

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**CARACTERIZACIÓN DE LAS COMUNIDADES ARBÓREAS EN LA RIBERA DEL RÍO  
ACOMÉ, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.  
DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DEL BOSQUE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA  
ACOMÉ, ESCUINTLA Y SERVICIOS PRESTADOS EN EL ICC, GUATEMALA, C.A.**

**MARÍA ALEJANDRA ALFARO PINTO**

**GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2016**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**CARACTERIZACIÓN DE LAS COMUNIDADES ARBÓREAS EN LA RIBERA DEL RÍO  
ACOMÉ, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.**

**DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DEL BOSQUE EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA  
ACOMÉ, ESCUINTLA Y SERVICIOS PRESTADOS EN EL ICC, GUATEMALA, C.A.**

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR**

**MARÍA ALEJANDRA ALFARO PINTO**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO**

**INGENIERA AGRÓNOMA EN  
RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE**

**LICENCIADA**

**GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2016**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RECTOR**

**Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

<b>DECANO</b>	<b>Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López</b>
<b>VOCAL PRIMERO</b>	<b>Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara</b>
<b>VOCAL SEGUNDO</b>	<b>Ing. Agr. M. A. César Linneo García Contreras</b>
<b>VOCAL TERCERO</b>	<b>Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortiz</b>
<b>VOCAL CUARTO</b>	<b>Br. Milton Juan José Caná Aguilar</b>
<b>VOCAL QUINTO</b>	<b>P. Agr. Cristian Alexander Méndez López</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón</b>

**GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2016**



Guatemala, septiembre de 2016

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación titulado: **“Caracterización de las comunidades arbóreas en la ribera del río Acomé, Escuintla, Guatemala, C.A. Diagnóstico de la situación del bosque en la cuenca hidrográfica Acomé, Escuintla y servicios prestados en el ICC, Guatemala, C.A.”**, como requisito previo a optar el título de Ingeniera Agrónoma en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciada.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

---

María Alejandra Alfaro Pinto



## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

### **DIOS**

Ser supremo hacedor del universo, por fortalecer mis esperanzas.

### **MIS PADRES**

Sergio Isaías Alfaro Valenzuela y María Elena Pinto Cabrera por ser mi modelo a seguir, por sus sacrificios, por estar siempre a mi lado y por enseñarme que todo es posible si creo en Dios y en mi misma. Este logro es tan suyo como mío, así que disfrutémoslo juntos.

### **MI FAMILIA**

En especial a mis hermanos Pedro René y Silvia Patricia por estar presentes en cada momento de mi vida y por su amistad.

### **MI PAÍS**

Guatemala, y a los guatemaltecos, que con su contribución hacen posible la educación.



## **TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO**

**A mis padres**

*Por su amor.*

**Al ICC y su equipo de trabajo**

*Por darme la oportunidad de realizar mi EPS en el instituto, por todo el apoyo, solidaridad y compañerismo brindado durante el proceso.*



## **AGRADECIMIENTOS**

### **A mis asesores**

Ing. Agr. Juan José Castillo Mont e Ing. Agr. David Elías Mendieta Jiménez.

### **A mi supervisor**

PhD. Marvin Roberto Salguero Barahona.



## ÍNDICE GENERAL

	Página
CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE LOS BOSQUES EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA ACOMÉ, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A. ....i	
1.1 PRESENTACIÓN.....	3
1.2 MARCO REFERENCIAL .....	4
1.3 OBJETIVOS.....	5
1.3.1 Objetivo general .....	5
1.3.2 Objetivos específicos .....	5
1.4 METODOLOGÍA .....	6
1.4.1 Fase preliminar .....	6
1.4.2 Fase de campo .....	6
1.4.3 Fase de gabinete .....	6
1.5 RESULTADOS.....	8
1.5.1 Caracterización biofísica .....	8
1.5.2 Caracterización socioeconómica .....	20
1.5.3 Árbol de problemas .....	22
1.5.4 Árbol de soluciones.....	22
1.5.5 Identificación de alternativas para conocer información de las especies de los bosques de ribera y remanentes boscosos .....	23
1.6 CONCLUSIONES .....	24
1.7 BIBLIOGRAFIA .....	25
CAPÍTULO II: CARACTERIZACIÓN DE LAS COMUNIDADES ARBÓREAS EN LA RIBERA DEL RÍO ACOMÉ, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A. .... 3	
2.1 PRESENTACIÓN.....	29
2.2 MARCO TEÓRICO .....	30
2.2.1 Marco conceptual.....	30
2.2.2 Marco referencial .....	36
2.3 OBJETIVOS.....	38
2.3.1 Objetivo general .....	38
2.3.2 Objetivos específicos .....	38
2.4 HIPÓTESIS.....	38
2.5 METODOLOGÍA .....	39
2.5.1 Etapa inicial de gabinete .....	39

2.5.2	Etapa de campo.....	42
2.5.3	Etapa final de gabinete .....	43
2.6	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	48
2.6.1	Clasificación de la vegetación arbórea de la ribera del río Acomé .....	48
2.6.2	Ordenación de la vegetación arbórea de la ribera del río Acomé.....	49
2.6.3	Interpretación de la clasificación y ordenación de la vegetación .....	52
2.6.4	Composición florística de las comunidades arbóreas del Acomé.....	54
2.6.5	Diversidad de especies arbóreas.....	59
2.7	CONCLUSIONES .....	64
2.8	RECOMENDACIONES.....	65
2.9	BIBLIOGRAFÍA.....	66
2.10	ANEXOS.....	69
	CAPÍTULO III: INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS EN EL INSTITUTO PRIVADO DE INVESTIGACIÓN SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO (ICC) DURANTE LOS MESES DE FEBRERO A NOVIEMBRE DEL AÑO 2015.....	89
3.1	PRESENTACIÓN .....	91
3.2	APOYO EN LA ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE DE FLORA ARBÓREA DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA COYOLATE.....	92
3.2.1	Objetivos .....	92
3.2.2	Metodología .....	93
3.2.3	Resultados .....	95
3.2.4	Evaluación .....	103
3.3	DETERMINACIÓN BOTÁNICA DE LA FLORA DEL ARBORETUM DE CENGICAÑA.....	104
3.3.1	Objetivo.....	104
3.3.2	Metodología .....	104
3.3.3	Resultados .....	104
3.3.4	Evaluación .....	107
3.4	ELABORACIÓN DE FICHAS TÉCNICAS DE ESPECIES FORESTALES.....	108
3.4.1	Objetivo.....	108
3.4.2	Metodología .....	108
3.4.3	Resultados .....	109
3.4.4	Evaluación .....	109
3.5	ANEXOS.....	110
3.6	BIBLIOGRAFÍA.....	148

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
<i>Figura 1. Mapa de zonas de vida según el sistema de clasificación de Holdridge propuesto por de la Cruz S. (1982) en la cuenca Acomé.....</i>	11
<i>Figura 2. Mapa de capacidad de uso de la tierra según la clasificación USDA en la cuenca Acomé.....</i>	13
<i>Figura 3. Mapa de ecosistemas vegetales de la cuenca Acomé, según la clasificación UNESCO modificada.....</i>	15
<i>Figura 4. Mapa de la dinámica de la cobertura forestal de la cuenca Acomé, 2001-2006.....</i>	17
<i>Figura 5. Mapa de la dinámica de la cobertura forestal de la cuenca Acomé 2006-2010.....</i>	19
<i>Figura 6. Áreas priorizadas para conectividad con bosques de ribera en las cuencas Coyolate, Acomé y Achiguate. Fuente: Hernández et al. (2012).....</i>	21
<i>Figura 7. Árbol de problemas de la cuenca Acomé.....</i>	22
<i>Figura 8. Árbol de soluciones de la cuenca Acomé.....</i>	23
<i>Figura 9. Mapa base de la cuenca hidrográfica Acomé. ....</i>	37
<i>Figura 10. Formulario de datos de especímenes, Herbario AGUAT. ....</i>	43
<i>Figura 11. Análisis de conglomerados basado en datos de presencia-ausencia de especies, en 56 parcelas de 0.1 hectáreas en la ribera del río Acomé, con una distancia Euclidiana y el método de Ward.....</i>	48
<i>Figura 12. Ordenación de las parcelas, las especies y los factores ambientales para los primeros dos ejes mediante el análisis de correspondencia canónica (CCA).....</i>	51
<i>Figura 13. Distribución de las comunidades arbóreas en la ribera del río Acomé. ....</i>	53
<i>Figura 14. Valor de importancia de las especies arbóreas del piso altitudinal de 0 a 15 m.....</i>	55
<i>Figura 15. Valor de importancia de las especies arbóreas en el piso altitudinal de 15 a 50 m.....</i>	56
<i>Figura 16. Valor de importancia de las especies arbóreas del piso altitudinal de 50 a 200 m.....</i>	57
<i>Figura 17. Valor de importancia de las especies arbóreas del piso altitudinal de 200 a 546 m.....</i>	58
<i>Figura 18. Relación entre la riqueza de especies y la altitud (m s. n. m.) en la ribera del río Acomé. ....</i>	60
<i>Figura 19. Perfil de la vegetación arbórea en la ribera del río Acomé. Con el valor de la diversidad beta entre cada una de las comunidades vegetales.....</i>	63

<i>Figura 20A. Mapa de clasificación de series de suelo a nivel de reconocimiento en la cuenca hidrográfica Acomé. ....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 21A. Mapa de precipitación promedio anual (mm<sup>3</sup>) en la cuenca hidrográfica Acomé. ....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 22A. Mapa de temperatura máxima (°C) en la cuenca hidrográfica Acomé. ....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 23A. Mapa de temperatura mínima (°C) en la cuenca hidrográfica Acomé. ....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 24. Plantas colectadas en las riberas de los ríos Cristóbal y Coyolate. ....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 25. Arboretum de la estación experimental Camantulul, Cengicaña. ....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 26A. Colecta de especímenes arbóreos en la ribera del río Cristóbal. ....</i>	<i>111</i>
<i>Figura 27A. Sistema utilizado para secar especímenes. ....</i>	<i>111</i>
<i>Figura 28A. Montaje de un espécimen sobre una lámina de papel texcote C-16. ....</i>	<i>112</i>
<i>Figura 29A. Almacenamiento de especímenes en el Herbario FAUSAC. ....</i>	<i>112</i>

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Zonas de vida según Holdridge de la cuenca Acomé, Escuintla. ....	8
Cuadro 2. Capacidad de uso de la tierra según la clasificación USDA, cuenca Acomé, Escuintla.....	12
Cuadro 3. Ecosistemas de la cuenca hidrográfica Acomé según la clasificación UNESCO. ....	14
Cuadro 4. Cobertura forestal en el 2006 de la cuenca Acomé.....	16
Cuadro 5. Cobertura forestal en el 2010 en la cuenca Acomé.....	18
Cuadro 6. Ubicación de las parcelas de muestreo en las riberas del Acomé. ....	41
Cuadro 7. Resultados del análisis de correspondencia canónica (CCA) en donde se indican los valores de las raíces características, el porcentaje de varianza y la correlación especies-ambiente. ....	49
Cuadro 8. Especies arbóreas dominantes (mayor valor de importancia) en la ribera del río Acomé.....	54
Cuadro 9. Valores de los índices de diversidad Shannon, Simpson, Pielou-J'. ....	61
Cuadro 10A. Lista actualizada de los principales árboles de la cuenca hidrográfica Acomé. ....	69
Cuadro 11A. Código R utilizado para la clasificación de la vegetación.....	77
Cuadro 12A. Valores de importancia de la comunidad del piso altitudinal de 0 a 15 m s. n. m. ....	82
Cuadro 13A. Valores de importancia de la comunidad del piso altitudinal de 15 a 50 m s. n. m. ....	83
Cuadro 14A. Valores de importancia de la comunidad del piso altitudinal de 50 a 200 m s. n. m. ....	84
Cuadro 15A. Valores de importancia de la comunidad del piso altitudinal de 200 a 546 m s. n. m. ....	85
Cuadro 16A. Índices de diversidad de las comunidades arbóreas de la ribera del río Acomé.....	86
Cuadro 17A. Resultados del análisis canónico de correspondencia.....	87
Cuadro 18. Listado de especies colectadas en las riberas del río Cristóbal y Coyolate. ....	98
Cuadro 19. Flora arbórea del arboretum de la estación experimental Camantulul, Cengicaña.....	106



## RESUMEN GENERAL

Este documento es el producto final del Ejercicio Profesional Supervisado realizado en el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC) entre los meses de febrero a noviembre del año 2015. Como parte de un proyecto cooperativo con el Herbario AGUAT “José Ernesto Carrillo” de la Facultad de Agronomía se ejecutó el estudio titulado *Caracterización de las comunidades arbóreas en la ribera del río Acomé, Escuintla, Guatemala, C.A.*

El estudio inició con un diagnóstico, que permitió conocer que en la cuenca hidrográfica Acomé los bosques están ubicados en las riberas de los ríos y remanentes dispersos, el principal problema identificado fue la falta de información sobre las especies presentes.

La caracterización de las comunidades arbóreas en la ribera del río Acomé permitió identificar, por medio de los análisis de clasificación y ordenación de la vegetación, cuatro comunidades arbóreas en los estratos altitudinales: de 0 a 15, 15 a 50, 50 a 200 y 200 a 546 m s. n. m. Las especies *Rhizophora mangle* L., *Guazuma ulmifolia* Lam, *Brosimum costaricanum* Liebm. y *Cecropia obtusifolia* Bertol. son dominantes respectivamente en cada uno de los estratos altitudinales. Para cada comunidad arbórea se estimó el valor de importancia de las especies y la diversidad florística a través de los índices de Shannon, Simpson, Pielou y Sørensen. La caracterización de las comunidades arbóreas puede ser una base para la realización de futuros proyectos de restauración ecológica, reintroducción de especies nativas, prevención de la degradación del hábitat, entre otras.

Como parte de los servicios realizados se encuentra el apoyo en la elaboración de la línea base de flora arbórea de la cuenca hidrográfica Coyolate, la determinación botánica de la flora del Arboretum del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña (Cengicaña) y la elaboración de fichas técnicas de especies forestales.





## **CAPÍTULO I**

**DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE LOS BOSQUES EN LA CUENCA  
HIDROGRÁFICA ACOMÉ, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.**



## 1.1 PRESENTACIÓN

La cuenca hidrográfica Acomé pertenece a la vertiente del Pacífico, se extiende desde el pie de monte volcánico hasta el océano Pacífico (Herrera Ibañez, 1995). Tiene una superficie total de 893.4 km<sup>2</sup>. Según la clasificación de zonas de vida del sistema de clasificación bioclimática de Holdridge propuesta por De la Cruz S. (1982) en la cuenca existen tres zonas de vida, las cuales son: bosque seco subtropical, bosque húmedo subtropical (cálido) y bosque muy húmedo subtropical (cálido). La agricultura representa la actividad más importante de la cuenca hidrográfica Acomé. El cultivo más importante es la producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.).

Para tener una perspectiva general de la situación de los bosques dentro de la cuenca se utilizaron los estudios de la Dinámica Forestal de la República de Guatemala 2001-2006 (Castellanos et al., 2011), la Dinámica Forestal de la República de Guatemala 2006-2010 (Regalado et al., 2012) y el mapa de ecosistemas utilizando la clasificación UNESCO modificada para Centro América (Vreugdenhil et al., 2002).

Actualmente el Instituto Privado de Investigación sobre el Cambio Climático (ICC) tiene una propuesta para la implementación de bosques de ribera como primer paso para la restauración de corredores biológicos en las cuencas de los ríos Coyolate, Achiguate y Acomé en la costa sur de Guatemala, por lo que en el presente diagnóstico se describe la situación de la vegetación dentro de la cuenca hidrográfica Acomé, con el fin de orientar el plan de servicios a implementar en el área y justificar el tema de investigación a desarrollar durante el Ejercicio Profesional Supervisado.

