto año en el sitio seco infértil. El crecimiento de altura a cuatro años excedió los promedios en todos los sitios menos el húmedo infértil, donde fue casi equivalente al promedio del sitio.

Los diámetros de copa a dos años excedieron por mucho los promedios en todos los sitios. Los índices de carbono a cuatro años excedieron los promedios en todos los sitios, con un índice de más del doble en el sitio húmedo fértil.

#### RECOMENDACIONES

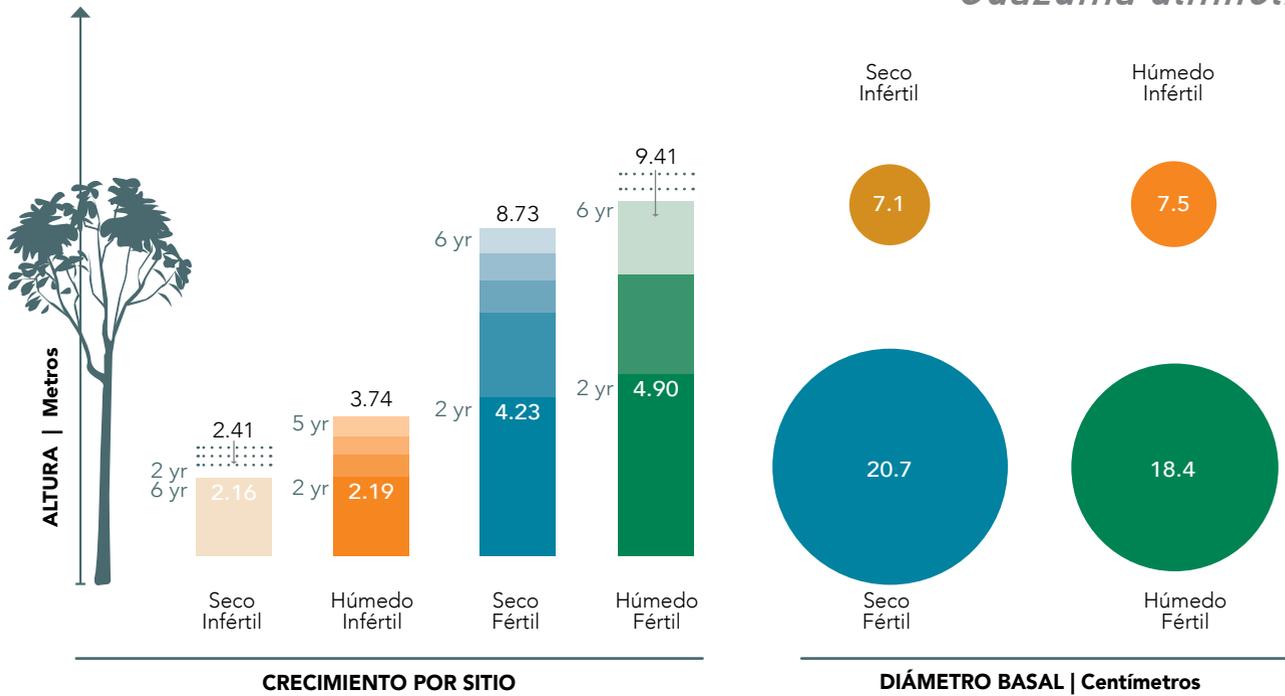
El declive en crecimiento de altura de esta especie en el sitio húmedo fértil, se debe probablemente a la competencia. Pero el deterioro en el sitio seco infértil debe ser considerado cuando se plantean actividades de restauración o reforestación en sitios con propiedades similares. Dados sus múltiples usos y alta sobrevivencia, es un buen candidato para esfuerzos de reforestación en áreas donde la población rural continuará utilizando la tierra. Los índices de carbono a cuatro años, en especial en sitios fértiles, sugieren que es un buen candidato para mezclas donde la captura temprana de carbono es deseable. Es adecuada para ayudar a dar estructura vertical en los inicios de programas de reforestación. Su copa amplia sugiere que es útil para ayudar al cierre temprano de copas en programas de reforestación; pero también que individuos de la misma especie no deberían ser plantados muy cerca.



#### SELECTED USES

Construcción (rural), postes de cercas, leña, forraje (hojas, fruto), producción de miel, consumo humano (semillas), medicinas (corteza, hojas, flores y frutos), cuerda (fibra), captura de carbono (temprana), cierre de copa temprano en reforestación, estructura temprana de rodal en reforestación, árbol nodriza, árbol de sombra (en pastizales).

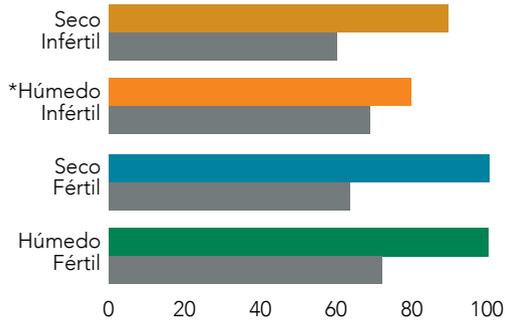
# Guazuma ulmifolia



Diámetro basal medido a la misma edad de altura máxima

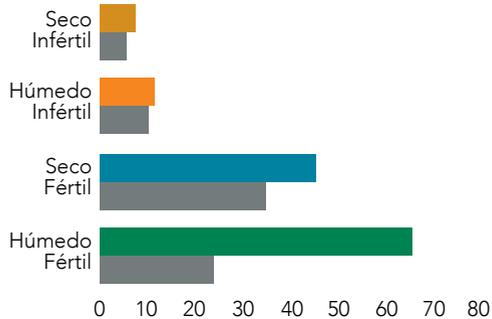
## SOBREVIVENCIA A 4 AÑOS CON EXCEPCIÓN DE \* 5 AÑOS

Porcentaje



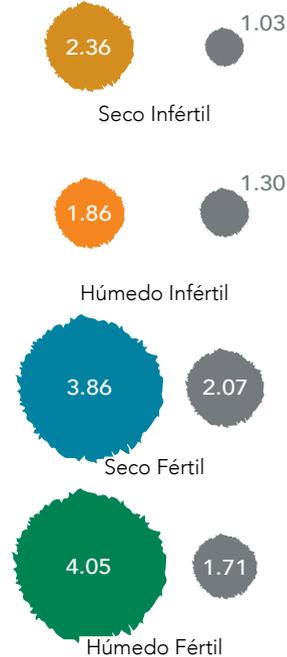
## ÍNDICE DE CARBONO A 4 AÑOS

Kilogramo por árbol



## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS

Metros



## ESPACIADO

Individuos de la especie no deben ser plantados a menos de 12 a 15 metros entre ellos, si el objetivo es mantener un bosque mixto estratificado a largo plazo, sin raleo. Es apropiado un espacio de tres metros entre vecinos tolerantes a la sombra, o especies de crecimiento relativamente rápido y copas angostas.

Media por sitio  
G. ulmifolia



#### NOMBRE CIENTÍFICO

***Gustavia superba***

#### FAMILIA

Lecythidaceae

#### NOMBRES COMUNES

Membrillo (Panamá, Colombia); paco, chupo (Colombia).

#### DESCRIPCIÓN

*Gustavia superba* es un árbol perennifolio de estatura pequeña a mediana (de 5 a 20 metros) que se encuentra en bosques húmedos a muy húmedos, de elevación baja a media, desde Panamá hasta Colombia. En Panamá es común en bosques secundarios. Mostró sobrevivencia baja a muy baja en los ensayos de PRORENA. A los cuatro años, su crecimiento en altura y diámetro fue muy escaso, sin que ningún individuo alcanzara la marca de 1.3 metros para medir el diámetro a la altura del pecho, en ninguno de los sitios. La especie demostró crecimiento sostenido en altura solamente en el sitio seco fértil. Los diámetros de copa a dos años fueron muy por debajo de los promedios en todos los sitios, así como los índices de carbono.

#### RECOMENDACIONES

Esta especie tuvo pésimo desempeño en los ensayos de PRORENA, a pesar de su rápido crecimiento en las condiciones a pleno sol en el vivero. Persiste y crece en sombra parcial en los bosques maduros de la isla de Barro Colorado. Su crecimiento pobre en los ensayos de PRORENA puede que se deba al ataque excesivo por patógenos o insectos en monocultivos. Puede que le vaya mejor si es plantado en bajas densidades, entre mezclas estrechas con otras especies de árboles en programas de restauración y reforestación.

#### ESPACIADO

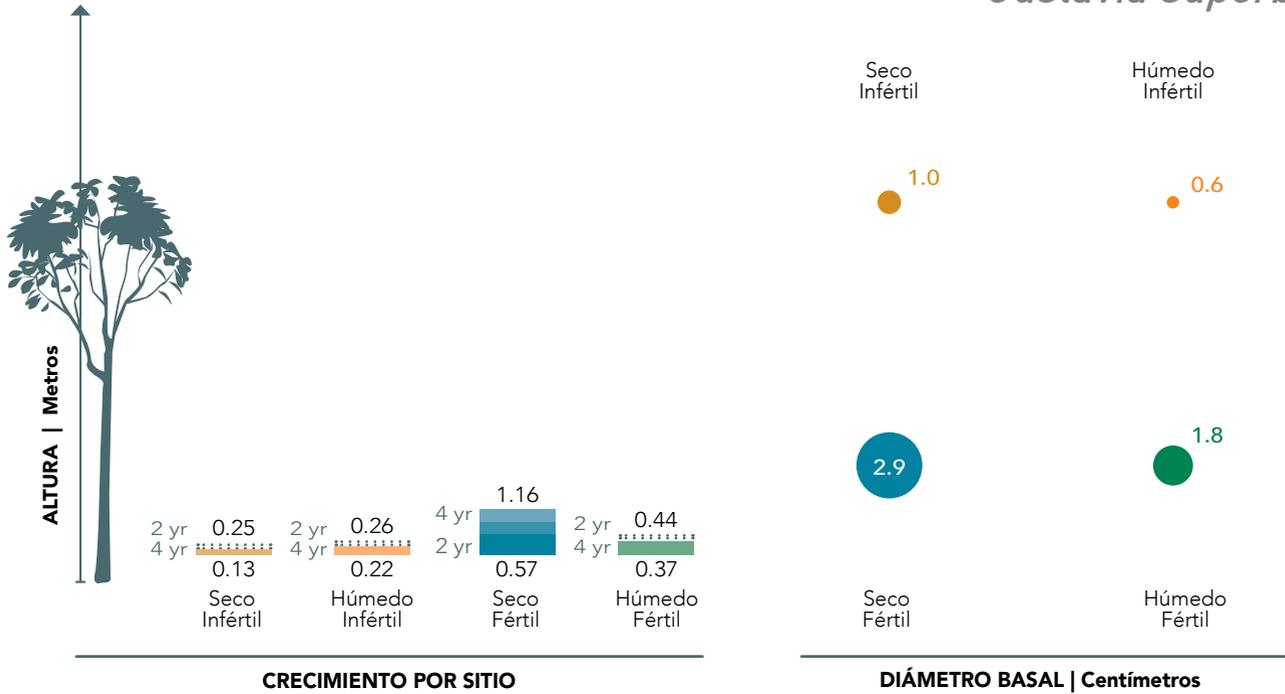
Según la literatura y los datos de ensayo de crecimiento de PRORENA, esta especie puede ser plantada en bajas densidades, a dos metros o menos entre vecinos.



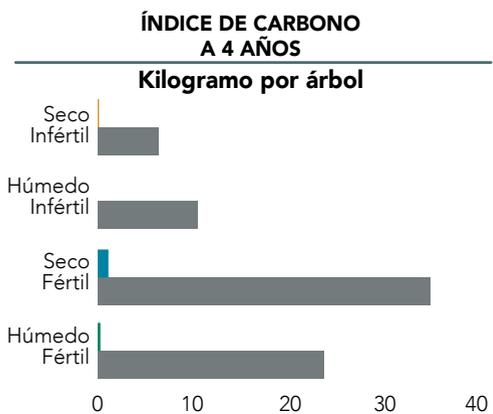
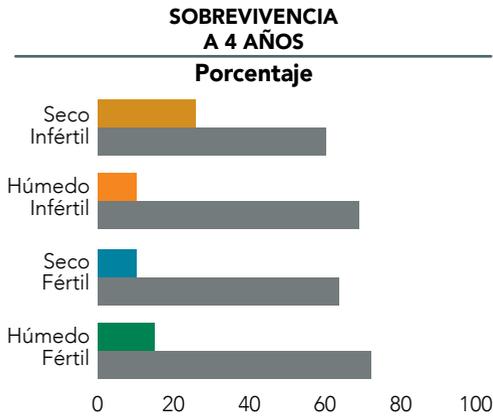
#### USOS

Producción de miel, consumo humano (frutos), medicinas (hojas).

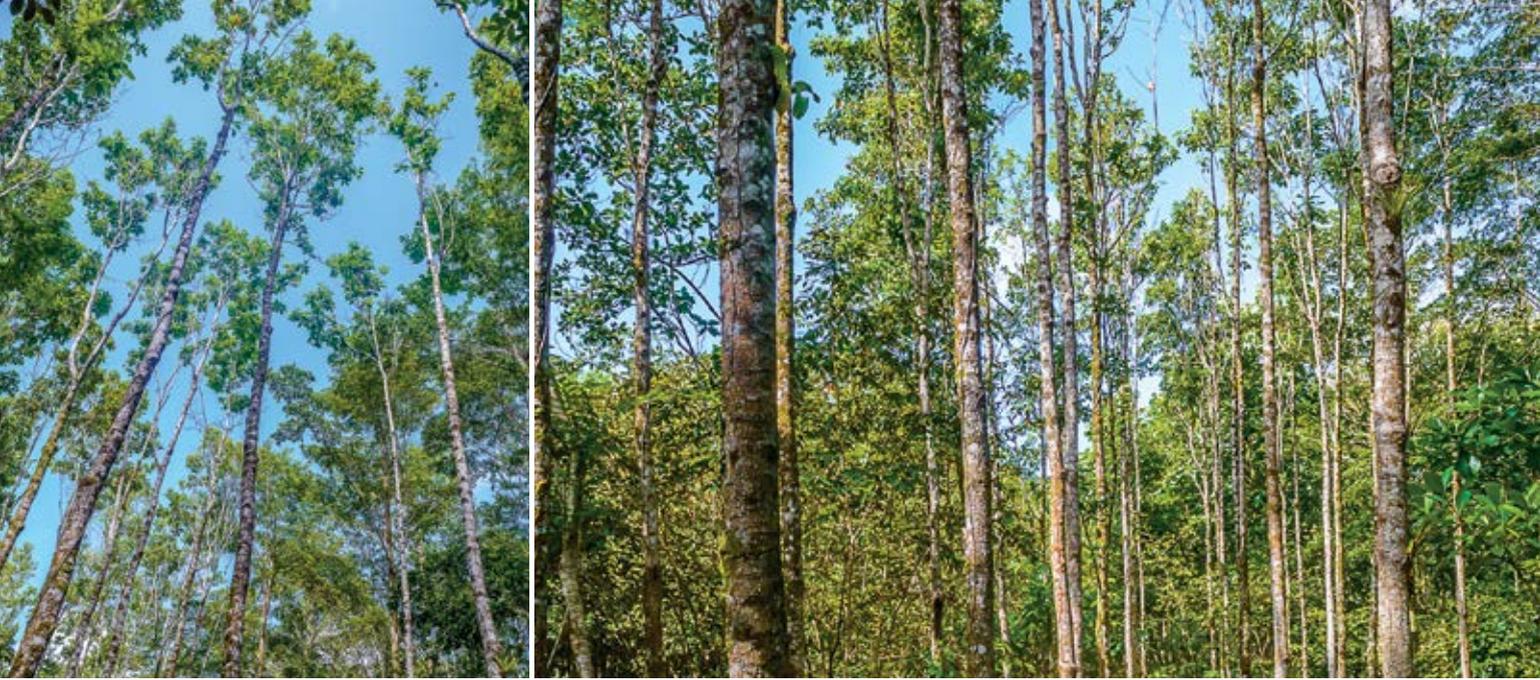
# Gustavia superba



Diámetro basal medido a la misma edad de altura máxima



Media por sitio  
G. superba



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Hieronyma alchorneoides*

#### FAMILIA

Phyllanthaceae

#### NOMBRES COMUNES

Zapatero, pilón, palo chanco, piedra, pantano (Panamá); llorón colorado, nancitón (Costa Rica); carneasada (Venezuela); mascarey (Ecuador); suradan (Surinam).

#### DESCRIPCIÓN

*Hieronyma alchorneoides* es un árbol semidecíduo de estatura alta (de 20 a 35 metros) que se encuentra en bosques muy húmedos, en elevaciones bajas a medias, desde México hasta Bolivia. En Panamá es común en bosques muy húmedos y humedales en la vertiente del Caribe. Mostró una sobrevivencia baja a alta en los ensayos de PRORENA, con la mayor en sitios húmedos y la menor en el sitio seco fértil. Sus mejores crecimientos de altura y diámetro fueron en los sitios húmedos, con valores en el sitio húmedo infértil marcadamente mayores que los del sitio húmedo fértil. Su crecimiento de altura a cuatro años excedió por mucho el promedio en el sitio húmedo infértil. Su tendencia fue crear copas tempranas y angostas, con diámetros a dos años menores al promedio en todos los sitios, y particularmente

angostas en comparación con el promedio en los sitios fértiles. Los índices de carbono a cuatro años fueron menores al promedio en todos los sitios menos en el húmedo infértil, donde fue casi el doble del promedio del sitio.

#### RECOMENDACIONES

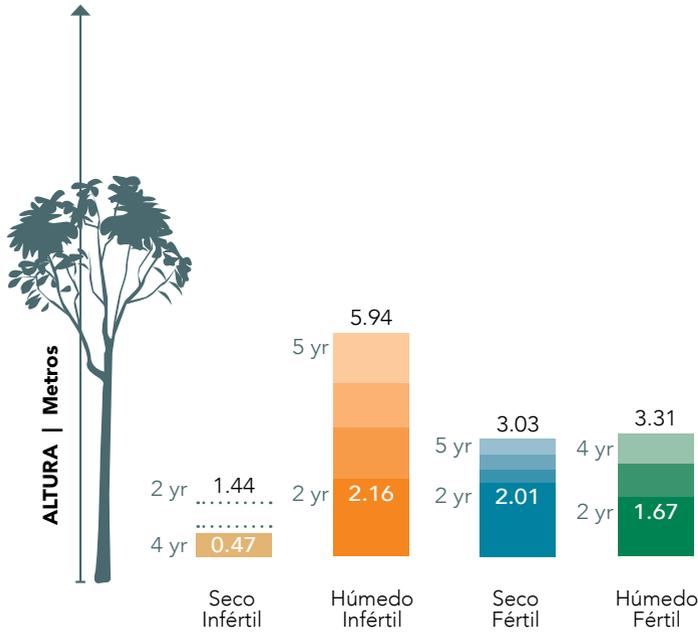
Su sobrevivencia, crecimiento e índices de carbono indican que es adecuada para programas de reforestación y restauración en sitios húmedos, con mayor éxito en el sitio húmedo infértil. No es recomendable para sitios secos. Su crecimiento de altura sugiere que ayudará a crear un dosel estratificado en una fase temprana, que persistirá con el desarrollo hacia bosque. Su copa angosta sugiere que puede ser plantada relativamente cerca a sus vecinos de la misma u otra especie, incluyendo aquellas con copas más amplias. Sembrada a distancias reducidas en plantaciones, puede ser muy efectiva dando sombra a la vegetación baja y acelerando a los rodales hacia la fase de exclusión del tallo en la dinámica forestal. En programas de restauración en sitios húmedos, donde el objetivo es proveer una estructura de bosque estratificado, puede ser particularmente buena en combinación con árboles más pequeños, de copas amplias.



#### USOS

Barriles, puentes, construcción (naval), postes de cercas, medicinas (semillas), curtiembre (corteza), durmientes de ferrocarril, fondos de vagón, captura de carbono, estructura de dosel temprana en reforestación.

# Hieronyma alchorneoides



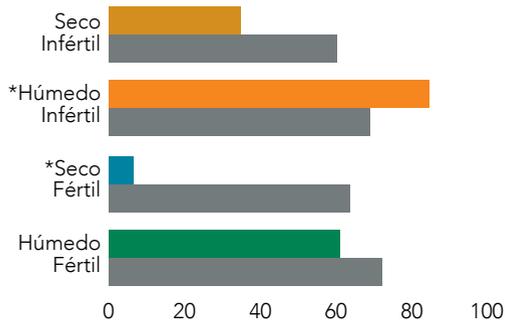
CRECIMIENTO POR SITIO

DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima

## SOBREVIVENCIA A 4 AÑOS CON EXCEPCIÓN DE \* 5 AÑOS

### Porcentaje



## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS

### Metros

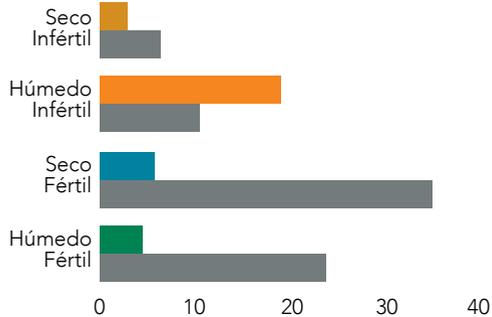


## ESPACIADO

Esta especie puede ser plantada en sitios húmedos, hasta a tres metros entre vecinos de copas angostas o amplias.

## ÍNDICE DE CARBONO A 4 AÑOS

### Kilogramo por árbol



Media por sitio  
■ ■ ■ *H. alchorneoides*



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Hura crepitans*

#### FAMILIA

Euphorbiaceae

#### NOMBRES COMUNES

Tronador, nuno, havillo, ceibo (Panamá, Costa Rica); ochoó (Bolivia); catahua (Perú); jabillo (Venezuela); salvadera (Cuba); ceibo amarillo (Colombia); assacú (Brasil).

#### DESCRIPCIÓN

*Hura crepitans* es un árbol semidecídulo de estatura alta (de 20 a 40 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos de elevaciones bajas, desde Honduras hasta Bolivia. En Panamá es común a lo largo de ríos y riachuelos, particularmente en la cuenca del Canal. Mostró sobrevivencia moderada a muy alta en los ensayos de PROENA. Su mejor crecimiento de altura y diámetro fue en los sitios fértiles. El crecimiento fue particularmente bueno relativo a otras especies, en el sitio seco fértil, donde el crecimiento de altura a cuatro años fue mayor a la media. Los diámetros de copa a dos años fueron mayores a los promedios en todos los sitios menos el húmedo infértil, con las copas más amplias, relativas a los promedios, en los sitios secos. Los índices de carbono a cuatro años fueron mayores a la media en todos los sitios y más del doble del promedio en el sitio seco fértil.

#### RECOMENDACIONES

Esta especie sobrevivió mejor en los sitios fértiles, pero también se desarrolló particularmente bien, comparada con otras especies, en el sitio seco infértil. Lo que sugiere que puede resultar en programas de restauración y reforestación. Aunque sus copas no fueron particularmente amplias en sitios húmedos, su crecimiento en el sitio seco sugiere que puede ayudar a proveer cierre de dosel temprano en sitios similares y es efectiva en dar sombra a la competencia. Su crecimiento en altura sugiere que mantendrá el paso con cualquiera otra especie sin ser sobrepasada, excepto con aquellas de crecimiento más acelerado y copas más amplias. Sus índices de carbono a cuatro años indican que ayudará a capturar carbono temprano durante programas de reforestación.

#### ESPACIADO

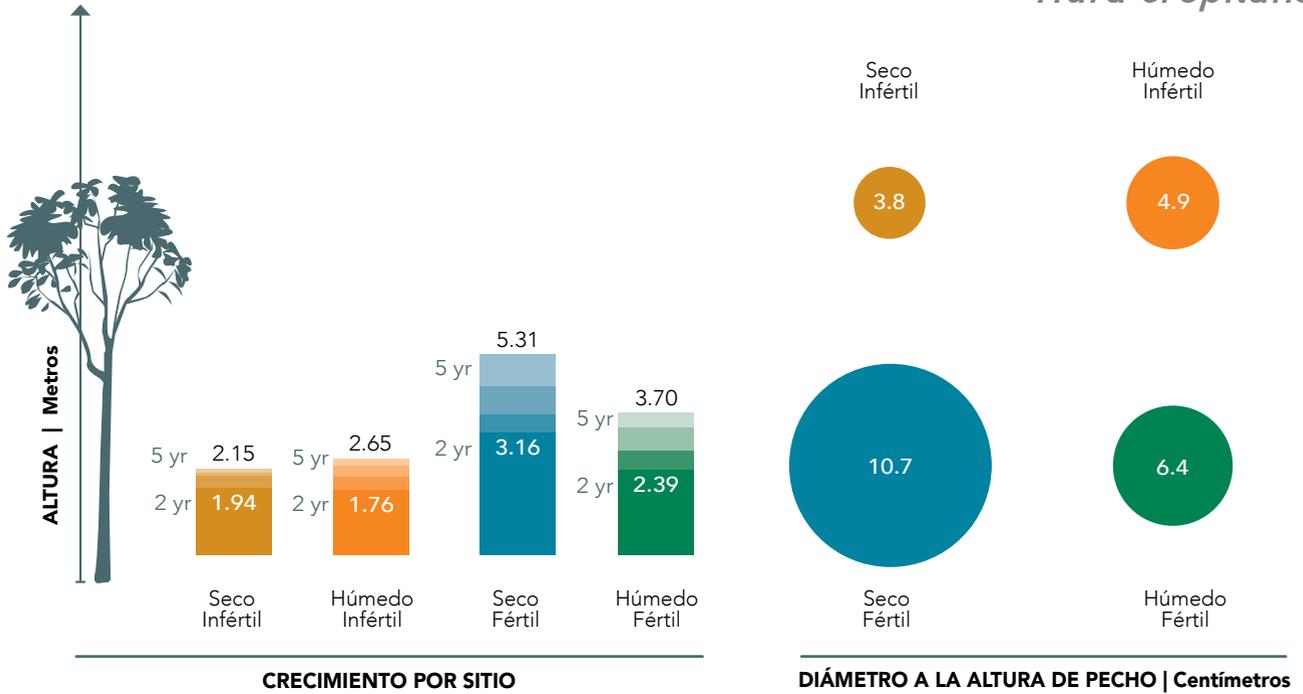
Según la literatura y los datos de PROENA, esta especie puede ser espaciada a dos metros entre vecinos en todos los sitios.



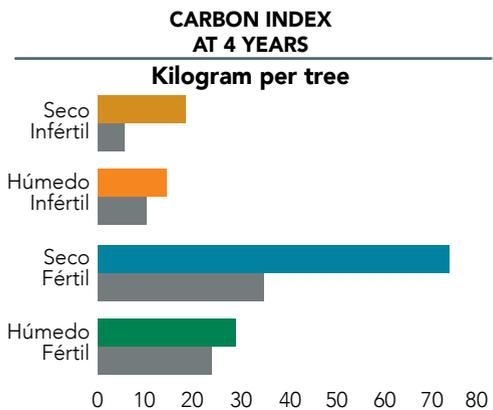
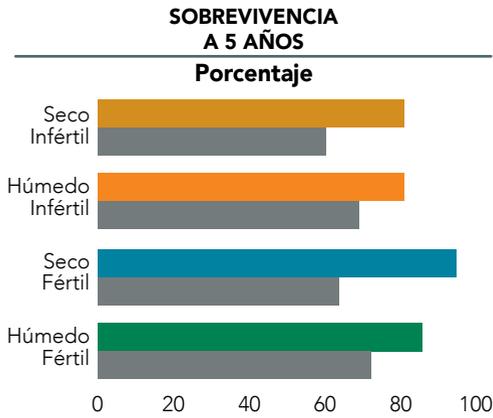
#### USOS

Fabricación de botes, carpintería, carbón, leña, pesca (veneno a base de la resina), artesanía (frutos), medicinas (semillas, resina), tableros contrachapados, captura de carbono (temprana), estructura de dosel temprana en bosques, restauración de riberas.

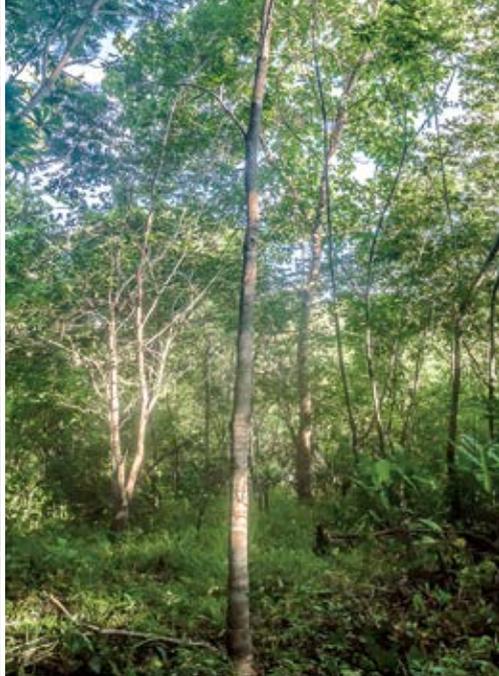
# Hura crepitans



Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima



Media por sitio  
H. crepitans



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Hymenaea courbaril*

#### FAMILIA

Fabaceae-Caesalpinioideae

#### NOMBRES COMUNES

Algarrobo, algarroba (Panamá), guapinol (Centroamérica, México), locust (Belice, Guyana), curbaril (Cuba), corobore (Venezuela), copal (Ecuador), jatobá (Brasil), paquió (Bolivia).

#### DESCRIPCIÓN

*Hymenaea courbaril* es un árbol semideciduo de estatura mediana a alta (de 10 a 30 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos de baja elevación, desde México hasta Paraguay. Mostró sobrevivencia moderada a muy alta en los ensayos de PRORENA, con la mayor en el sitio húmedo infértil y la menor en el seco fértil. Su mejor crecimiento de diámetro y altura fue en los sitios húmedo infértil y el seco fértil, pero el crecimiento a cuatro años fue mucho menor al promedio en todos los sitios. Formó copas relativamente angostas. Los diámetros de copa a dos años fueron menores a la media en todos los sitios, pero cercanos a la media en el húmedo infértil. Los índices de carbono a cuatro años fueron menores al promedio en todos los sitios.

#### RECOMENDACIONES

Aunque su sobrevivencia fue en general alta, esta especie no creció particularmente bien en los ensayos de PRORENA. Como su mejor crecimiento fue en el sitio húmedo infértil, puede ser utilizada como componente de iniciativas de restauración y reforestación en sitios similares. Puede que se desempeñe bien en suelos particularmente ácidos. Sus copas angostas sugieren que puede ser plantada relativamente cerca de otras especies, pero puede ser sobrepasada por vecinos de rápido crecimiento. Dado su crecimiento pobre, no es recomendable en plantaciones de alta densidad, pero por su tolerancia a la sombra puede ser plantado como un árbol de sucesión tardía, de los que llegan a ser parte del dosel luego de sobrepasar y cubrir a los pioneros de crecimiento más rápido (o al ser éstos cortados).

#### ESPACIADO

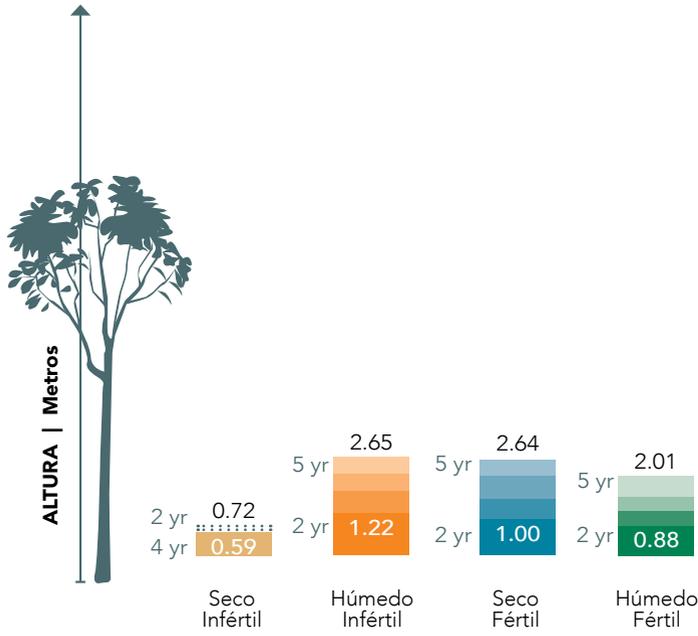
Puede ser plantada a dos o tres metros de distancia entre vecinos.