## 1.2 MARCO REFERENCIAL

El Ejercicio Profesional Supervisado es la última etapa de formación de los estudiantes de la Facultad de Agronomía y tiene como fin que el estudiante ponga en práctica los conocimientos adquiridos durante la formación académica en una institución o comunidad. El presente trabajo se realizó en el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC).

El Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático, es una institución que promueve investigaciones, actividades y proyectos en la vertiente del Pacífico de Guatemala, el ICC distribuye a sus profesionales en cinco programas para el cumplimiento de sus objetivos. Este trabajo que incluye un diagnóstico, investigación y servicios se realizó en el programa Manejo Integrado de Cuencas.

El principal objetivo del programa Manejo Integrado es impulsar e implementar acciones para mantener la integridad de los recursos naturales en las cuencas tomando en cuenta su contexto social.

Para lograr el objetivo principal, se han definido las áreas principales de trabajo, las cuales son:

- a) Recopilar y generar información básica de las cuencas y establecer la línea base.
- b) Fomentar y acompañar procesos de organización social para el manejo de cuencas;
- c) Incidir en el manejo y protección de bosques;
- d) Apoyar el manejo integrado del agua; y
- e) Contribuir en la protección de suelos.

## 1.3 OBJETIVOS

### ***1.3.1 Objetivo general***

Conocer la situación de los bosques en la cuenca hidrográfica Acomé, Escuintla, Guatemala.

### ***1.3.2 Objetivos específicos***

1. Recopilar información biofísica y socioeconómica de la cuenca hidrográfica Acomé con énfasis en la situación forestal.
2. Determinar el problema principal, causas y efectos de la situación forestal en la cuenca hidrográfica Acomé, mediante la elaboración de un árbol de problemas.
3. Proponer soluciones para la problemática a través de un árbol de soluciones.

## 1.4 METODOLOGÍA

### 1.4.1 *Fase preliminar*

Para conocer la situación actual de la vegetación arbórea de la Cuenca hidrográfica Acomé se consultó información generada por investigación, informes de EPS anteriores y bases de datos generadas por instituciones estatales y privadas. Se consultó la biblioteca del Herbario AGUAT de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala e información en línea.

### 1.4.2 *Fase de campo*

Con el personal del ICC y de la FAUSAC se realizó una gira de reconocimiento de la flora presente en la ribera de la parte alta del río Acomé.

### 1.4.3 *Fase de gabinete*

#### **A. Arreglo de mapas**

Utilizando ArcMap 10.1 se realizó el arreglo de los siguientes mapas para la cuenca hidrográfica Acomé:

- Mapa de zonas de vida según el sistema de clasificación de Holdridge propuesto por de la Cruz S. (1982).
- Mapa de capacidad de uso de la tierra según la clasificación USDA.
- Mapa de ecosistemas vegetales de la cuenca Acomé, según la clasificación UNESCO modificada.
- Mapa de la dinámica de la cobertura forestal 2001-2006.
- Mapa de la dinámica de la cobertura forestal 2006-2010.

Para la edición de los mapas se utilizaron las bases de datos digitales a escala 1:50,000 de la República de Guatemala (MAGA, 2009), el Mapa de los Ecosistemas de América Central (Banco Mundial et al., 2000); el Mapa de Cobertura Forestal de Guatemala 2006 y dinámica de la Cobertura Forestal 2001-2006 (Castellanos et al., 2011) y el Mapa de Cobertura Forestal de Guatemala 2010 y Dinámica de la Cobertura Forestal 2006-2010 (Regalado et al., 2012).

### ***B. Recopilar información económica y social***

Según Regalado et al. (2012) el 95.2% de la superficie de la cuenca Acomé no tiene bosque. Esta fase consistió en conocer cuáles son las principales actividades productivas, uso de la tierra y que propuestas existen en la región para contribuir en la restauración y manejo de los bosques.

### ***C. Interpretación de los resultados***

Para interpretar holísticamente la situación de la cobertura forestal y facilitar el análisis de la información recopilada se realizó un árbol de problemas. Para elaborar el árbol de problemas se identificó el problema principal, causas y efectos de los bosques en la cuenca Acomé.

El árbol de problemas sirvió como base para identificar las soluciones y opciones requeridas para transformar la problemática general de la cuenca Acomé a un estado positivo en pro de la conservación y manejo de los bosques.

Para elaborar el árbol de problemas y el árbol de soluciones se utilizó el programa *CmapTools* versión 6.01.

## 1.5 RESULTADOS

### 1.5.1 Caracterización biofísica

#### A. División natural

De acuerdo al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), en su delimitación natural a escala 1:50,000 la cuenca del río Acomé tiene un área total de 892.93 km<sup>2</sup> equivalente a 89,293.75 hectáreas, que representa el 3.72% del área de la vertiente del Océano Pacífico (MAGA, 2009).

#### B. Zonas de vida y clima

En la cuenca hidrográfica Acomé se encuentran tres zonas de vida según la clasificación de Leslie Holdridge propuesta por De la Cruz S. (1982): bosque muy húmedo subtropical (cálido), bosque húmedo subtropical (cálido) y bosque seco subtropical; correspondiendo a las áreas y porcentajes encontrados en el cuadro 1, mientras que la figura 1 muestra el mapa de zonas de vida en la cuenca Acomé.

*Cuadro 1. Zonas de vida según Holdridge de la cuenca Acomé, Escuintla.*

Zona de vida	Área (ha)	Porcentaje (%)
Bosque muy húmedo subtropical (cálido). (Bmh-S(c))	48,208.70	53.99
Bosque húmedo subtropical (cálido). (Bh-S(c))	39,398.80	44.12
Bosque seco subtropical. (bs-S)	1,686.25	1.89
Total	89,293.75	100

Fuente: MAGA, 2006.

### Bosque muy húmedo subtropical (cálido). (Bmh-S(c))

El bosque muy húmedo subtropical (cálido) se caracteriza por biotemperatura que va desde 21 a 25 °C en la Costa Sur y la evapotranspiración potencial puede estimarse en un promedio de 0.45. El patrón de lluvia varía entre 2,136 y 4,327 mm anuales. La topografía va desde plana a accidentada, la elevación varía de 80 msnm a 1,600 msnm (Salguero B., 2002, p. 7).

Según Aguilar Cumes et al. (2010) la vegetación natural corresponde a un bosque latifoliar. Es de gran diversidad florística, las especies indicadoras de esta zona son: laurel, bajón (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken), corozo (*Attalea rostrata* Oerst.), conacaste (*Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.), volador (*Terminalia oblonga* (Ruiz & Pav.) Steud.), puntero (*Swietenia humilis* Zucc.), cedro (*Cedrella* sp.), trompillo (*Guarea megantha* A.Juss.), cortez (*Handroanthus guayacan* (Seem.) S.O.Grose), quebracho (*Vochysia guatemalensis* Donn. Sm.), plumajillo (*Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F.Blake), zapote (*Manilkara sapota* Van Royen), ceiba (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.), y pouteria (*Pouteria* sp.).

### Bosque húmedo subtropical (cálido). (Bh-S(c))

La biotemperatura es alrededor de 27°C con una relación de evapotranspiración de 0.95. El patrón de lluvias varía entre 1,200 a 2,000 mm anuales. Los terrenos tienen por lo general una topografía suave, los cuales van desde 0 a 80 msnm (Salguero B., 2002, p. 6).

La vegetación natural en su mayoría ha sido desplazada por cultivos agrícolas y ganadería, quedando algunas áreas mínimas donde aún se observan los vestigios de lo que fue una exuberante selva subtropical en buenos suelos. Las muestras que se pueden observar en bosques de galería a la orilla de algunos ríos y dispersas dentro del paisaje rural, nos indican las siguientes especies: conacaste (*Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.), laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken), matilisguate (*Tabebuia rosea* (Bertol.)

Bertero ex A.DC.), cedro (*Cedrela* sp.), mano de león (*Sterculia mexicana* R.Br.), hormigo, marimbo (*Platymiscium dimorphandrum* Donn.Sm.), jiote (*Bursera simaruba* (L.) Sarg.), guarumo (*Cecropia peltata* L.), caulote (*Guazuma ulmifolia* Lam.), palma de sombrero (*Sabal mexicana* Mart.), marillo (*Calophyllum brasiliense* Cambess.), ceiba (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.), chilindrón (*Cascabela thevetia* (L.) Lippold), amate (*Ficus* sp.) palo tinte (*Maclura tinctoria* (L.) D.Don ex Steud.), chichique (*Aspidosperma megalocarpon* Müll.Arg.), ujushte (*Brosimum alicastrum* Sw.), madrón (*Calycophyllum candidissimum* (Vahl) DC), hule (*Castilla elastica* Cerv.), irayol (*Genipa americana* L.), guapinol (*Hymenaea courbaril* L.), zuncilla (*Licania platypus* (Hemsl.) Fritsch), chicozapte (*Manilkara zapota* (L.) P.Royen), bálsamo (*Myroxylon balsamum* (L.) Harms), canoj (*Nectandra globosa* (Aubl.) Mez), puntero (*Sickingia salvadorensis* (Standl.) Standl.), chichipate (*Sweetia panamensis* Benth.), volador (*Terminalia oblonga* (Ruiz & Pav.) Steud.), mulato (*Triplaris melaenodendron* (Bertol.) Standl. & Steyererm.), entre las más comunes (Aguilar Cumes et al., 2010).

#### Bosque seco subtropical. (bs-S)

En esta zona la prona de vida la precipitación varía entre 500 a 1,000 mm anuales y como promedio un total de 855 mm. La biotemperatura media anual para esta zona oscila entre los 19 y los 24°C. La relación de evapotranspiración potencial es alrededor de 1.5. La topografía de la zona es plana, con suelos de buena calidad, se pueden dedicar a agricultura intensiva (Salguero B., 2002, p. 6).

Según Aguilar Cumes et al. (2010) las principales especies arbóreas del bosque seco subtropical son: Ceibillo, murul (*Ceiba aesculifolia* (Kunth) Britten & Baker f.), conacaste blanco (*Albizzia caribaea* (Urb.) Britton & Rose), sabal, palma de sombrero (*Sabal mexicana* Mart.), brazil (*Haematoxylum brasiletto* H.Karst.), caoba (*Swietenia humilis* Zucc.), indio desnudo (*Bursera simaruba* (L.) Sarg.), pom (*Bursera excelsa* (Kunth) Engl.), pochote, pumpo (*Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng.), aceituno silvestre (*Simarouba amara* Aubl.), chaperno (*Lonchocarpus* sp.), almendrón colorado (*Andira inermis* (Wright) DC.) y yaje (*Leucaena* sp.).

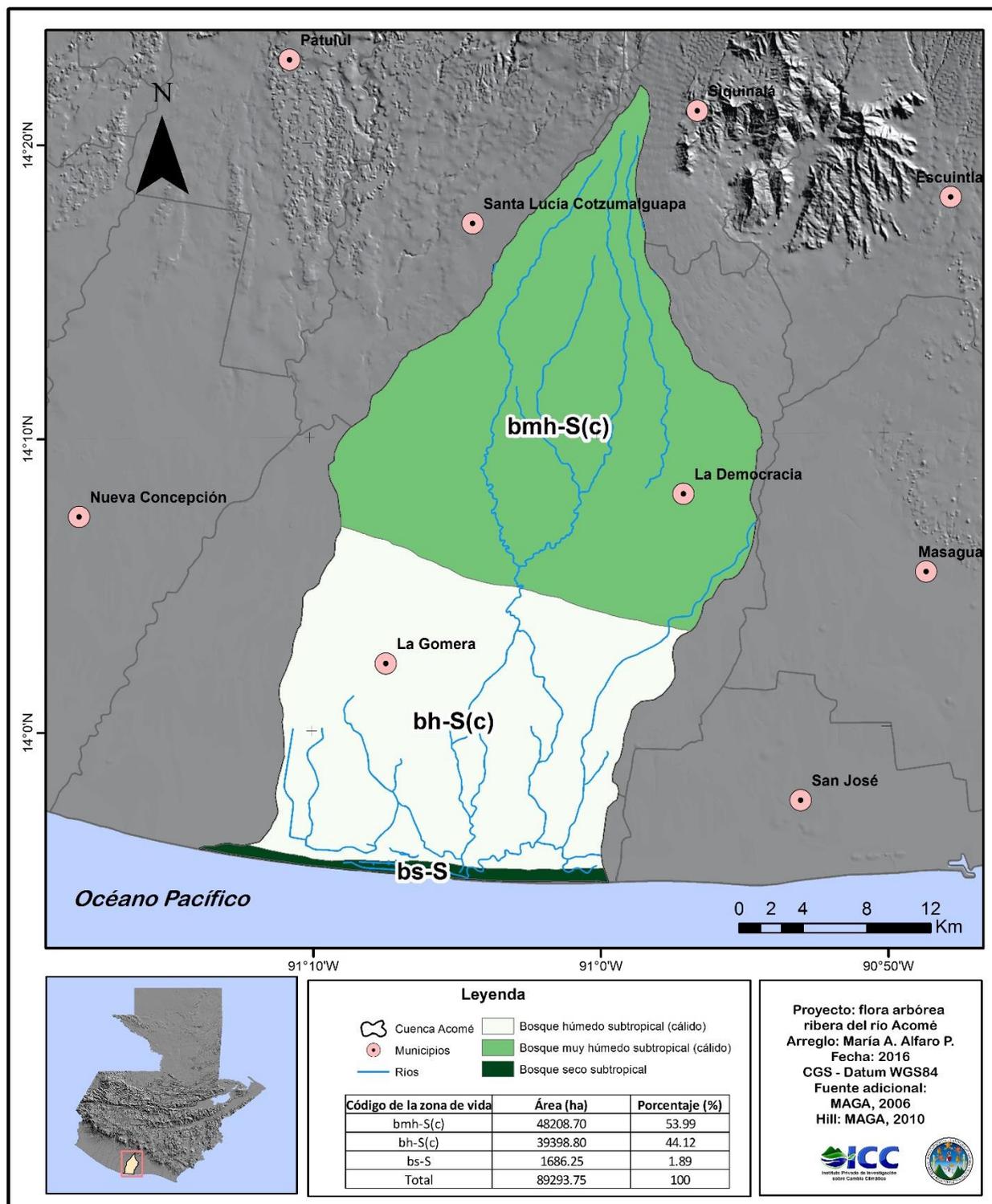


Figura 1. Mapa de zonas de vida según el sistema de clasificación de Holdridge propuesto por de la Cruz S. (1982) en la cuenca Acomé.

### C. Capacidad de uso de la tierra según USDA

La clasificación de tierras por capacidad de uso de la cuenca Acomé se realizó utilizando la metodología del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) en el trabajo realizado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) en el 2001 para la República de Guatemala en una escala de 1:250,000; obteniéndose con ello un total de cinco clases agrológicas en la cuenca Acomé (figura 2), presentándose desde la clase I, clase II, clase III, clase V y clase VII. El área de cada clase agrológica y el porcentaje que ocupa en la cuenca se presenta en el cuadro 2.

Cuadro 2. Capacidad de uso de la tierra según la clasificación USDA, cuenca Acomé, Escuintla.

Capacidad de uso según USDA		Área (ha)	% cuenca
I	Uso agrícola	16,386.7	18.35
II	Uso agrícola con limitaciones	65,367.9	73.21
III	Uso agrícola con severas limitaciones	2,03.3	0.23
V	Uso no adecuado para cultivos	6,561.2	7.35
VIII	Uso para cultivos restringido	774.6	0.87
Total		89,293.75	100.00

Fuente: MAGA, 2003.

En el sistema de clasificación por capacidad de uso de la tierra de USDA, los riesgos de daños al suelo o limitaciones en su uso, se hacen progresivamente mayores de la clase I a la clase VIII. Las tierras en la primeras cuatro clases, bajo buenas condiciones de manejo, son capaces de producir cultivos adaptados (Tobias V. et al., 2008).

En la cuenca Acomé el 91.78% equivalente a 81,957.97 ha están dentro de las clases I, II y III; es decir que la capacidad de uso de la tierra es principalmente para la producción agrícola. El 8.22% restante equivalente a 7,335.78 hectáreas se concentran principalmente en el litoral del Océano Pacífico y su capacidad de uso es restringida para la producción agrícola.

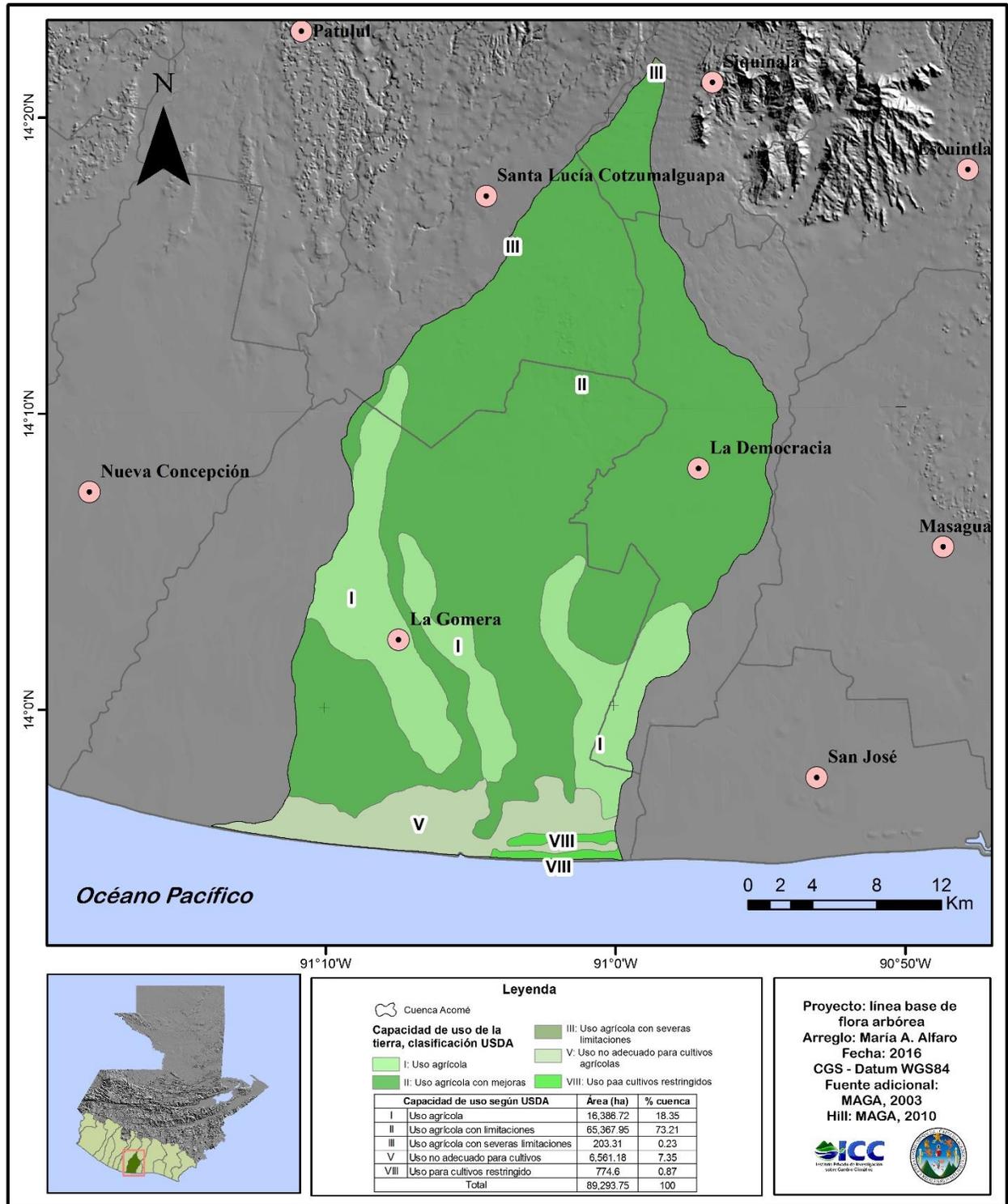


Figura 2. Mapa de capacidad de uso de la tierra según la clasificación USDA en la cuenca Acomé.

#### **D. Ecosistemas naturales según la Clasificación Centroamericana UNESCO**

Bajo la Clasificación Centroamericana UNESCO, un ecosistema es definido como una unidad relativamente homogénea (distinguible a escala de 1:250,000) de organismos, procesos ecológicos y elementos geofísicos como el suelo, clima y régimen de aguas, que interactúan entre sí. Un ecosistema se define primordialmente por la apariencia física y estructura (fisonomía) de su especie dominante de planta, y también por sus procesos ecológicos dominantes, como ser el fuego, inundaciones y pastoreo (Vreugdenhil et al., 2002, p. 20).

Según la clasificación centroamericana UNESCO en la cuenca hidrográfica Acomé existen tres ecosistemas vegetales: sistema agropecuario, bosque de manglar del Pacífico sobre sustrato limoso y estuario semicerrado del Pacífico. El cuadro 3 muestra los ecosistemas con la superficie en hectáreas que ocupan y su porcentaje dentro de la cuenca.

*Cuadro 3. Ecosistemas de la cuenca hidrográfica Acomé según la clasificación UNESCO.*

<b>Clase de ecosistema</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Sistema agropecuario	86,192.16	96.53
Bosque de manglar del Pacífico sobre sustrato limoso	2,926.33	3.28
Estuario semicerrado del Pacífico	175.27	0.20
Área total	89,293.75	100

Fuente: Ecosistemas de Centro América, 1998-2000.

En el cuadro 3 se puede observar que el 96.49% de la superficie de la cuenca equivalente a 86,210.79 hectáreas, corresponde a sistemas agropecuarios, el principal cultivo es la caña de azúcar (*Saccharum officinalis* L.). El bosque de manglar del Pacífico sobre sustrato limoso, es un ecosistema que ocupa 2,942.33 hectáreas dentro de la superficie de la cuenca; este ecosistema se presenta en las zonas con influencia marina que le permite una característica salina significativa. Está compuesto por árboles y arbustos esclerófilos siempre verdes de raíces fúlcreas o zancos. La altura de la cobertura puede variar entre 5- 30 m. Están exclusivamente dominados por *Rhizophora mangle* L. y *Avicennia germinans* (L.) L. y pueden tener otras especies de árboles o arbustos asociados.

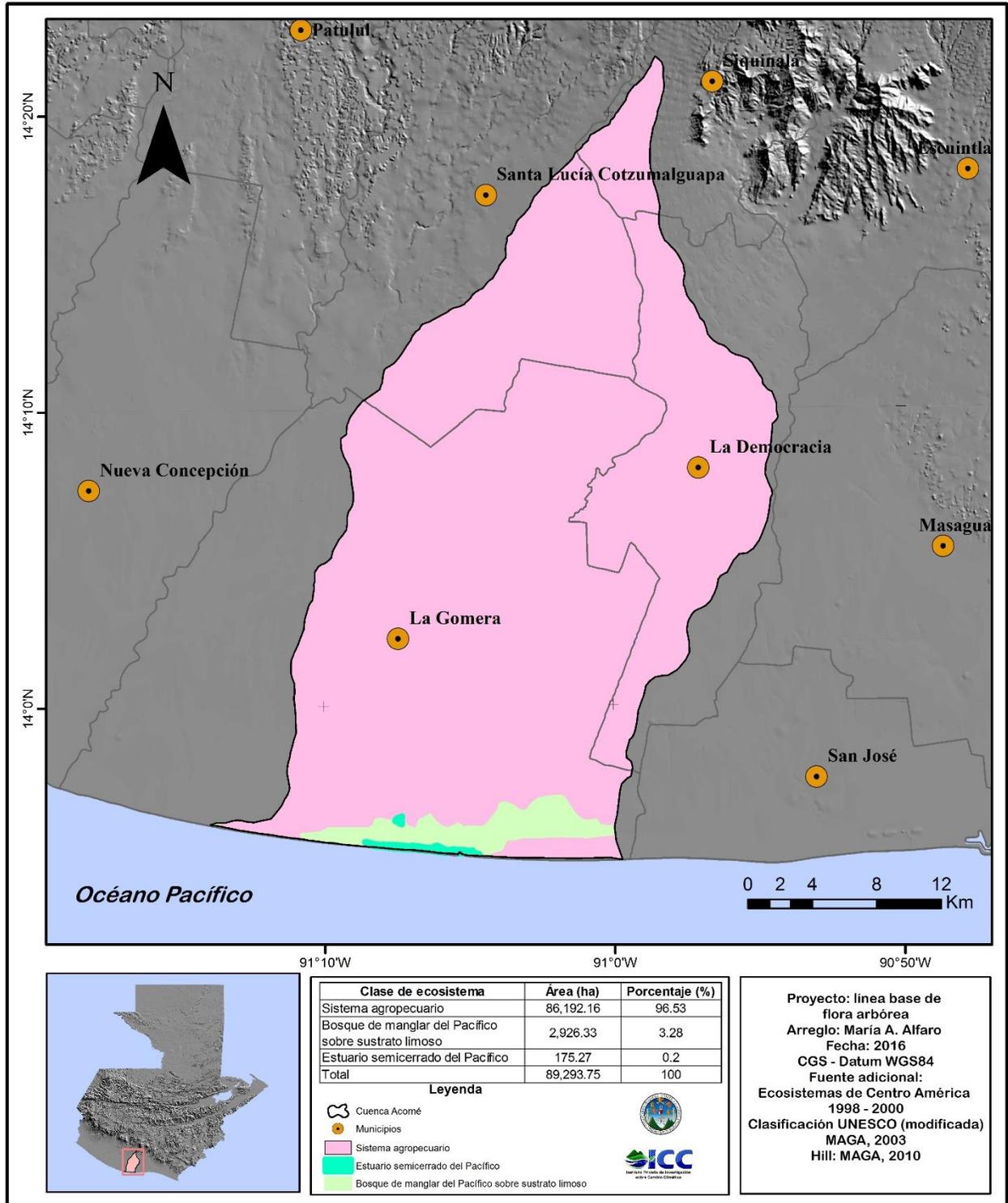


Figura 3. Mapa de ecosistemas vegetales de la cuenca Acomé, según la clasificación UNESCO modificada.

### **E. Cobertura forestal 2001 - 2006**

La cobertura forestal para el año 2006 para Guatemala fue estimada en 3, 866,383 ha equivalente a un 35.5% del territorio nacional. El valor revisado para el 2001 es de 4, 152,051 ha correspondiente a 38.1% del territorio nacional. Estos valores representan una pérdida neta anual de 48,084 ha equivalentes a una tasa de deforestación de 1.16%. La pérdida neta anual reportada es la diferencia de una pérdida bruta de 101,852 ha/año y una ganancia de 53,768 ha/año (Castellanos et al., 2011, p. 7).

Para la elaboración del mapa de cobertura forestal 2006 de la cuenca Acomé se utilizó la base de datos digital de la Dinámica Forestal de la República de Guatemala 2001-2006. En el cuadro 4 se encuentra el área de la cobertura forestal de la cuenca Acomé para el año 2006.

*Cuadro 4. Cobertura forestal en el 2006 de la cuenca Acomé.*

<b>Cobertura</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>% de cuenca</b>
Bosque	1,985.58	2.2
No bosque	84,796.53	95.0
Agua	1,193.49	1.3
Ganancia	707.40	0.8
Perdida	610.74	0.7
Total	89,293.75	100.0

Fuente: Dinámica Forestal de la República de Guatemala, 2001-2006.

Se pudo determinar que durante el período 2001-2006, hubo una pérdida de 610.74 ha de bosque; sin embargo, durante ese mismo período se recuperaron 707.40 ha resultado en una ganancia neta de 96.66 ha de bosque.

El área total de bosque (bosque y ganancia) es de 2,692.98 ha, equivalentes a 3% de la superficie de la cuenca Acomé. La figura 4 muestra el mapa de la dinámica de cobertura forestal de la cuenca Acomé, 2001-2006. Se puede observar que los remanentes boscosos se ubican en el litoral del océano Pacífico.

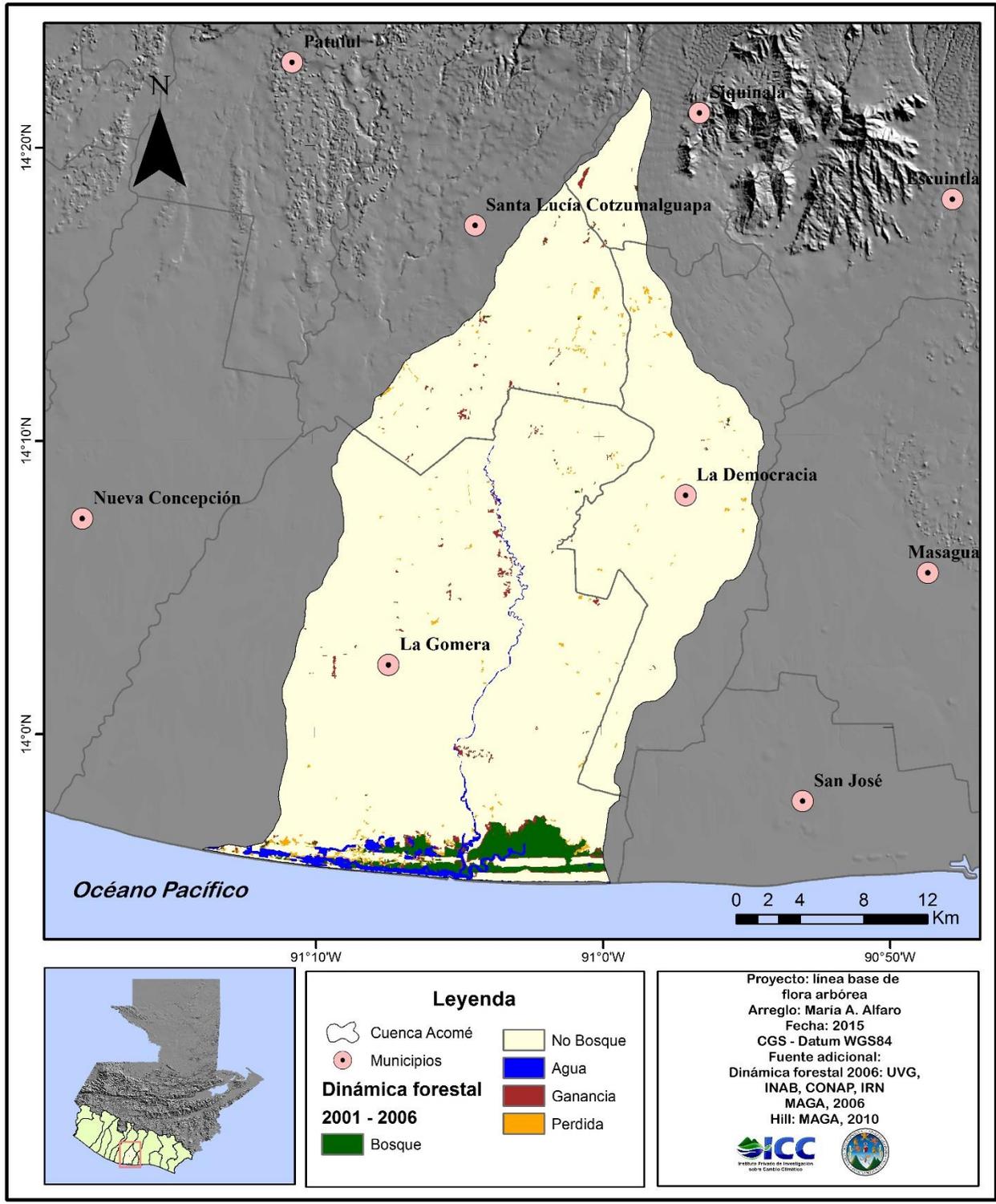


Figura 4. Mapa de la dinámica de la cobertura forestal de la cuenca Acomé, 2001-2006.