#### USOS

Puentes, ebanistería, carpintería, construcciones pesadas, entarimados, producción de miel, consumo humano (frutos), medicinas (resina, corteza), árbol ornamental, barniz y pegamento (resina), estructura de subdosel en reforestación.

# Hymenaea courbaril



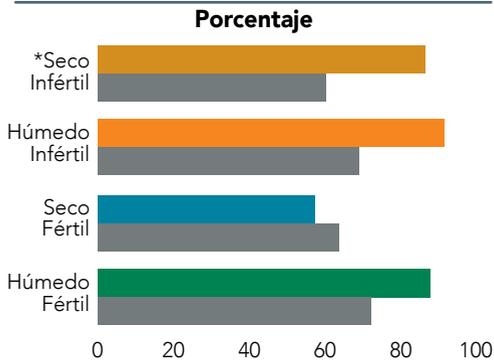
CRECIMIENTO POR SITIO



DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima

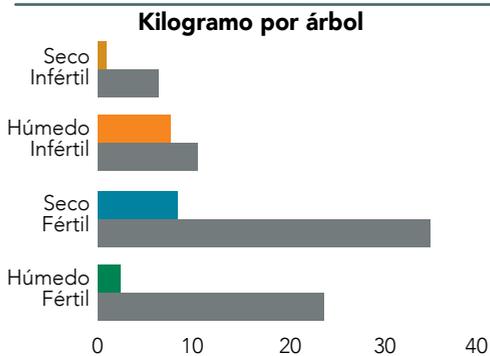
## SOBREVIVENCIA A 5 AÑOS CON EXCEPCIÓN DE \* 4 AÑOS



## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS



## ÍNDICE DE CARBONO A 4 AÑOS



Media por sitio  
H. courbaril



NOMBRE CIENTÍFICO  
***Inga laurina***

FAMILIA  
Fabaceae-Mimosoideae

NOMBRES COMUNES  
Guabo, guaba, guaba de mono, guabito cansa boca (Panamá).

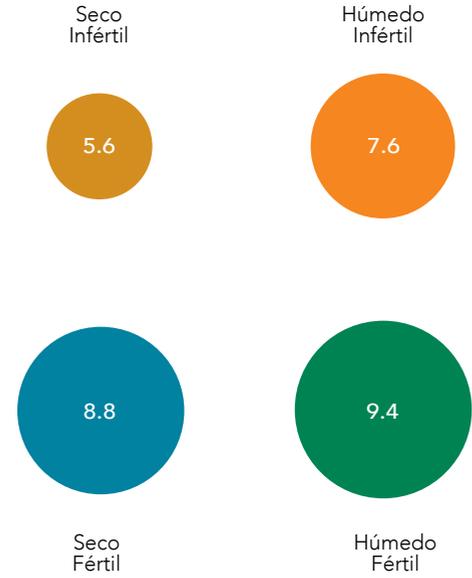
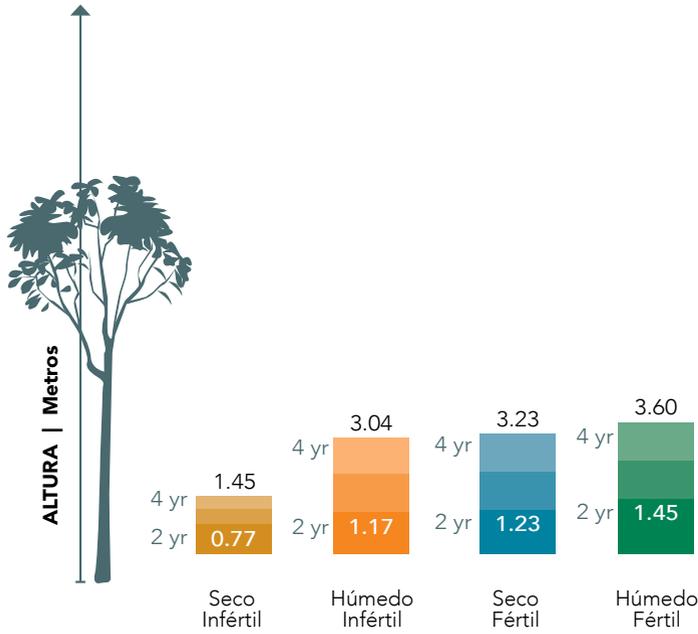
**DESCRIPCIÓN**  
*Inga laurina* es un árbol perennifolio de estatura mediana a alta (de 15 a 30 metros) que se encuentra en bosques secos a muy húmedos a elevación baja a media. En Panamá es común en los bosques de la cuenca del Canal de Panamá. La sobrevivencia a cuatro años excedió o fue equivalente a los promedios en los sitios de ensayo de PROENA. Los crecimientos de altura y diámetro fueron casi equivalentes entre el sitio húmedo infértil y los dos fértiles. El crecimiento de altura a cuatro años fue menor a los promedios en todos los sitios menos el húmedo infértil, donde fue similar al promedio del sitio. Los diámetros de copa a dos años fueron menores al promedio en todos los sitios. Los índices de carbono a cuatro años fueron casi equivalentes a los promedios en todos los sitios infértiles.

**RECOMENDACIONES**  
Esta especie mostró sobrevivencia moderada en los ensayos de PROENA. En particular creció bien en el sitio húmedo infértil, pero también suficientemente bien en otros sitios como para ser considerada en programas de restauración y reforestación en sitios similares. Su habilidad de fijar nitrógeno atmosférico la hace un componente útil para programas diseñados para mejorar la fertilidad del suelo, particularmente en cultivos en callejones y en sistemas de agroforestales de árboles de sombra. Sus diámetros de copa a dos años sugieren que su uso no sería ideal en programas diseñados para dar sombra pronta a hierbas y malezas. Los árboles producen frutos temprano que son comidos por aves, las cuales promueven la regeneración natural. Sin embargo, sus índices de carbono a cuatro años indican que sería un componente útil para un programa de especies diversas en sitios infértiles, que tenga la captura de carbono como objetivo principal.



**USOS**  
Cajas, leña, consumo humano (semillas), atracción de diversidad animal, captura de carbono (sitios infértiles), potenciales mejoras al suelo a través de fijación de nitrógeno y su uso como fertilizante verde.

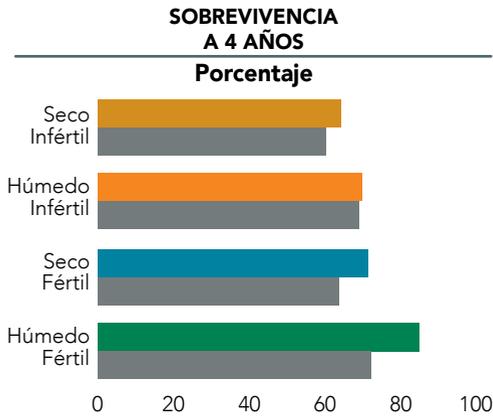
# Inga laurina



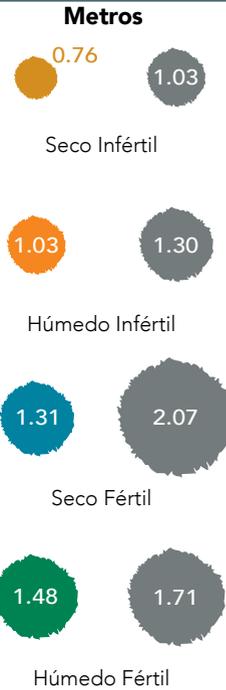
## CRECIMIENTO POR SITIO

## DIÁMETRO BASAL | Centímetros

Diámetro basal medido a la misma edad de altura máxima

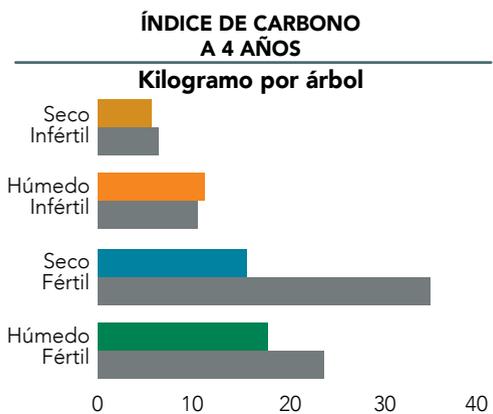


## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS



## ESPACIADO

Los datos de la literatura así como los ensayos de PRORENA, sugieren que esta especie persiste y crece aún en sombra profunda, lo cual indica que puede ser plantada hasta a un metro entre vecinos en sitios infértiles. En sitios fértiles puede ser plantada a dos metros o menos de distancia.



Media por sitio  
I. laurina



NOMBRE CIENTÍFICO  
***Inga punctata***

FAMILIA  
Fabaceae-Mimosoideae

NOMBRES COMUNES  
Guabo, guaba, guaba de mono, guabito cansa boca (Panamá); cuajinicuil (Costa Rica, Guatemala); guamo (Honduras); bitz (México); guabo machetero (Ecuador).

DESCRIPCIÓN  
*Inga punctata* es un árbol perennifolio de estatura mediana (de 5 a 15 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos desde México hasta Bolivia. En Panamá es común en bosques secundarios a lo largo de riachuelos y calles. Es una especie fijadora de nitrógeno que demostró haber fijado nitrógeno en abundancia en el sitio húmedo fértil de los ensayos de PRORENA. Su sobrevivencia fue menor a los promedios en todos los sitios menos el húmedo fértil, donde fue razonablemente alta. Su crecimiento de altura a cuatro años excedió los promedios, en particular el del sitio húmedo fértil. En los sitios de Agua Salud creció muy mal en los suelos más ácidos. Al crecer silvestre tiene una estructura de arbusto, compuesta de múltiples tallos, con una copa amplia y densa. El estancamiento de su crecimiento de altura en el sitio húmedo fértil, se debió probablemente a la aglomeración con sus vecinos. Los diámetros de copa a dos años fueron cercanos a los promedios en todos

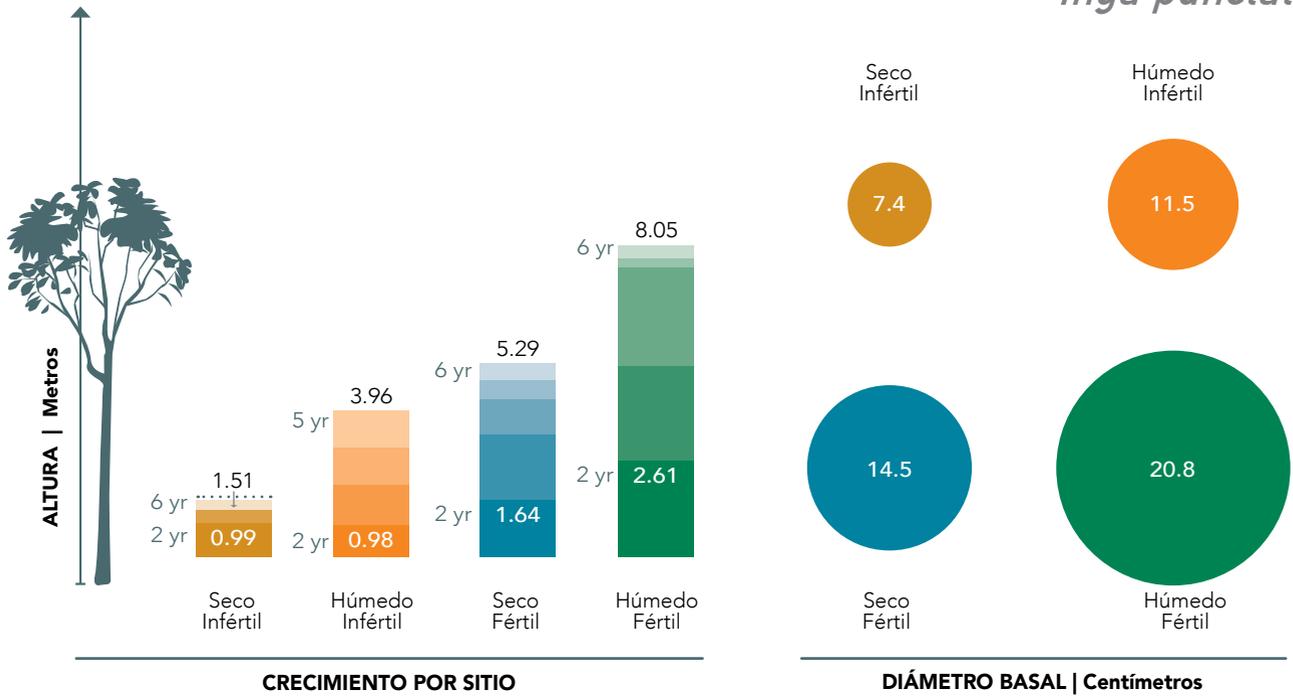
los sitios menos el húmedo fértil, donde fue casi el doble del promedio. Sus índices de carbono a cuatro años fueron mayores a la media en todos los sitios, y casi tres veces la media en el húmedo fértil.

RECOMENDACIONES  
Esta especie tiene mucho potencial para sistemas agroforestales y programas de restauración en sitios fértiles o relativamente fértiles, con acidez moderada. Su crecimiento y sobrevivencia en el sitio seco infértil sugieren que puede que no sea adecuada para sitios afectados por sequía. Su habilidad de fijar nitrógeno en los sitios húmedo fértil de PRORENA y los de Agua Salud sugiere que debe aportar a los ciclos de nutrientes, en especial con nitrógeno. Sus frutos atraerán aves y mamíferos, agregando un componente adicional a programas de restauración, promoviendo la regeneración natural sobre el suelo. Su estatura relativamente baja, el estancamiento de crecimiento en el sitio húmedo fértil, así como las observaciones sobre el cierre de la copa y competencia con otras especies, sugieren que en programas de reforestación los individuos deben estar ampliamente espaciados. En proyectos agroforestales será necesario podarlos. En sitios fértiles ayudará a proporcionar cierre temprano de copas, y luego dará estructura al bosque, a medida que las especies de dosel de rápido crecimiento la sobrepasen.



USOS  
Cajas, leña, entarimados, consumo humano (frutos), atracción de diversidad animal, cubierta de copas temprana en reforestación, estructura de subdosel en reforestación, potencial mejora al suelo a través de fijación de nitrógeno y su uso como fertilizante verde.

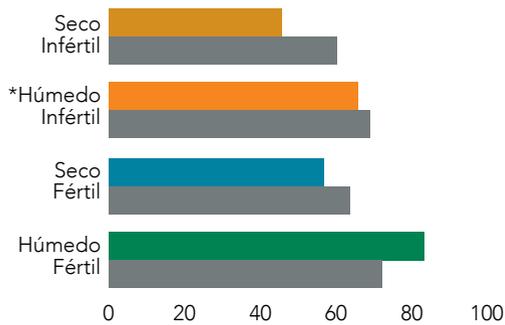
# Inga punctata



Diámetro basal medido a la misma edad de altura máxima

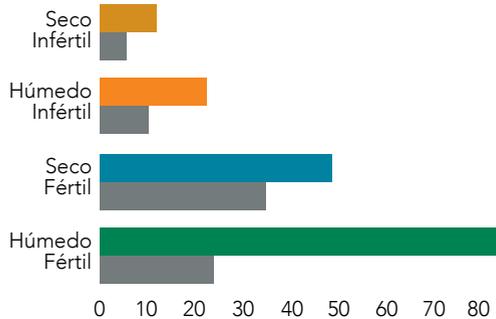
## SOBREVIVENCIA A 4 AÑOS CON EXCEPCIÓN DE \* 5 AÑOS

### Porcentaje



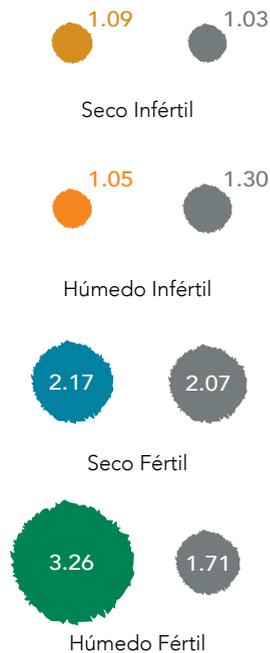
## ÍNDICE DE CARBONO A 4 AÑOS

### Kilogramo por árbol



## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS

### Metros



## ESPACIADO

Esta especie debe ser plantada en sitios fértiles, por lo menos a tres metros de distancia de todas las especies, menos las tolerantes a la sombra; con mayor éxito al ser plantada con especies de copa angosta y rápido crecimiento.

Media por sitio  
I. punctata



#### NOMBRE CIENTÍFICO

***Lacmellea panamensis***

#### FAMILIA

Apocynaceae

#### NOMBRES COMUNES

Lagarto negro, palo perezoso (Panamá); cerillo, espinudo (Costa Rica); lechudo (Colombia).

#### DESCRIPCIÓN

*Lacmellea panamensis* es un árbol perennifolio de estatura mediana (de 10 a 20 metros) que se encuentra en bosques húmedos a muy húmedos de elevación baja a media, desde Belice hasta Ecuador. En Panamá es común en la vertiente del Caribe. Mostró sobrevivencia mala a muy mala en los ensayos de PROENA, con la mejor en el sitio húmedo infértil y casi nula en los sitios seco y húmedo fértil. Los individuos sobrevivientes crecieron relativamente bien en el sitio húmedo infértil, excediendo el promedio de altura del sitio a los cuatro años. Sus copas son angostas, con diámetros a dos años mucho menores a los promedios, en todos los sitios. Su índice de carbono a cuatro años fue cercano al promedio, en el sitio húmedo infértil.

#### RECOMENDACIONES

Los datos de los ensayos de PROENA sugieren que aunque la sobrevivencia de esta especie podría ser problemática, aún así puede ser utilizada en iniciativas de reforestación y restauración en sitios húmedos infértiles, consistentes con su distribución natural. El árbol en sí puede ser hábitat de vida silvestre pues sus frutos atraen aves.

#### ESPACIADO

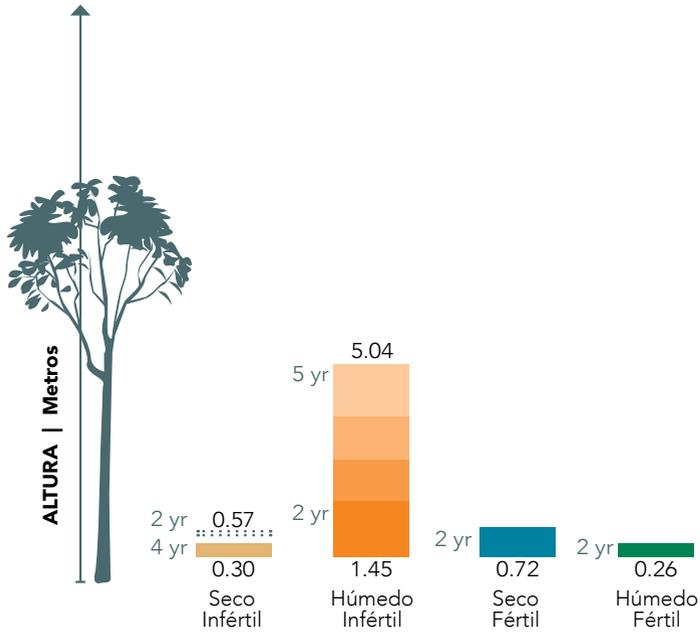
Los datos de la literatura y los ensayos de PROENA sugieren que la especie puede ser plantada a dos metros o menos entre vecinos.



#### USOS

Cajas, tablas, madera aglomerada, consumo humano (frutos, resina), mangos de herramientas, atracción de diversidad animal.

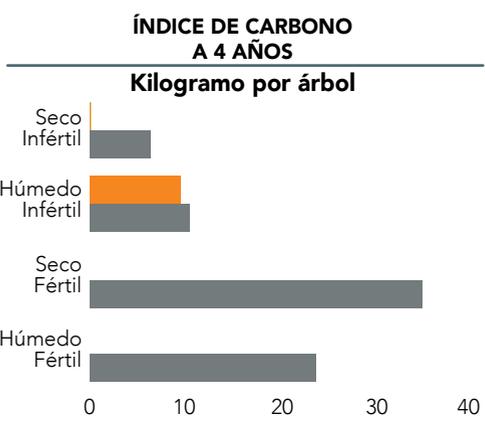
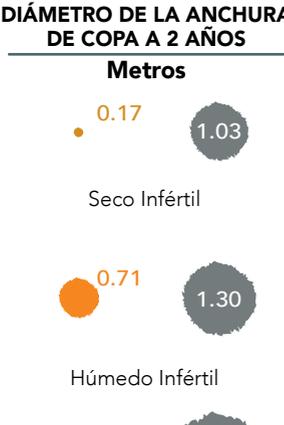
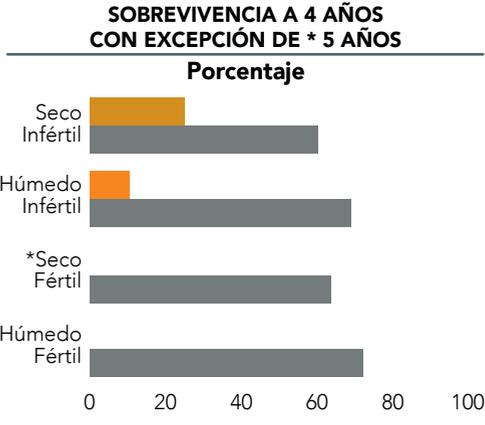
# Lacmellea panamensis



CRECIMIENTO POR SITIO

DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima



Media por sitio  
L. panamensis



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Luehea seemannii*

#### FAMILIA

Tiliaceae (Estudios moleculares recientes colocan a la especie en la familia Malvaceae).

#### NOMBRES COMUNES

Guácimo colorado, guácimo molenillo, guácimo pacheco (Panamá); guácimo macho (Nicaragua); cotonrón, yayo (Guatemala).

#### DESCRIPCIÓN

*Luehea seemannii* es un árbol caducifolio de estatura mediana a alta (de 10 a 30 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos de elevación baja a media, desde México hasta Colombia. En Panamá es una especie común en bosque secundario. Mostró sobrevivencia alta a muy alta en los ensayos de PRORENA, pero sobrevivió menos donde creció mejor (en el sitio seco fértil). Creció marcadamente mejor en los sitios fértiles, con crecimientos de altura y diámetro ligeramente mejores en el sitio seco en comparación con el húmedo. En Agua Salud mostró crecimiento pobre en suelos infértiles, arcillosos y relativamente ácidos. El crecimiento de altura a cuatro años excedió por mucho los promedios en todos los sitios, menos el húmedo infértil donde fue aproximadamente equivalente. A pesar de su crecimiento, experimentó deterioro considerable en el sitio seco infértil. Cuando crece libremente, tiende a formar copas angostas. El ancho de copas a dos años fue mayor a la media en todos los sitios.

Se cree que produce hojarasca abundante, lo cual puede incrementar la materia orgánica del suelo. Sus índices de carbono a cuatro años fueron mucho mayores al promedio en todos los sitios, menos el húmedo infértil donde fue similar al promedio.

#### RECOMENDACIONES

Los datos de los ensayos de PRORENA sugieren que esta pionera de crecimiento rápido, es adecuada para iniciativas de restauración y reforestación con múltiples especies, en suelos relativamente fértiles. Pero no es adecuada para suelos altamente ácidos. Ayudará a crear cubierta forestal y biomasa en pie bastante rápido, así como a incrementar la materia orgánica en el suelo.

#### ESPACIADO

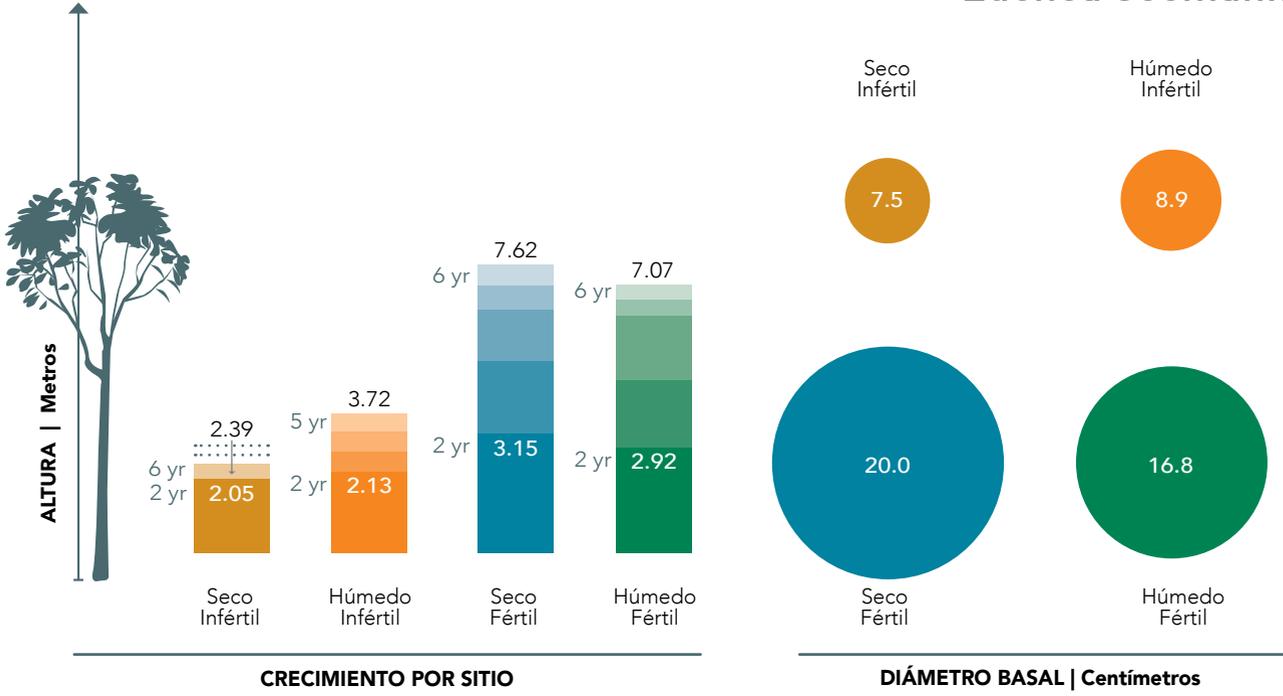
Los datos de la literatura y los ensayos de PRORENA sugieren que puede ser plantada a dos metros entre vecinos.



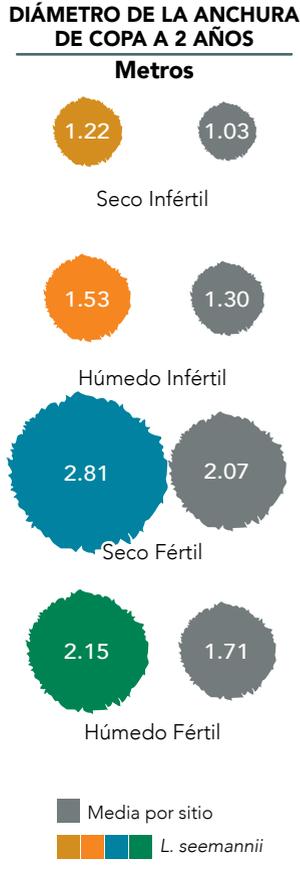
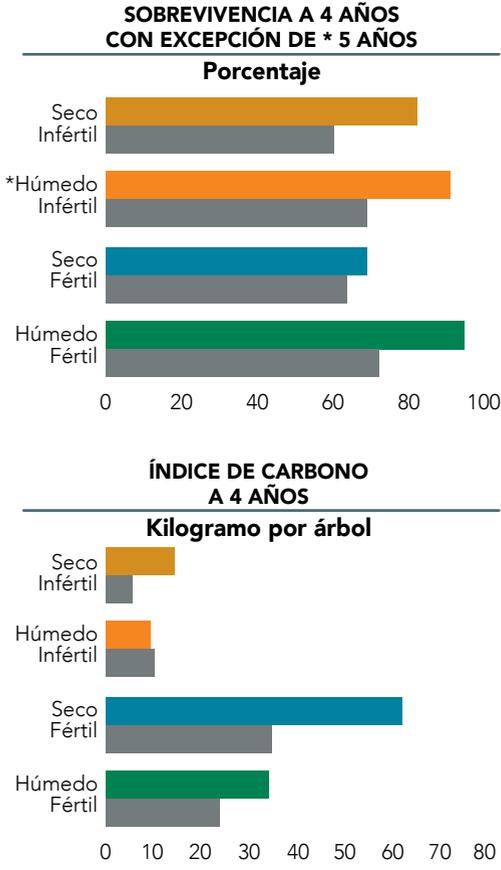
#### USOS

Tableros, cajones, madera aglomerada, leña, producción de miel, cuerdas de amarre (corteza), pulpa para papel, captura de carbono (temprana), cubierta temprana de dosel en reforestación, materia orgánica de suelo por la producción de hojarasca.

# Luehea seemannii



Diámetro basal medido a la misma edad de altura máxima



Media por sitio  
L. seemannii



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Manilkara zapota*

#### FAMILIA

Sapotaceae

#### NOMBRES COMUNES

Níspero (Panamá, Costa Rica, Nicaragua, El Salvador); zapote, chicozapote, chicle (México).

#### DESCRIPCIÓN

*Manilkara zapota* es un árbol perennifolio de estatura mediana a alta (de 10 a 30 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos de elevación baja a media, desde México y por todo Centroamérica. En Panamá es común en fincas de la vertiente del Pacífico. Su sobrevivencia varió de muy pobre a muy alta en los ensayos de PRORENA, con la menor en el sitio seco fértil y la mayor en el húmedo infértil. Aunque sus mejores crecimientos de altura y diámetro fueron en el sitio húmedo infértil, estos aún están por debajo del promedio. Mostró deterioro en su crecimiento en el sitio seco infértil. Formó copas angostas en todos los sitios, con diámetros a dos años muy por debajo de la media. Los índices de carbono a cuatro años fueron muy bajos en todos los sitios.

#### RECOMENDACIONES

Los datos de los ensayos de PRORENA sugieren que la especie es adecuada como árbol tolerante a la sombra de sucesión tardía, que puede ser plantada como especie perennifolia en mezcla estrecha o abajo de árboles caducifolios de rápido crecimiento. En Panamá se le encuentra con frecuencia en las fincas. Sus frutos son altamente apreciados. Puede que su mejor uso sea en riberas y plantada como árboles aislados para producción de frutas.

#### ESPACIADO

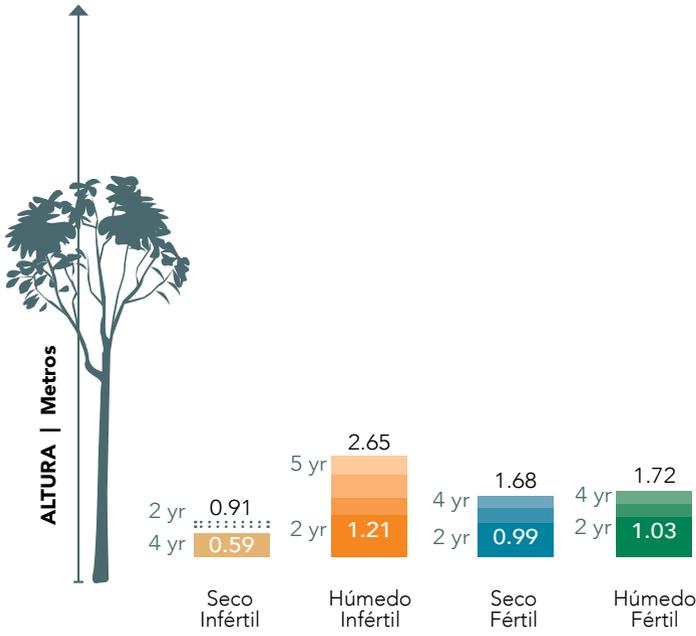
Su copa angosta sugiere que puede ser plantada relativamente cerca de árboles vecinos, pudiendo verse afectada por la sombra al ser sobrepasada por especies perennifolias de rápido crecimiento. El espaciado entre árboles de *Manilkara* debe ser amplio, para que se acomoden en su altura cuando eventualmente sean emergentes.