### **F. Cobertura forestal 2006 - 2010**

La cobertura forestal en el año 2010 para Guatemala fue estimada en 3, 722,595 hectáreas, equivalente a un 34 % del territorio terrestre nacional. El valor de la cobertura forestal para el año 2006, publicado en mayo de 2011, fue revisado y se obtuvo uno nuevo estimado de 3, 868,708 ha. Estos valores representan una pérdida neta de 146,112 ha de bosque, equivalentes a una tasa neta de deforestación del -1.0 % anual a nivel nacional (con respecto al total de bosque existente en 2006) (Regalado et al., 2012, p. 7).

Para la elaboración del mapa de cobertura forestal 2010 de la cuenca Acomé se utilizó la base de datos digital de la Dinámica Forestal de la República de Guatemala 2006-2010. En el cuadro 5 se encuentra el área de la cobertura forestal de la cuenca Acomé para el año 2010.

*Cuadro 5. Cobertura forestal en el 2010 en la cuenca Acomé.*

<b>Cobertura forestal</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>% de cuenca</b>
Bosque	2,176.39	2.4
No bosque	84,993.34	95.2
Agua	811.26	0.9
Ganancia	568.71	0.6
Perdida	744.03	0.8
Total	89,293.75	100

Fuente: Dinámica Forestal de la República de Guatemala, 2006-2010.

En el período 2006 contaba con 2,692.98 ha de bosque, para el año 2010 se reportó una cobertura forestal de 2,745.1 ha (bosque y ganancia), se determinó que durante el período 2006-2010 hubo una ganancia de 52.12 ha de bosque.

Para el año 2010 el 95.2% de la superficie de la cuenca Acomé se reportó sin cobertura forestal. La figura 5 muestra el mapa de la dinámica de cobertura forestal de la cuenca Acomé, 2006-2010.

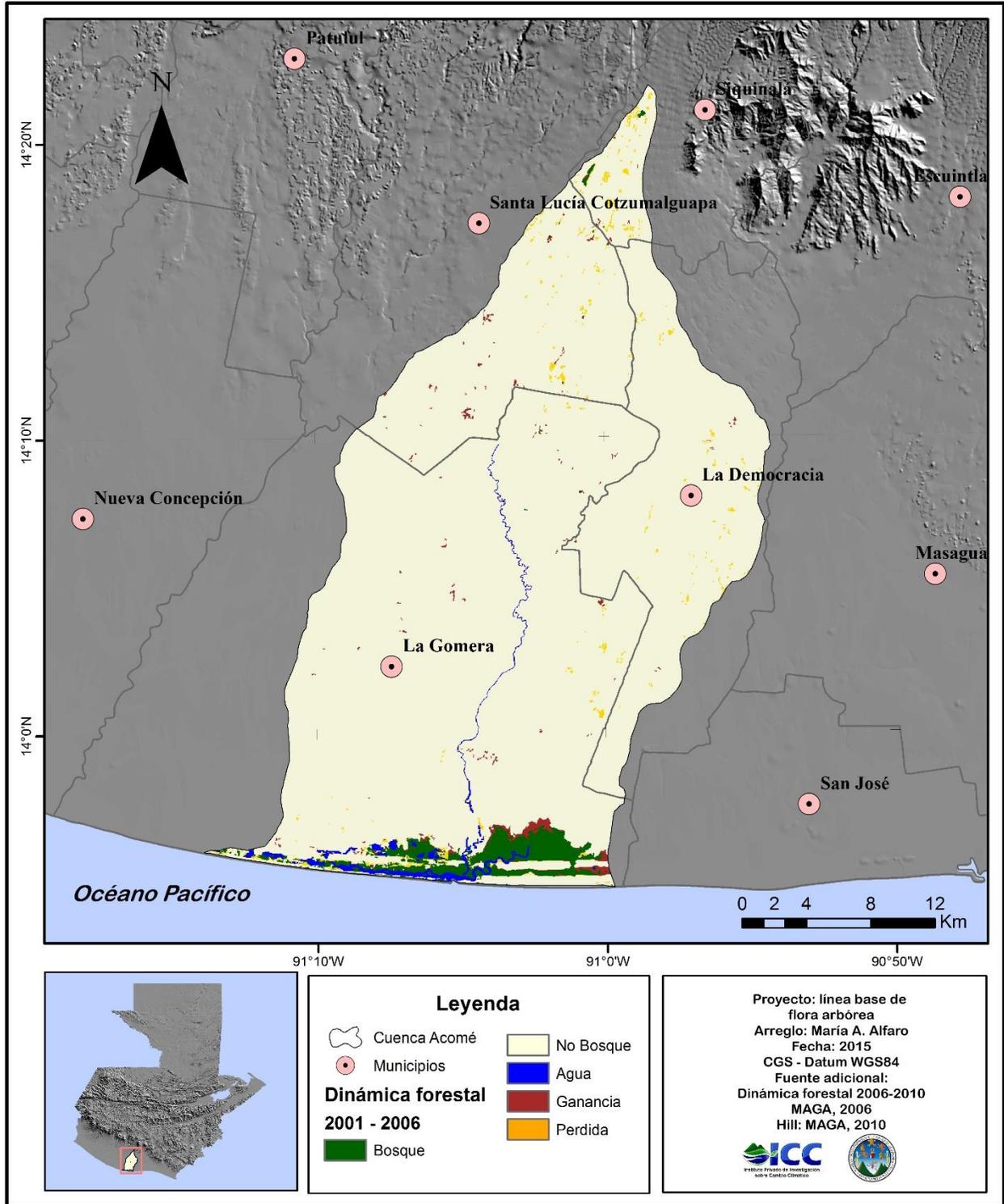


Figura 5. Mapa de la dinámica de la cobertura forestal de la cuenca Acomé 2006-2010.

### **G. Comparación de la dinámica forestal 2001-2006 y 2006-2010**

Según la dinámica forestal de la República de Guatemala 2001-2006 el área con cobertura forestal (bosque más ganancia) equivalía a 2,692.98 ha, mientras que en la dinámica forestal 2006-2010 se reportó que el área con cobertura forestal era de 2,745.1 ha. Por lo que en un período de cuatro años hubo una ganancia forestal de 52.12 ha.

#### **1.5.2 Caracterización socioeconómica**

##### **A. Actividades productivas y uso de la tierra**

La agricultura representa la actividad más importante de la Cuenca Acomé. Las características genéticas y de fertilidad de los suelos, aunadas a las condiciones de clima, favorecen de gran manera al desarrollo de esta actividad. Los cultivos más destacados son: la caña de azúcar, el banano y la palma de aceite o africana, como cultivos agroindustriales y de exportación, entre los cultivos tradicionales se encuentran el maíz, frijol y los cultivos frutales. Todos estos constituyen la base de la economía en esta región del país (Salguero B., 2002, p. 8).

##### **B. Áreas potenciales a trabajar en conectividad biológica**

El Instituto Privado de Investigación sobre el Cambio Climático (ICC) en el 2012 estableció una propuesta para el establecimiento de bosques de ribera como primer paso para la restauración de corredores biológicos en las cuencas de los ríos Coyolate, Achiguate y Acomé en la costa sur de Guatemala. Se visualizaron potenciales áreas con cobertura forestal para conservar, determinándose dos que podrían ser conectadas: los bosques de la cadena volcánica y los bosques del litoral del Pacífico (figura 6).

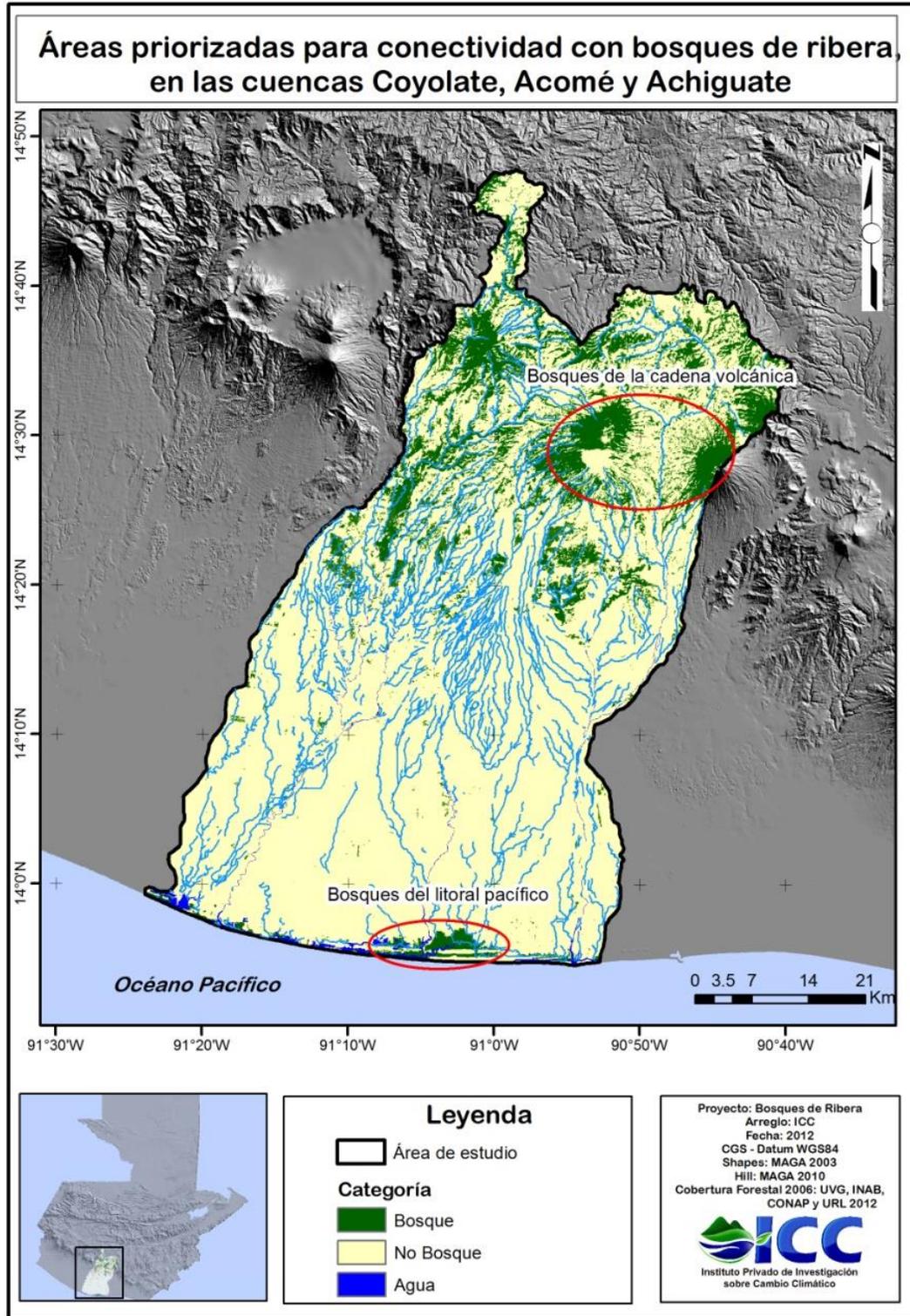


Figura 6. Áreas prioritizadas para conectividad con bosques de ribera en las cuencas Coyolate, Acomé y Achiguate. Fuente: Hernández et al. (2012).

### 1.5.3 Árbol de problemas

El árbol de problemas contribuye al análisis de la información mediante la identificación de los problemas y sus relaciones con las causas principales. La figura 7 se muestra el árbol de problemas relacionado con el recurso bosque de la cuenca Acomé.

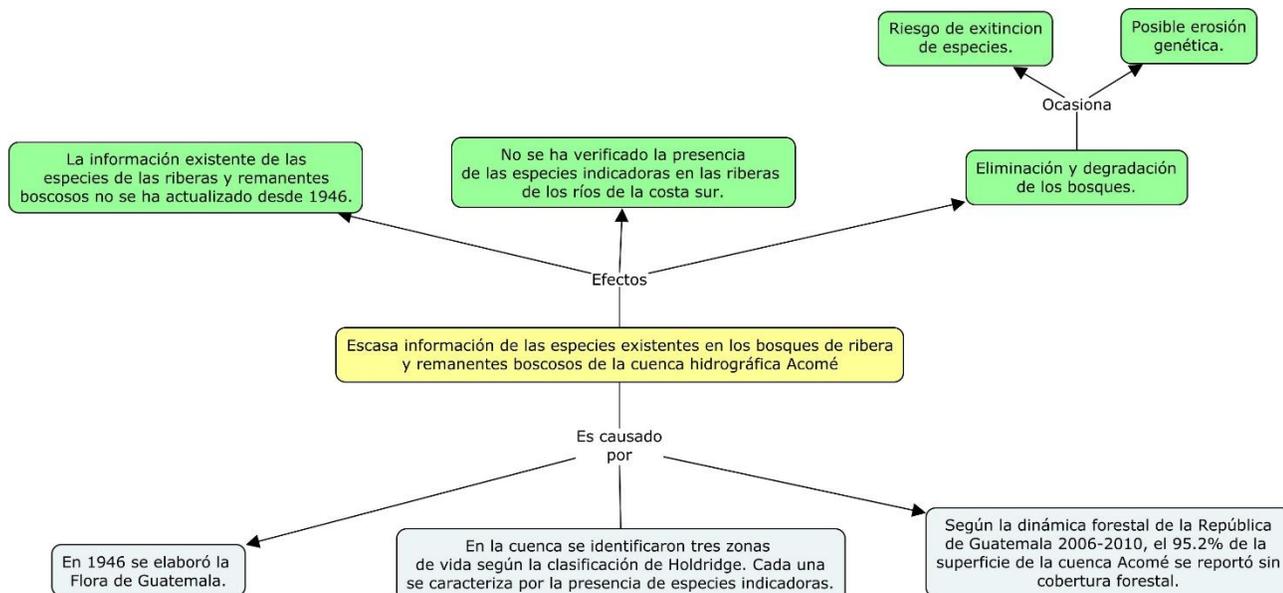


Figura 7. Árbol de problemas de la cuenca Acomé.

En la cuenca Acomé el principal problema identificado es que la información de las especies existentes en los bosques de ribera y remanentes boscosos es escasa. Una vez identificado el problema se identificaron las principales causas que lo originan y los efectos vinculados con las causas.

### 1.5.4 Árbol de soluciones

El árbol de soluciones consiste en proponer soluciones a las causas del problema principal. La figura 8 muestra el diagrama de soluciones para la escasa información de las especies existentes en los bosques de ribera y remanentes boscosos de la cuenca Acomé.

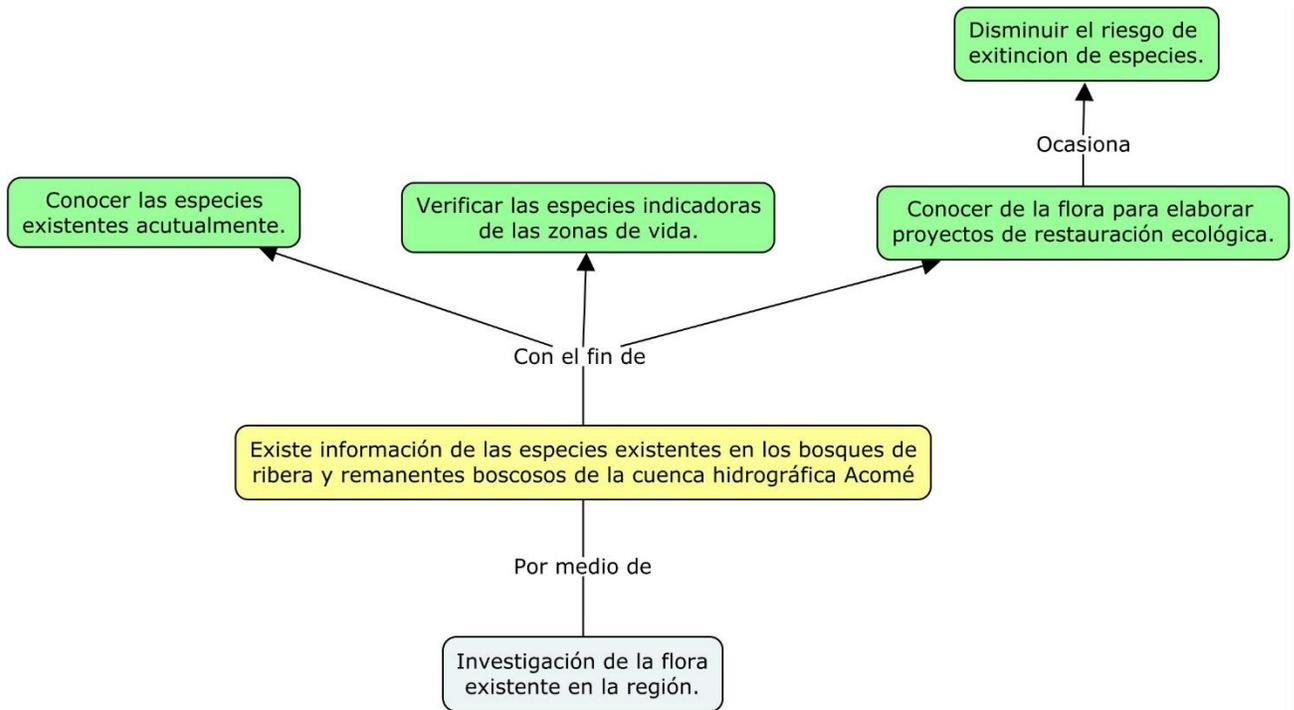


Figura 8. Árbol de soluciones de la cuenca Acomé.

La solución para generar información sobre las especies existentes en los bosques de riera y remanentes boscosos de la cuenca Acomé, es necesario realizar proyectos de investigación.

### 1.5.5 Identificación de alternativas para conocer información de las especies de los bosques de ribera y remanentes boscosos

El principal problema identificado la falta de información sobre las especies presentes en los bosques de ribera y remanentes boscosos de la cuenca Acomé. Este problema puede solucionarse a través de una investigación a nivel exploratoria para conocer las especies de la ribera del río Acomé, esta investigación puede ser utilizada como base para el establecimiento de un corredor biológico.

## 1.6 CONCLUSIONES

1. Según la Clasificación Centroamericana UNESCO en la cuenca Acomé existen tres ecosistemas vegetales, el bosque de manglar del Pacífico sobre sustrato limoso equivalente a 3.29% de la superficie con presencia de bosque. Según la dinámica forestal de la República de Guatemala 2001-2006 existía un 2.2% de la superficie con bosque, que aumento a 2.4% de la superficie según la dinámica forestal del 2006-2010; bajo estos tres criterios la cobertura forestal dentro de la cuenca del río Acomé es baja.
2. Los bosques de la cuenca se ubican principalmente en las riberas de los ríos y remanentes dispersos. El principal uso de la tierra en la cuenca es la agricultura debido a que los suelos tienen la capacidad de uso adecuada para la producción.
3. El principal problema identificado la falta de información sobre las especies presentes en los bosques de ribera y remanentes boscosos de la cuenca Acomé.
4. Realizar investigaciones para conocer las especies presentes en las riberas de los ríos y remanentes boscosos, pueden ser la base para futuros proyectos de restauración ecológica en la región.

## 1.7 BIBLIOGRAFIA

- Aguilar Cumes, M. A., Aguilar Cumes, J. M., y Aguilar Juárez, J. M. (2010). Ecosistemas de Guatemala un enfoque por zonas de vida.
- Banco Mundial, y CCAD (2000). Ecosystems of Central America (Arcview map files at 1:250,000). *Banco Mundial, Comisión Centroamérica de Ambiente y Desarrollo (CCAD), World Institute for Conservation and Environment (WICE), y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CIAT)*.
- Castellanos, E., Regalado, O., Pérez, G., Montenegro, R., Ramos, V. H., y Incer, D. (2011). Mapa de la cobertura forestal de Guatemala 2006 y dinámica forestal de la República de Guatemala 2001-2006. *Universidad del Valle de Guatemala (UVG), Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), Instituto Nacional de Bosques (INAB), Universidad Rafael Landívar (URL), Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)*.
- Cruz S., J. D. L. (1982). *Clasificación de zonas de vida de Guatemala*. Guatemala: Instituto Nacional Forestal
- Gardens, R. B., Kew, y Garden, M. B. (2016, 2016). Tropicos.org Fecha de acceso, Año de acceso, de <http://www.tropicos.org/>
- Hernández, A., y López, G. (2012). *Propuesta, diseño e implementación de bosques de ribera como primer paso para la restauración de corredores biológicos en las cuencas de los ríos Coyolate, Achiguate y Acomé en la costa sur de Guatemala*. Guatemala.
- Herrera Ibañez, I. (1995). *Manual de hidrología*. Guatemala: Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- IGN (1984). Mapa geológico de la república de Guatemala. *Instituto Geográfico Nacional, Hoja cartográfica Guatemala*.
- MAGA. (2009). Capa digital a escala 1:50,000 de la república de Guatemala *Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación*
- Regalado, O., Villagrán, X., Pérez, G., Castellanos, E., Martínez, G., Incer, D., Ramos, V. H., Molina, O., Beltetón, C., y Gómez, J. (2012). Mapa de Cobertura Forestal de Guatemala 2010 y Dinámica de la Cobertura Forestal 2006-2010. *Instituto Nacional de Bosques (INAB), Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), Universidad del Valle de Guatemala (UVG), Universidad Rafael Landívar (URL)*.

- Salguero B., M. R. (2002). *Estudio hidrogeológico con fines de riego, de la cuenca del río Acomé, Escuintla, Guatemala*. Tesis M Sc, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Disponible en <http://www.repositorio.usac.edu.gt/924/1/TPF-00001.pdf>
- Simmons, C. S., Pinto, J. H., y Tarano, J. M. (1959). *Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala* (P. T. Sulsona, Trans.). Guatemala: José de Pineda Ibarra.
- Standley, PC; Steyermark, JA; Swallen, JR; Williams, LO; McVaugh, R; Gentry, JL Jr; Nash, D; Williams, TP. 1946-1977. Flora of Guatemala. Chicago, US, Field Museum of Natural History, Fieldiana Botany, v. 24, 13 pts.
- The Plant List* (2013). Version 1.1. Publicado en Internet; disponible en <http://www.theplantlist.org/> (año de acceso 2015).
- Tobias V., H. A., y Salguero B., M. R. (2008). *Clasificación de tierras por capacidad de uso. Metodología del USDA (Land capability classification)*. Guatemala: Sub área de manejo de suelo y agua, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Vreugdenhil, D., Meerman, J., Meyrat, A., Gómez, L. D., y Graham, D. J. (2002). *Mapa de los ecosistemas de América Central: informe final*. Washington, D.C.: Banco Mundial.
- Whittaker, R. H. (1972). Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 213-251.



**CAPÍTULO II**

**CARACTERIZACIÓN DE LAS COMUNIDADES ARBÓREAS EN LA RIBERA DEL RÍO  
ACOMÉ, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.**

**CHARACTERIZATION OF THE RIPARIAN TREE COMMUNITIES OF THE ACOMÉ  
RIVER, ESCUINTLA, GUATEMALA, C.A.**



## 2.1 PRESENTACIÓN

La cuenca del río Acomé, en la vertiente del Pacífico en el departamento de Escuintla, Guatemala, delimitada por las coordenadas geográficas: 13°54'00" y 14°22'00" de latitud Norte; 90°57'00" y 91°13'00" de longitud Oeste, con altitudes que van desde 0 a 546 m s. n. m. La actividad más importante en esta región es la producción agrícola (*Saccharum officinarum* L.) y los remanentes boscosos se localizan principalmente en las riberas de los ríos. Esta investigación es parte de un proyecto cooperativo entre el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC) y la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC) para documentar la diversidad vegetal de los ríos de la vertiente del Pacífico de Guatemala.

Durante el 2015 se realizó una caracterización de la vegetación arbórea de la ribera del río Acomé, para la actualización de las especies y las familias reportadas se utilizó la base de datos *ThePlantList* una iniciativa de Royal Botanic Gardens, Kew y Missouri Botanical Garden (Gardens et al., 2016). Se identificaron las comunidades arbóreas por medio de análisis de conglomerados y análisis de correspondencia canónica (CCA). Para cada comunidad arbórea se calculó el valor de importancia de las especies y la diversidad florística a través de los índices de Shannon, Simpson, Pielou y Sørensen.

Por medio de la clasificación y la ordenación de la vegetación se identificaron cuatro comunidades arbóreas en los estratos altitudinales: de 0 a 15, 15 a 50, 50 a 200 y 200 a 546 m s. n. m. Las especies *Rhizophora mangle* L., *Guazuma ulmifolia* Lam, *Brosimum costaricanum* Liebm. y *Cecropia obtusifolia* Bertol. son dominantes respectivamente en cada uno de los estratos altitudinales.

La caracterización de las comunidades arbóreas es una base para la realización de futuros proyectos de restauración ecológica, reintroducción de especies nativas, prevención de la degradación del hábitat, entre otras.

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Marco conceptual

#### A. Vegetación

La vegetación es la resultante de la acción de los factores ambientales sobre el conjunto interactuante de las especies que cohabitan en un espacio continuo. Refleja el clima, la naturaleza del suelo, la disponibilidad de agua y de nutrientes, así como los factores antrópicos y bióticos. A su vez, la vegetación modifica algunos de los factores del ambiente. Los componentes del sistema: la vegetación y el ambiente, evolucionan paralelamente a lo largo del tiempo, evidenciando cambios rápidos en las primeras etapas del desarrollo y más lentos a medida que alcanzan el estado estable (Matteucci et al., 1982, p. 1).

Según Matteucci et al. (1982) los estudios de la vegetación abarcan uno o más de los siguientes objetivos fundamentales (p. 1-2):

1. Detección de patrones espaciales, horizontales o verticales, de los individuos o de las especies.
2. Estudio de los procesos poblacionales que influyen los patrones espaciales o temporales.
3. Detección de tendencias o clases de variación de las relaciones de similitud o disimilitud de las comunidades o de grupos de especies.
4. Establecimiento de correlaciones o de asociaciones entre los patrones espaciales de las comunidades o de grupos de especies y patrones de una o más variables ambientales, y formulación de hipótesis acerca de las relaciones causales entre los factores ambientales y las respuestas de la vegetación

## ***B. ¿Por qué estudiar la vegetación?***

Hay muchas situaciones en donde se amerita el estudio de la vegetación. Lo más común para la descripción de la vegetación son el reconocimiento y la definición de los diferentes tipos de vegetación y comunidades vegetales. La información sobre la vegetación puede ser necesaria para ayudar a resolver un problema ecológico, para la conservación biológica y con fines de manejo (Kent, 2012, p. 2).

## ***C. Comunidad vegetal***

La comunidad vegetal es una colección de especies de plantas que crecen juntas en un lugar determinado y que muestran una relación concreta o afinidad entre sí. La idea de la asociación es muy importante e implica que ciertas especies se encuentran creciendo juntas en ciertos lugares y entornos con más frecuencia de lo que cabría esperar por azar. Del mismo modo, diferentes combinaciones de especies se encuentran juntos en otros entornos con más frecuencia que se hubiera esperado al azar. La mayoría de los entornos del mundo apoyan algunas especies afines que por lo tanto se pueden caracterizar como una comunidad vegetal (Kent, 2012, pp. 24-26).

## ***D. El debate sobre la existencia de las comunidades vegetales***

Según Kent (2012, pp. 29-33) la idea de la comunidad vegetal fue muy debatida por los primeros ecólogos y actualmente sigue siendo un tema de discusión, dos ecólogos estadounidenses, F. E. Clements y H. A. Gleason expresaron los puntos de vista más extremos en el debate. El punto de vista de Clements (1916, 1928) es que las especies cercanas tienen similar requerimiento de hábitat para crecer y sobrevivir. Mientras que, el punto de vista de Gleason (1917, 1926, 1939) es que las especies se distribuyen de forma continua, es decir, que cada una tiene diferentes requerimientos de crecimiento y responde individualmente a condiciones ambientales.

### ***E. Concepto de la secuencia jerárquica***

El concepto de la secuencia jerárquica se utiliza para representar la estructura dinámica de la comunidad vegetal a lo largo de gradientes espaciales regionales. El continuo jerárquico se deriva de una combinación de la distribución de especies individualistas, de la estructura jerárquica de encaje, y de la hipótesis especies núcleo-satélites. El concepto continuo jerárquico predice que la distribución de las especies a través de sitios en una región será polimodal, lo que se refleja en la estructura jerárquica, y en la distribución y la abundancia de especies dentro de y entre los sitios estarán espacialmente y temporalmente dinámicos (Collins et al., 1993, p. 149).

### ***F. Comportamiento de las poblaciones en las comunidades vegetales***

Por estar las comunidades constituidas por un conjunto variable de especies con mayor o menor grado de interrelación y con abundancia variable, desde comunes hasta raras, y dado que la mayoría de los estudios fitosociológicos se basan en la comparación de censos florísticos provenientes de muestras de las comunidades que se estudian, es importante conocer algunas de las características de la vegetación vinculadas al patrón espacial de las especies y a la distribución de frecuencias. Estas consideraciones intervienen en las decisiones acerca del muestreo y en la interpretación de los resultados (Matteucci et al., 1982, p. 15).

### ***G. La zona de ribera***

Las zonas de ribera son las interfaces entre los ecosistemas terrestres y los acuáticos. Como ecotonos, que abarcan fuertes gradientes de factores ambientales, de procesos ecológicos, y de comunidades vegetales. Las zonas de ribera no son fáciles de delimitar, pero en general se conforman por mosaicos de relieve, de comunidades y de ambientes dentro del paisaje (Gregory et al., 1991, p. 540).

## **H. La vegetación de ribera**

La vegetación de ribera ocupa una de las zonas más dinámicas del paisaje. La distribución y la composición de las comunidades vegetales de ribera responden a la historia de la perturbación fluvial de las inundaciones y los regímenes de perturbación no fluviales de las tierras altas adyacentes, como el fuego, el viento, las enfermedades de plantas y plagas de insectos. Las comunidades vegetales de ribera exhiben un alto grado de diversidad estructural y composicional (Gregory et al., 1991, pp. 542-543).

Según Arizpe et al. (2009) la vegetación de ribera es importante, pues tiene efectos sobre la luz, la temperatura y la calidad del agua. Así, el uso del suelo en la cuenca y la vegetación de ribera interactúan afectando la calidad del agua y los hábitats de las comunidades de fauna incluyendo: los peces, los anfibios y reptiles semiacuáticos; las aves y mamíferos (p. 96).

### **I. El bosque de ribera**

El bosque de ribera se refiere a la franja boscosa que está influenciada significativamente por el curso de agua. Por tanto, se sugiere que un bosque de ribera deberá estar dominado por una vegetación leñosa higrófila y deberá interactuar con las aguas superficiales y subsuperficiales, manteniendo una relación funcional y estructural estrecha con el curso de agua adyacente (Arizpe et al., 2009, p. 68).

### **J. Características florísticas del bosque de ribera**

Normalmente, la vegetación de ribera incluye asociaciones vegetales muy heterogéneas fisionómica y florísticamente. Estos tipos de vegetación tienen, en parte, la capacidad de cambiar rápidamente en el tiempo y en el espacio que ocupan. Como resultado, las áreas de ribera están compuestas por asociaciones características que son

sensibles a condiciones medioambientales particulares y a alteraciones. La vegetación de ribera está dominada por especies higrófilas, ya que los suelos ripícolas se mantienen saturados dentro de la zona radical (Arizpe et al., 2009, pp. 69-70).