#### USOS

Tablones, construcción naval, postes de cercas, producción de miel, consumo humano (frutos, resina), cercas vivas, árbol ornamental, durmientes de ferrocarril, cortiambre (corteza), mangos de herramientas.

# Manilkara zapota



CRECIMIENTO POR SITIO

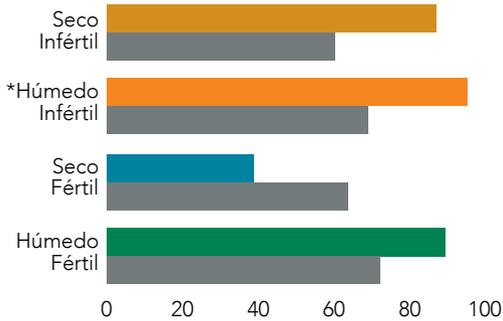


DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima

## SOBREVIVENCIA A 4 AÑOS CON EXCEPCIÓN DE \* 5 AÑOS

### Porcentaje



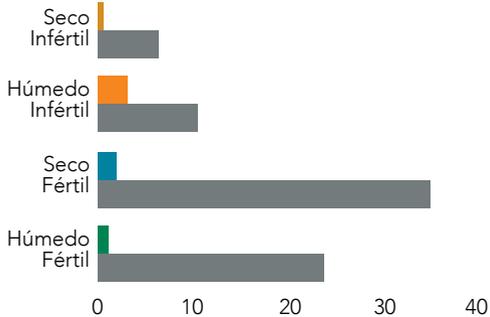
## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS

### Metros



## ÍNDICE DE CARBONO A 4 AÑOS

### Kilogramo por árbol



Media por sitio  
M. zapota



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Muntingia calabura*

#### FAMILIA

Tiliaceae (estudios moleculares recientes colocan a esta especie en la familia Muntingiaceae).

#### NOMBRES COMUNES

Periquito, pacito, majaguillo (Panama); capulín (México, Central America); chitató (Colombia); nigüito (Ecuador); yumanaza (Peru); calabura, pau de seda (Brazil).

#### DESCRIPCIÓN

*Muntingia calabura* es un árbol caducifolio de estatura pequeña (de 3 a 10 metros), con un rango nativo desde México hasta Argentina, donde se encuentra en bosques secos a húmedos de elevaciones baja a media. En los ensayos de PRORENA mostró sobrevivencia alta a muy alta en todos los sitios menos el húmedo infértil, donde desapareció por completo a pesar de tener más de 50 por ciento de sobrevivencia a los dos años. Su crecimiento de altura y diámetro en el sitio seco fértil fue casi el doble que en los sitios húmedo fértil y seco infértil. En el sitio seco infértil mostró un declive precipitado en crecimiento de altura debido a su deterioro entre los años dos y cuatro. Su crecimiento en altura a cuatro años excedió el promedio por mucho en el sitio seco fértil y fue equivalente al promedio en el sitio húmedo fértil. Al ser cultivada sin podar tiende a formar copas amplias de expansión delgada, a partir de tallos múltiples, permitiendo que la luz alcance al

sotobosque. Los diámetros de copa a dos años fueron mayores a la media, y más del doble de los promedios del sitio seco. Su índice de carbono a cuatro años casi dobló los promedios en los sitios secos y fue menor al promedio en el sitio húmedo fértil. Tiene frutos rojo vivo que atraen a las aves lo que resulta en una abundante regeneración bajo el árbol, junto con plantas de otras especies también dispersadas por aves.

#### RECOMENDACIONES

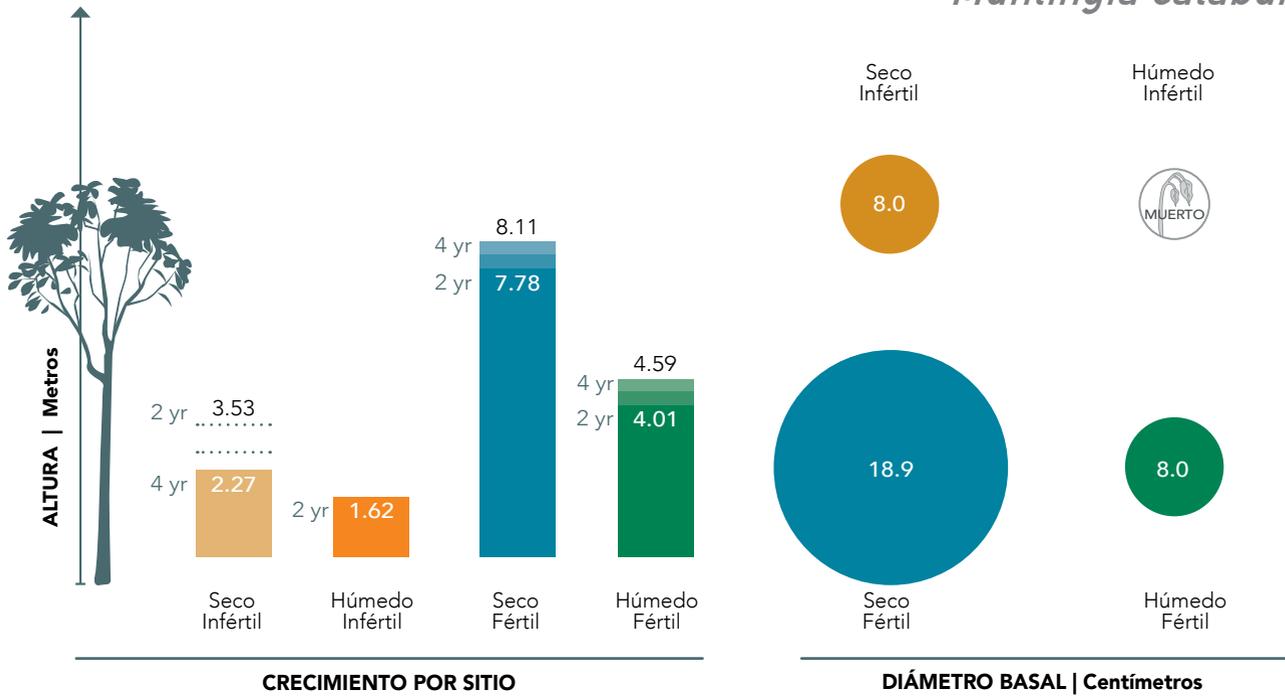
Esta especie tiene gran potencial para reforestación y restauración. Su crecimiento rápido y diámetros de copa a dos años mayores al promedio, sugieren que su valor está en brindar una acelerada recuperación de cubierta forestal en distintos sitios. Su índice de carbono a cuatro años sugiere una habilidad para recuperar valores de captura de carbono cuando se usa en combinación con especies más longevas. Su desaparición de los sitios húmedos infértiles entre los años dos y cuatro, así como su marcado deterioro en el sitio seco infértil, sugieren que sería un componente efímero en estos bosques. Sin embargo, sigue siendo valioso en estos sitios ya que sus frutos atraen aves dispersoras de semillas que pueden fomentar la regeneración y diversidad de plantas. Su corta estatura como pionero puede proporcionar estructura a bosques jóvenes, al crear un estrato arbustivo de poca altura para especies de sucesión tardía del subdosel.



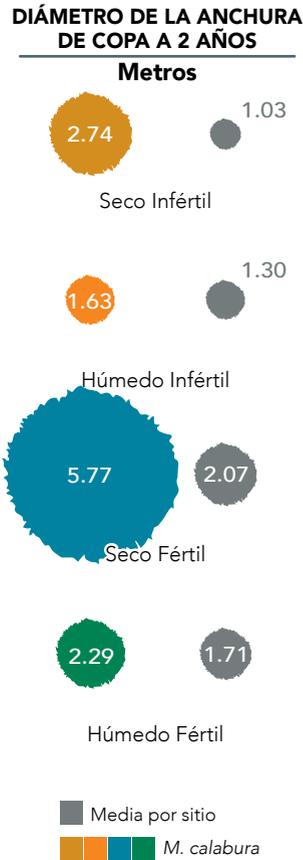
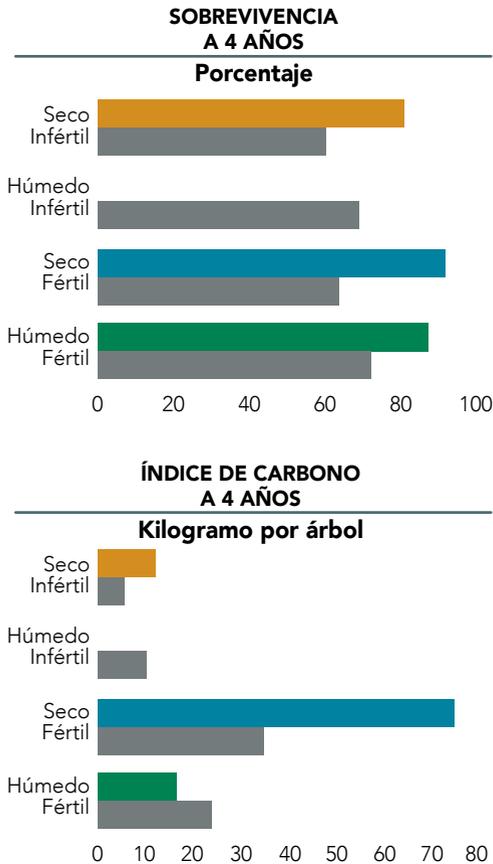
#### USOS

Carbón, postes de cercas, leña, producción de miel, consumo humano (frutos), cercas vivas, medicinas (todas las partes de la planta), cuerdas de amarre, cestos y canastas (corteza), atracción de diversidad de animales y plantas, captura de carbono (temprana), cubierta de copas temprana en reforestación, árbol nodriza para especies tolerantes a la sombra, estructura de subdosel en reforestación.

# Muntingia calabura



Diámetro basal medido a la misma edad de altura máxima



## ESPACIADO

Puede ser plantada de manera uniforme a tres metros de distancia o más en todos los sitios, menos el seco fértil. A menor distancia, puede ser útil como árbol nodriza para especies que requieren sombra parcial. Facilita la regeneración natural abajo por la dispersión de semillas de las aves que la visitan.



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Ochroma pyramidale*

#### FAMILIA

Bombacaceae (estudios moleculares recientes colocan a esta especie en la familia Malvaceae).

#### NOMBRES COMUNES

Balso, balsa, lano (Panamá, Centroamérica); algodón (El Salvador); gatillo (Nicaragua); lanero (Cuba); corcho (México); túcumo (Colombia); topa (Perú); tami (Bolivia); pau de balsa (Brasil).

#### DESCRIPCIÓN

*Ochroma pyramidale* es un árbol pionero caducifolio de estatura mediana a alta (de 10 a 30 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos de elevación baja a media, desde el sur de México hasta Bolivia y Brasil. Es muy común en bosques secundarios y a lo largo de carreteras y quebradas. Mostró sobrevivencia alta, superior a la media, en todos los sitios de ensayo de PROENA. Su crecimiento en altura y diámetro fueron marcadamente mayores en los sitios fértiles y relativamente altos en los infértiles. Su crecimiento de altura a cuatro años fue excepcional, por lo menos el doble de los promedios en todos los sitios. En los micrositos de Agua Salud, donde los suelos son más ácidos, su crecimiento fue menor pero aún relativamente bueno. El ancho de sus copas a dos años fue superior a la media en todos los sitios, y

el doble de los promedios en sitios fértiles. A pesar de tener hojas grandes y copas amplias, es un árbol bastante delgado que permite abundante entrada de luz al sotobosque. Aunque puede vivir una década o más, la especie es una pionera de corta vida que a menudo completa su ciclo vital en cuatro o cinco años. Sus índices de carbono a cuatro años fueron mayores al promedio en todos los sitios, y dos o más veces los promedios de los sitios fértiles. Sin embargo, estos índices fueron menores a lo esperado considerando el tamaño (altura y diámetro) de los árboles, ya que la madera en sí es de muy baja densidad.

#### RECOMENDACIONES

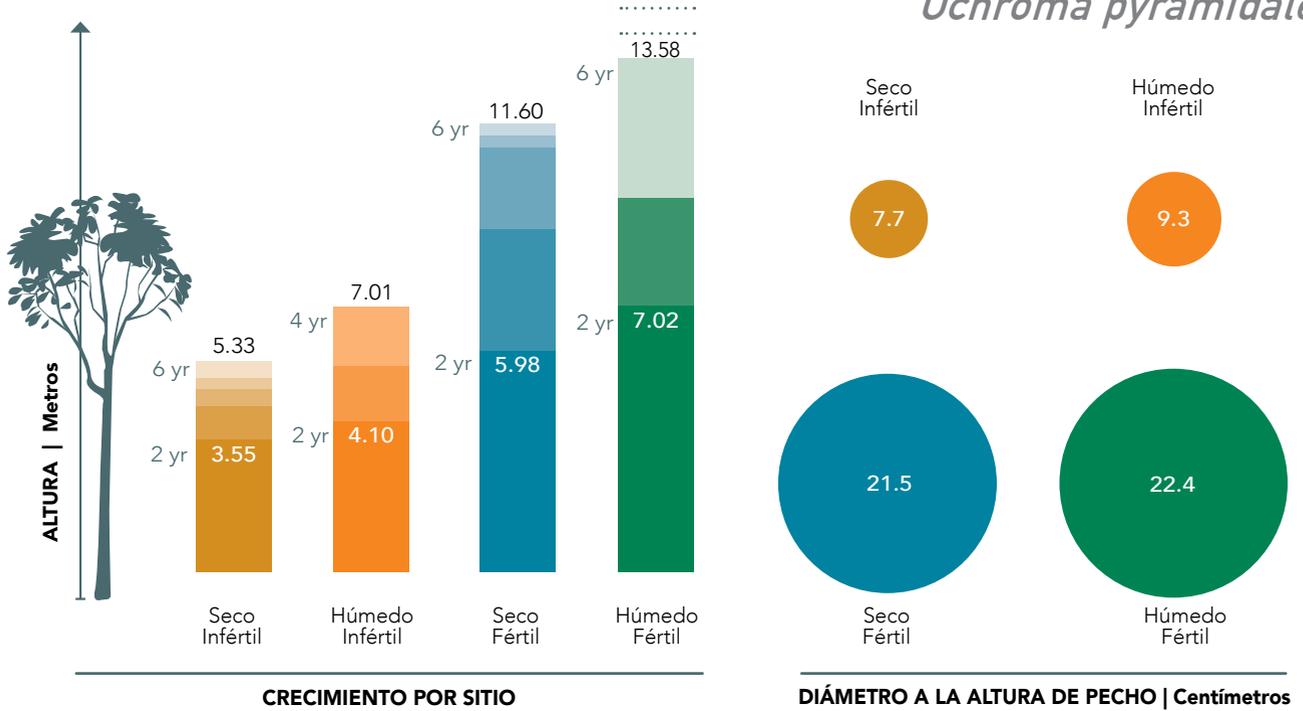
Se recomienda su uso para programas de restauración y reforestación donde es importante cubrir el sitio rápidamente con árboles y dar estructura al bosque. Se desempeña mejor en sitios fértiles, pero comparado con otras especies también crece bastante bien en sitios faltos de humedad y nutrientes. Al ser caducifolio, de hojas grandes y crecimiento acelerado puede ayudar a mejorar el ciclo de nutrientes del sitio. Puede que su corto período de vida ayude a impulsar la sucesión, al brindar sombra moderada a especies de crecimiento lento, tolerantes a la sombra, al inicio de sus ciclos de vida.



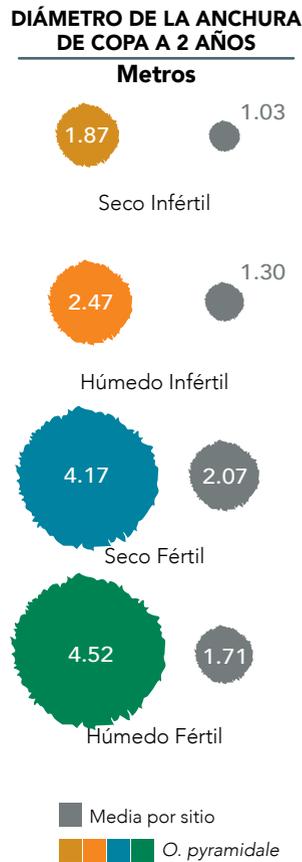
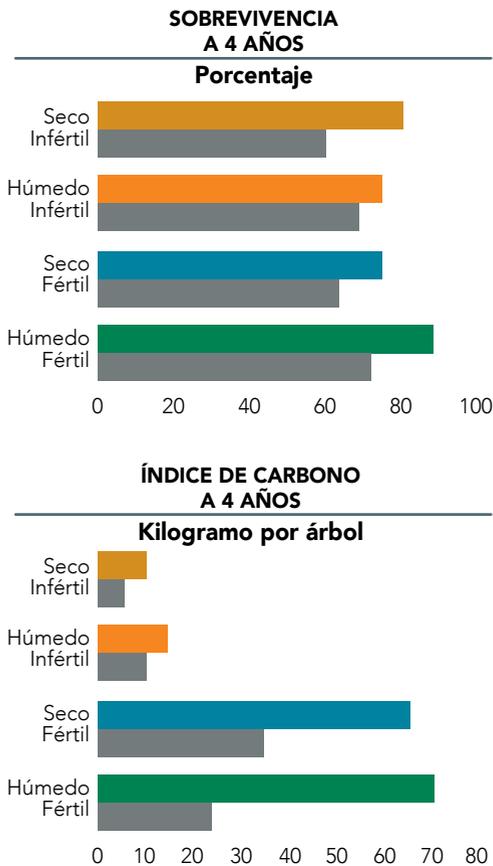
#### USOS

Boyas, aislamiento térmico, relleno de almohadas y colchones (fibras de los frutos), maquetas, instrumentos musicales (propiedades vibratorias), árbol ornamental, embalajes, balsas, captura de carbono (temprana), cubierta de copas inicial y estructura temprana de rodal en reforestación, árbol nodriza para especies tolerantes a la sombra, materia orgánica de suelo por la caída de hojas y ramas.

# Ochroma pyramidale



Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima



## ESPACIADO

Esta especie puede ser plantada a tres metros entre vecinos o menos si se usa como árbol de sombra para otras especies.



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Ormosia macrocalyx*

#### FAMILIA

Fabaceae-Papilionoideae

#### NOMBRES COMUNES

Alcornoque, coralillo, peronil, cabresto, palo de collar, janeiro, nené, conejito colorado (Panamá); chocho grande (Colombia); huairuro (Perú, Bolivia); tento (Brasil).

#### DESCRIPCIÓN

*Ormosia macrocalyx* es un árbol perennifolio de estatura mediana a alta (de 10 a 30 metros) que se encuentra en bosques húmedos a muy húmedos de elevación baja a media, desde México hasta Bolivia y Brasil. En Panamá es común como árbol ornamental. Mostró una sobrevivencia moderadamente alta a muy alta en los ensayos de PRORENA, con la mayor en el sitio húmedo fértil. Tuvo crecimiento sostenido en todos los sitios, con el mayor crecimiento de altura y de diámetro en el sitio húmedo fértil. Su crecimiento de altura a cuatro años excedió por mucho el promedio del sitio seco infértil, pero su altura en otros sitios fue muy por debajo de la media. Forma copas relativamente angostas, con diámetros a dos años mucho menores al promedio en todos los sitios. Su índice de carbono a cuatro años fue mayor a la media en el sitio seco infértil, y un poco menor a la media en los sitios húmedo infértil y húmedo fértil.

#### RECOMENDACIONES

Esta especie es conocida por fijar nitrógeno, recomendándose en programas de restauración y reforestación para aumentar el nitrógeno del ecosistema. Sus copas angostas sugieren que se puede plantar cerca de otros árboles, pero debido a que mostró crecimiento moderado, será sobrepasada. Aun así, su tolerancia a la sombra permite su uso como nodriza del suelo para enriquecer los niveles de nitrógeno (en vez de ser utilizada para dar sombra parcial).

#### ESPACIADO

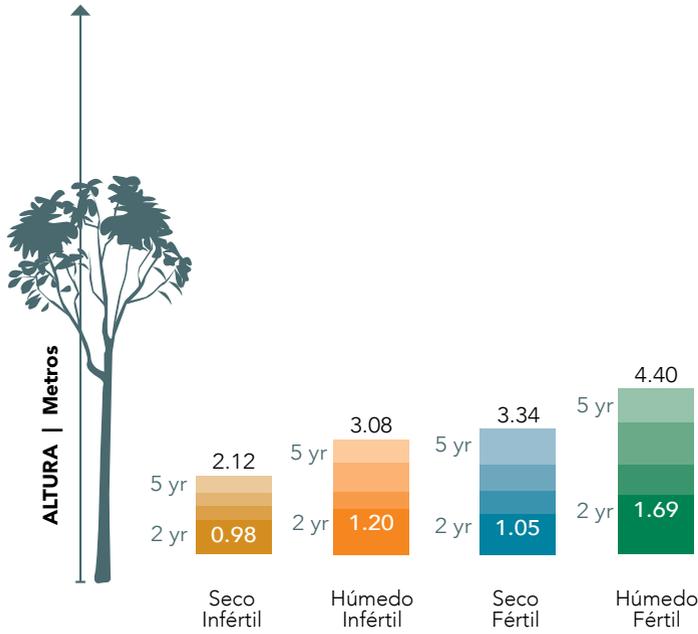
Los datos de la literatura y ensayos de PRORENA sugieren que esta especie puede crecer a menos de dos metros, entre especies de crecimiento rápido y copas amplias. No debe ser plantada a más de tres metros si el objetivo es el cierre temprano de copas.



#### USOS

Puentes, ebanistería, carpintería, muebles, artesanías (semillas), árbol ornamental, durmientes de ferrocarril, cubierta de copas temprana en reforestación, potencial mejora del suelo por fijación de nitrógeno y uso como fertilizante verde.

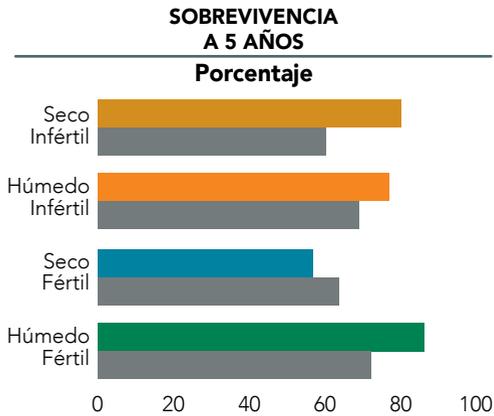
# Ormosia macrocalyx



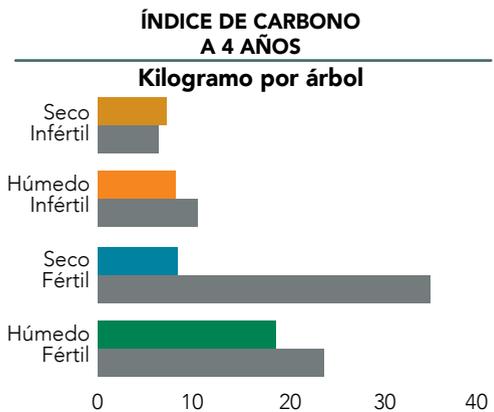
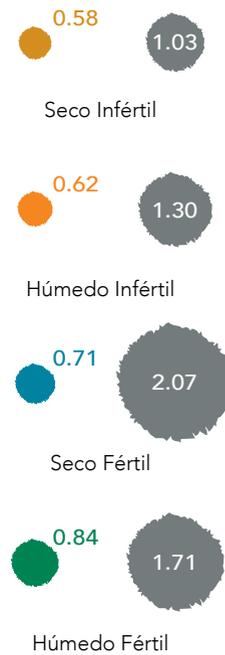
**CRECIMIENTO POR SITIO**



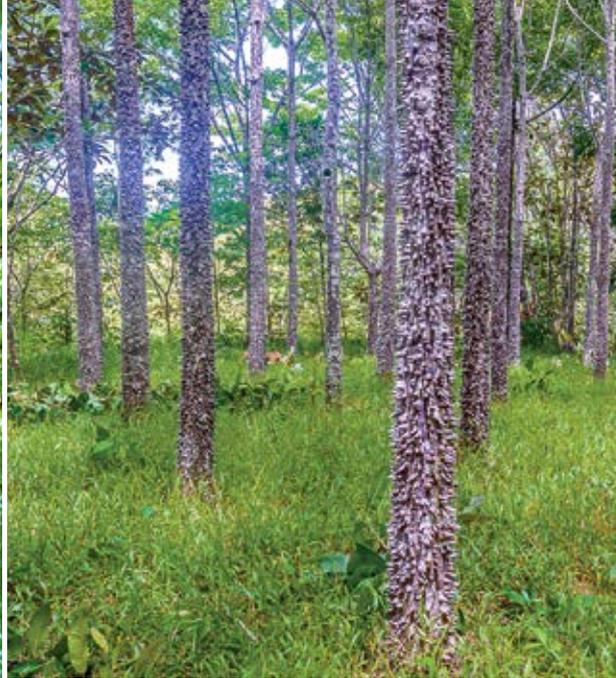
Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima



**DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS**  
Metros



Media por sitio  
O. macrocalyx



## NOMBRE CIENTÍFICO

# *Pachira quinata*

## FAMILIA

Bombacaceae (estudios moleculares recientes colocan a esta especie en la familia Malvaceae).

## NOMBRES COMUNES

Cedro espino, cedro espinoso (Panamá, Honduras, Colombia); pochote (Costa Rica, Nicaragua); saquisaqui, jaris, masguara (Venezuela).

## DESCRIPCIÓN

*Pachira quinata* es una especie caducifolia de dosel (de 20 a 40 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos de baja altura, desde Nicaragua hasta Colombia y Venezuela. En Panamá es común en áreas secas y en suelos calcáreos. Mostró sobrevivencia muy alta en sitios fértiles de los ensayos de PRORENA, con mejor crecimiento en el sitio seco fértil y mucho menor en suelos infértiles. Su crecimiento de altura excedió por mucho el promedio en todos los sitios excepto el húmedo infértil. En el proyecto de Agua Salud, la especie creció mejor en plantaciones mixtas que en monocultivos con rodales no raleados. Formó un tallo recto, pero tendió a concentrar su crecimiento en diámetro más que en altura, lo cual resulta en árboles pequeños y robustos. Los diámetros de copa a dos años excedieron los promedios en todos los sitios menos el húmedo infértil. El estrés hídrico parece no activar la caída estacional de hojas, la cual beneficia a la vegetación competitiva que se encuentra bajo la copa, siempre y cuando la humedad del suelo lo permita.

Sin embargo, durante la estación seca la vegetación del sotobosque sufre deterioro, dejando combustible abundante en el suelo lo que aumenta el peligro de incendios. Los fuegos pueden traer mortalidad inmediata en esta especie o dejarla susceptible a enfermedades y ataques de insectos. A pesar de la baja densidad de su madera, sus índices de carbono a cuatro años excedieron los promedios, siendo excepcionales los de los sitios fértiles.

## RECOMENDACIONES

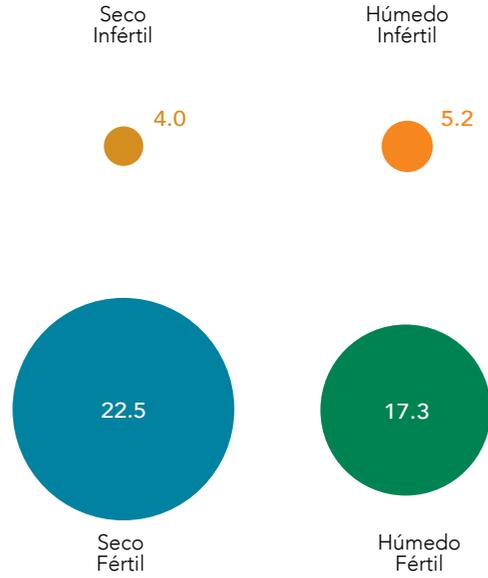
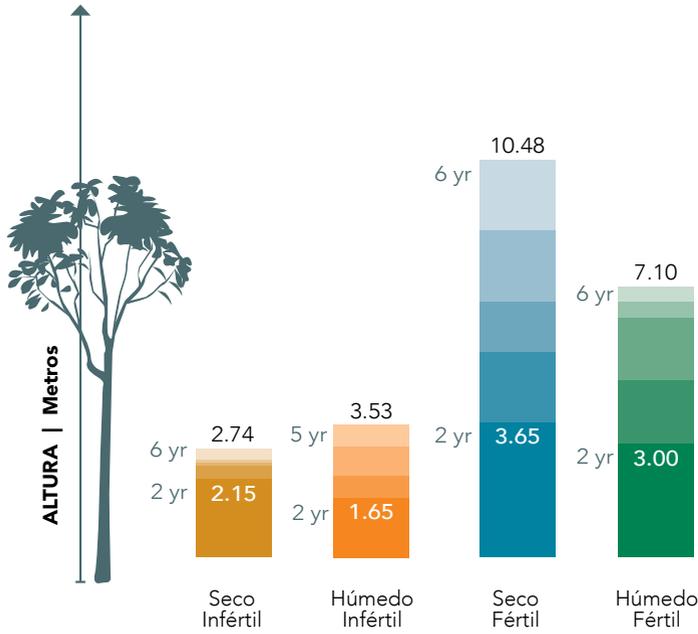
Esta especie produce madera joven abundante y puede necesitar décadas para la formación de duramen, la madera deseable desde la perspectiva de la industria maderera. De hecho, requiere de ciclos de rotación de 50 años o más en plantaciones de madera. En Panamá es común sembrada en pequeñas plantaciones, a menudo en sitios no óptimos. Aunque estos rodales sean estéticamente placenteros, es poco probable que sean rentables desde la perspectiva de la industria. Para propósitos de reforestación, puede ser utilizada como especie de dosel, junto con otras especies, en sitios fértiles. A pesar de su alto contenido de madera juvenil, su alto crecimiento en sitios secos fértiles sugiere un potencial de captura de carbono en sitios similares. Debido a su caída de hojas y tendencia a fomentar el crecimiento de malezas y arbustos en el sotobosque, se deben tomar precauciones al plantarla en altas densidades, en programas de reforestación o restauración que no tengan medidas adecuadas de



## USOS

Tablas, cajas, canoas, puertas, mueblería fina, relleno de almohadas y colchones (las fibras de sus frutos), medicinas (flores), tableros de partículas, marcos para ventanas, captura de carbono, árbol nodriza para especies tolerantes a la sombra, retención de humedad en el suelo durante la estación de pérdida de hojas.