### ***K. Análisis multivariado en comunidades vegetales***

Según Gauch (1981) uno de los principales objetivos de la ecología vegetal es explicar las relaciones entre las muestras, entre las especies y entre las muestras y especies consideradas conjuntamente. Para ello se utiliza el análisis multivariado, el cual cumple con dos funciones básicas: ayuda a descubrir la estructura de los datos, y proporciona un resumen de datos relativamente fácil de interpretar por el ecólogo (p. 10-12).

### ***L. Clasificación***

La clasificación consiste en agrupar las muestras o las especies según sus características (Matteucci et al., 1982, p. 83). Cuando se clasifican las especies, la homogeneidad se puede interpretar a través de su comportamiento ecológico, lo que se refleja en la similitud de su distribución. Una de las técnicas de clasificación más utilizadas en el estudio de la vegetación es la de aglomeración jerárquica (grupos que contienen subgrupos) la cual se realiza utilizando dendrogramas (Šmilauer et al., 2003, pp. 96-125).

### ***M. Ordenación***

La ordenación en un sentido literal es simplemente el arreglo de artículos a lo largo de una escala (eje) o múltiples ejes. Existen muchos propósitos por los que se utiliza, pero una de las principales es que los artículos están dispuestos en una gráfica en la que se resumen las relaciones y facilita la extracción de uno o unos pocos patrones dominantes de un número infinito de posibles patrones (McCune et al., 2002, p. 102).

Según Ter Braak (1986) la ordenación a través del análisis de correspondencia canónica es una nueva técnica de análisis multivariado, desarrollado para relacionar composición de la comunidad vegetal con el medio ambiente.

#### ***N. Diversidad de especies***

La riqueza de especies se define como el número de especies en un área especificada. De acuerdo a Whittaker (1972) la diversidad en el sentido estricto es riqueza en especies y se mide adecuadamente como el número de especies en una muestra de tamaño estándar (McCune et al., 2002, p. 25).

Según McCune et al. (2002) existen tres niveles definidos de la diversidad (p.25).:

- **Diversidad alfa:** es la diversidad en las unidades individuales de la muestra.
- **Diversidad beta:** hace referencia a la variación de la composición en una muestra (una colección de unidades de la muestra).
- **Diversidad gamma:** es la diversidad global de un conjunto de unidades de la muestra a menudo "a nivel de paisaje".

## **2.2.2 Marco referencial**

### **A. Ubicación geográfica**

La cuenca hidrográfica Acomé, está localizada en jurisdicción del departamento de Escuintla, en los municipios Siquinalá, Santa Lucía Cotzumalguapa, La Democracia y La Gomera. La cuenca está delimitada por las coordenadas geográficas: 13°54'00" y 14°22'00" de latitud Norte; 90°57'00" y 91°13'00" de longitud Oeste, la altitud se encuentra entre los 0-625 msnm aproximadamente (IGN, 1984). En la figura 9 se muestra el mapa base de la cuenca hidrográfica Acomé.

Se cuenta con una red vial que comunica las cabeceras municipales y llega hasta la localidad de Sipacate que se ubica a la orilla del Océano Pacífico, la cual es asfaltada; los caminos principales a las otras comunidades son de terracería y se encuentran transitables durante todo el año, los caminos internos de las fincas, son transitables en verano en su mayoría, lo que coincide con la temporada de cosecha de la caña de azúcar, que es cuando se les da mantenimiento debido a que se utilizan para transportar la caña hacia los ingenios azucareros, mientras que en la época lluviosa muchos de ellos no son transitables (Salguero B., 2002, p. 1).

### **B. Suelos**

Según Simmons et al. (1959) en la cuenca hidrográfica Acomé se encuentran las siguientes series de suelos: Achiguate, Bucul, Guacalate, Guatalón, Panán, Paxinamá, Tecojate, Tiquisate franco-arenosa, Xayá y arena playa de mar (figura 20A).

### **C. Clima**

En la cuenca hidrográfica Acomé la variación de la precipitación promedio anual es entre 800 a 4600 mm<sup>3</sup> (figura 21A). La variación de la temperatura máxima varía entre 35°C a 42°C (figura 22A) y la variación de la temperatura mínima entre 16°C a 6°C (figura 23A).

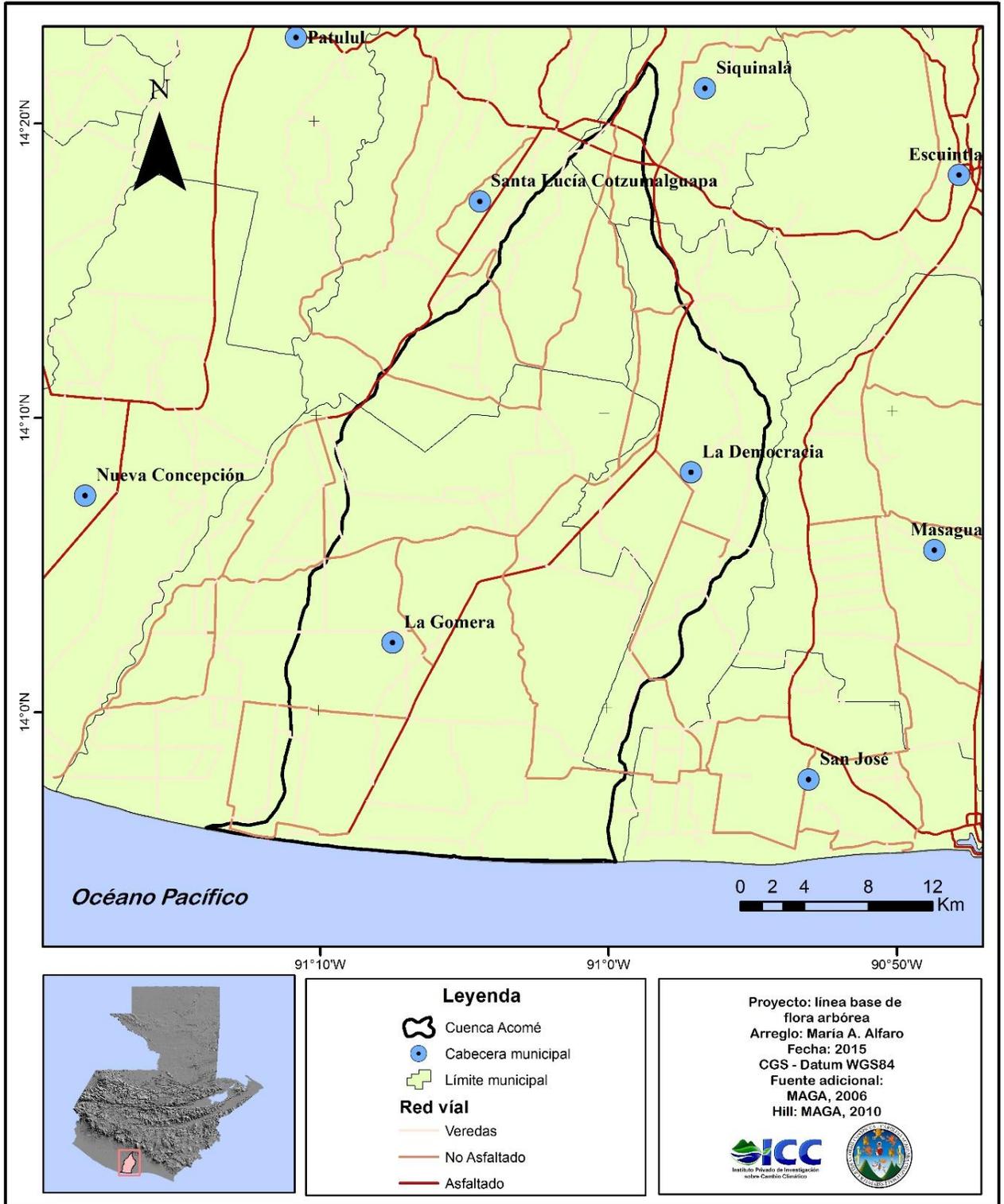


Figura 9. Mapa base de la cuenca hidrográfica Acomé.

## 2.3 OBJETIVOS

### 2.3.1 *Objetivo general*

Caracterizar las comunidades arbóreas de la ribera del río Acomé, Escuintla, Guatemala.

### 2.3.2 *Objetivos específicos*

1. Determinar las especies arbóreas de la ribera del río Acomé.
2. Clasificar y ordenar las especies arbóreas de la ribera del río Acomé.
3. Calcular el valor de importancia de las especies de la ribera del río Acomé.
4. Medir la diversidad de especies arbóreas de la ribera del río Acomé.

## 2.4 HIPÓTESIS

Las especies arbóreas presentes a lo largo de la ribera del río Acomé coinciden con la flora indicadora para cada una de las zonas de vida determinadas según el sistema de Leslie Holdridge propuesto por De La Cruz S. (1982).

## 2.5 METODOLOGÍA

La caracterización de las comunidades arbóreas de la ribera del río Acomé se realizó en tres etapas:

### **2.5.1 Etapa inicial de gabinete**

#### **A. Criterio para seleccionar el área de estudio**

Esta investigación se realizó con el apoyo de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) y el Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC), institución que vela por generar información que contribuya a manejar y proteger los recursos naturales de la vertiente del Pacífico de Guatemala. Se realizaron giras de reconocimiento en la cuenca hidrográfica modelo de investigación en el ICC, Acomé. Se determinó según estas giras de reconocimiento que los bosques dentro de la cuenca se encuentran principalmente a lo largo de la ribera del río Acomé y sus afluentes.

#### **B. Método de muestreo**

Para poder determinar variaciones espaciales dentro de la comunidad se utilizó un muestreo sistemático, el cual consiste en ubicar las parcelas de muestreo en un patrón regular en toda la zona de estudio (Matteucci et al., 1982, pp. 22-24), ubicando las parcelas de muestreo a un distanciamiento de 1 km entre cada una a lo largo de la ribera del río Acomé, en una longitud de 58.48 km, iniciando desde 0 m hasta 546 m s. n. m.

### ***C. Tamaño de las parcelas de muestreo***

Se estableció según Alwin H. Gentry la metodología de transectos de 0.1 ha, modificada por Brad Boyle parcelas de muestreo de 0.1 ha. Esta metodología consiste en muestrear en 0.1 ha, las plantas con un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 2.5 cm (Boyle, 1996, pp. 3-36). En esta investigación se registraron los individuos a partir de un DAP mayor o igual a 10 cm con la finalidad de muestrear exclusivamente la vegetación arbórea.

### ***D. Forma y dimensión de las parcelas de muestreo***

Se establecieron parcelas rectangulares de 10 m x 100 m en la ribera del río Acomé (1000 m<sup>2</sup>, dos parcelas de 5 m x 100 m en cada lado río).

### ***E. Tamaño de la muestra***

Se establecieron 56 parcelas de muestreo (ver cuadro 6).

*Cuadro 6. Ubicación de las parcelas de muestreo en las riberas del Acomé.*

<b>Parcela</b>	<b>Longitud</b>	<b>Latitud</b>	<b>Altitud</b>	<b>Parcela</b>	<b>Longitud</b>	<b>Latitud</b>	<b>Altitud</b>
<b>1</b>	-91.08209	13.92873	11	<b>29</b>	-91.01299	14.11667	49
<b>2</b>	-91.08344	13.91853	13	<b>30</b>	-91.01125	14.12041	49
<b>3</b>	-91.07535	13.942	16	<b>31</b>	-91.01157	14.13159	58
<b>4</b>	-91.07552	13.94998	21	<b>32</b>	-91.00411	14.13568	61
<b>5</b>	-91.07909	13.95831	17	<b>33</b>	-91.00034	14.14392	57
<b>6</b>	-91.0792	13.96639	13	<b>34</b>	-90.995	14.1501	79
<b>7</b>	-91.08137	13.97528	13	<b>35</b>	-90.99264	14.16123	86
<b>8</b>	-91.08301	13.98492	13	<b>36</b>	-90.99158	14.16805	94
<b>9</b>	-91.08559	13.99263	37	<b>37</b>	-90.99194	14.17407	117
<b>10</b>	-91.07666	13.99696	22	<b>38</b>	-90.98681	14.18191	107
<b>11</b>	-91.07523	14.00667	16	<b>39</b>	-90.98675	14.19119	135
<b>12</b>	-91.07377	14.01433	26	<b>40</b>	-90.98412	14.19974	138
<b>13</b>	-91.06851	14.02187	45	<b>41</b>	-90.98394	14.20789	149
<b>14</b>	-91.06337	14.02889	42	<b>42</b>	-90.98392	14.21239	165
<b>15</b>	-91.0565	14.03504	36	<b>43</b>	-90.98301	14.22267	177
<b>16</b>	-91.05369	14.04474	46	<b>44</b>	-90.98035	14.23436	204
<b>17</b>	-91.0486	14.05105	32	<b>45</b>	-90.98445	14.24209	210
<b>18</b>	-91.04555	14.06049	36	<b>46</b>	-90.98555	14.25103	227
<b>19</b>	-91.05066	14.06611	38	<b>47</b>	-90.98792	14.25948	259
<b>20</b>	-91.05029	14.07181	44	<b>48</b>	-90.99012	14.26716	267
<b>21</b>	-91.04581	14.07708	52	<b>49</b>	-90.99288	14.2753	270
<b>22</b>	-91.04655	14.08327	56	<b>50</b>	-90.99198	14.99198	300
<b>23</b>	-91.04613	14.09041	45	<b>51</b>	-90.99167	14.29338	316
<b>24</b>	-91.03997	14.09622	40	<b>52</b>	-90.99156	14.30171	342
<b>25</b>	-91.03376	14.10082	49	<b>53</b>	-90.98801	14.30926	360
<b>26</b>	-91.02808	14.10368	45	<b>54</b>	-90.98656	14.32149	409
<b>27</b>	-91.01776	14.10698	53	<b>55</b>	-90.98467	14.33011	432
<b>28</b>	-91.01398	14.1119	53	<b>56</b>	-90.983020	14.337270	546

**Nota:** La longitud y latitud están en coordenadas geográficas (grados), y la altitud está en metros sobre el nivel del mar (m s. n. m.).

### **2.5.2 Etapa de campo**

Para la obtención de datos y recolección especímenes de herbario se establecieron las parcelas de muestreo.

#### **A. Establecimiento de parcelas de muestreo**

Para el establecimiento de las parcelas de muestreo se utilizó una cinta métrica (flexómetro), estacas, GPS y machete. De cada parcela se registró: altitud (metros de elevación sobre el nivel del mar) y coordenadas geográficas.

#### **B. Muestreo de la vegetación arbórea**

De cada parcela de muestreo se tomaron los siguientes datos: nombre científico o nombre vernáculo de la especie, densidad, altura, diámetro a la altura del pecho (1.3 m) e importancia económica local de cada especie.

#### **C. Colecta, prensado y toma de datos**

Para la obtención de las muestras se utilizaron: cuerdas, vara extensible, tijeras podadoras, machete y en algunos casos, se procedió al ascenso de árboles. De cada uno de los árboles muestreados se colectaron por lo menos cinco especímenes.

El prensado y la toma de datos de los especímenes se realizaron en campo, utilizando prensas botánicas, libreta de campo, cartón corrugado y papel periódico. En la libreta de campo se registró la información requerida en el formulario de datos de especímenes diseñado por el Herbario AGUAT, profesor José Ernesto Carrillo (figura 10).

Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Facultad de Agronomía  
 Herbario AGUAT  
 Profesor José Ernesto Carrillo

**Formulario de datos de especímenes**

Especie: \_\_\_\_\_  
 Familia: \_\_\_\_\_  
 País: \_\_\_\_\_  
 Departamento: \_\_\_\_\_  
 Municipio: \_\_\_\_\_  
 Localidad: \_\_\_\_\_  
 Sitio de colección: \_\_\_\_\_  
 Coordenadas: \_\_\_\_\_  
 Altitud: \_\_\_\_\_  
 Descripción del hábitat: \_\_\_\_\_  
 Descripción del espécimen: \_\_\_\_\_  
 Usos: \_\_\_\_\_  
 Observaciones: \_\_\_\_\_  
 Nombre común: \_\_\_\_\_  
 Colector principal (Leg.): \_\_\_\_\_  
 Número de colección: \_\_\_\_\_  
 Fecha de colección: \_\_\_\_\_  
 Colector acompañante: \_\_\_\_\_  
 Determinador principal (Det.): \_\_\_\_\_  
 Fecha de determinación: \_\_\_\_\_  
 Determinador acompañante: \_\_\_\_\_

*Figura 10. Formulario de datos de especímenes, Herbario AGUAT.*

### **2.5.3 Etapa final de gabinete**

#### **A. Determinación botánica de las especies arbóreas**

La determinación botánica de los especímenes colectados se realizó con la asesoría de los curadores del Herbario AGUAT, José Ernesto Carrillo. Se utilizaron las claves dicotómicas de la Flora de Guatemala (Standley et al., 1946), Flora de Nicaragua (Stevens et al., 2001), Flora Mesoamericana (Flora Mesoamericana, 1995) y la base de datos en línea ThePlantList ("The Plant List," 2013).

## ***B. Clasificación de la vegetación arbórea***

Para el análisis e interpretación de datos relacionado con los patrones de distribución de las especies se realizó una clasificación de la vegetación, que consiste según Matteucci et al. (1982) en agrupar las muestras o las especies según sus características (p. 83).

Para esta clasificación se realizó un análisis de conglomerados con datos de presencia de especies utilizando el método de Ward como grupo de medida vincular, y la distancia euclidiana relativa como la medida de distancia. El método de Ward es una estrategia de agrupamiento jerárquico de aglomeración que maximiza la varianza entre grupos y minimiza la varianza dentro de los grupos (Sakulich, 2011, pp. 145-146).

Se utilizó R lenguaje y entorno de programación para análisis estadístico y gráfico (Maechler et al., 2015). En el cuadro 11A se encuentra el código R utilizado para la clasificación.

## ***C. Ordenación de la vegetación arbórea***

Para la ordenación de la vegetación arbórea se utilizó el programa PC-ORD versión 3.12. Para obtener el análisis de correspondencia canónica (CCA) se ingresaron dos matrices de datos: la matriz principal con datos de presencia de especies arbóreas en las parcelas y una matriz secundaria con información de variables ambientales y de sitio para cada una de las parcelas.

En la matriz secundaria se utilizaron las variables ambientales: Altitud (m s. n. m.), precipitación media anual (mm), temperatura máxima y mínima (°C) y evapotranspiración (mm), (MAGA, 2009). Los factores de sitio utilizados: pH, carbono orgánico (%) y profundidad efectiva del suelo (cm), se obtuvieron de la clasificación de reconocimiento de suelos de la República de Guatemala de Simmons et al. (1959).

#### **D. Composición florística**

Se elaboró un listado de las especies arbóreas presente en la ribera del río Acomé y se estimó su valor de importancia.

El valor de importancia fue estimado con la siguiente fórmula:

$$VI = \frac{1}{3}(DR + Rf + CR)$$

En dónde,

*VI* = Valor de importancia

*DR* = Densidad relativa

*Rf* = Frecuencia relativa

*CR* = Cobertura relativa

**Nota:** ver cuadro 12A, cuadro 13A, cuadro 14A y cuadro 15A.

#### **E. Diversidad de especies**

La diversidad de especies arbóreas en cada comunidad establecida, se determinó utilizando el índice de Shannon a través de la siguiente fórmula:

$$H' = \sum Pi \log Pi$$

En dónde,

$Pi = ni/N$

$H'$  = índice de Shannon

$P_i$  = Abundancia relativa

$n_i$  = especies ( $i$ )

$N$  = número total de individuos

Se utilizó el índice de dominancia de Simpson, la fórmula es la siguiente:

$$D_s = 1 - \left( \frac{\sum n_i (n_i - 1)}{N(N-1)} \right)$$

En donde,

$D_s$  = índice de diversidad de Simpson

$n_i$  = especies ( $i$ )

$N$  = número total de individuos

El índice de equidad que se utilizó fue el de Pielou, que mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada, este índice se obtiene utilizando la siguiente formula:

$$J' = H' / H_{max}'$$

En donde,

$J'$  = índice de Pielou o de equidad

$H'$  = índice de Shannon

$H_{max}'$  = máximo valor de  $H'$

Para calcular la similitud entre comunidades vegetales adyacentes se utilizó el coeficiente de similitud de Sørensen, que relaciona el número de especies en común con la media aritmética de las especies en ambos sitios, la fórmula para obtener este índice es:

$$CCs = \frac{2c}{s_1+s_2}$$

En donde,

CCs = coeficiente de similitud de Sørensen

c = número de especies comunes entre dos comunidades

s<sub>1</sub> y s<sub>2</sub> = número de especies en las comunidades 1 y 2

Los procedimientos para calcular los valores de importancia y los índices de diversidad (cuadro 16A) se obtuvieron del libro *Métodos de campo y de laboratorio para la ecología general* (Brower et al., 1984).

## 2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 2.6.1 Clasificación de la vegetación arbórea de la ribera del río Acomé

El objetivo de la clasificación es la obtención de grupos de objetos (muestras, especies) que son internamente homogéneos y distintos de otros. Cuando las especies se clasifican, la homogeneidad se puede interpretar como de comportamiento ecológico similar, y se refleja en la similitud de su distribución (Šmilauer et al., 2003, p. 96). Para obtener los grupos de vegetación homogénea se utilizó un análisis de conglomerados con datos de presencia/ausencia de especies.

El análisis de conglomerados que se realizó para comparar y categorizar las 56 parcelas de muestreo de la ribera del río Acomé (figura 11). En el eje horizontal se encuentran las parcelas agrupadas e identificadas y el eje vertical se indica el grado de similitud proporcional entre las especies que conforman las parcelas.

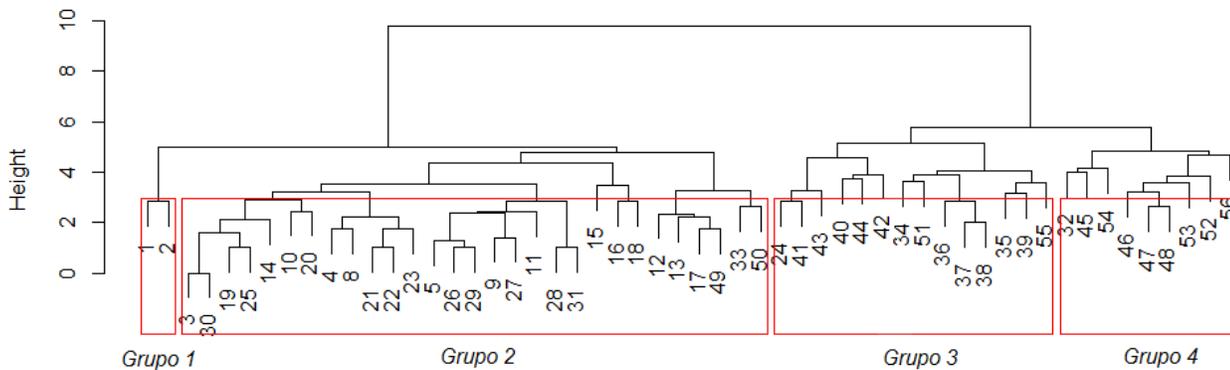


Figura 11. Análisis de conglomerados basado en datos de presencia-ausencia de especies, en 56 parcelas de 0.1 hectáreas en la ribera del río Acomé, con una distancia Euclidiana y el método de Ward.

El análisis de conglomerados permitió distinguir dos grandes grupos de vegetación, los cuales se subdividen en cuatro subgrupos, que corresponden a un gradiente altitudinal (figura 13). El grupo 1 está constituido por 2 parcelas, que corresponden al ecosistema manglar del Pacífico (0 a 15 m); el grupo 2 por 31 parcelas, entre 15 a 50 m; el grupo 3 por 14 parcelas entre 50 a 200 m; y el grupo 4 por 9 parcelas entre 200 a 546 m.

### 2.6.2 Ordenación de la vegetación arbórea de la ribera del río Acomé

La ordenación se obtuvo mediante el análisis de correspondencia canónica (CCA) este agrupa las parcelas con respecto a las especies que contienen e indica cuál de las variables ambientales da un mayor poder discriminante entre las parcelas (Sonco Suri, 2013, p. 106).

En el cuadro 7 se encuentra el valor de las raíces características para los primeros tres ejes de la ordenación.

*Cuadro 7. Resultados del análisis de correspondencia canónica (CCA) en donde se indican los valores de las raíces características, el porcentaje de varianza y la correlación especies-ambiente.*

Ejes	1	2	3	Inercia
Raíces características	0.58	0.42	0.24	7.251
Varianza en las especies				
% de varianza explicada	8	5.9	3.3	
% de varianza acumulada	8	13.9	17.2	
Correlación de Pearson, especies-ambiente*	0.912	0.888	0.905	
Correlación de Kendall, especies-ambiente	0.579	0.649	0.599	

\* *Correlación entre los valores de la muestra para un eje derivado de los datos de las especies y los valores de la muestra que son combinaciones lineales de las variables ambientales. Fijado en 0.000 si el eje no es canónico.*

Las raíces sugieren que hay una buena separación entre las comunidades vegetales, asociada a gradientes ambientales a lo largo de estos ejes de variación (Sánchez-González et al., 2003, pp. 61-63). En el primer eje la raíz característica es de 0.58 de inercia, lo que se manifiesta en el 8% de varianza explicada dejando 92% de varianza no explicada. En el eje 2 la raíz característica es de 0.42 de inercia, lo que corresponde a 5.9% de varianza explicada y a 94.1% sin explicar. El tercer eje tiene una raíz característica de 0.24 de inercia, lo que equivale a 3.3% de varianza explicada y 96.7% sin explicar.

La variabilidad total en los datos de presencia de las especies (Inercia=7.251) se manifiesta en el 17.2% de la varianza acumulada de las especies, explicada por los factores ambientales y de sitio utilizados en el análisis de ordenación; el 82.8% restante corresponde a la varianza de las especies no explicada, originado posiblemente a la influencia de factores

antrópicos en la zona de ribera del río, tales como: presencia de fuegos, extracción de leña, corte de árboles con fines de construcción, introducción de especies, etc.

La correlación de Pearson, es una medida de correlación lineal entre dos variables, dando valores entre +1 y -1. En donde, 1 es correlación total positiva, 0 es no correlación y -1 es correlación total negativa. Los valores de correlación de Pearson especies ambiente para los ejes de ordenación de la vegetación arbórea son de 0.912, 0.888 y 0.905, en donde se explica la altitud, la precipitación y la evapotranspiración respectivamente. Los valores obtenidos revelan una relación positiva alta entre las especies y el ambiente, de tal manera que al cambiar las variables ambientales cambia las especies y su distribución.

El rango de correlación de Kendall es una prueba no paramétrica. Proporciona valores entre -1 y 1, en donde un valor positivo indica una asociación positiva y un valor negativo indica una asociación negativa. Mientras más alta sea la magnitud, más fuerte será la asociación. Los valores de correlación de Kendall para los ejes de ordenación de la vegetación arbórea son de 0.579, 0.649 y 0.599, los que indican que la asociación entre las especies y el ambiente es fuerte.

La figura 12 muestra la distribución de las parcelas (círculo) y las especies arbóreas (cruz) en los primeros dos ejes del análisis de correspondencia canónica.

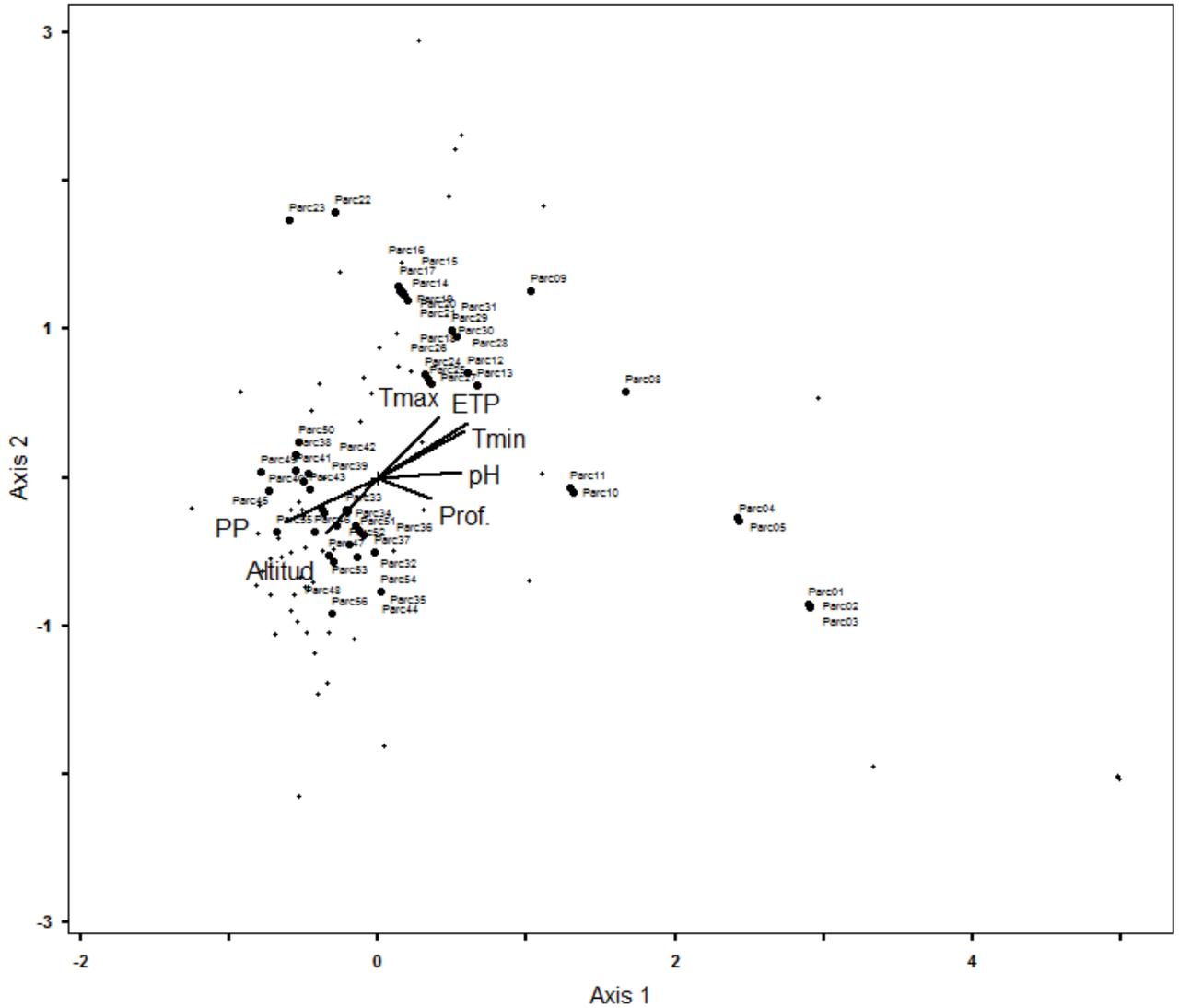


Figura 12. Ordenación de las parcelas, las especies y los factores ambientales para los primeros dos ejes mediante el análisis de correspondencia canónica (CCA).

Los vectores de las variables ambientales determinan que estos ejes están influenciados por la altitud y la precipitación e influyen en la presencia y distribución de las especies.