# Pachira quinata

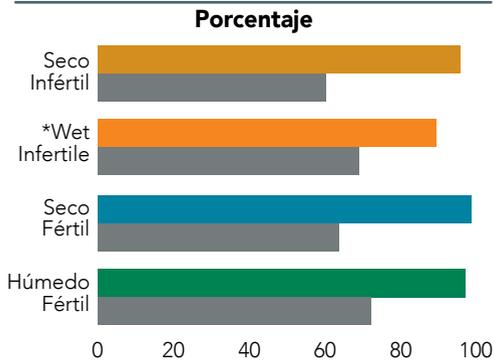


CRECIMIENTO POR SITIO

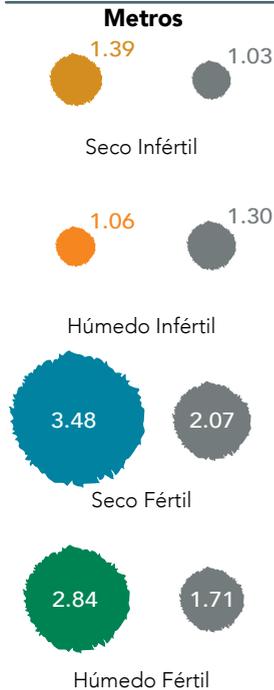
DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima

## SOBREVIVENCIA A 4 AÑOS CON EXCEPCIÓN DE \* 5 AÑOS



## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS

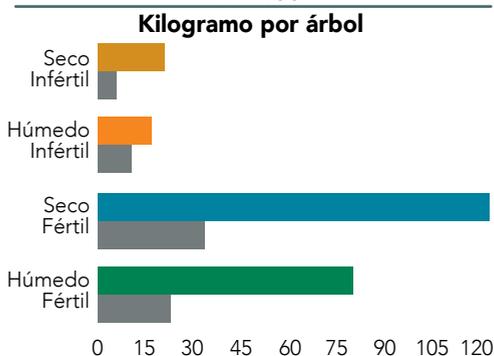


prevención de incendios. Sin embargo, su tendencia a perder hojas antes del inicio de la estación seca sugiere que puede ser apropiada para plantaciones en donde se busca retención de humedad del suelo en dicha estación.

## ESPACIADO

Esta especie puede ser plantada inicialmente a tres metros de distancia entre vecinos. Aunque si la intención es brindar sombra parcial o estacional, puede ser plantada a menos de dos metros.

## ÍNDICE DE CARBONO A 4 AÑOS



Media por sitio  
P. quinata



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Peltogyne purpurea*

#### FAMILIA

Fabaceae-Caesalpinioideae

#### NOMBRES COMUNES

Nazareno (Panamá, Costa Rica, Colombia); cananeo, tananeo (Colombia); purpleheart (Norteamérica).

#### DESCRIPCIÓN

*Peltogyne purpurea* es un árbol semicaducifolio de sucesión tardía de estatura alta a muy alta (de 20 a 50 metros) que se encuentra en bosques muy húmedos de elevación baja desde Costa Rica hasta Colombia. Mostró sobrevivencia pobre a muy pobre en los ensayos de PRORENA, con la mayor en el sitio húmedo infértil. Su crecimiento fue pobre en todos los sitios. Ningún árbol alcanzó la marca de 1.3 metros para medir el diámetro a la altura del pecho, aún después de cuatro años. Los diámetros de copa a dos años estuvieron muy por debajo de los promedios. Sus índices de carbono a cuatro años apenas tuvieron registro.

#### RECOMENDACIONES

Sobrevivió muy mal y tuvo un crecimiento excepcionalmente lento en los ensayos de PRORENA. Esto puede ser debido a su hábito de sucesión tardía y crecimiento lento. Otros estudios demuestran que crece mejor en sombra parcial.

#### ESPACIADO

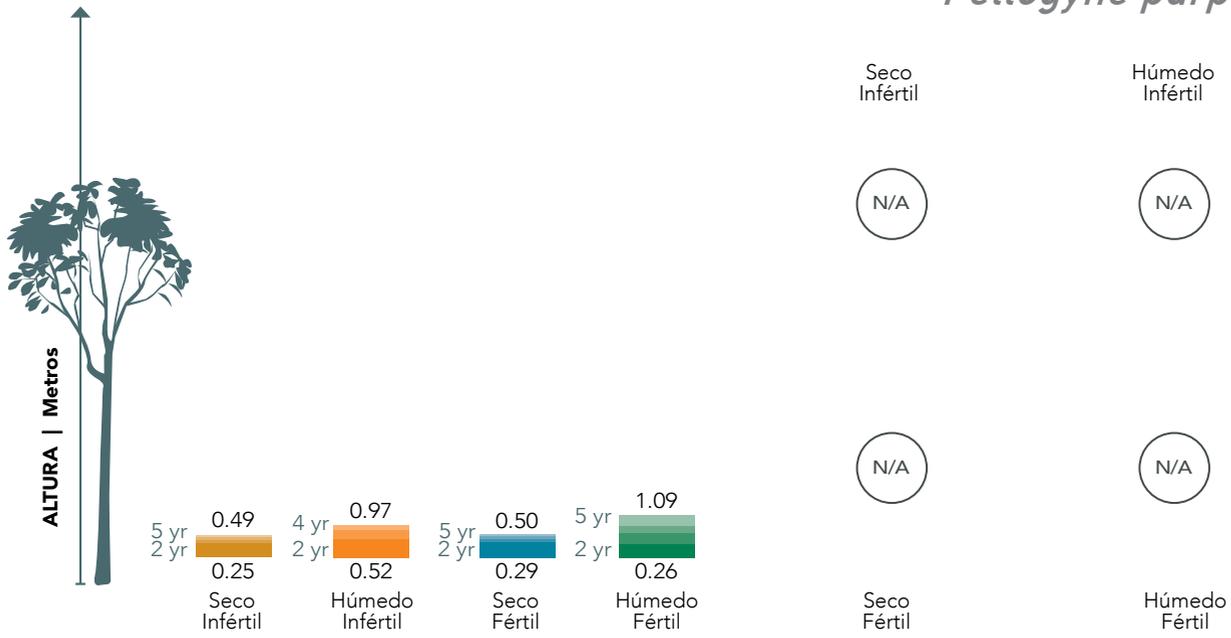
Si se usa en programas de restauración y reforestación, debe ser plantada muy cerca de sus vecinos para beneficiarse de la sombra, y mejor aún en suelos húmedos. Toma mucho tiempo en madurar, se recomienda esperar como mínimo 60 años hasta que alcance un tamaño de cosecha. Puede ser útil en plantaciones de conservación o mixtas de sucesión cuyo objetivo final sea formar bosques de sucesión tardía.



#### USOS

Ebanistería, pisos, artesanía, barniz, especie de dosel en reforestación. Especie maderable extremadamente valiosa por ser muy pesada y por el color púrpura de su duramen.

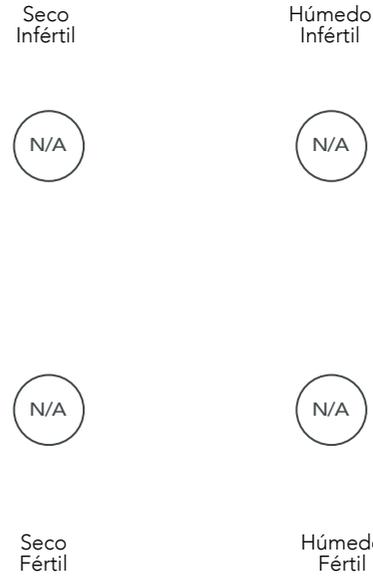
# Peltogyne purpurea



CRECIMIENTO POR SITIO

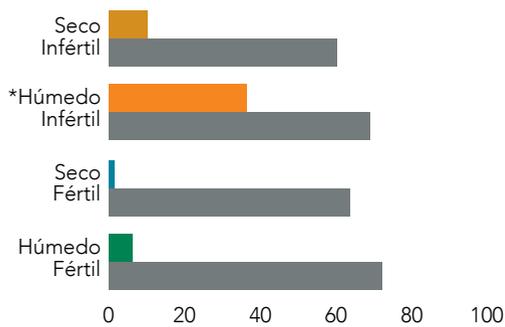
DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima



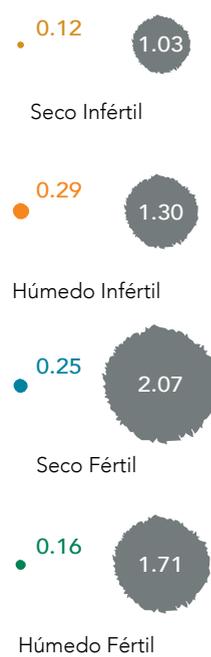
SOBREVIVENCIA A 5 AÑOS  
CON EXCEPCIÓN DE \* 4 AÑOS

Porcentaje



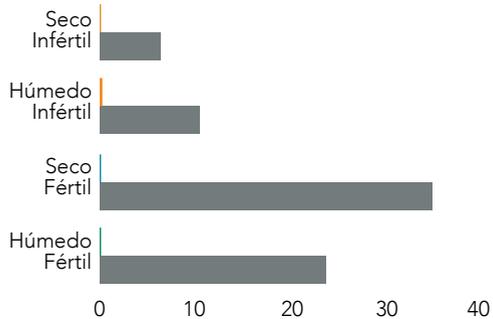
DIÁMETRO DE LA ANCHURA  
DE COPA A 2 AÑOS

Metros



ÍNDICE DE CARBONO  
A 4 AÑOS

Kilogramo por árbol



Media por sitio  
P. purpurea



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Pentaclethra macroloba*

#### FAMILIA

Fabaceae-Mimosoideae

#### NOMBRES COMUNES

Gavilán (Panamá, Costa Rica, Nicaragua); koorrooballí (Guyana, Surinam); dormilón (Colombia); mulato, carbonero (Venezuela); panará-cachy, pracaxy (Brasil).

#### DESCRIPCIÓN

*Pentaclethra macroloba* es un árbol perennifolio de estatura mediana a alta (de 10 a 35 metros) que se encuentra en bosques húmedos a muy húmedos de elevación baja a media, desde Nicaragua hasta Brasil. En Panamá se encuentra a lo largo de ríos y humedales de la vertiente del Caribe. Sólo fue plantada en el sitio húmedo infértil de los ensayos de PROENA. Mostró sobrevivencia moderadamente pobre, con crecimientos de altura y diámetro menores al promedio del sitio. Formó una copa angosta, con diámetro de copa a dos años que alcanzó menos de la mitad del promedio del sitio. Su índice de carbono a cuatro años fue aproximadamente la mitad del promedio del sitio.

#### RECOMENDACIONES

Esta especie puede ser útil para aumentar la diversidad y ayudar a fijar nitrógeno atmosférico en programas de restauración y reforestación, en sitios húmedos infértiles similares a los de PROENA. Pero su crecimiento lento y baja sobrevivencia en los ensayos sugiere que sería sobrepasada rápidamente por la mayoría de las especies utilizadas para los mismos propósitos. Se la he visto crecer muy bien en sitios húmedos fértiles o bajo condiciones de sombra parcial.

#### ESPACIADO

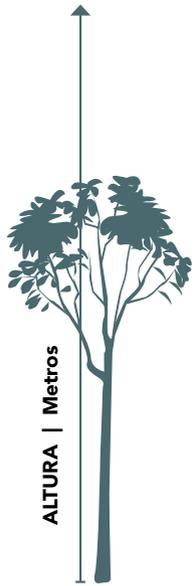
Esta especie puede ser plantada a dos metros entre vecinos pero será sobrepasada rápidamente. Un régimen de aclareo y poda sería necesario para que alcance al dosel; se puede mezclar estrechamente con árboles caducifolios de dosel de crecimiento rápido que proporcionan sombra parcial.



#### USOS

Tableros, aceite de cocina (semillas), construcción pesada, leña, consumo humano (semillas), medicinas (semillas y frutos), estructura de subdosel en reforestación, potencial mejora del suelo a través de fijación de nitrógeno y su uso como fertilizante verde.

# Pentaclethra macroloba



ALTURA | Metros



CRECIMIENTO POR SITIO

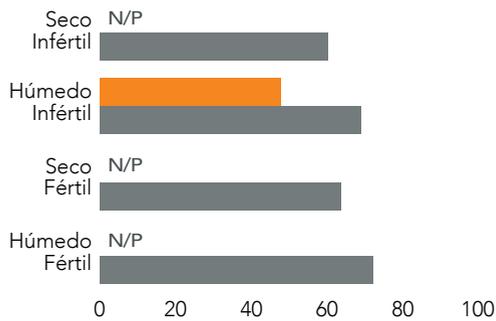


DIÁMETRO BASAL | Centímetros

Diámetro basal medido a la misma edad de altura máxima

## SOBREVIVENCIA A 4 AÑOS

Porcentaje



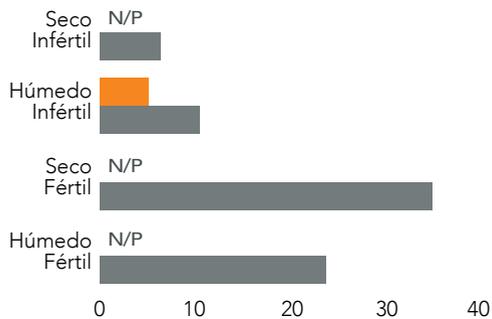
## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS

Metros



## ÍNDICE DE CARBONO A 4 AÑOS

Kilogramo por árbol



Media por sitio  
P. macroloba



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Platymiscium pinnatum*

#### FAMILIA

Fabaceae-Papilionoideae

#### NOMBRES COMUNES

Quira, quirá (Panamá); cachimbo, cristóbal (Costa Rica); coyote (Nicaragua); granadillo (México); roble, tasajo (Venezuela).

#### DESCRIPCIÓN

*Platymiscium pinnatum* es un árbol semicaducifolio de estatura mediana a alta (de 10 a 35 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos de elevación baja a media, desde México hasta Venezuela. Presentó una sobrevivencia alta a excepcionalmente alta en los ensayos de PRORENA, con la más alta en sitios fértiles. Fue poca la diferencia entre los crecimientos de altura y diámetro en los sitios. Su crecimiento de altura a cuatro años fue marcadamente mayor y equivalente a los promedios de los sitios seco infértil y húmedo infértil. El crecimiento de altura fue menor al promedio en los sitios fértiles. Los diámetros de copa a dos años fueron cercanos al promedio en todos los sitios menos el seco fértil, donde fue marcadamente menor al promedio. Los índices de carbono a cuatro años fueron notablemente menores a la media.

#### RECOMENDACIONES

La especie presentó buena sobrevivencia y crecimiento en todos los sitios de PRORENA, incluyendo aquellos con estrés hídrico y nutricional. Se recomienda para programas de reforestación y restauración, particularmente en sitios con un estatus de nutrientes similar a los sitios infértiles. Su copa angosta le permite ser plantada bastante cerca de vecinos de la misma u otras especies. Su habilidad para fijar nitrógeno atmosférico también la hace un componente atractivo para programas de restauración y reforestación.

#### ESPACIADO

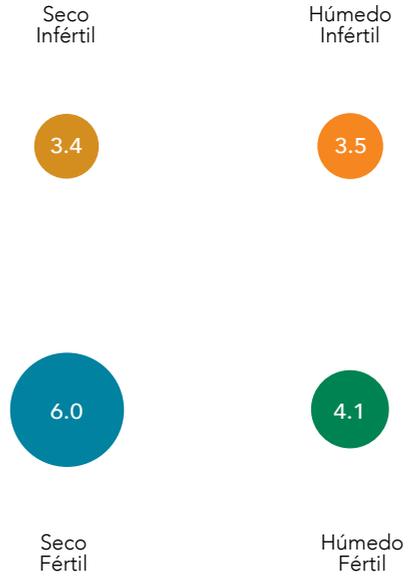
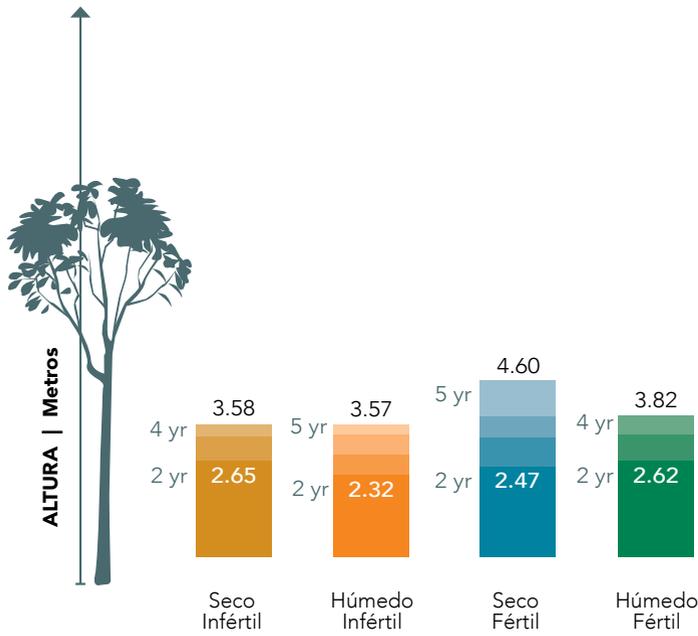
Los datos de la literatura, así como de los ensayos de PRORENA, indican que este árbol puede persistir y crecer en sombra parcial o profunda. Esto sugiere que la especie puede ser plantada a dos metros o menos entre vecinos, lo cual es útil para promover exclusión de individuos y crecimiento vertical en los rodales.



#### USOS

Quillas de barcos, carpintería, ebanistería, tornería fina, instrumentos musicales, estructura de subdosel en reforestación, potencial mejora del suelo a través de fijación de nitrógeno y su uso como fertilizante verde.

# Platymiscium pinnatum



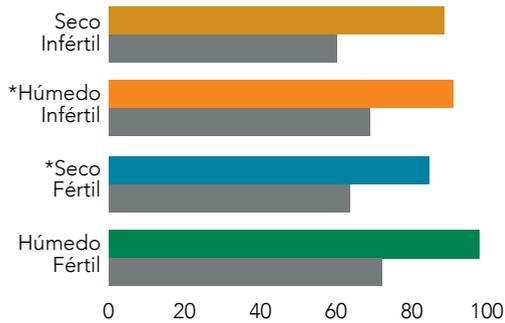
CRECIMIENTO POR SITIO

DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima

## SOBREVIVENCIA A 4 AÑOS CON EXCEPCIÓN DE \* 5 AÑOS

Porcentaje



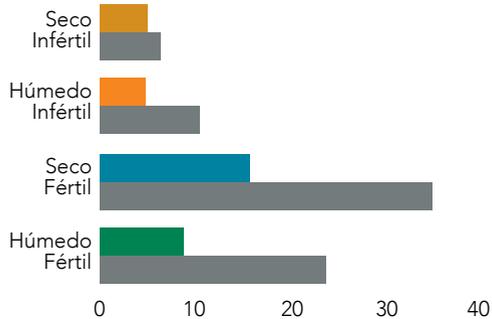
## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS

Metros



## ÍNDICE DE CARBONO A 4 AÑOS

Kilogramo por árbol



Media por sitio  
P. pinnatum



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Protium tenuifolium*

#### FAMILIA

Burseraceae

#### NOMBRES COMUNES

Copal, copá, chutra (Panamá); anime (Colombia); breu-preto (Brasil).

#### DESCRIPCIÓN

*Protium tenuifolium* es un árbol perennifolio de estatura mediana (de 10 a 25 metros) que se encuentra en bosques húmedos a muy húmedos de elevación baja a media, desde Panamá hasta Bolivia. Presentó sobrevivencia pobre a muy pobre en los ensayos de PRORENA, con la más alta en el sitio húmedo infértil y sin individuos sobrevivientes a los cuatro años en el sitio húmedo fértil. Los crecimientos de altura y diámetro de los ejemplares que sobrevivieron fue muy por debajo del promedio en todos los sitios, con crecimiento similar en los sitios húmedo infértil y seco fértil. Formó copas muy angostas a dos años, con los diámetros muy por debajo de la media en todos los sitios. Los índices de carbono a cuatro años fueron muy bajos en todos los sitios.

#### RECOMENDACIONES

Los datos de sobrevivencia y crecimiento sugieren que esta especie no crece bien en condiciones a pleno sol, pero crece mejor en el sotobosque. Los bajos índices de germinación de las semillas y su lento crecimiento, auguran muchos retos en el manejo de la especie a gran escala. Su copa angosta sugiere que puede ser plantada en cercana proximidad a vecinos, pero podría ser también un reflejo de su pobre crecimiento en general.

#### ESPACIADO

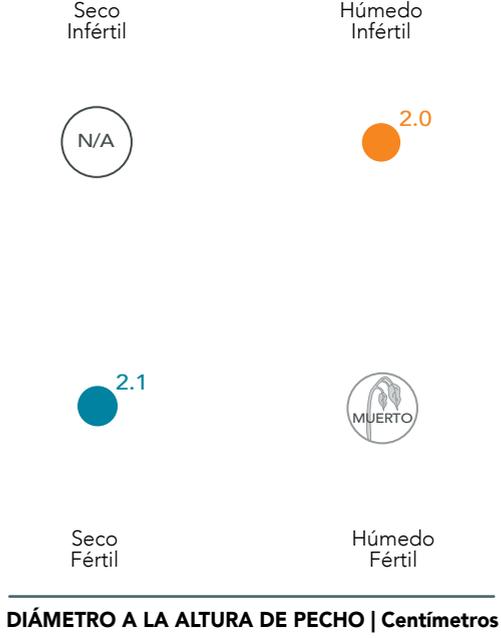
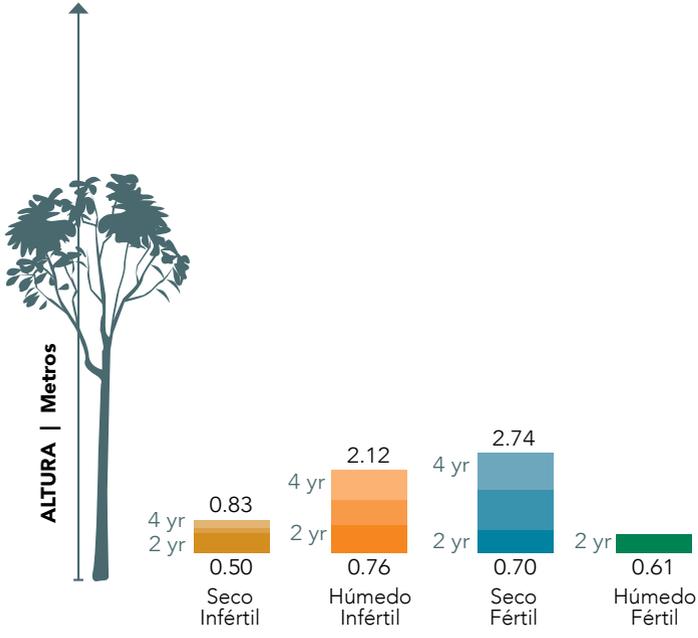
Según la literatura y los datos de los ensayos, la especie se desempeña mejor en suelos relativamente pobres en nutrientes, recomendándose plantarla bajo plantaciones ya existentes en regiones húmedas. Sin embargo, independientemente del sitio, sin cuidados especiales la especie tiene pocas probabilidades de sobrevivir.



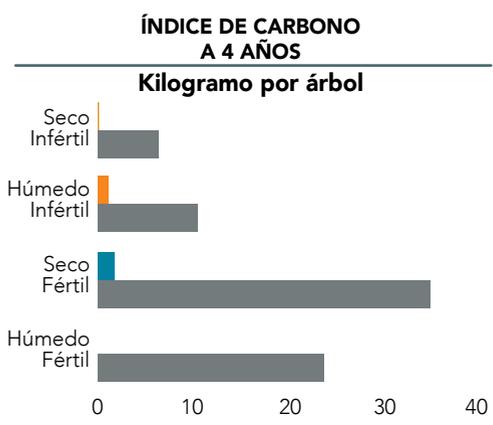
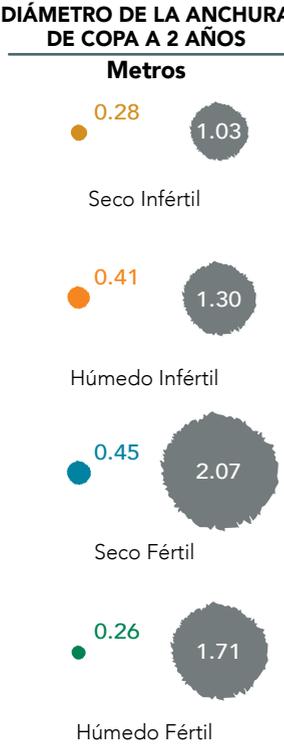
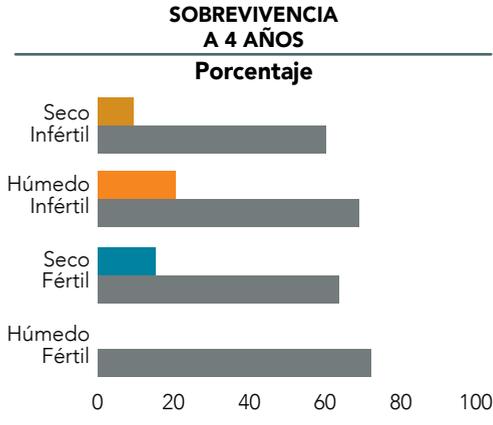
#### USOS

Ebanistería, carpintería, construcción, utensilios domésticos, pisos, muebles, medicinas (resina).

# Protium tenuifolium



Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima



Media por sitio  
*P. tenuifolium*



NOMBRE CIENTÍFICO

## *Pterocarpus officinalis*

FAMILIA

Fabaceae-Papilionoideae

NOMBRES COMUNES

Sangre de gallo, cricamola, suela (Panamá); chajada amarilla (Costa Rica); cahué (Guatemala); sangreado (Nicaragua, Honduras); palo de pollo (Puerto Rico).

DESCRIPCIÓN

*Pterocarpus officinalis* es un árbol de estatura mediana a alta (de 15 a 35 metros) que se encuentra en bosques húmedos a muy húmedos de baja elevación, desde Belice y Guatemala hasta Ecuador. En Panamá es común en bosques inundables, particularmente en la vertiente del Caribe. Presentó baja sobrevivencia en los ensayos de PRORENA, como sería de esperar dada su preferencia de sitio. La mayor sobrevivencia se dio en los sitios infértiles, pero muy por debajo de los promedios del sitio. Su mejor crecimiento de altura fue en los sitios húmedos, pero el mejor crecimiento de diámetro fue en los sitios infértiles. Los crecimientos de altura y diámetro a cuatro años fueron muy por debajo de los promedios en todos los sitios, excepto el de altura que fue equivalente al promedio del sitio seco infértil. El ancho de las copas a dos años y los índices de carbono a cuatro años fueron mucho menores a los promedios de todos los sitios.

RECOMENDACIONES

Ya que casi todos sus atributos de desempeño fueron menores a los promedios, sería riesgoso plantar esta especie a plena luz del sol en sitios con suelos de fertilidad similar a los de PRORENA. Puede que se desarrolle mejor que otras especies en sitios inundables y sitios de restauración ribereña. Sin embargo, se deberían hacer más estudios antes de sembrarlo en grandes números. Puede ser plantada en bajas densidades en sitios infértiles, estando sujeta a ser sobrepasada rápidamente por sus vecinos.

ESPACIADO

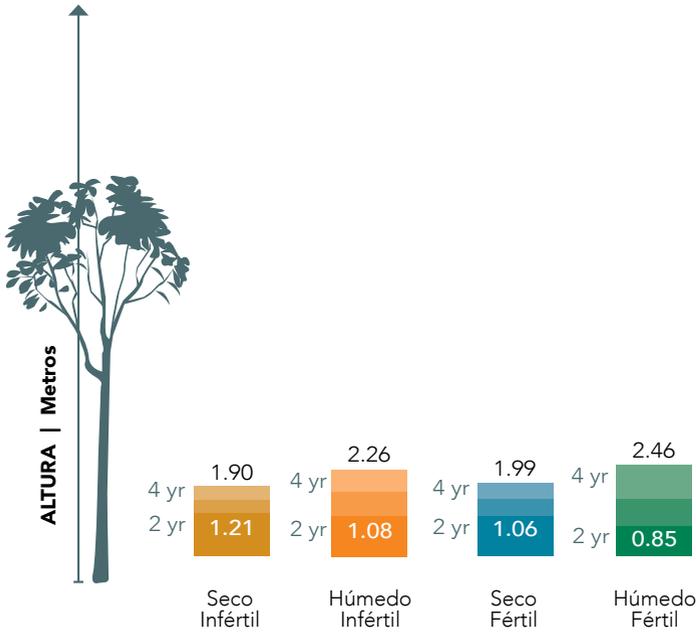
Los ensayos de PRORENA no contemplan datos sobre la tolerancia de la especie a la sombra. Sus copas extremadamente pequeñas a dos años puede que hayan sido resultado de las condiciones a pleno sol en los sitios de ensayo. Los diámetros de copa indican que es posible plantarla en cercana proximidad a individuos de especies de crecimiento y desarrollo de copa lentos.



USOS

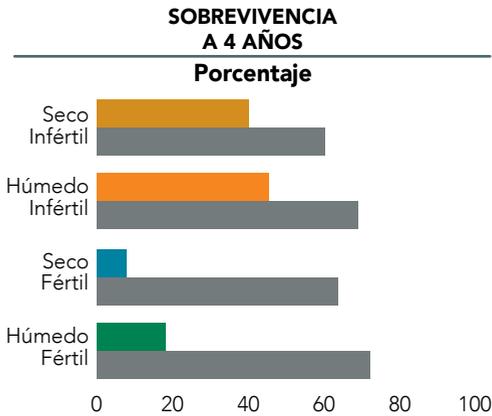
Cajas, carpintería, construcción, carbón, leña, medicinas (resina), potencial mejora del suelo a través de fijación de nitrógeno y su uso como fertilizante verde.

# *Pterocarpus officinalis*



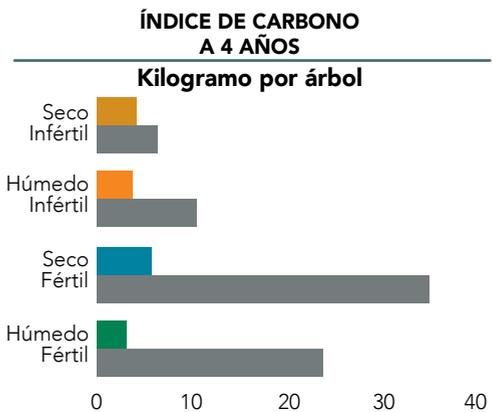
**CRECIMIENTO POR SITIO**

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima



**DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS**

**Metros**



Media por sitio  
*P. officinalis*



#### NOMBRE CIENTÍFICO

### *Pterocarpus rohrii*

---

#### FAMILIA

Fabaceae-Papilionoideae

#### NOMBRES COMUNES

Sangre de gallo, sangre, cricamola, suela (Panamá); sangrillo, sangreado (Costa Rica); sangre (Honduras); bollo blanco (Colombia); charapa caspi (Perú).

#### DESCRIPCIÓN

*Pterocarpus rohrii* es un árbol de estatura mediana a alta (de 15 a 25 metros) que se encuentra en bosques húmedos a muy húmedos de elevación baja, desde México hasta Perú y Bolivia. En Panamá es común en la vertiente del Caribe. En los ensayos de PRORENA mostró sobrevivencia moderadamente alta en el sitio húmedo infértil, pero baja a muy pobre en el sitio seco fértil y el seco infértil respectivamente. Todos los individuos fallecieron antes del cuarto año en el sitio húmedo fértil. Los mejores crecimientos de altura y diámetro fueron en el sitio seco fértil; sin embargo, así como en los demás sitios, éstos índices fueron menores al promedio. El ancho de copas a dos años para esta especie fue muy por debajo de los promedios, con las copas más amplias en el sitio seco fértil. Los índices de carbono a cuatro años fueron muy por debajo de los promedios.

#### RECOMENDACIONES

Datos de los ensayos de PRORENA sugieren que esta especie puede ser plantada a pleno sol en sitios similares al seco fértil, pero sólo en densidades bajas para evitar el riesgo de que no logre establecerse y falle el intento de reforestación.

#### ESPACIADO

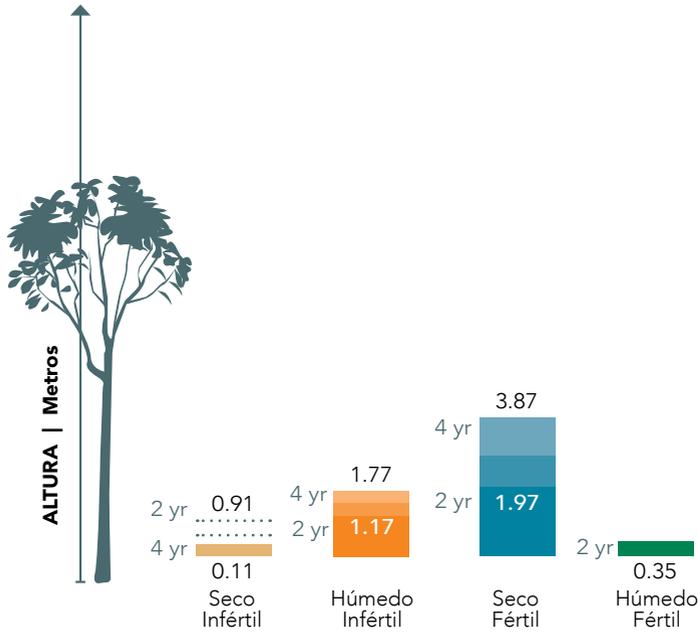
Datos de la literatura así como de los ensayos de PRORENA, indican que puede persistir y crecer en sombra moderada a profunda, lo que sugiere que puede ser plantada a dos metros o menos entre vecinos. También puede ser plantada bajo especies que tienen mayor crecimiento para crear estratificación en plantaciones jóvenes.



#### USOS

Tablas, carpintería, muebles, escaleras.

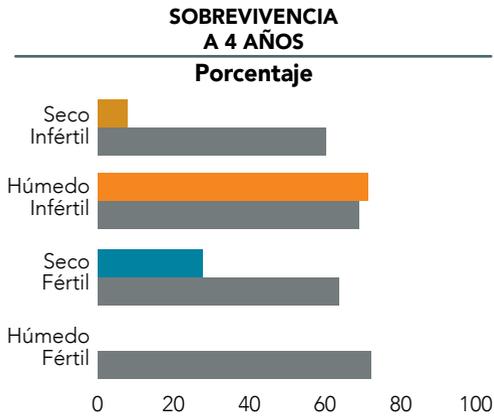
# Pterocarpus rohrii



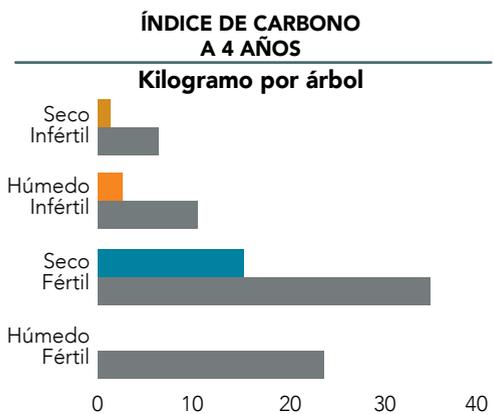
CRECIMIENTO POR SITIO

DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima



DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS



Media por sitio  
P. rohrii



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Sapindus saponaria*

#### FAMILIA

Sapindaceae

#### NOMBRES COMUNES

Jaboncillo (Panamá, Costa Rica, Nicaragua, Guatemala, México); soap tree (Belice); pacón (Honduras); chumbino (Colombia); boliche (Perú); saboeiro (Brasil); palo-jabón (Argentina).

#### DESCRIPCIÓN

*Sapindus saponaria* es un árbol caducifolio de estatura mediana (de 10 a 25 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos de baja elevación, desde México hasta Argentina y Paraguay. En Panamá es común en pastizales y bosques secos de la vertiente del Pacífico. Presentó una sobrevivencia moderada a alta en los ensayos de PROENA, con la más alta en el sitio seco fértil. En el sitio húmedo fértil la sobrevivencia fue mayor al promedio. Los mejores crecimientos de altura y diámetro fueron en el sitio seco fértil, seguido por el húmedo infértil. El crecimiento de altura a cuatro años fue menor a la media en todos los sitios. Esta especie formó copas angostas, con diámetros a dos años de aproximadamente la mitad del promedio en la mayoría de los sitios. Los índices de carbono a cuatro años fueron mucho menores al promedio en todos los sitios.

#### RECOMENDACIONES

Los datos sugieren que esta especie es útil en todos los sitios menos el seco infértil. Pero ya que incluso su mejor crecimiento fue menor a la media de los sitios de PROENA, debe ser plantada en densidades moderadas en programas de restauración y reforestación. No es útil para dar sombra a hierbas y vegetación competitiva, pero su crecimiento igualmente sugiere que ayuda a dar complejidad estructural temprana en programas de reforestación, cuando se combina con especies de crecimiento más rápido. Es sumamente apreciada por aves y es útil al borde de plantaciones ribereñas abiertas. Puede ser plantada en grupo en espacios abiertos, o en torno a islas de árboles grandes, para facilitar el crecimiento nuclear dentro de procesos de regeneración natural en antiguos campos abiertos.

#### ESPACIADO

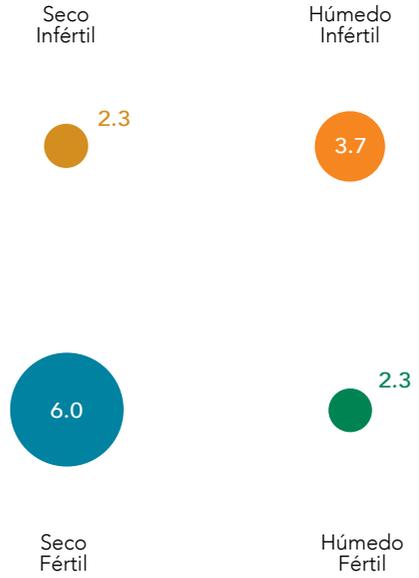
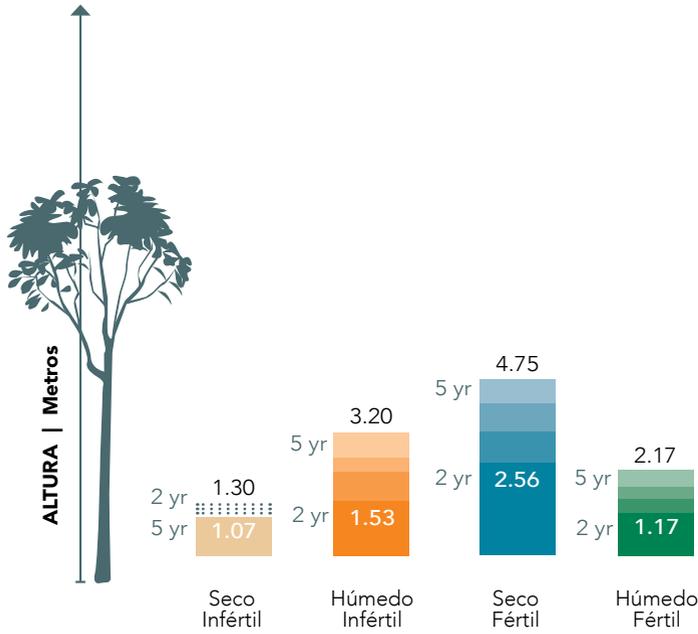
Esta especie se puede plantar a dos metros entre especies de crecimiento moderado, pero será sobrepasada rápidamente por especies que mostraron los mejores índices de crecimiento en los sitios de PROENA.



#### USOS

Postes de cercas, leña, artesanías (semillas), árbol ornamental, producción de miel, medicinas (infusión de hojas y frutos), horcones, jabón (frutos), mangos de herramientas, atracción de diversidad animal, estructura de rodal temprana en reforestación.

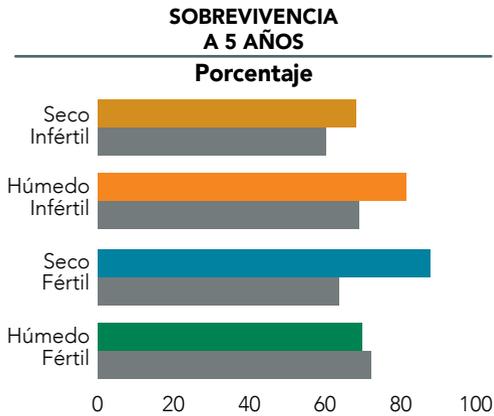
# Sapindus saponaria



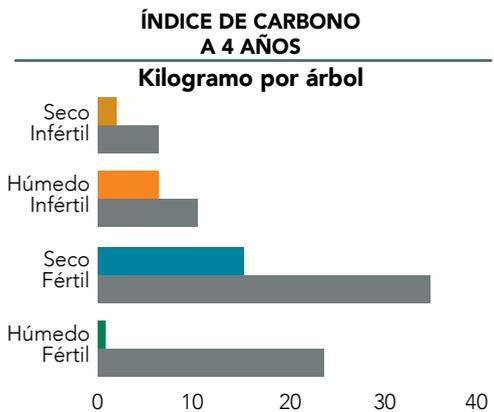
CRECIMIENTO POR SITIO

DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima



DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS



Media por sitio  
S. saponaria



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Sapium glandulosum*

#### FAMILIA

Euphorbiaceae

#### NOMBRES COMUNES

Olivo (Panamá); yos (Costa Rica); pau-leiteiro, pau-de-leite (Brasil); curupí, árbol de la leche (Argentina, Uruguay); shiringa rana (Perú).

#### DESCRIPCIÓN

*Sapium glandulosum* es un árbol caducifolio de estatura mediana (de 10 a 25 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos de elevación baja a media, desde México hasta Bolivia. En Panamá es común en bosques secundarios o en espacios entre bosques maduros. En los ensayos de PRORENA presentó sobrevivencia moderada, menor al promedio, en todos los sitios menos el seco infértil, donde ésta fue baja. Su mejor crecimiento de altura y diámetro fue en los sitios fértiles. El crecimiento de altura a cuatro años excedió por mucho los promedios en el sitio fértil y también fue mayor al promedio en el sitio seco fértil. El ancho de copas a dos años excedió por mucho también el promedio en el sitio seco fértil, pero fue cercano o menor a la media de otros sitios. Su índice de carbono a cuatro años excedió el promedio del sitio seco fértil y fue casi equivalente a los promedios de los sitios húmedo fértil y seco infértil.

#### RECOMENDACIONES

Este árbol tiene la capacidad de esparcirse y formar aglomerados. Los frutos son dispersados por aves. Los datos del ancho de sus copas sugieren que es útil para dar sombra a hierbas competitivas en programas de reforestación y restauración. Los índices de carbono a cuatro años sugieren que es útil en programas donde la captura de carbono es un objetivo, particularmente en sitios secos fértiles. Puede ser útil plantado a lo largo de los bordes abiertos de plantaciones de conservación y zonas ribereñas.

#### ESPACIADO

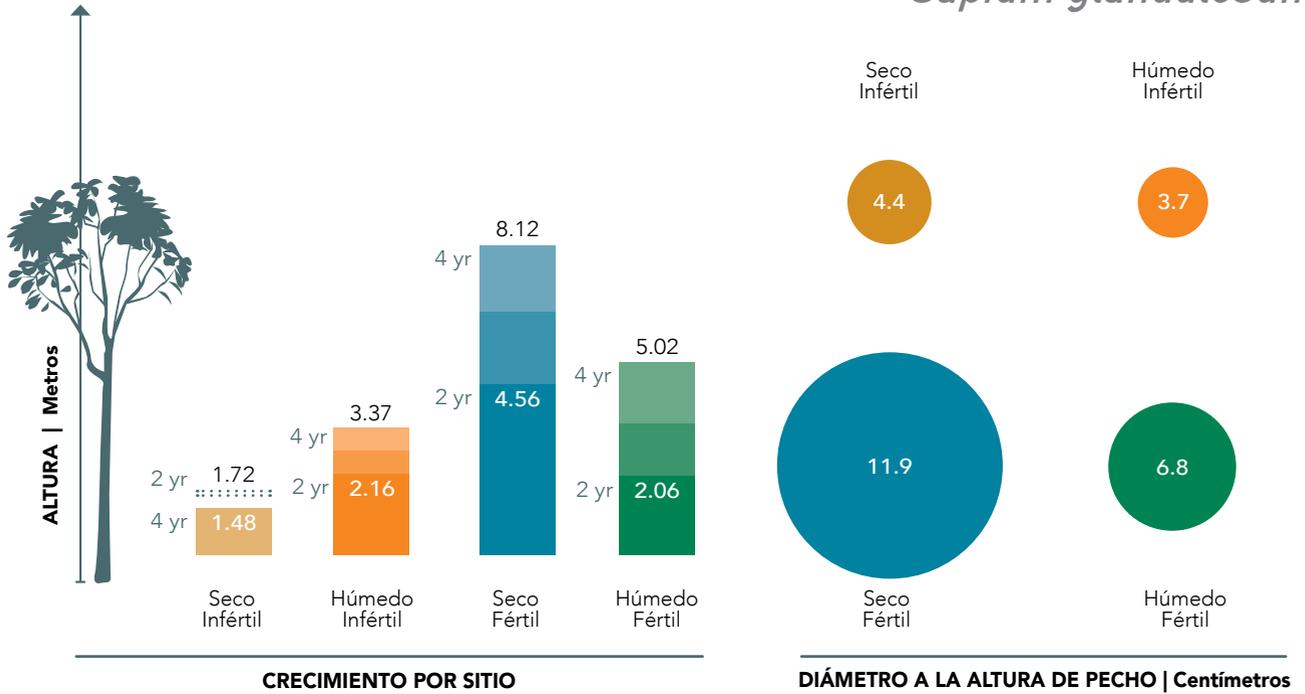
El crecimiento en altura de esta especie sugiere que no será sobrepasada por la mayoría de las especies con las que podría ser plantada, excepto en sitios secos infértiles. Los diámetros de copa sugieren que un espaciado inicial de dos metros o más sería apropiado en sitios húmedos, y de tres metros en sitios secos fértiles.

#### USOS

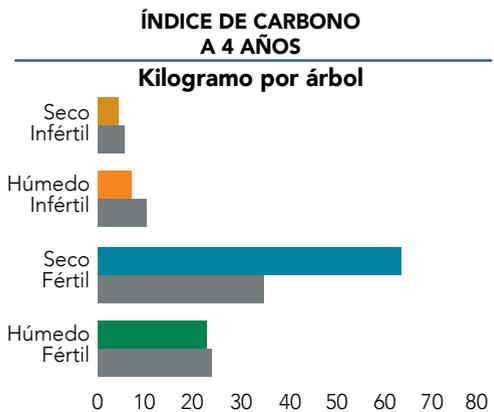
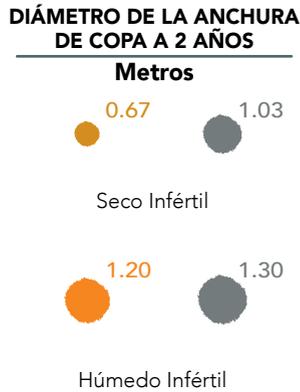
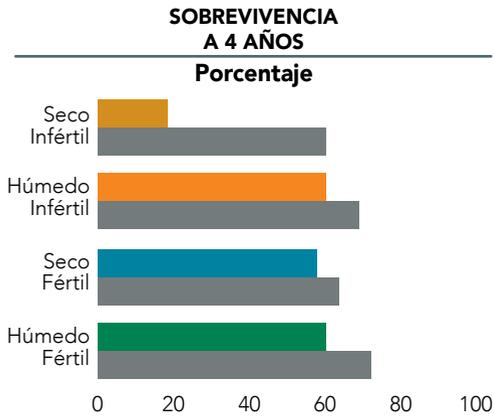
Cajas, carpintería, abundante savia lechosa antes utilizada para hacer caucho, cercas vivas, aceite (resina), madera contrachapada, atracción de diversidad animal, captura de carbono, estructura de subdosel en reforestación, árbol de sombra (para eliminar maleza y hierbas).



# *Sapium glandulosum*



Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima





#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Schizolobium parahyba*

#### FAMILIA

Fabaceae-Caesalpinioideae

#### NOMBRES COMUNES

Gallinazo, indio, tinecú, cigarrillo, cucharo (Panamá); gallinazo (Costa Rica); falso guanacaste (México); frijolito (Colombia); serebó (Bolivia); pashaco (Perú); guapurúvu (Brasil).

#### DESCRIPCIÓN

*Schizolobium parahyba* es un árbol caducifolio de estatura alta (de 20 a 35 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos de elevación baja a media, desde México hasta Bolivia. En Panamá es común en bosques secundarios. Mostró sobrevivencia alta, mayor al promedio, en todos los sitios de ensayo de PRORENA menos el seco infértil, donde pocos individuos sobrevivieron hasta los cuatro años. Su crecimiento de altura fue excepcional en el sitio seco fértil, excediendo los promedios por más del doble. También creció mucho más alto que la media en el sitio húmedo infértil, y fue equivalente al promedio en el sitio húmedo fértil. Su crecimiento de diámetro fue mayor en el sitio seco fértil, pero igual al promedio del sitio. El crecimiento de diámetro excedió al promedio en el sitio húmedo infértil, pero fue muy por debajo de los promedios en los sitios húmedo fértil y seco infértil.

Sus diámetros de copa a dos años excedieron por mucho los promedios en los tres sitios donde la sobrevivencia fue alta. Su índice de carbono a cuatro años fue mayor al promedio en el sitio seco fértil, y apenas un poco menor en el sitio húmedo infértil.

#### RECOMENDACIONES

Puede ser plantada en altas densidades en sitios similares al seco fértil y al húmedo infértil de los ensayos de PRORENA, y permitirá una rápida estratificación vertical en plantaciones mixtas de alta densidad, actuando como emergente caducifolio sobre un dosel y subdosel perenne semicaducifolio. También ayuda a la captura de carbono en dichos sitios. Sus copas amplias no son densas, lo que permite que cantidades relativamente altas de luz pasen hasta el sotobosque. No es recomendable para sitios particularmente secos e infértiles.

#### ESPACIADO

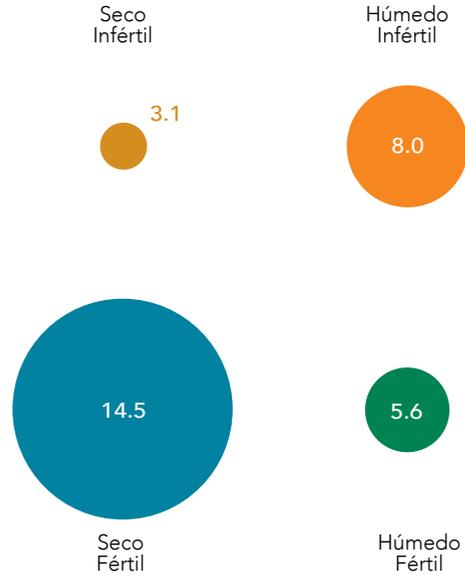
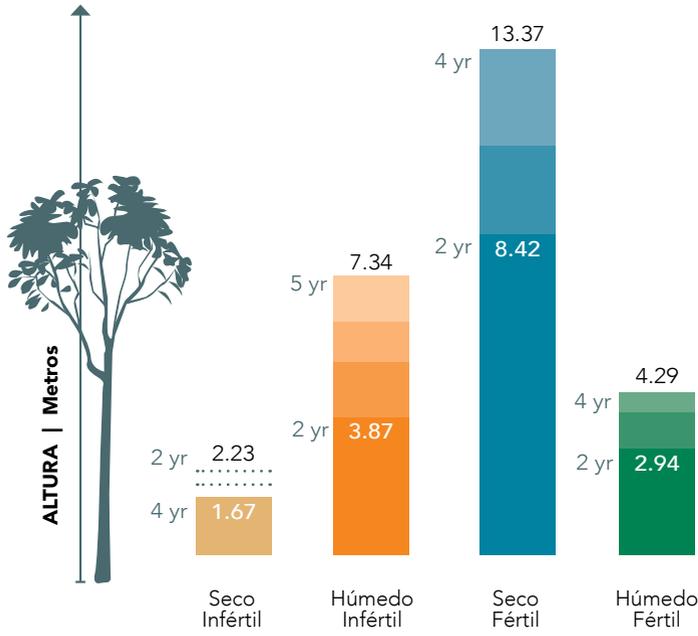
Esta especie puede ser plantada a dos o tres metros entre vecinos, en sitios similares al seco fértil, húmedo infértil y húmedo fértil de los ensayos de PRORENA. Puede ser útil como árbol nodriza para especies tolerantes a la sombra.



#### USOS

Tableros, cajas, marcos de puertas, muebles, producción de miel, árbol ornamental, estructura del dosel en reforestación, captura de carbono, estructura de rodal temprana en reforestación, árbol nodriza para especies tolerantes a la sombra.

# Schizolobium parahyba



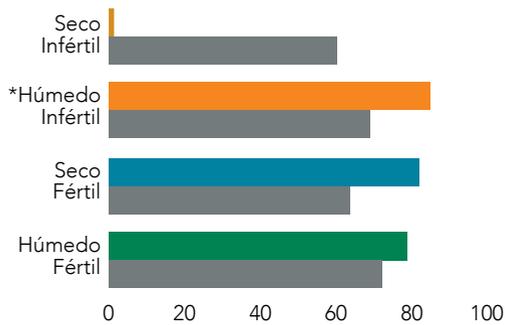
CRECIMIENTO POR SITIO

DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima

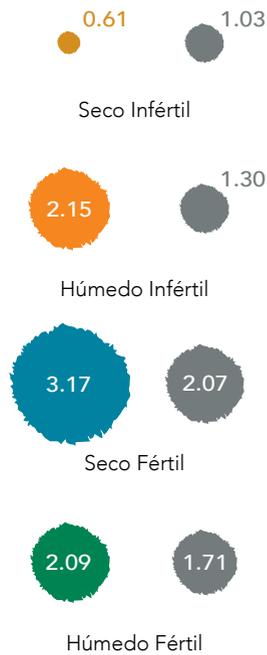
## SOBREVIVENCIA A 4 AÑOS CON EXCEPCIÓN DE \* 5 AÑOS

Porcentaje



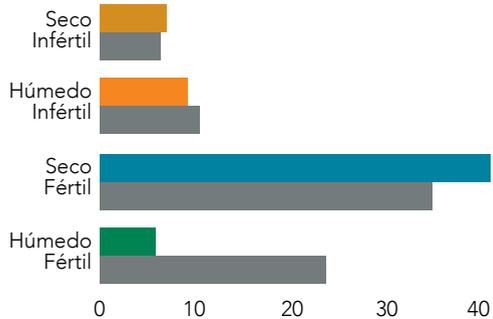
## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS

Metros



## ÍNDICE DE CARBONO A 4 AÑOS

Kilogramo por árbol



Media por sitio  
S. parahyba



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Spondias mombin*

#### FAMILIA

Anacardiaceae

#### NOMBRES COMUNES

Jobo, jobo amarillo (Panamá, Centroamérica); ciruela amarilla (Cuba, Ecuador); jobo blanco (Colombia); cuajo (Venezuela); ubos (Perú); cajá (Brasil); sucá (Bolivia).

#### DESCRIPCIÓN

*Spondias mombin* es una especie caducifolia de estatura mediana a alta (de 10 a 35 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos de altura baja a media, desde México hasta Bolivia. En Panamá es común en bosques secundarios y pastizales. Mostró una sobrevivencia excepcionalmente alta en los ensayos de PRORENA, excediendo los promedios de todos los sitios. Creció mucho mejor en los sitios fértiles que en los infértiles. Su crecimiento en altura fue aproximadamente el doble de los promedios en los sitios fértiles, y ligeramente mayor al promedio del sitio húmedo infértil. En el sitio seco infértil presentó deterioro significativo al sexto año. Desarrolló copas amplias en los sitios fértiles, con diámetros a dos años notablemente mayores a los promedios del sitio. Su índice de carbono a cuatro años fue más del doble del promedio en el sitio seco fértil, y casi el doble en el húmedo fértil. Estos índices también excedieron el promedio del sitio húmedo infértil.

#### RECOMENDACIONES

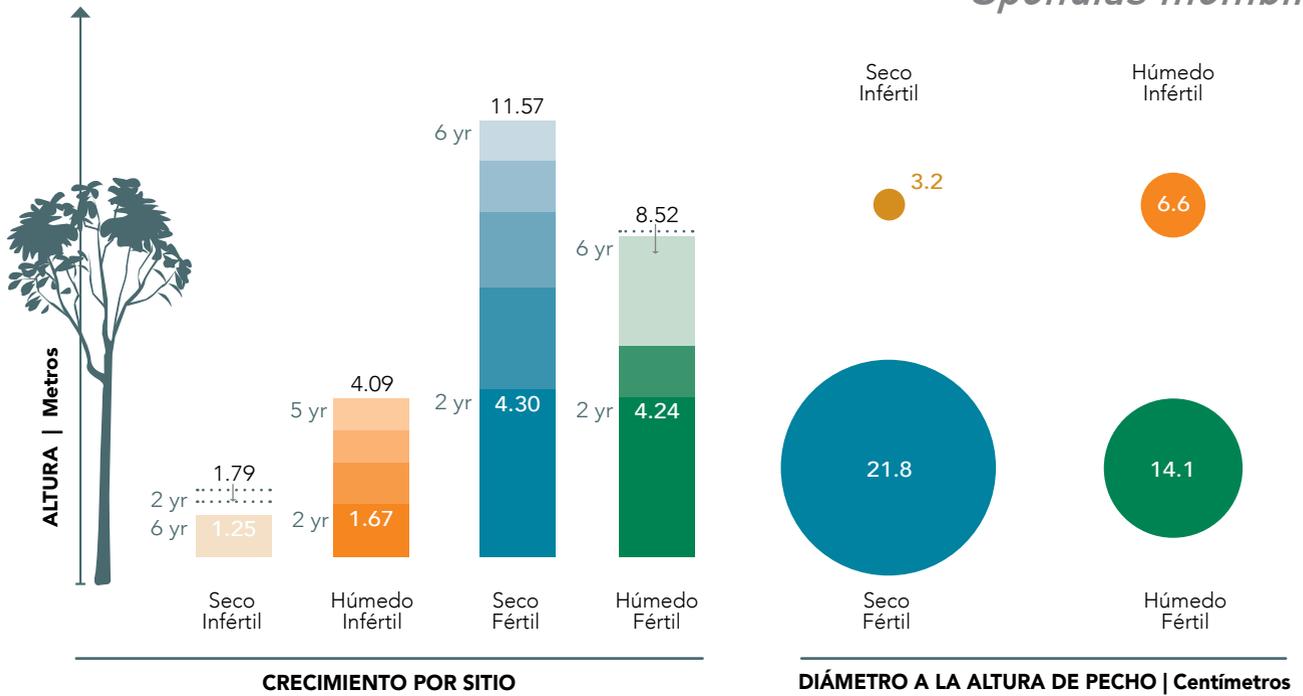
Los datos de los ensayos de PRORENA sugieren que esta especie puede ser un componente importante en programas de restauración y reforestación en sitios fértiles. Su desempeño en el sitio húmedo fértil sugiere que puede ser útil en áreas de condiciones similares. Es un componente principal de cercas vivas en alrededores del sitio seco fértil de PRORENA, y sus frutos atraen a aves y primates. También se recomienda en programas de restauración para plantaciones de conservación. Dada la extrema diferencia en crecimiento entre los sitios fértiles y los infértiles, debe ser utilizada con mucha precaución en sitios infértiles, y no se recomienda para sitios sujetos a altos niveles de estrés hídrico y nutricional. Sus copas amplias pueden ser útiles para dar sombra a pastos y vegetación competitiva en sitios fértiles; su índice de carbono extremadamente alto en tales sitios sugiere que puede servir en plantaciones donde la captura de carbono es deseable. Es un árbol útil para facilitar la regeneración natural en plantaciones de varios individuos de la especie agregados en espacios abiertos; como cercas vivas y en espacios arbóreos agroforestales.



#### USOS

Cajas, carpintería, construcciones livianas, forraje (frutos, hojas) producción de miel, consumo humano (frutos), cercas vivas, medicinas (corteza, hojas, raíces), madera contrachapada, pulpa para papel, atracción de diversidad animal, captura de carbono (temprana), árbol nodriza para especies tolerantes a la sombra, árbol de sombra (para eliminar hierbas y maleza).

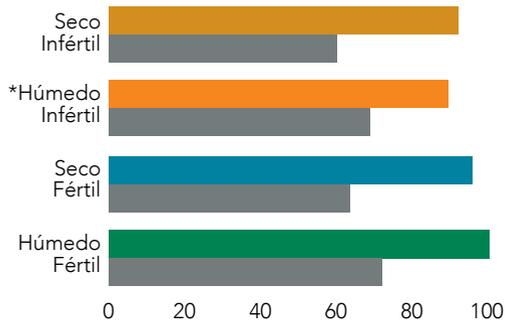
# Spondias mombin



Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima

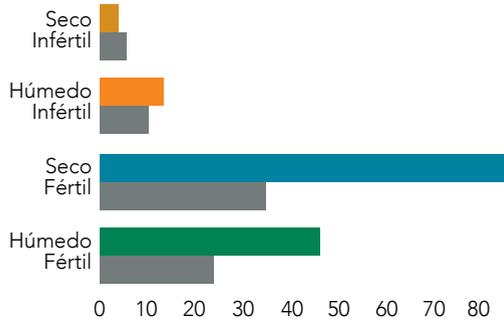
## SOBREVIVENCIA A 4 AÑOS CON EXCEPCIÓN DE \* 5 AÑOS

Porcentaje



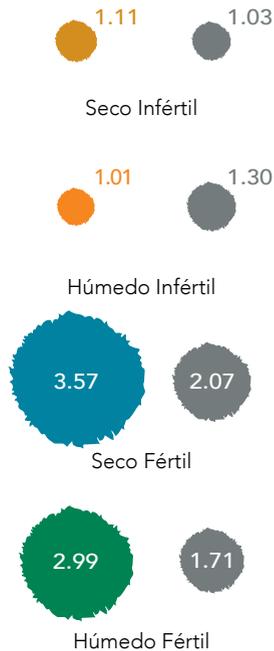
## ÍNDICE DE CARBONO A 4 AÑOS

Kilogramo por árbol



## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS

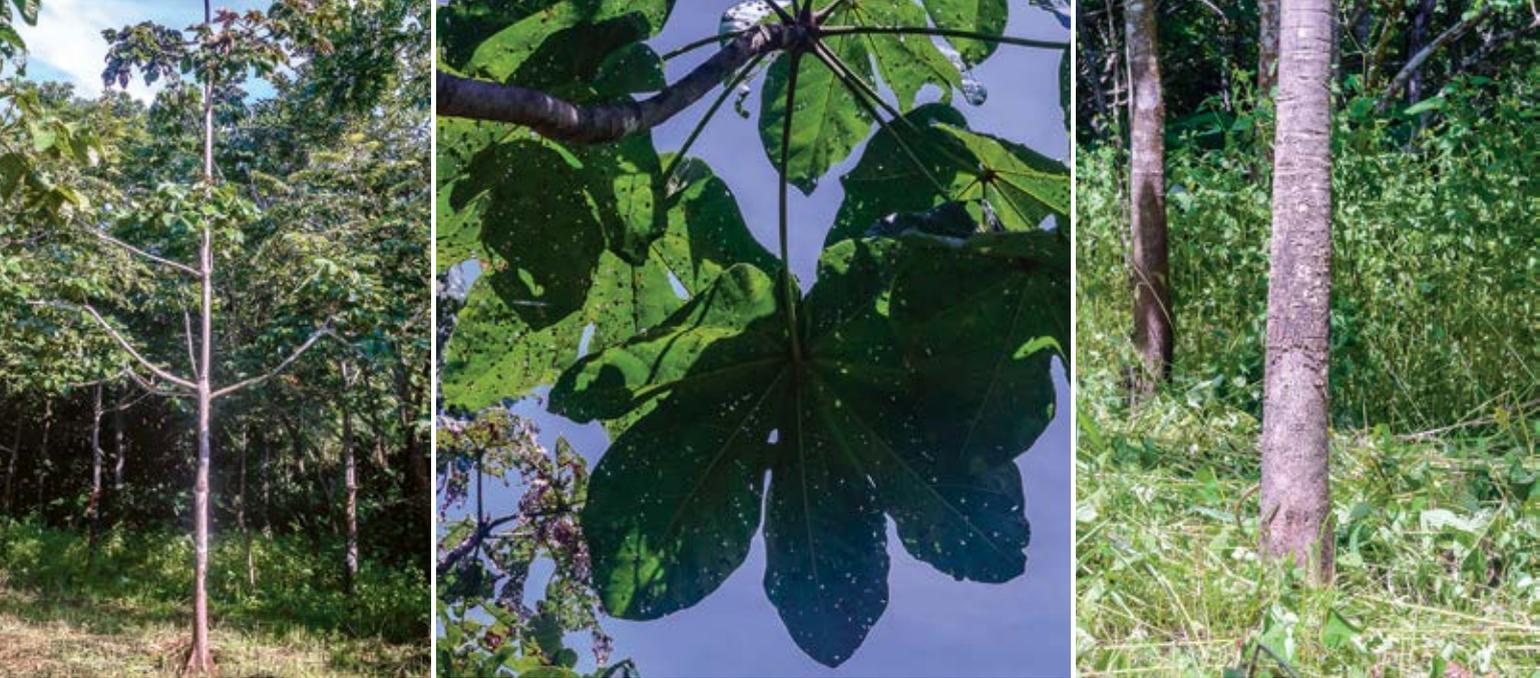
Metros



## ESPACIADO

Dados su crecimiento de copa y de altura en sitios fértiles, esta especie no debe ser plantada a menos de tres metros de árboles de su misma especie u otras en sitios similares, excepto donde se necesite sombra parcial para facilitar el crecimiento de algún árbol vecino. Un espaciado de dos metros debe ser apropiado para sitios húmedos fértiles, similares a aquellos de los ensayos de PROENA.

Media por sitio  
S. mombin



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Sterculia apetala*

#### FAMILIA

Sterculiaceae (Estudios moleculares recientes colocan a la especie dentro de la familia Malvaceae).

#### NOMBRES COMUNES

Panamá, árbol panamá (Panamá); bellota (Guatemala, México); castaño (El Salvador, Honduras); camajurú (Colombia); camoruco (Venezuela); xixá (Brasil); huarmi-caspi (Perú); sujo (Bolivia).

#### DESCRIPCIÓN

*Sterculia apetala* es un árbol caducifolio de estatura mediana a alta (de 10 a 35 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos, desde México hasta Bolivia y Brasil. En Panamá se encuentra en pastizales y bosques secos de la vertiente del Pacífico. Esta especie mostró sobrevivencia alta a moderadamente alta en todos los ensayos de PRORENA, con una sobrevivencia a cuatro años que excedió todos los promedios de todos los sitios menos el húmedo fértil. Su mejor crecimiento de altura y diámetro a cuatro años fue en el sitio seco fértil, pero menor a la media en todos los otros sitios. Los diámetros de copa a dos años fueron muy por debajo de los promedios en todos los sitios, así como los índices de carbono a cuatro años.

#### RECOMENDACIONES

Los datos sugieren que esta especie puede ser un componente de esfuerzos de reforestación y restauración en la mayoría de los sitios, pero será más exitosa bajo condiciones similares a las de los sitios seco fértil y húmedo infértil de los ensayos de PRORENA. El deterioro en el sitio seco infértil sugiere que no debe ser plantada en sitios con condiciones similares. Si dar sombra a las hierbas del sotobosque es un objetivo, no debe ser un componente principal en programas de especies mixtas, a menos que sea plantada en densidades muy altas o muy próximas a sus vecinos. Hará una contribución relativamente pequeña en la captura temprana de carbono en programas de reforestación.

#### ESPACIADO

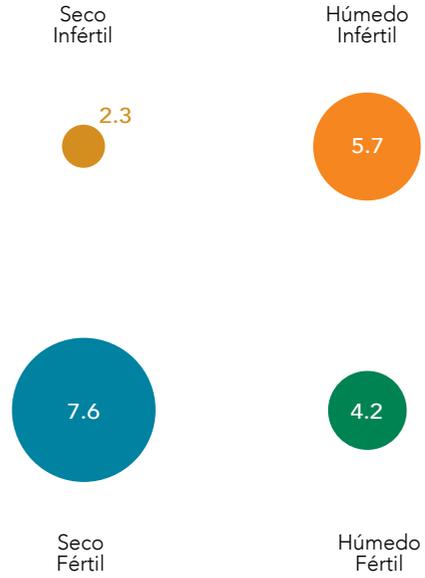
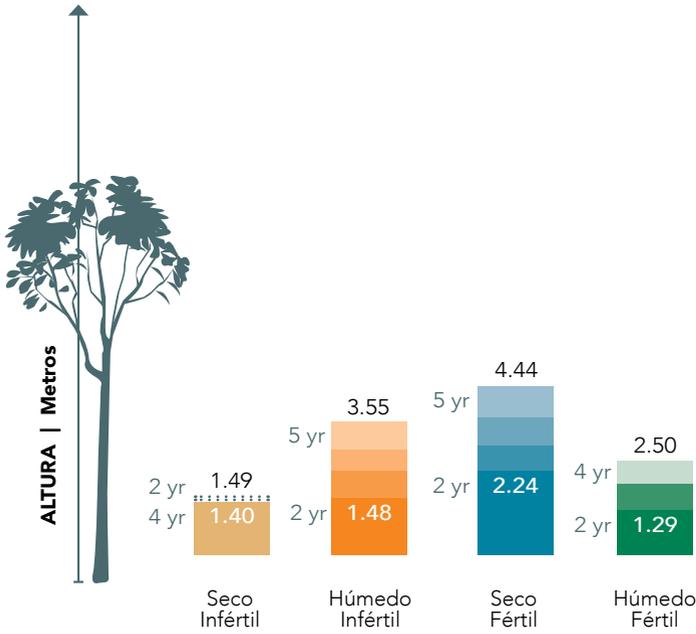
Los datos de la literatura y los ensayos de PRORENA demuestran que esta especie persiste y crece bien en la sombra, sugiriendo que puede ser plantada a dos metros o menos en sitios fértiles y hasta a un metro de distancia en sitios húmedos infértiles.



#### USOS

Cajas, construcciones livianas, postes de cercas, producción de miel, consumo humano (semillas hervidas o asadas), palillos de fósforos, medicinas (corteza), árbol ornamental, madera contrachapada.

# Sterculia apetala



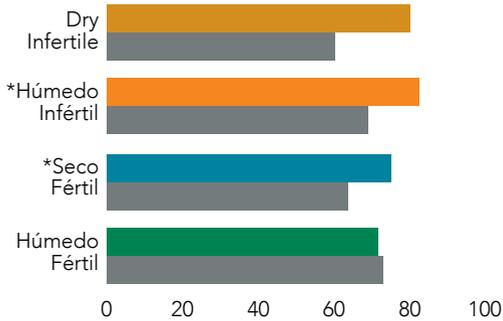
CRECIMIENTO POR SITIO

DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima

## SOBREVIVENCIA A 4 AÑOS CON EXCEPCIÓN DE \* 5 AÑOS

Porcentaje



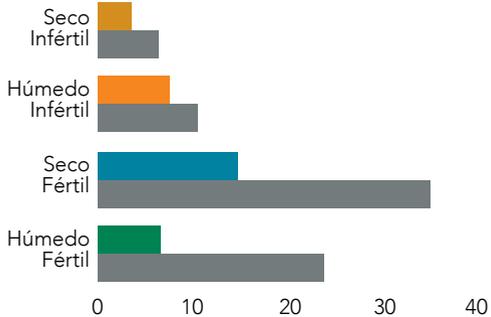
## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS

Metros



## ÍNDICE DE CARBONO A 4 AÑOS

Kilogramo por árbol



Media por sitio  
S. apetala



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Swietenia macrophylla*

#### FAMILIA

Meliaceae

#### NOMBRES COMUNES

Caoba (Panamá, Latinoamérica); mahogany (Belice); mogno (Brasil); aguano (Perú); mara (Bolivia).

#### DESCRIPCIÓN

*Swietenia macrophylla* es un árbol caducifolio de estatura alta, de dosel a emergente (de 20 a 40 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos, desde México hasta Bolivia, Perú y Brasil. Mostró una sobrevivencia alta a muy alta en todos los sitios de ensayo de PRORENA. Esta especie es conocida por responder bien a la fertilidad del suelo y sus mejores crecimientos de altura y diámetro fueron en el sitio seco fértil. Su crecimiento de altura a cuatro años fue mayor a la media en el sitio seco fértil y un poco menor a la media en los sitios infértiles. Su tendencia fue formar copas relativamente angostas temprano en su desarrollo. Los diámetros de copa fueron muy por debajo de la media en la mayoría de los sitios. Esta especie sufre de ataques del barrenador de yemas, orugas de la polilla *Hypsipyla grandella*, las cuales atacan la parte terminal del brote principal.

Los ataques de insectos y el crecimiento relativamente más lento en comparación con otras especies explican los índices de carbono menores al promedio en todos los sitios, menos el seco infértil. Aquí, el crecimiento mayor al promedio de la especie pueda que se haya debido a micrositios particularmente fértiles.

#### RECOMENDACIONES

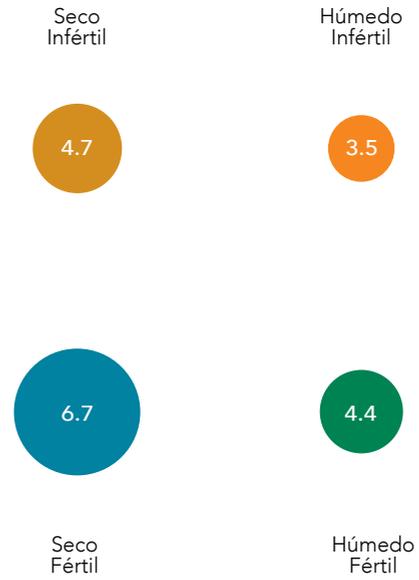
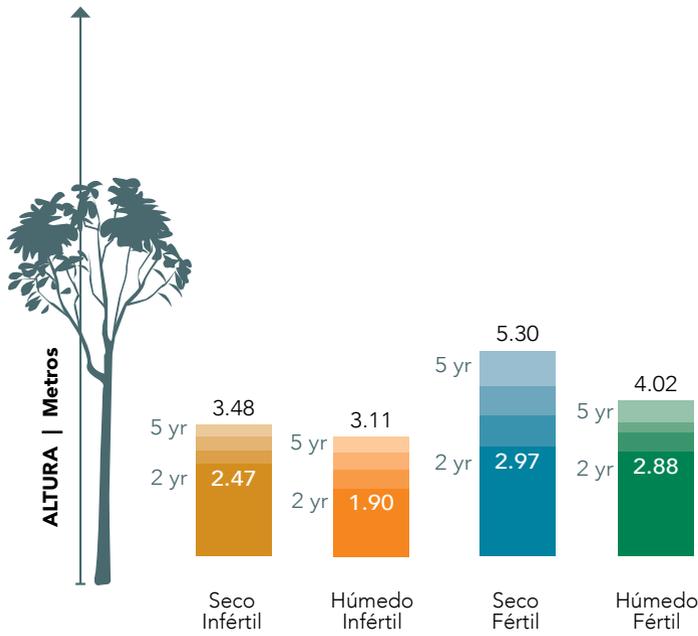
Esta es una especie maderable extremadamente valiosa, que ha sido explotada en bosques naturales a tal nivel que esta protegida por la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES), lo que restringe su exportación. Es un árbol grande que crece bien en micrositios relativamente secos y fértiles y que emerge del dosel. Por ende, puede tener un rol importante en programas de restauración y reforestación al proporcionar estructura al futuro bosque. Debido a que sufre de ataques del barrenador de yemas, sólo debe ser plantado en densidades bajas, a menos que se planifique un manejo intensivo de la plantación. Podar los terminales de los brotes principales regularmente puede ayudar a lograr un tallo relativamente recto. Sus amplias copas brindan sombra abundante por lo que se encuentra a menudo en jardines y calles.



#### USOS

Ebanistería, carpintería (decorativa, molduras), mueblería fina, medicinas (corteza), instrumentos musicales, árbol ornamental, árbol de sombra (calles), curtiembre (corteza), estructura del dosel en reforestación.

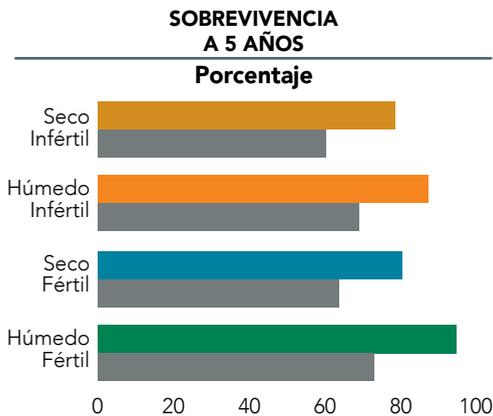
# Swietenia macrophylla



CRECIMIENTO POR SITIO

DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima

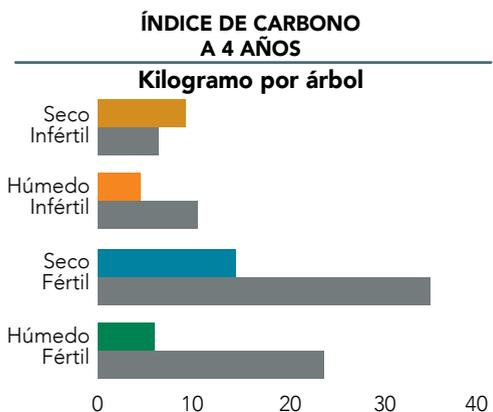


DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS



## ESPACIADO

Esta especie debe ser plantada en densidades bajas para evitar el ataque del barrenador de yemas, en mezclas íntimas con pioneros caducifolios de hojas chicas y corta vida así como especies perennifolias de crecimiento más lento, tolerantes a la sombra. Un espaciado inicial con vecinos de otras especies puede ser de dos metros o menos, pero con el tiempo puede que sea necesario un clareo de los árboles.



Media por sitio  
S. macrophylla



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Tabebuia guayacan*

#### FAMILIA

Bignoniaceae

#### NOMBRES COMUNES

Guayacán (Panamá, México); corteza (Costa Rica, Honduras, Nicaragua); flor amarilla (Venezuela); madera negra (Ecuador); tahuarí (Perú); ipê (Brasil).

#### DESCRIPCIÓN

*Tabebuia guayacan* es un árbol caducifolio de estatura mediana a alta (de 20 a 40 metros) que se encuentra en el dosel de bosques secos a húmedos de elevación baja a media, desde México hasta Perú y Brasil. Mostró sobrevivencia alta en todos los sitios de ensayos de PRORENA, menos el seco infértil. Su mejor crecimiento de altura fue en los sitios fértiles. También tuvo buen crecimiento de altura en el sitio húmedo infértil, donde su crecimiento de diámetro excedió al del sitio húmedo fértil, mas no así al del seco fértil. Su crecimiento de altura a cuatro años excedió los promedios en los sitios infértiles, pero no en los sitios fértiles. Su tendencia fue formar copas angostas en los primeros años, con diámetros a dos años equivalentes a los promedios de todos los sitios menos el seco fértil, donde fue muy por debajo del promedio. Las copas no fueron profundas, lo que permitió que suficiente luz las atravesara. En todos los sitios sus índices de carbono a cuatro años fueron mayores a los promedios.

#### RECOMENDACIONES

Aunque la especie alcanzó menor altura que otras en los ensayos de PRORENA, sus índices de carbono fueron mayores al promedio en todos los sitios. Esto indica un alto potencial para su uso en restauración y reforestación en todos los sitios, menos tal vez los secos infértiles, donde la sobrevivencia es probable que sea baja y menor al promedio. De hecho, puede ser un componente importante para el futuro dosel. Con sus flores amarillas, grandes y vistosas, esta especie es un ornamental común en parques y calles, brindando cuando florece una vista espectacular por unos cuantos días al año.

#### ESPACIADO

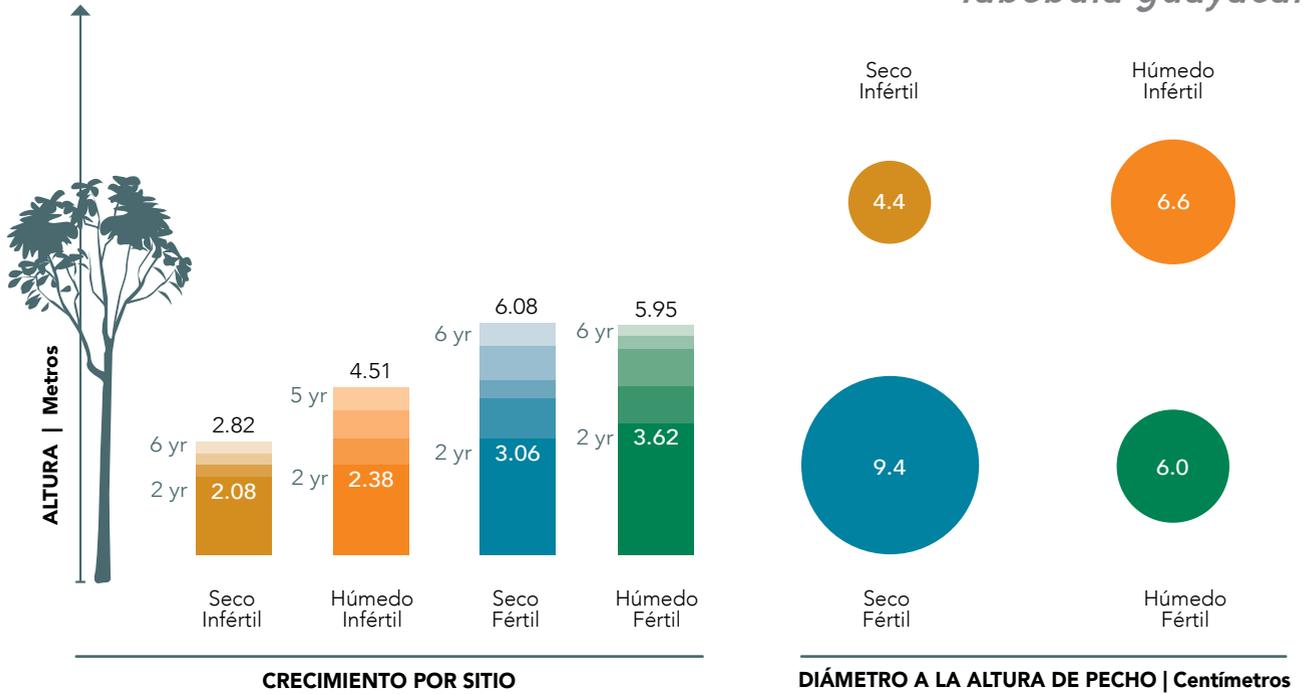
Los datos de la literatura y los ensayos de PRORENA indican la persistencia de la especie y su crecimiento en sombra moderada a profunda, lo que sugiere que puede ser plantada a dos metros o menos entre vecinos. De manera similar a la especie relacionada, *T. rosea*, puede que sufra de herbivoría intensa la cual no es controlable en densidades altas, pudiendo ser que se obtengan mejores resultados con ella en plantaciones mixtas.



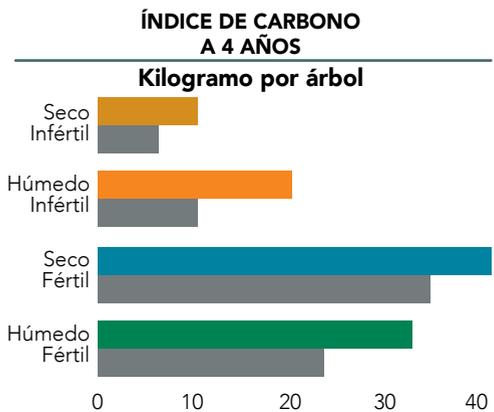
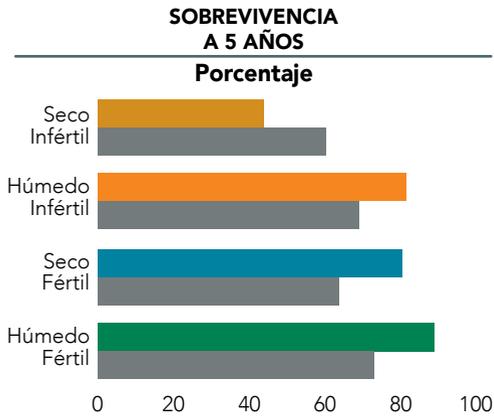
#### USOS

Puentes, carrocerías, construcciones navales, árbol ornamental, durmientes de ferrocarril, mangos de herramientas, estructura del dosel en reforestación, captura de carbono (a largo plazo).

# Tabebuia guayacan



Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima





#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Tabebuia impetiginosa*

#### FAMILIA

Bignoniaceae

#### NOMBRES COMUNES

Cortez negro, ipé (Costa Rica, Panamá); lapacho negro (México); ipé-roxo, pau d'arco (Brasil); tajibo morado (Bolivia); puy (Venezuela); lapacho rosado (Argentina, Paraguay).

#### DESCRIPCIÓN

*Tabebuia impetiginosa* es una especie caducifolia de estatura mediana (de 10 a 30 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos de elevación baja, desde México hasta Argentina. En Panamá es común en la vertiente del Pacífico. Mostró sobrevivencia alta a muy alta en los ensayos de PRORENA, con la mayor en el sitio húmedo fértil. Su mejor crecimiento de altura y diámetro fue en los sitios fértiles, pero los árboles en el sitio húmedo infértil fueron apenas un poco más pequeños. Los árboles de esta especie fueron mucho más pequeños en los ensayos de PRORENA que los de las especies relacionadas, *T. guayaran* y *T. rosea*, pero no mostraron estancamiento alguno en su crecimiento. El crecimiento de altura a cuatro años excedió los promedios de los sitios infértiles pero no el de los sitios fértiles. El ancho de las copas a dos años fue aproximadamente equivalente a los promedios de los sitios en todos menos el sitio seco fértil, donde fue un poco más ancho.

Sus índices de carbono a cuatro años fueron muy por debajo de los promedios de los sitios, a diferencia de sus parientes cercanos.

#### RECOMENDACIONES

Esta especie tuvo alta sobrevivencia, lo que indica que le debe ir bien en programas de restauración y reforestación. Parece ser adecuada para sitios similares a los infértiles de los ensayos de PRORENA. Su baja estatura e índices de carbono sugieren que no sería la mejor opción para plantar en densidades altas cuando se necesita cubrir el suelo rápidamente. Puede ser útil como árbol ornamental por sus flores amarillas vistosas. Como sus parientes cercanos, su abundante producción de semillas transportadas por el viento puede ayudar en la reforestación de sitios abiertos, con suelo mineral expuesto. Puede ser incorporada a programas de especies mixtas y con el tiempo será una especie co-dominante del dosel o subdosel.

#### ESPACIADO

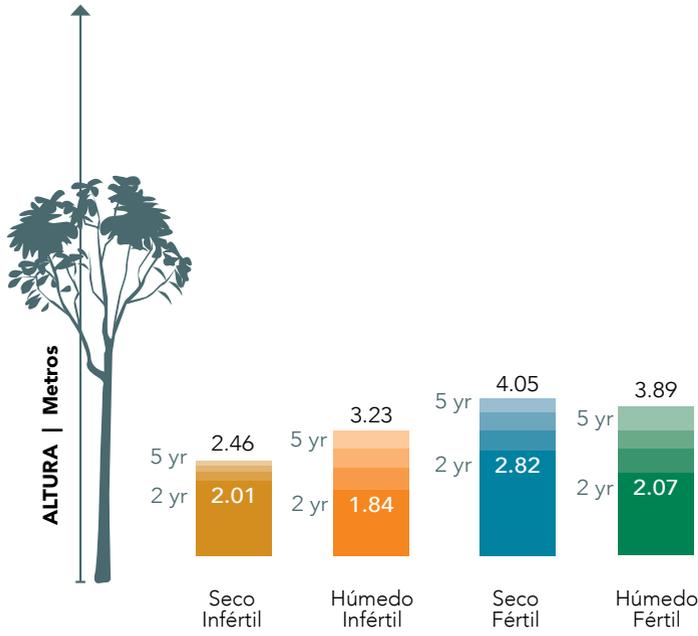
Puede ser plantada a dos o tres metros entre vecinos.



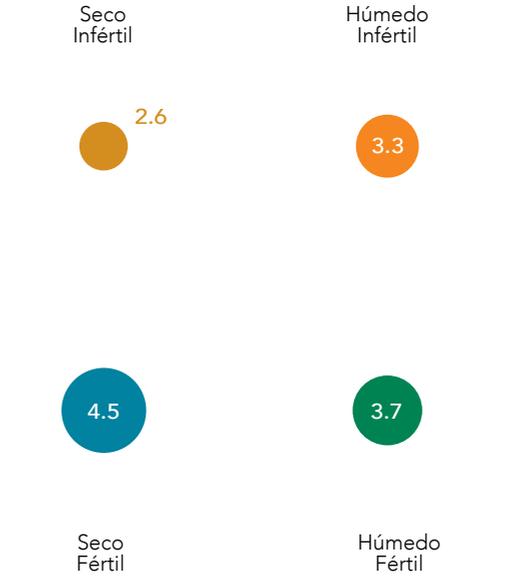
#### USOS

Construcción, muebles, medicinas (corteza), árbol ornamental, estructura de subdosel en reforestación.

# Tabebuia impetiginosa

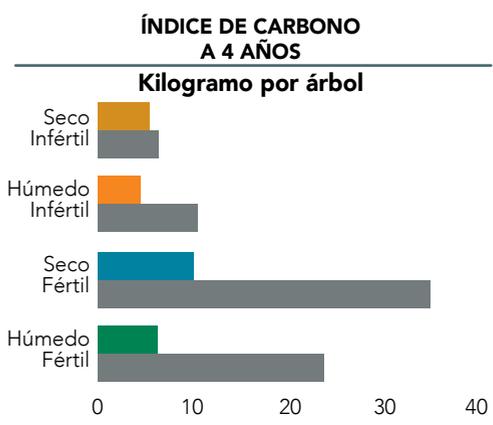
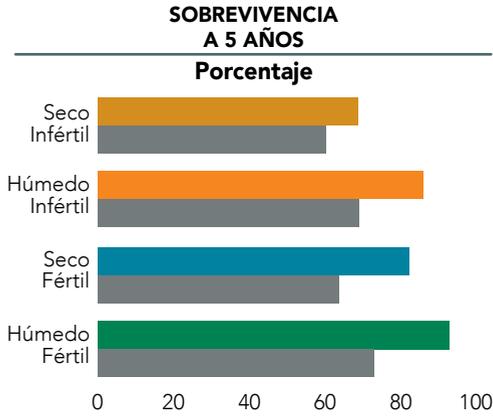


**CRECIMIENTO POR SITIO**



**DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros**

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima



Media por sitio  
T. impetiginosa



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Tabebuia rosea*

#### FAMILIA

Bignoniaceae

#### NOMBRES COMUNES

Roble, roble de sabana (Panamá, Costa Rica, Nicaragua, Honduras); maculís (Guatemala, México); maquilishuat (El Salvador); roble morado (Colombia).

#### DESCRIPCIÓN

*Tabebuia rosea* es un árbol caducifolio de estatura mediana a alta (de 20 a 40 metros) que se encuentra en bosques de elevación baja a media desde México hasta Ecuador. Es común en bosques secundarios y áreas urbanas en Panamá. Creció bien a pleno sol en los ensayos de PRORENA, con sobrevivencia alta y el mejor crecimiento en sitios fértiles. Su crecimiento de altura a cuatro años fue mayor al promedio en todos los sitios. Su estancamiento en crecimiento observado en el sitio húmedo fértil, probablemente se debió al ataque de insectos pues las hojas, como consecuencia de la herbivoría, parecían redes de pesca. En los lotes de monocultivo con campesinos de PRORENA, los árboles presentaron síntomas de escoba de bruja, donde las ramas de las copas se hinchan con múltiples protuberancias de tallos pequeños. En las plantaciones de Agua Salud, la especie tuvo crecimiento pobre en general, probablemente debido a suelos ácidos infértiles.

Formó un tallo recto con una copa muy delgada en los primeros años de desarrollo. Es un árbol ornamental y de calle, popular por sus abundantes y vistosas flores rosadas.

#### RECOMENDACIONES

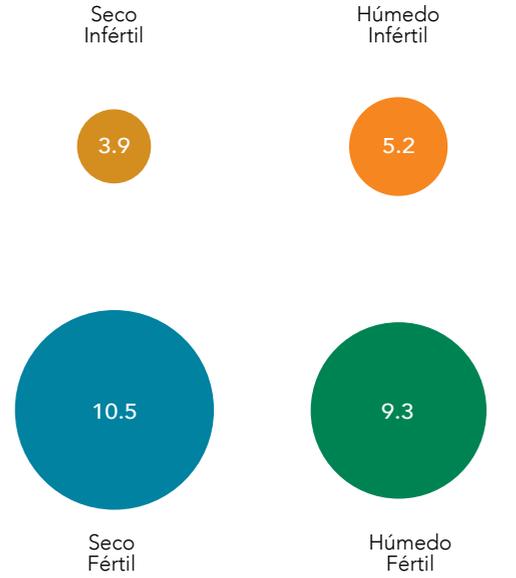
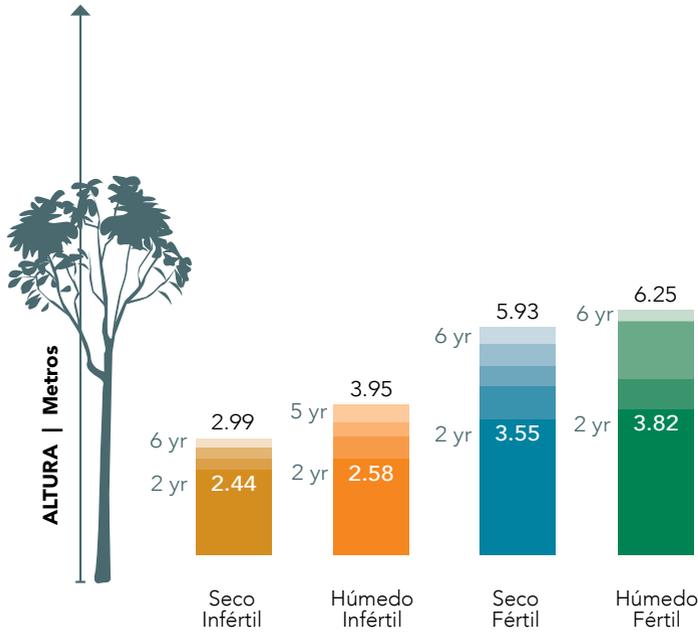
Esta especie tiene madera valiosa y puede ser considerada para plantaciones de especies mixtas en los sitios indicados. A pesar de tener índices de carbono bajos en los primeros años, su densidad de madera moderada y su tamaño en la edad madura sugieren que puede considerarse para propósitos de captura de carbono a largo plazo. Ha sido incluida exitosamente en plantaciones de restauración y reforestación en sitios fértiles, donde su crecimiento relativamente rápido le permite mantener su posición en el dosel. No es recomendable para plantaciones en monocultivos o de alta densidad, debido al daño por insectos y enfermedades. Su tendencia a formar sólo unas cuantas hojas en la parte superior de un tallo largo en su desarrollo temprano, la hace inadecuada para plantaciones de alta densidad donde el objetivo es eliminar hierbas. A menudo se encuentra en pastizales, cercas vivas y plantado en las ciudades.



#### USOS

Chapas decorativas, fabricación de botes, ebanistería, pisos, muebles finos, artesanía, medicinas (corteza y hojas), árbol ornamental, embalajes, estructura del dosel en reforestación, captura de carbono (a largo plazo).

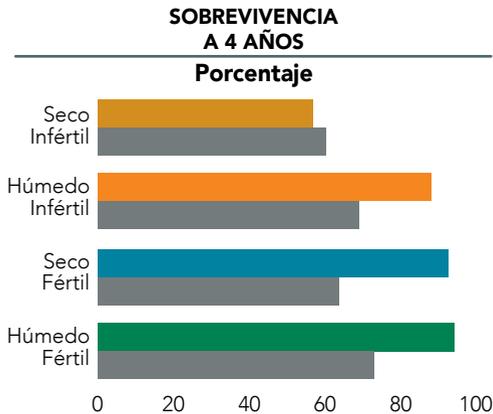
# Tabebuia rosea



CRECIMIENTO POR SITIO

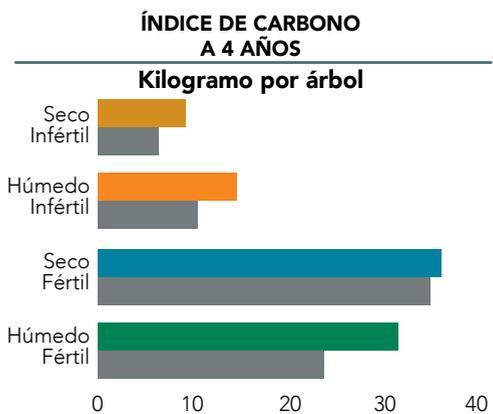
DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima



## ESPACIADO

Los datos de la literatura y los ensayos de PRORENA indican que puede persistir y crecer a la sombra, lo que sugiere que es posible plantarla hasta a dos metros de distancia entre vecinos.



Media por sitio  
T. rosea



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Terminalia amazonia*

#### FAMILIA

Combretaceae

#### NOMBRES COMUNES

Amarillo, roble amarillo, amarillo carabazuelo (Panamá); amarillón, roble coral (Costa Rica); canshán (Guatemala, México); guayabo (Colombia); tanimbuca (Brasil).

#### DESCRIPCIÓN

*Terminalia amazonia* es una especie de dosel a emergente, perennifolia, de estatura alta (de 20 a 40 metros) que se encuentra en bosques húmedos a muy húmedos de elevación baja a media, desde México hasta Bolivia y Brasil. En Panamá es común en bosques cerca del Canal. Crece bien en sitios húmedos a muy húmedos en pleno sol, con sobrevivencia y crecimiento muy altos en los sitios de ensayo de PRORENA. Su altura y diámetros a cuatro años fueron aproximadamente el doble de los promedios en el sitio húmedo infértil. Los valores de estas mediciones fueron similares a los del sitio húmedo fértil. Comparada con otras especies, se desempeña particularmente bien en suelos arcillosos a limosos, de poca nutrición y de acidez moderada a alta. El estancamiento observado en el crecimiento en el sitio húmedo fértil, es probable que se deba a la competencia entre árboles por la luz y otros recursos; un estancamiento similar también ha sido observado en rodales de monocultivo en las plantaciones de

Agua Salud. El crecimiento de altura a cuatro años fue mayor al promedio en sitios secos. La especie formó un tallo recto, desarrollando rápidamente copas amplias y profundas, con el ancho de las copas a dos años excediendo por mucho los promedios de los sitios húmedos. Su tendencia fue dar sombra profunda bajo la copa, presentando hojarasca relativamente profunda y persistente en el suelo. Por ende, hay relativamente poca regeneración bajo los rodales de monocultivo de esta especie así como en pastizales con árboles aislados que no han sido podados. Los índices de carbono a cuatro años excedieron por mucho los promedios en sitios húmedos, pero fueron muy por debajo de los promedios en sitios secos.

#### RECOMENDACIONES

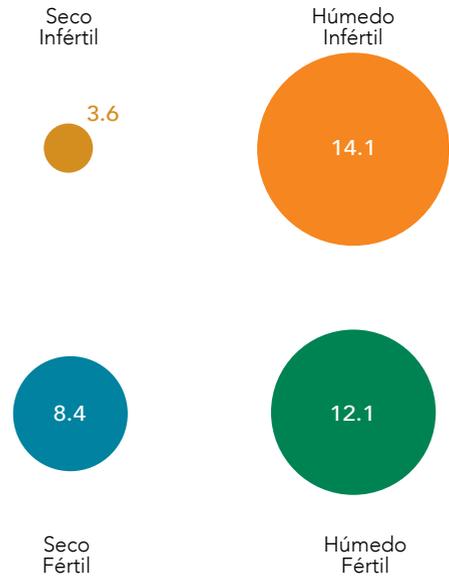
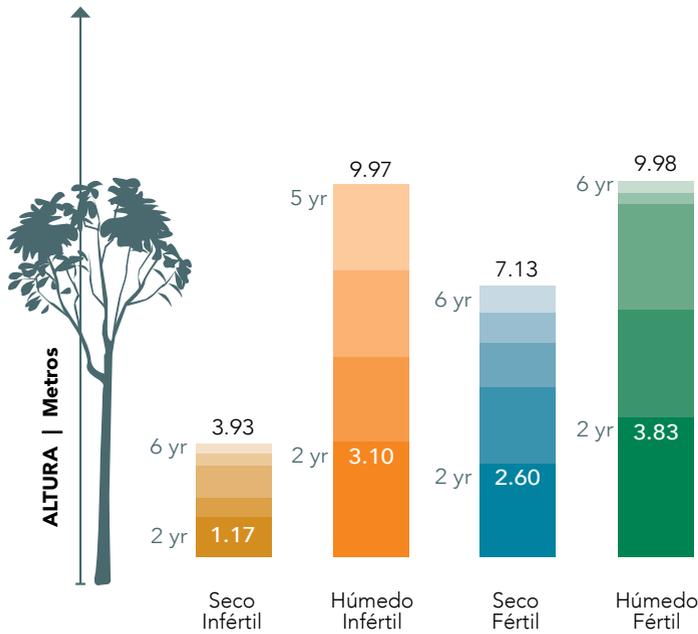
Tiene un alto potencial comercial como especie de plantación, ya que puede ser cultivada en rotaciones a 20 años y se desarrolla bien en suelos muy húmedos de baja calidad, si se compara con especies de alto valor como la teca. Dado su alto uso de agua durante el año, no es recomendable para sitios secos. Puede ayudar a establecer cubierta forestal en sitios con baja fertilidad del suelo y con precipitación abundante durante todo el año, o con temporada seca corta. Su madera densa la hace una especie deseable para proyectos de captura de carbono en sitios húmedos a muy húmedos, y su copa profunda ayuda a dar sombra a hierbas, reduciendo así los costos de limpieza. Puede jugar un rol importante como especie de dosel en programas de restauración,



#### USOS

Puentes, construcciones navales, pisos, muebles, árbol ornamental, durmientes de ferrocarril, curtiembre (corteza), mangos de herramientas, captura de carbono, estructura del dosel en reforestación, cubierta temprana de copas en reforestación, árbol nodriza para especies tolerantes a la sombra, árbol de sombra (para eliminar maleza y hierbas).

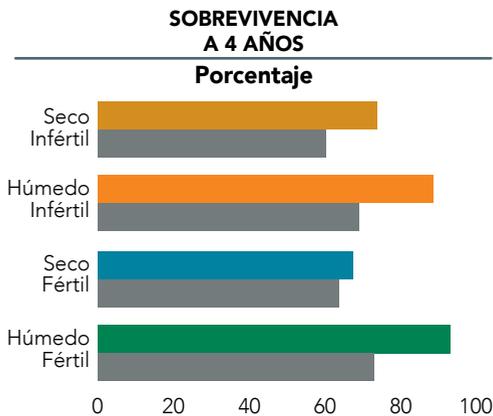
# Terminalia amazonia



## CRECIMIENTO POR SITIO

## DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima



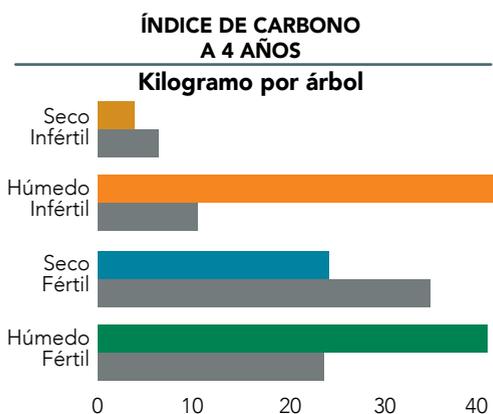
## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS



en particular restauración ribereña de cubierta en quebradas. También puede ser útil como nodriza para especies tolerantes a la sombra. Puede tener potencial en sistemas agroforestales donde el objetivo es aumentar los ingresos a través de la cosecha de madera, en vez de la mejora de cultivos o pastos.

## ESPACIADO

La especie puede ser plantada a tres metros entre vecinos en sitios húmedos a muy húmedos, en plantaciones donde se tiene planeado un clareo entre el tercer y el quinto año. De otra manera, cada individuo debe ser plantado a seis o más metros de distancia. En cuestión de años la especie tamará con su sombra a especies de crecimiento más lento, plantadas a menos de tres metros.



Media por sitio  
■ ■ ■ *T. amazonia*



NOMBRE CIENTÍFICO  
***Trichilia hirta***

FAMILIA  
Meliaceae

NOMBRES COMUNES

Conejo colorado, mata piojo (Panamá); cedrillo (Costa Rica, El Salvador, Guatemala); cabo de hacha (Puerto Rico); hobo macho (Colombia); gajigua (Ecuador).

DESCRIPCIÓN

*Trichilia hirta* es un árbol caducifolio de estatura mediana (de 10 a 20 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos de elevación baja, desde México hasta Bolivia. En Panamá es común en pastizales y bosques secundarios del lado Pacífico. Su sobrevivencia fue altamente variable en los ensayos de PRORENA, con la más alta en sitios fértiles y muy baja en el sitio seco infértil. Los crecimientos de altura y diámetro fueron mejores en el sitio seco fértil, pero al igual que en los otros sitios, estos valores fueron menores a los promedios a cuatro años. Los diámetros de copa para esta especie fueron marcadamente menores al promedio en todos los sitios excepto el seco fértil, donde fue cercano al promedio. En todos los sitios su índice de carbono a cuatro años fue muy por debajo del promedio.

RECOMENDACIONES

La especie tuvo sobrevivencia alta pero crecimiento menor al promedio en los sitios fértiles de los ensayos, lo que indica que puede ser útil en programas de restauración y reforestación en sitios similares, aunque de preferencia sembrada en densidades bajas. Puede que requiera de corte selectivo a través de la limpieza del sotobosque, para combatir la competencia por malezas. Los datos indican que si se siembra en altas densidades no será recomendable para cierre de copas ni para dar sombra al sotobosque a dos años. En áreas secas puede tener un mejor desempeño en restauración ribereña entre pastizales que en plantaciones forestales. Quizás le vaya mejor en los bordes de las riberas sin los efectos de la competencia.

ESPACIADO

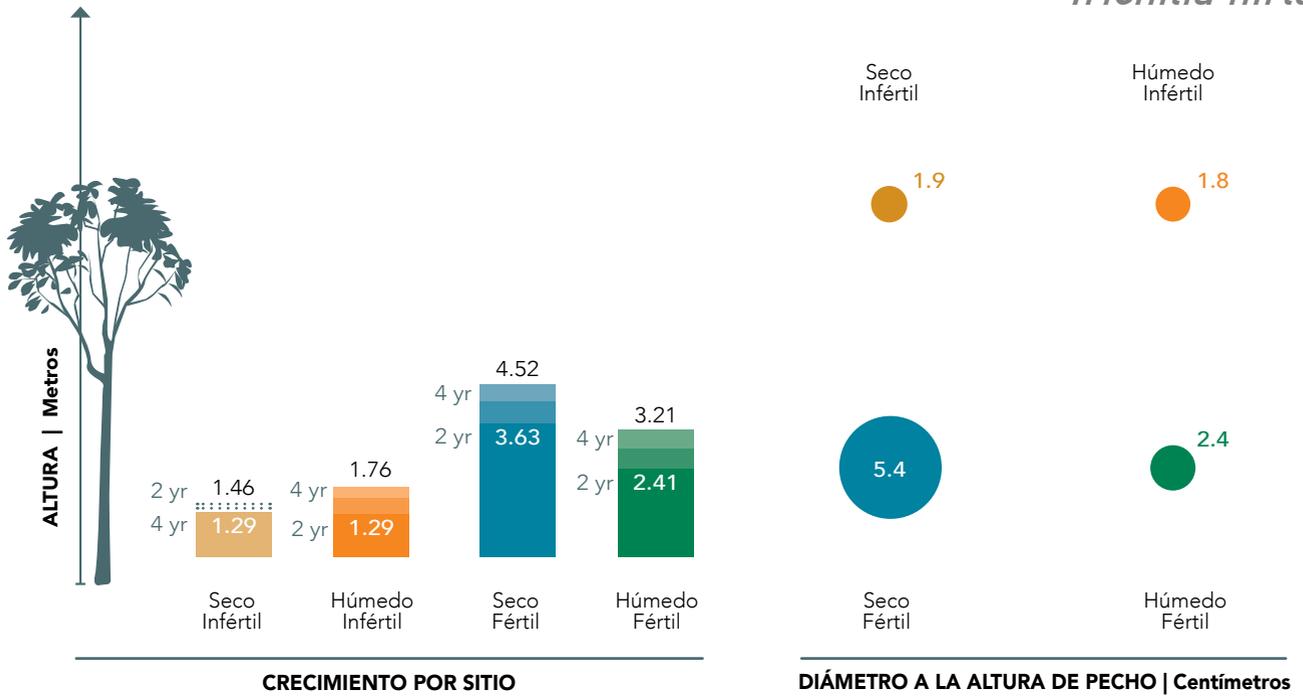
La especie no forma copas amplias rápidamente y puede ser plantada a dos o tres metros entre vecinos, siempre y cuando no sean especies de copas amplias y crecimiento rápido. Su crecimiento lento sugiere que puede ser sobrepasada por la mayoría de las especies presentes en los ensayos de PRORENA.

USOS

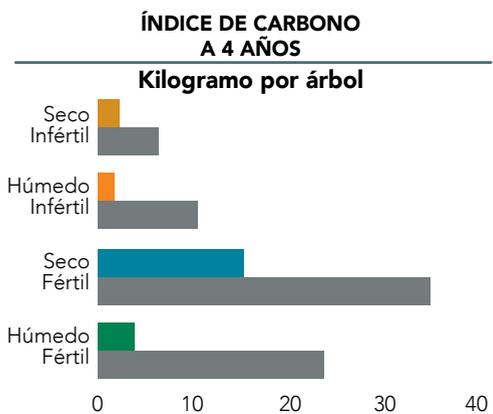
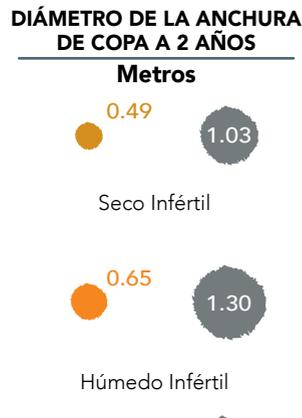
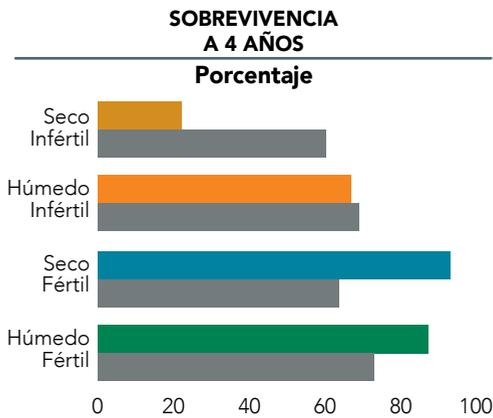
Carpintería, cosméticos (semillas), postes de cercas, árbol ornamental, restauración y conservación de riberas.



# Trichilia hirta



Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima



Media por sitio  
T. hirta



NOMBRE CIENTÍFICO  
***Vitex cooperi***

FAMILIA  
Lamiaceae

NOMBRES COMUNES  
Cuajado, flor azul (Panamá); cuajada, manú plátano (Costa Rica); bimbayán (Nicaragua); flor azul, cenizo, barrabás (Honduras).

**DESCRIPCIÓN**  
*Vitex cooperi* es una especie semicaducifolia de estatura mediana (de 10 a 30 metros) que se encuentra en bosques húmedos a muy húmedos de elevación baja a media, desde Guatemala hasta Panamá. En Panamá es común en el lado Pacífico del área canalera. En los ensayos de PRORENA presentó sobrevivencia alta en el sitio seco fértil y mayor al promedio en el seco infértil. Su mejor crecimiento fue en el sitio seco fértil, con un crecimiento a cuatro años equivalente al promedio del sitio. En el sitio seco infértil sufrió deterioro, con crecimiento de altura y diámetro a cuatro años muy por debajo del promedio del sitio. El ancho de copas a dos años fue mayor al promedio en el sitio seco fértil, pero sólo la mitad del promedio del sitio seco infértil. Los índices de carbono a cuatro años fueron un tanto menores al promedio del sitio seco fértil y extremadamente menores al del sitio seco infértil.

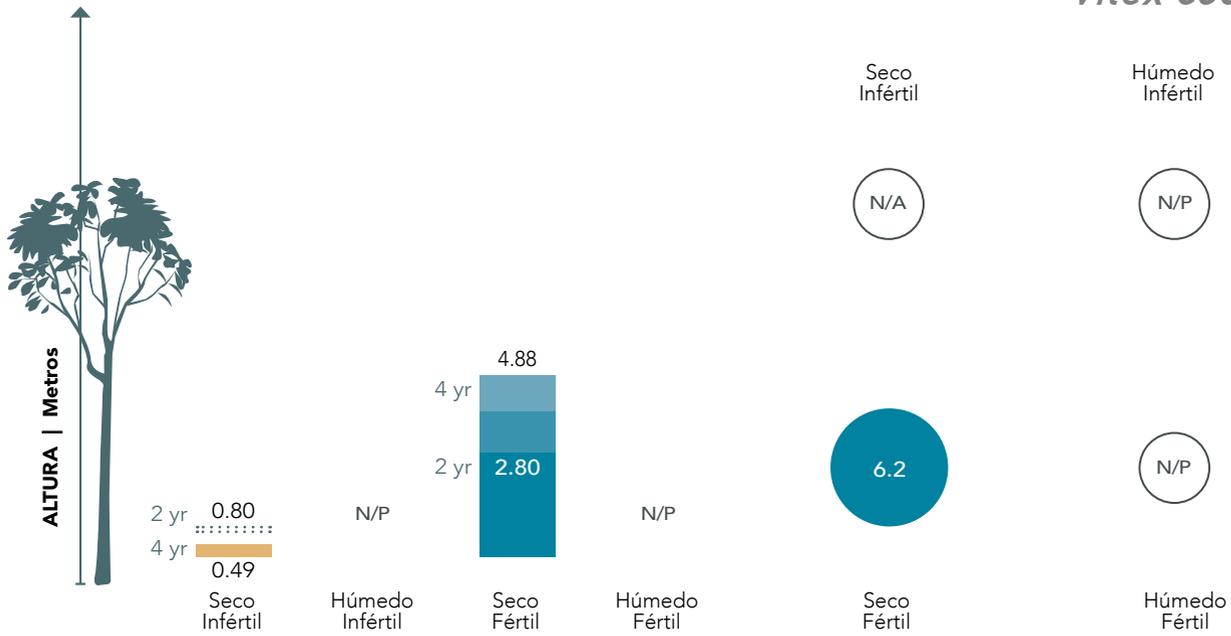
**RECOMENDACIONES**  
Esta especie no fue plantada en sitios húmedos de los ensayos de PRORENA, pero dada su distribución natural se espera prospere en sitios así. No es recomendada en sitios muy secos e infértiles. Sin embargo, como presentó sobrevivencia alta y crecimiento razonable en el sitio seco fértil, puede ser usada con moderación en programas de restauración y reforestación en sitios similares. Puede ser útil como cerca viva.

**ESPACIADO**  
Por su crecimiento de copa y de altura a dos años en el sitio seco fértil, la especie no debe ser plantada a menos de tres metros entre vecinos, para evitar que sea sobrepasada prematuramente. Puede ser plantada a menor distancia de especies tolerantes a la sombra y de crecimiento más lento.



**USOS**  
Construcción, leña, postes de cercas, mangos de herramientas, árbol ornamental, árbol nodriza para especies tolerantes a la sombra.

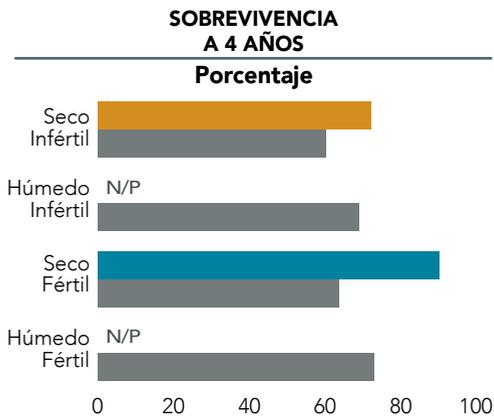
# Vitex cooperi



## CRECIMIENTO POR SITIO

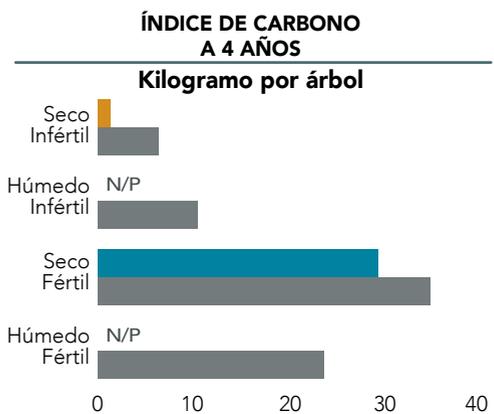
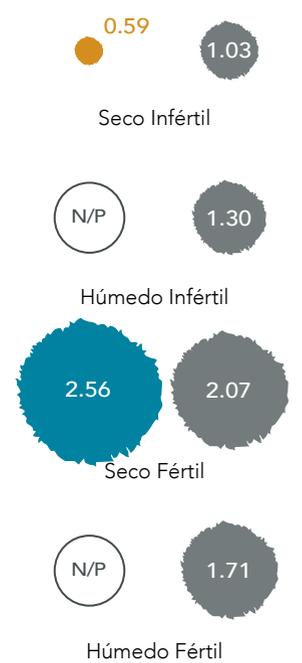
## DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima



### DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS

**Metros**



Media por sitio  
V. cooperi



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Vochysia ferruginea*

#### FAMILIA

Vochysiaceae

#### NOMBRES COMUNES

Flor de mayo, botarrama, tecla, mayo (Panamá); areno colorado (Costa Rica); barbachele (Nicaragua); sorogá (Ecuador); pese (Venezuela); quaruba (Brasil).

#### DESCRIPCIÓN

*Vochysia ferruginea* es una especie perennifolia de estatura mediana a alta (de 10 a 30 metros) que se encuentra en bosques húmedos a muy húmedos de elevación media, desde Honduras hasta Bolivia. Aunque ha sido plantada con éxito en sitios húmedos y muy húmedos en plantaciones de Costa Rica, la sobrevivencia a cuatro años en los ensayos de PRORENA fue inesperadamente baja, en particular en los sitios húmedos. El crecimiento en altura a cuatro años fue equivalente al promedio en el sitio húmedo infértil, pero muy por debajo de los promedios en los demás sitios. Los anchos de las copas a dos años fueron todos muy por debajo de la media. El índice de carbono a cuatro años fue mayor al promedio en el sitio húmedo infértil, pero mucho menor al promedio en los demás sitios.

#### RECOMENDACIONES

La especie ha crecido con éxito en plantaciones en Costa Rica, particularmente en suelos húmedos, ácidos e infértiles, lo que sugiere que puede ser un componente importante en programas de restauración y reforestación con sitios similares. Sin embargo, los ensayos de PRORENA indican que el establecimiento y crecimiento de este árbol puede ser problemático.

#### ESPACIADO

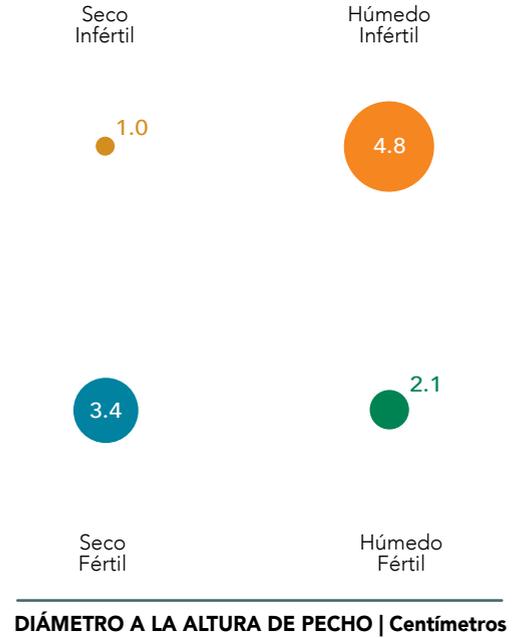
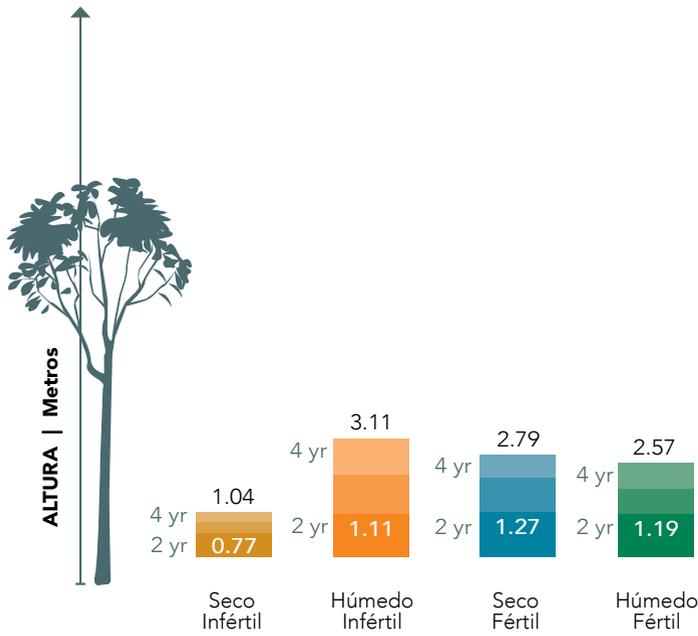
Los ensayos de PRORENA indican que puede ser plantada a dos a tres metros de distancia inicial.



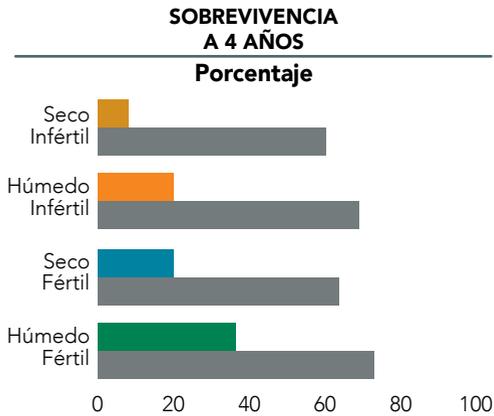
#### USOS

Cajas, carpintería, construcciones internas, producción de miel, postes de cercas, palillos de fósforos, medicinas (corteza), árbol ornamental, pulpa para papel, captura de carbono.

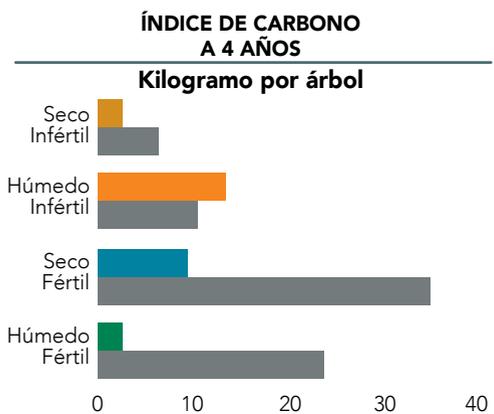
# Vochysia ferruginea



Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima



## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS



Media por sitio  
V. ferruginea



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Vochysia guatemalensis*

#### FAMILIA

Vochysiaceae

#### NOMBRES COMUNES

Flor de mayo, mayo blanco (Panamá); cebo, chancho (Costa Rica); barbachele, palo de agua (Nicaragua); san juan (Belice, Guatemala, Honduras).

#### DESCRIPCIÓN

*Vochysia guatemalensis* es una especie semicaducifolia de estatura mediana a alta (de 10 a 40 metros) que se encuentra en bosques húmedos a muy húmedos, de elevación baja a media, entre México y Panamá. En Panamá es común en las provincias de Bocas del Toro y Chiriquí. Su sobrevivencia a cuatro años excedió el promedio del sitio húmedo fértil de los ensayos y fue particularmente baja en los sitios secos. Los crecimientos de altura y diámetro a cuatro años excedieron los promedios del sitio húmedo infértil. El crecimiento de altura a cuatro años excedió el promedio del sitio seco infértil. Los anchos de copas a dos años fueron menores a los promedios en todos los sitios. El índice de carbono a cuatro años fue muy por encima de la media en el sitio húmedo infértil, pero inferior o un poco menor a los promedios en los demás sitios.

#### RECOMENDACIONES

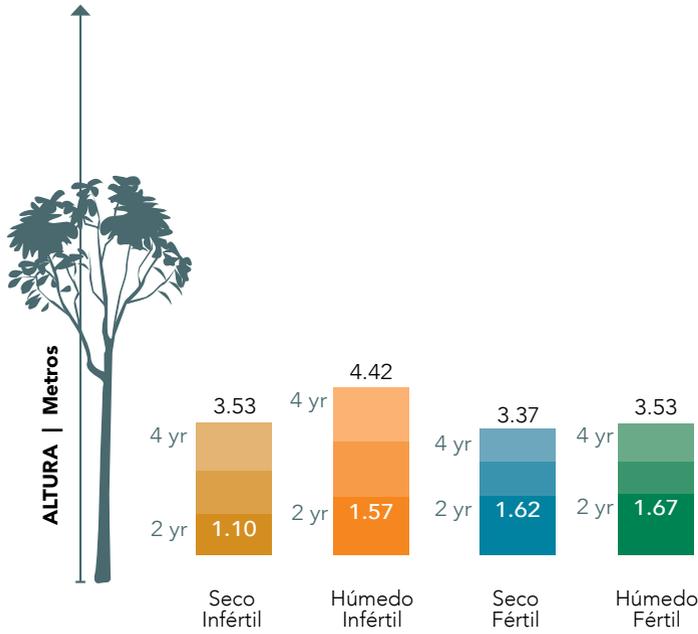
Esta especie no sobrevivió particularmente bien en el sitio húmedo infértil, pero presentó altura y diámetro superiores al promedio del sitio. Los pocos tallos sobrevivientes en el sitio seco infértil excedieron marcadamente el promedio de altura del sitio, pero dada la mortalidad extremadamente alta, no es recomendable para sitios similares. Se ha demostrado que sobrevive y crece muy bien en plantaciones de Costa Rica; en sitios húmedos a muy húmedos con suelos ácidos e infértiles, por lo que se recomienda para sitios así. Como sus diámetros de copas a dos años fueron menores a los promedios de cada sitio, no es una especie recomendable si se desea crear sombra para suprimir rápidamente el crecimiento de la maleza del sotobosque. Por su rápida acumulación de carbono es una buena opción y un componente importante para plantaciones en sitios húmedos infértiles. También puede ser plantada, aunque como un componente menor, en sitios húmedos fértiles.



#### USOS

Cajas, captura de carbono, carpintería, construcciones internas, postes de cercas, palillos de fósforos, pulpa para papel, restauración de suelos húmedos infértiles.

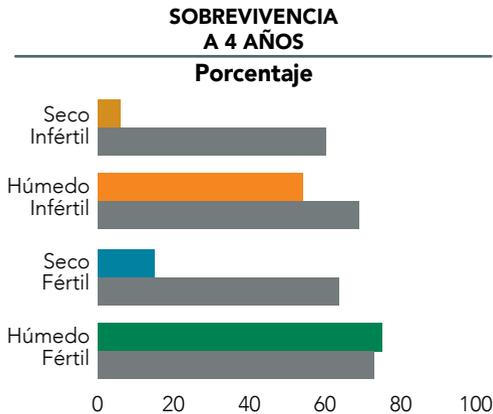
# Vochysia guatemalensis



CRECIMIENTO POR SITIO

DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima

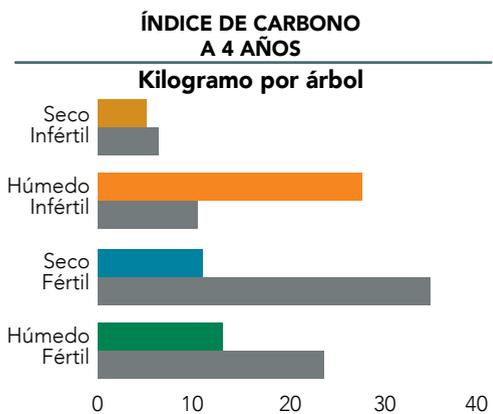


DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS



## ESPACIADO

Puede ser plantada a tres o cuatro metros en plantaciones de una sola especie, donde las copas se cierran rápidamente y pueden autopodarse, pero a menor distancia requerirá de poda. En plantaciones mixtas pueden ser plantados a menos distancia (dos metros), en mezcla cercana con especies perennifolias de sucesión tardía y crecimiento lento.



Media por sitio  
V. guatemalensis



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Xylopia frutescens*

#### FAMILIA

Annonaceae

#### NOMBRES COMUNES

Malagueto, malagueto macho (Panamá, Centroamérica, Colombia); majagua (Costa Rica); espintana (Perú); peraquina colorada (Bolivia).

#### DESCRIPCIÓN

*Xylopia frutescens* es un árbol de estatura pequeña (de 5 a 10 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos de elevación baja, desde México hasta Bolivia. Presentó una sobrevivencia ligeramente menor al promedio en los sitios húmedos, y extremadamente baja en los sitios secos de los ensayos de PRORENA. Su mejor crecimiento fue en el sitio húmedo infértil, con un crecimiento de altura a cuatro años mayor al promedio y crecimiento de diámetro menor al promedio. En los demás sitios, los crecimientos de altura y diámetro fueron menores a los promedios. El diámetro de copas a dos años y los índices de carbono a cuatro años fueron menores a los promedios en todos los sitios menos el húmedo infértil, donde estos valores fueron mayores y equivalentes al promedio respectivamente.

#### RECOMENDACIONES

Dada su sobrevivencia y crecimiento en el sitio húmedo infértil de los ensayos de PRORENA, donde obtuvo aproximadamente un tercio de altura máxima en cuatro años, la especie puede ayudar a brindar complejidad estructural en programas de restauración y reforestación de sitios similares. Además, ofrecerá una contribución importante a la acumulación de carbono temprana. También puede ser plantada en sitios húmedos fértiles.

#### ESPACIADO

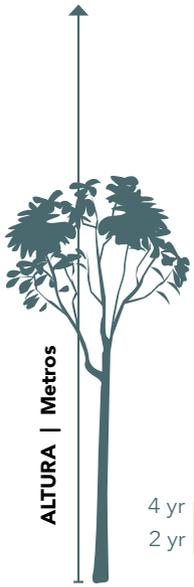
Puede ser plantada hasta a dos metros entre vecinos, tratándose de la misma especie o de otras especies.



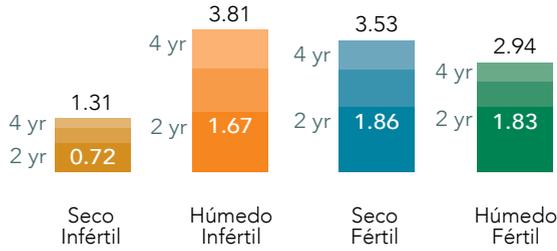
#### USOS

Postes de cercas, leña, consumo humano (frutos), cuerdas de amarre (corteza), raticida (semillas), captura de carbono (temprana), estructura inicial de rodal en reforestación.

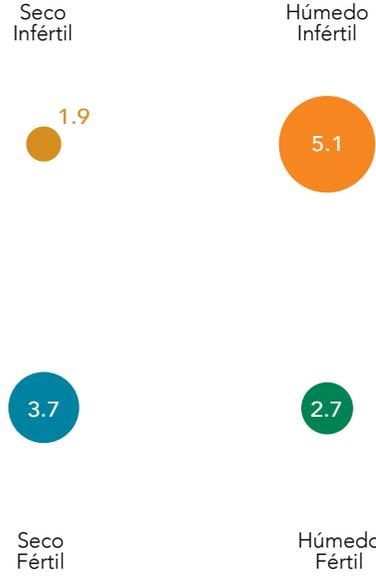
# *Xylopia frutescens*



ALTURA | Metros



**CRECIMIENTO POR SITIO**

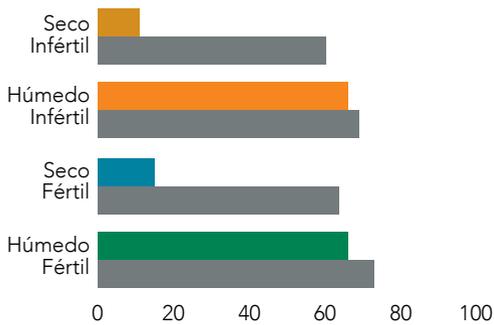


**DIÁMETRO A LA ALTURA DE PECHO | Centímetros**

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima

## SOBREVIVENCIA A 4 AÑOS

Porcentaje



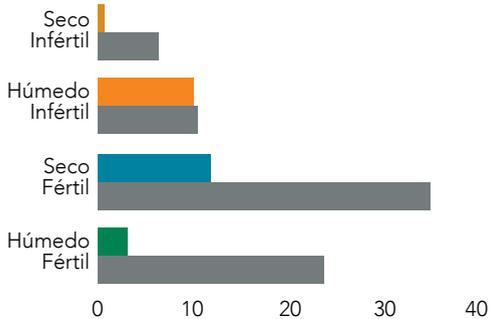
## DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS

Metros



## ÍNDICE DE CARBONO A 4 AÑOS

Kilogramo por árbol



Media por sitio  
X. frutescens



#### NOMBRE CIENTÍFICO

## *Zygia longifolia*

#### FAMILIA

Fabaceae-Mimosoideae

#### NOMBRES COMUNES

Guabito de río, guabito cansa boca, pichindé (Panamá); azote-caballo, sotacaballo (Costa Rica, Nicaragua); amé, barbasquillo, suribio (Colombia); bushica (Perú).

#### DESCRIPCIÓN

*Zygia longifolia* es una especie perennifolia de estatura pequeña (de 5 a 15 metros) que se encuentra en bosques secos a húmedos de elevación baja a media, desde México hasta Bolivia. En Panamá es común a lo largo de ríos y quebradas dentro de la cuenca del Canal. Su sobrevivencia a cuatro años excedió los promedios en todos los sitios menos el seco fértil en los ensayos de PRORENA, con la mejor sobrevivencia en los sitios húmedos. Su mejor crecimiento de altura y diámetro fue en el sitio húmedo fértil, pero con relativamente poca variación entre el crecimiento observado en este sitio y los sitios seco fértil y húmedo infértil. El crecimiento de altura a cuatro años fue ligeramente mayor a la media en el sitio húmedo infértil, y similar o menor a la media en los otros sitios. El ancho de copas a dos años fue superior al promedio en los sitios infértiles y equivalente al del sitio húmedo fértil. Los índices de carbono a cuatro años excedieron el promedio de los sitios infértiles y fueron equivalentes al promedio en el sitio húmedo fértil.

#### RECOMENDACIONES

Esta especie sobrevivió suficientemente bien como para ser considerada útil en programas de reforestación y restauración en todos los sitios de los ensayos de PRORENA, menos el seco fértil. Su crecimiento de altura y diámetro sugieren que puede ser utilizada en variedad de sitios. Dada su habilidad para fijar nitrógeno, puede ser particularmente útil en la restauración de sitios degradados. Los anchos de las copas fueron cercanos a los promedios en cada sitio, lo que sugiere su utilidad, en combinación con árboles de copa amplia, para hacer sombra a la maleza y a otras especies del sotobosque. Su altura de dosel bajo a intermedio sugiere que puede ser útil para crear estratificación temprana en programas de reforestación. Además, sus frutos comestibles pueden ayudar a atraer vida silvestre.

#### ESPACIADO

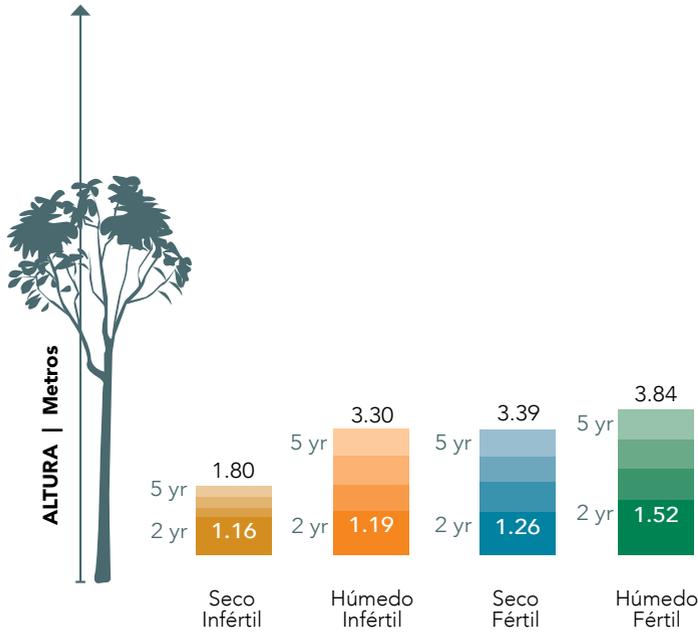
Es posible plantarla a dos o tres metros entre vecinos, pero la especie puede ser sobrepasada y tapada por otras de crecimiento más rápido.



#### USOS

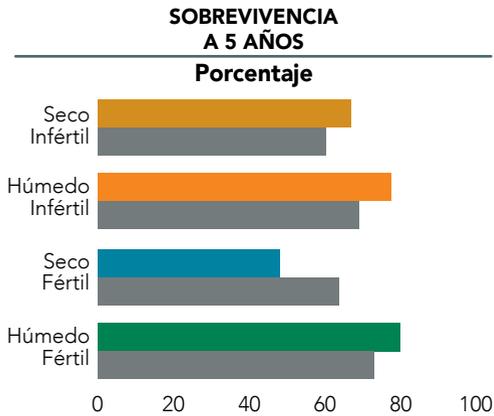
Postes de cercas, leña, consumo humano (frutos y raíces), atracción de diversidad animal, estructura del subdosel en reforestación, árbol de sombra (para eliminar maleza y hierbas), potencial mejora del suelo a través de la fijación de nitrógeno y su uso como fertilizante verde.

# Zygia longifolia



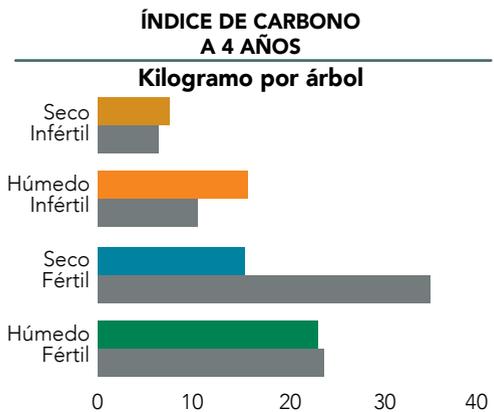
CRECIMIENTO POR SITIO

Diámetro a la altura de pecho misma edad que la altura máxima



**DIÁMETRO DE LA ANCHURA DE COPA A 2 AÑOS**

Metros



Media por sitio  
Z. longifolia

# Literatura Citada

---

- Aguilar, S., Condit, R., 2001. Use of native tree species by an hispanic community in Panama. *Economic Botany* 55, 223–235.
- Ashton, P.M.S., Gunatilleke, C.V.S., Singhakumara, B.M.P., Gunatilleke, I.A.U.N., 2001. Restoration pathways for rainforest in southwest Sri Lanka: a review of concepts and models. *Forest Ecology and Management* 154, 409–430.
- Brady, N.C., 1990. *The Nature and Properties of Soils*. Macmillan Publishing Company, New York, 740 pp.
- Celis, G., Jose, S., 2011. Restoring abandoned pasture land with native tree species in Costa Rica: Effects of exotic grass competition and light. *Forest Ecology and Management* 261, 1598–1604.
- Craven, D., Hall, J., Verjans, J.M., 2009. Impacts of herbicide application and mechanical cleanings on growth and mortality of two timber species in *S. spontaneum* grasslands of the Panama Canal Watershed. *Restoration Ecology* 17, 751–761.
- Craven, D., Braden, D., Dent, D., Ashton, M.S., Berlyn, G.P., Hall, J.S., 2010. Seasonal variability of photosynthetic characteristics influences growth of eight tropical tree species at two sites with contrasting precipitation in Panama. *Forest Ecology and Management* 261, 1643–1653.
- Craven, D.J., Hall, J.S., Berlyn, G.P., Ashton, M.S., 2013. Water-use efficiency and whole-plant performance of nine tropical tree species at two sites with contrasting water availability in Panama. *Tree* 27, 639–653.
- Engelbrecht, B.M., Comita, L.S., Condit, R., Kursar, T.A., Tyree, M.T., Turner, B.L., Hubbell, S.P., 2007. Drought sensitivity shapes species distribution patterns in tropical forests. *Nature* 447, 80–82.
- Garen, E.J., Saltonstall K., Slusser, J.L., Mathias, S., Ashton, M.S., Hall, J.S., 2009. An evaluation of farmers' experiences planting native trees in rural Panama: implications for reforestation with native species in agricultural landscapes. *Agroforestry Systems* 76:219–236.
- Garen, E.J., Saltonstall, K., Ashton, M.S., Slusser, J.L., Mathias, S., Hall, J.S., 2011. The tree planting and protecting culture of cattle ranchers and 2 small-scale agriculturalists in rural Panama: opportunities for reforestation and land restoration. *Forest Ecology and Management* 261, 1684–1695.
- Hall, J.S., Love, B.E., Garen, E.J., Slusser, J.L., Saltonstall, K., Mathias, S., Breugel, M. van, Ibarra, D., Wishnie, M.H., Ashton, M.S., 2011. Tree plantations on farms: evaluating growth and potential for success. *Forest Ecology and Management* 261, 1675–1683.
- Hartshorn, G. S., 1980. Neotropical forest dynamics. *Biotropica* 12, 23–30.
- Holl, K.D., 1998. Effects of above- and below-ground competition of shrubs and grass on *Calophyllum brasilienses* (Camb.) seedling growth in abandoned tropical pasture. *Forest Ecology and Management* 109, 187–195.
- Holl, K.D., Zahawi, R.A., Cole, R.J., Ostertag, R., Cordell, S., 2011. Planting seedlings in plantations versus tree islands as a large-scale tropical forest restoration strategy. *Restoration Ecology*, 19, 470–479.
- IDIAP (Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá), 2006. Zonificación de Suelos de Panamá por Niveles de Nutrientes. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, Panama City, 24 pp.

- Jones, E.R., Wishnie, M.H., Deago, J., Sautu, A., Cerezo, A., 2004. Facilitating regeneration in *Saccharum spontaneum* (L.) grassland within the Panama Canal Watershed: effects of tree species and tree structure on vegetation recruitment patterns. *Forest Ecology and Management* 191, 171–183.
- Oliver, C.D., 1981. Forest development in North America following major disturbances. *Forest Ecology and Management* 3, 169–182.
- Oliver, C.D., Larson, B.C., 1996. *Forest Stand Dynamics*. Wiley, New York, 520 pp.
- Park, A., van Breugel, M., Ashton, M.S., Wishnie, M.H., Mariscal, E., Deago, J., Ibarra, D., Cedeno, N., Hall, J.S., 2010. Local and regional environmental variation influences the growth of tropical trees in selection trials in the Republic of Panama. *Forest Ecology and Management* 260, 12–21.
- Roman, F, De Liones, R., Sautu, A., Deago, J., Hall, J.S., 2012. *Guía para La Propagación de 120 Especies de Árboles Nativos de Panamá y el Neotrópico*. 161 pp. <http://environment.yale.edu/elti/en/media/publications/>
- Ruger, N., Berger, U., Hubbell, S.P., Vieilledent, G., Condit, R., 2011. Growth strategies of tropical tree species: Disentangling light and size effects. *PLoS ONE* 6, e25330.
- Saltonstall, K., Bonnett, G.D., 2012. Fire promotes growth and reproduction of *Saccharum spontaneum* (L.) in Panama. *Biological Invasions* 14, 2479–2488.
- Shaxson, F., 1999. *New Concepts and Approaches to Land Management in the Tropics with Emphasis on Steeplands*. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Land and Water Development Division, Soil Resources, Management and Conservation Service, FAO Soils Bulletin, Rome, 125 pp.
- Sinacore, K., Hall, J.S., Potvin, C., Royo, A.A., Ducey, M.J., Ashton, M.S. unpublished. Aboveground and belowground biomass equations and root architecture for plantations in Panama.
- Smith, D.M., Larson, B.C., Kelty, M.J., Ashton, P.M.S., 1997. *The practice of silviculture: applied forest ecology*. Wiley & Sons, New York, 537 pp.
- Stewart, R.H., Woording, W.P., 1980. Geological map of the Panama Canal and vicinity, Republic of Panama. U.S. Geological Survey.
- van Breugel, M., van Hall, J.S., Craven, D.J., Gregoire, T.G., Park, A., Dent, D.H., Wishnie, M.H., Mariscal, E., Deago, J., Ibarra, D., Cedeño, N., Ashton, M.S., 2011. Early growth and survival of 49 tropical tree species across four sites differing in soil fertility and rainfall. *Forest Ecology and Management* 261, 1580–1589.
- van Breugel, M., Hall J.S., Craven, D., Bailon, M., Hernandez, A., Abbene, M., van Breugel, P., 2013. Succession of ephemeral secondary forests and their limited role for the conservation of floristic diversity in a human-modified tropical landscape. *PLoS ONE* 8, e82433.
- Whitmore, T. C., 1989. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. *Ecology* 70, 536–538.
- Wishnie, M., Dent, D., Mariscal, E., Deago, J., Cedeno, N., Ibarra, D., Condit, R., Ashton, P.M.S., 2007. Initial performance and reforestation potential of 24 tropical tree species planted across a precipitation gradient in the Republic of Panama. *Forest Ecology and Management* 243, 39–49.
- World Agroforestry Centre  
[http://worldagroforestry.org/regions/southeast\\_asia/resources/db/AFTdatabase](http://worldagroforestry.org/regions/southeast_asia/resources/db/AFTdatabase)

# Anexo 1 Referencia Rápida a Usos por Especie

Especie	Usos Selectos	Agroforestería & Consumo Humano	Biodiversidad	Captura de Carbono	Ornamental & Otros Usos Vivos	Reforestación & Restauración	Restauración del Suelo	Productos de Madera	Otros
<i>Albizia adinocephala</i>					17,18	20,25	28	44	x
<i>Albizia guachapele</i>						22	28	36,41,46,44	x
<i>Albizia saman</i>					17,18	19,25	28	31,32,36,38,44,48	
<i>Anacardium excelsum</i>		6			17	19		37,41,47,54,55	
<i>Anacardium occidentale</i>		4,6,7,8	12		16	27		41,44,48	x
<i>Astronium graveolens</i>				15		19		38,46,48,57	x
<i>Brosimum alicastrum</i>		4,6			18			38,46,48,57	
<i>Brosimum utile</i>		6,8						33,38,40,59	
<i>Byrsonima crassifolia</i>		5,6,8	11	13	17,18	22,25		38,46,48	x
<i>Calophyllum brasiliense</i>		8			17,18	65		38,46,44,48	
<i>Calophyllum longifolium</i>		8	11			19		38,46,48,57,58,61	
<i>Calycophyllum candidissimum</i>		5			17	19		41,44,46,57	
<i>Carapa guianensis</i>		8,9			17			36,38,41,46,58	x
<i>Cassia grandis</i>		2,4,6,8			17	23		38,47	x
<i>Cassia moschata</i>					17	21,26	28	44	x
<i>Cedrela odorata</i>		8		15	16,17	19		37,41,48,52	x
<i>Cedrela tonduzii</i>				15				41,48,52	

Usos Selectos	Agroforestería & Consumo Humano	Biodiversidad	Captura de Carbono	Ornamental & Otros Usos Vivos	Reforestación & Restauración	Restauración del Suelo	Productos de Madera	Otros
<i>Chrysophyllum cainito</i>	6,8	11		17,18			44,48,57,59	x
<i>Cinnamomum triplinerve</i>				16	19		34,41,46	
<i>Colubrina glandulosa</i>				18	21,24,25		34,41,44	
<i>Copaifera aromatica</i>	8				24		34,36,38,41,46	
<i>Cordia alliodora</i>	8		15	18			44,46,48,62	
<i>Dalbergia retusa</i>			13		25	28	48	x
<i>Diphysa americana</i>			13	17	21,22	28	36,38,41,44,56,57	
<i>Dipteryx oleifera</i>	6	11	15		19	28	34,41,46,47,57,61	x
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	4,6,8		14	17,18	21,25	28	32,33,36,38,44,59	x
<i>Erythrina fusca</i>	3,4,8		14	16,17,18	24,25	28		x
<i>Gliricidia sepium</i>	4,5,6		14	17,18	22,25	28	48,57	x
<i>Guazuma ulmifolia</i>	4,5,6,8		14	18	21,22,25		41,44	x
<i>Gustavia superba</i>	5,6,8							
<i>Hieronyma alchorneoides</i>	8		13		20		30,34,41,44,61,62	x
<i>Hura crepitans</i>	3,8		14		20		32,38,58	x
<i>Hymenaea courbaril</i>	5,6,8			17	24		34,36,38,41,46	x
<i>Inga laurina</i>	6	11	13			28	33	x
<i>Inga punctata</i>	6	11			21,24	28	33,46	x
<i>Lacmellea panamensis</i>	6	11					31,33,40,57	
<i>Luehea seemannii</i>	5		13		21		31,33,40,59	x

Especie	Usos Selectos	Agroforestería & Consumo Humano	Biodiversidad	Captura de Carbono	Ornamental & Otros Usos Vivos	Reforestación & Restauración	Restauración del Suelo	Productos de Madera	Otros
<i>Manilkara zapota</i>		5,6			16,17			31,41,44,57,61	x
<i>Muntingia calabura</i>		5,6,8	10	14	16	21,25,27			x
<i>Ochroma pyramidale</i>				14	17	21,22,25		35,51,52,53,60	x
<i>Ormosia macrocalyx</i>					17	21	28	34,36,38,48,61	x
<i>Pachira quinata</i>		8	11	13		25		31,33,43,48,55,64	x
<i>Peltogyne purpurea</i>						19		36,46,62	x
<i>Pentaclethra macroloba</i>		1,6,8				24	28	31,41	x
<i>Platymiscium pinnatum</i>						24	28	32,36,38,45,62	
<i>Protium tenuifolium</i>		8						36,38,41,42,46,48	
<i>Pterocarpus officinalis</i>		8					28	33,38,44	x
<i>Pterocarpus rohrii</i>								31,38,48,49	
<i>Sapindus saponaria</i>		5,8	11		17	22		44,57	x
<i>Sapium glandulosum</i>		9	11	13	16,18	24		33,38,44,58	x
<i>Schizolobium parahyba</i>		5		13	17	19,22,25		31,33,43,48	
<i>Spondias mombin</i>		4,5,6,8	11	13	16,17	25		33,38,41,58,59	
<i>Sterculia apetala</i>		5,6,8			17			33,41,44,50,58	
<i>Swietenia macrophylla</i>		8			17,18	19		36,38,48	x
<i>Tabebuia guayacan</i>				13	17	19		34,39,41,57,61	
<i>Tabebuia impetiginosa</i>		8			17	24		41,48	
<i>Tabebuia rosea</i>		8		15	17	19		31,32,36,46,48,53	x

Especie	Usos Selectos	Agroforestería & Consumo Humano	Biodiversidad	Captura de Carbono	Ornamental & Otros Usos Vivos	Reforestación & Restauración	Restauración del Suelo	Productos de Madera	Otros
<i>Terminalia amazonia</i>				13,14,15	17,18	19,21,25		34,44,46,48,57,61	x
<i>Trichilia hirta</i>					17			38,44	x
<i>Vitex cooperi</i>					17	25		41,44,57	x
<i>Vochysia ferruginea</i>		5,8		13	17	66		33,38,41,44,50,59	
<i>Vochysia guatemalensis</i>				13		66		33,38,41,44,50,59	
<i>Xylopia frutescens</i>		6		14		22		44	x
<i>Zygia longifolia</i>		6	11		18	24	28	44	x

#### CLAVE DE NÚMEROS POR CATEGORÍA

<b>Agroforestería y Consumo Humano</b>	1 = aceite de cocina (semillas)	2 = intercalado de cultivos de agroforestería en zonas secas	3 = pesca (veneno a base de la resina)
	4 = forraje	5 = producción de miel	6 = consumo humano
	7 = aceite industrial (aceite de nuez)	8 = medicinas	9 = aceite
<b>Biodiversidad</b>	10 = atracción de diversidad de animales y plantas	11 = atracción de diversidad animal	12 = atracción de animales
<b>Captura de Carbono</b>	13 = captura de carbono	14 = carbono - temprano	15 = carbono - a largo plazo
<b>Ornamental y Otros Usos Vivos</b>	16 = cercas vivas	17 = árbol ornamental	18 = árbol de sombra
<b>Reforestación y Restauración</b>	19 = especie de dosel en reforestación	20 = estructura temprana de dosel en reforestación	21 = cubierta de copas inicial en reforestación
	22 = estructura temprana de rodal en reforestación	23 = subdosel o dosel en tratamientos de reforestación	24 = estructura de subdosel en reforestación
	25 = árbol nodriza para especies tolerantes a la sombra	26 = estructura de sotobosque y subdosel en reforestación	27 = estructura de subdosel en reforestación
	65 = restauración y protección de riberas	66 = restauración en suelos húmedos infértiles	

## CLAVE DE NÚMEROS POR CATEGORÍA

<b>Restauración del Suelo</b>	28 = potencial mejora del suelo por fijación de nitrógeno y uso como fertilizante verde	29 = retención de humedad en el suelo durante la estación de pérdida de hojas	
<b>Productos de Madera</b>	30 = barriles	31 = tablas	32 = fabricación de botes
	33 = cajas	34 = puentes	35 = boyas
	36 = ebanistería	37 = canoas	38 = carpintería
	39 = vagones	40 = madera aglomerada	41 = construcción
	42 = utensilios domésticos	43 = puertas	44 = postes de cercas
	45 = madera fina	46 = pisos	47 = estructuras de enmarcado en túneles y minas
	48 = muebles	49 = escaleras	50 = palillos de fósforos
	51 = maquetas	52 = instrumentos musicales	53 = embalaje
	54 = remos	55 = tableros de partículas	56 = columnas
	57 = horcas	58 = madera contrachapada	59 = pulpa para papel
	60 = balsas	61 = durmientes de ferrocarril	62 = chapas decorativas
	63 = fondos de vagón	64 = marcos para ventanas	

## Anexo 2 Distribución de las Especies en Bosques Naturales

Especie	Tipo de Bosque		
	Seco 	Húmedo 	Muy Húmedo 
<i>Copaifera aromatica</i>	X	X	X
<i>Cordia alliodora</i>	X	X	X
<i>Inga laurina</i>	X	X	X
<i>Inga punctata</i>	X	X	X
<i>Ochroma pyramidale</i>	X	X	X
<i>Sapium glandulosum</i>	X	X	X
<i>Tabebuia guayacan</i>	X	X	X
<i>Tabebuia rosea</i>	X	X	X
<i>Zygia longifolia</i>	X	X	X
<i>Albizia adinocephala</i>	X	X	
<i>Albizia guachapele</i>	X	X	
<i>Albizia saman</i>	X	X	
<i>Anacardium occidentale</i>	X	X	
<i>Astronium graveolens</i>	X	X	
<i>Brosimum alicastrum</i>	X	X	
<i>Byrsonima crassifolia</i>	X	X	
<i>Calophyllum brasiliense</i>	X	X	
<i>Calycophyllum candidissimum</i>	X	X	
<i>Cassia grandis</i>	X	X	
<i>Cassia moschata</i>	X	X	
<i>Cedrela odorata</i>	X	X	
<i>Chrysophyllum cainito</i>	X	X	
<i>Dalbergia retusa</i>	X	X	
<i>Diphysa americana</i>	X	X	
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	X	X	
<i>Erythrina fusca</i>	X	X	
<i>Gliricidia sepium</i>	X	X	

Especie	Tipo de Bosque		
	Seco	Húmedo	Muy Húmedo
			
<i>Guazuma ulmifolia</i>	X	X	
<i>Gustavia superba</i>	X	X	
<i>Hura crepitans</i>	X	X	
<i>Hymenaea courbaril</i>	X	X	
<i>Luehea seemanii</i>	X	X	
<i>Manilkara zapota</i>	X	X	
<i>Muntingia calabura</i>	X	X	
<i>Pachira quinata</i>	X	X	
<i>Platymiscium pinnatum</i>	X	X	
<i>Sapindus saponaria</i>	X	X	
<i>Schizolobium parahyba</i>	X	X	
<i>Spondias mombin</i>	X	X	
<i>Sterculia apetala</i>	X	X	
<i>Swietenia macrophylla</i>	X	X	
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	X	X	
<i>Trichilia hirta</i>	X	X	
<i>Xylopia frutescens</i>	X	X	
<i>Anacardium excelsum</i>		X	X
<i>Brosimum utile</i>		X	X
<i>Calophyllum longifolium</i>		X	X
<i>Carapa guianensis</i>		X	X
<i>Cedrela tonduzii</i>		X	X
<i>Cinnamomum triplinerve</i>		X	X
<i>Colubrina glandulosa</i>		X	X
<i>Dipteryx oleifera</i>		X	X
<i>Lacmellea panamensis</i>		X	X
<i>Ormosia macrocalyx</i>		X	X
<i>Pentaclethra macroloba</i>		X	X
<i>Protium tenuifolium</i>		X	X
<i>Pterocarpus officinalis</i>		X	X
<i>Pterocarpus rohrii</i>		X	X

Especie	Tipo de Bosque		
	Seco 💧	Húmedo 💧💧	Muy Húmedo 💧💧💧
<i>Terminalia amazonia</i>		X	X
<i>Vitex cooperi</i>		X	X
<i>Vochysia ferruginea</i>		X	X
<i>Vochysia guatemalensis</i>		X	X
<i>Peltogyne purpurea</i>		X	
<i>Hieronyma alchorneoides</i>			X



Esta publicación resume datos de:



La misión de PRORENA es la reforestación y restauración de áreas degradadas con especies arbóreas nativas, dentro del contexto ecológico, social y económico de Panamá.

Y ha sido posible gracias a la financiación de:



La misión de la Fundación Grantham es proteger y mejorar la salud del medio ambiente a nivel global.

PRORENA es una iniciativa conjunta de:



El Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales es el centro de investigaciones más importante del mundo sobre ciencia básica en los trópicos y se dedica a incrementar y enriquecer el conocimiento sobre el pasado, el presente y futuro de la diversidad biológica de los trópicos y su relevancia para el bienestar de los seres humanos.



La escuela de Estudios Forestales y Ambientales de la Universidad de Yale prepara nuevos líderes y genera nuevos conocimientos para mantener y restaurar a largo plazo la salud de la biosfera y el bienestar de sus habitantes.

ISBN 978-9962-614-38-8