### **2.6.3 Interpretación de la clasificación y ordenación de la vegetación**

Los resultados obtenidos confirman que los análisis de clasificación y ordenación son complementarios. El análisis de clasificación agrupó las parcelas según la homogeneidad de las especies presentes dentro de ellas, mientras que la ordenación (CCA) determina que los gradientes ambientales que tienen mayor influencia en la distribución espacial de la vegetación arbórea de la ribera del río Acomé corresponden principalmente a la altitud y precipitación.

En la dicotomía del dendrograma de la clasificación de la vegetación se visualizan dos grandes grupos, el grupo 1 incluye a un ecosistema bastante homogéneo y poco diverso, que corresponde al ecosistema mangle, esto probablemente porque se incluyeron como parte de él especies que están en su periferia en un sustrato muy similar al ecosistema adyacente.

En la ribera del río Acomé existen cuatro comunidades arbóreas (ver figura 13): la primera en la parte baja del río que corresponde al ecosistema manglar (0 a 15 m), la segunda en el piso altitudinal de 15 a 50 m, la tercera en el piso altitudinal de 50 a 200 m y la cuarta comunidad vegetal en el piso altitudinal de 200 a 546 m.

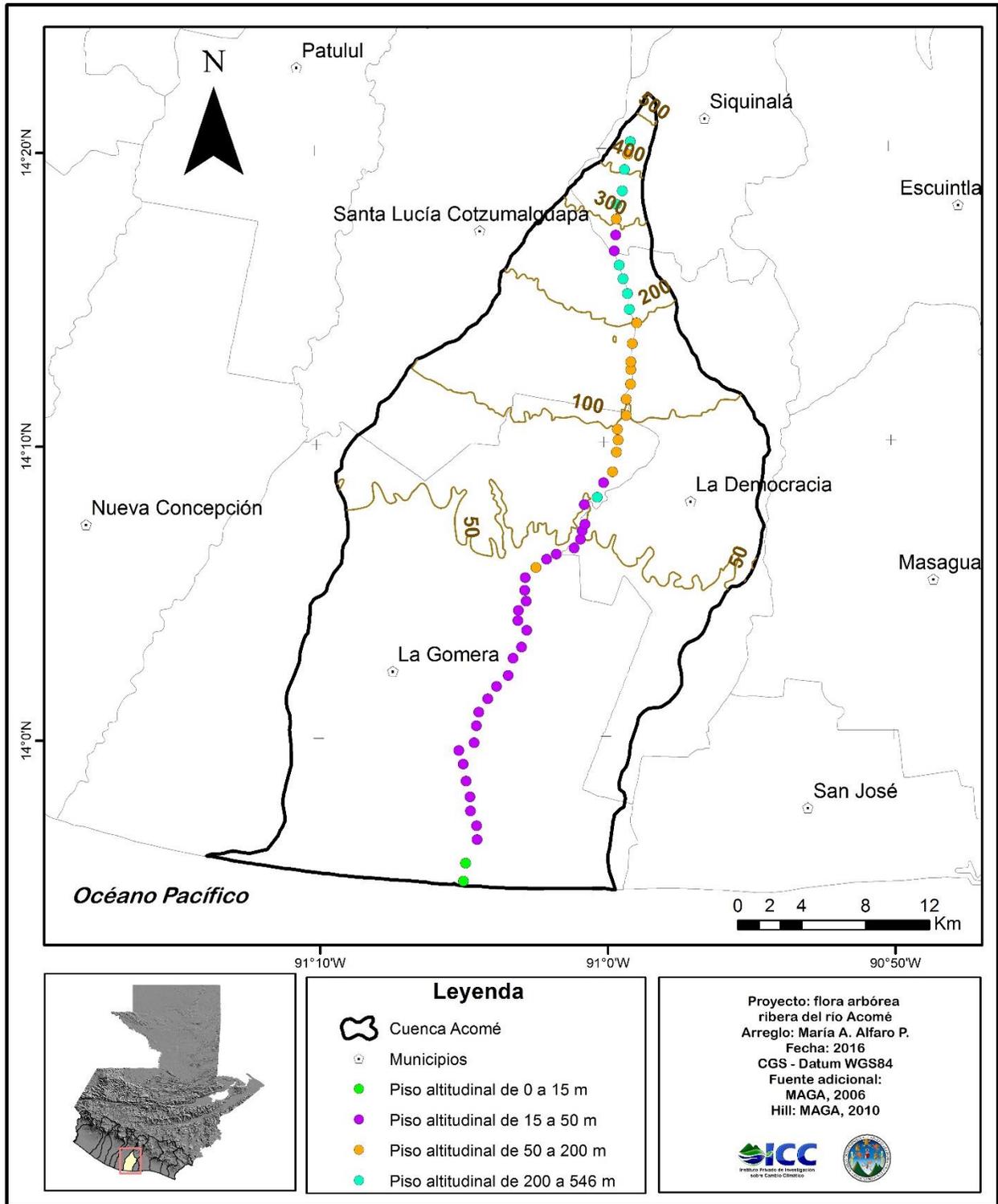


Figura 13. Distribución de las comunidades arbóreas en la ribera del río Acomé.

#### 2.6.4 Composición florística de las comunidades arbóreas del Acomé

Para la ribera del río Acomé se reportan 121 especies arbóreas, distribuidas en 94 géneros y 47 familias (cuadro 10A). De las 121 especies reportadas 69 estuvieron presentes dentro de las parcelas de muestreo, lo que equivale al 57% de las especies. En el Cuadro 8 se reportan las especies arbóreas más importantes.

Cuadro 8. Especies arbóreas dominantes (mayor valor de importancia) en la ribera del río Acomé.

Piso altitudinal (m s. n. m.)	Especie	Familia	Nombre vernáculo	VI (%)
0 - 15	<i>Rhizophora mangle</i> L.	Rhizophoraceae	Mangle rojo	41.64
	<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	Acanthaceae	Mangle negro	22.66
	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Mimosaceae	Guachimol	6.81
	<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F.Gaertn.	Combretaceae	Mangle blanco	5.57
	<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) DC.	Fabaceae	Matabuey	4.56
15 -50	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae	Caulote	17.58
	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Bombacaceae	Ceiba	13.00
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	Mimosaceae	Conacaste	11.95
	<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	Salicaceae	Sauce	10.21
	<i>Ficus insipida</i> Willd.	Moraceae	Amate	7.40
50 - 200	<i>Brosimum costaricanum</i> Liebm.	Moraceae	Ramón	12.01
	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Bombacaceae	Ceiba	9.50
	<i>Acacia polyphylla</i> DC.	Mimosaceae	Alacrán	8.20
	<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.	Cecropiaceae	Guarumo	7.78
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae	Caulote	4.91
200 - 546	<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.	Cecropiaceae	Guarumo	13.49
	<i>Andira inermis</i> (Wright) DC.	Fabaceae	Almendo cimarrón	7.05
	<i>Inga edulis</i> Mart.	Mimosaceae	Cuje	7.00
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae	Caulote	6.92
	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	Araliaceae	Mano de león	5.96

### A. Vegetación del piso altitudinal de 0 a 15 m s. n. m.

En la figura 14 se muestra el valor de importancia (%) de las especies arbóreas de 0 a 15 m s. n. m.

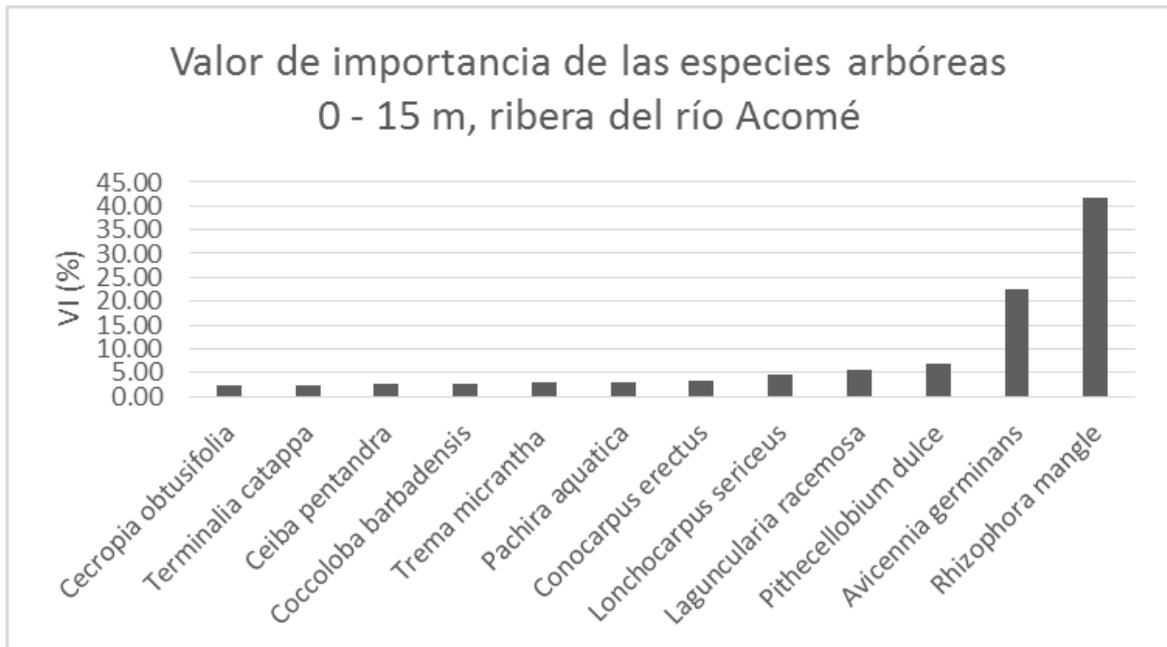


Figura 14. Valor de importancia de las especies arbóreas del piso altitudinal de 0 a 15 m.

En el piso altitudinal de 0 a 15 m s. n. m., ubicado en el ecosistema manglar en litoral del Pacífico. Se establecieron dos parcelas de muestreo (0.1 ha c/u), con la presencia de 128 árboles que corresponden a 12 especies: *Rhizophora mangle* L., *Avicennia germinans* (L.) L., *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth., *Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn., *Lonchocarpus sericeus* (Poir.) DC., *Conocarpus erectus* L., *Pachira aquatica* Aubl., *Trema micrantha* (L.) Blume, *Coccoloba barbadensis* Jacq., *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., *Cecropia obtusifolia* Bertol., y *Terminalia catappa* L.

### B. Vegetación del piso altitudinal de 15 a 50 m s. n. m.

En la figura 15 se muestra el valor de importancia (%) de las especies arbóreas de 15 a 50 m s. n. m.



Figura 15. Valor de importancia de las especies arbóreas en el piso altitudinal de 15 a 50 m.

En este estrato altitudinal se establecieron 29 parcelas de muestreo con la presencia de 279 árboles correspondientes a 32 especies: *Guazuma ulmifolia* Lam., *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., *Salix humboldtiana* Willd., *Ficus insipida* Willd., *Maclura tinctoria* (L.) D.Don ex Steud., *Andira inermis* (Wright) DC., *Inga edulis* Mart., *Ximenia americana* L., *Cecropia obtusifolia* Bertol., *Ficus aurea* Nutt., *Coccoloba escuintlensis* Lundell, *Acacia polyphylla* DC., *Trema micrantha* (L.) Blume, *Albizia saman* (Jacq.) Merr., *Tabernaemontana donnell-smithii* Rose ex J.D.Sm., *Senna reticulata* (Willd.) H.S.Irwin & Barneby, *Castilla elastica* Cerv., *Dalbergia cuscatlanica* (Standl.) Standl., *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, *Ficus pertusa* L.f., *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Ocotea sinuata* (Mez) Rohwer, *Ficus maxima* Mill., *Crescentia cujete* L., *Inga sapindoides* Willd., *Inga laurina* (Sw.) Willd., *Turpinia occidentalis* (Sw.) G.Don, *Brosimum costaricanum* Liebm., *Zanthoxylum riedelianum* subsp. *kellermanii* (P.Wilson) Reynel ex C.Nelson, y *Sterculia apetala* (Jacq.) H.Karst.

### C. Vegetación del piso altitudinal de 50 a 200 m s. n. m.

En la figura 16 se muestra el valor de importancia (%) de las especies arbóreas de 50 a 200 m s. n. m.

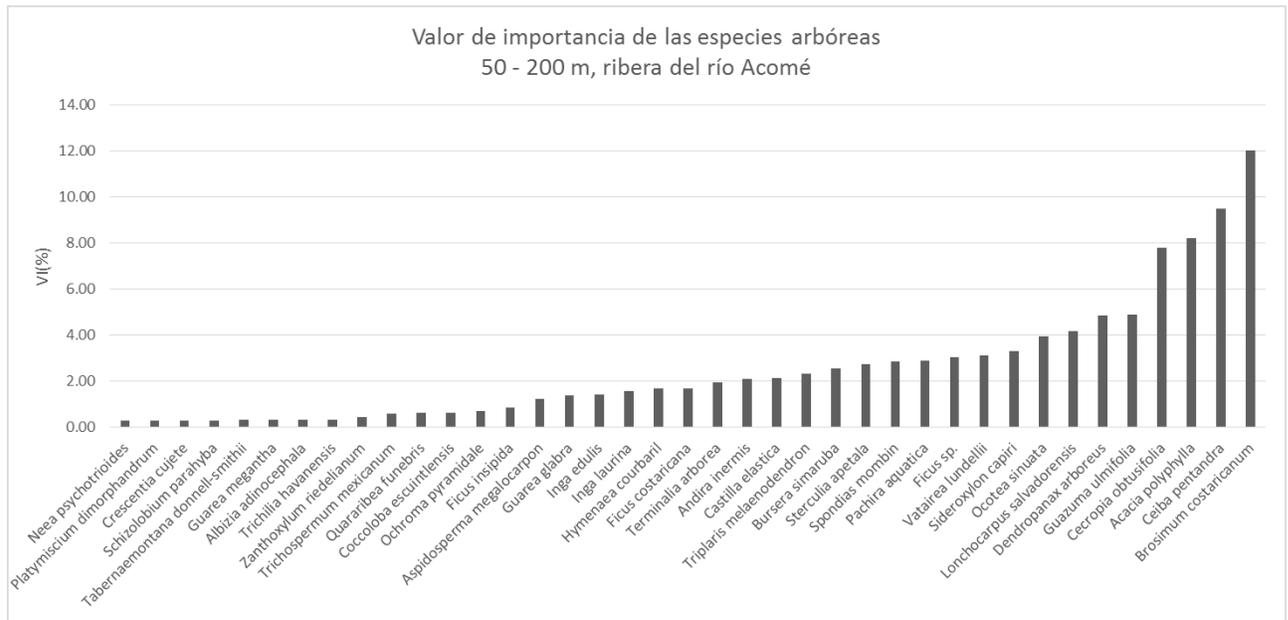


Figura 16. Valor de importancia de las especies arbóreas del piso altitudinal de 50 a 200 m.

En este estrato altitudinal se establecieron 14 parcelas de muestreo con un total de 341 árboles que corresponden a 39 especies siendo estas: *Brosimum costaricanum* Liebm., *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., *Acacia polyphylla* DC., *Cecropia obtusifolia* Bertol., *Guazuma ulmifolia* Lam., *Dendropanax arboreus* (L.) Decne. & Planch., *Lonchocarpus salvadorensis* Pittier, *Ocotea sinuata* (Mez) Rohwer, *Sideroxylon capiri* subsp. tempisque (Pittier) T.D.Penn., *Vatairea lundellii* (Standl.) Record, *Ficus* sp., *Pachira aquatica* Aubl., *Spondias mombin* L., *Sterculia apetala* (Jacq.) H.Karst., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Triplaris melaenodendron* (Bertol.) Standl. & Steyerem., *Castilla elastica* Cerv., *Andira inermis* (Wright) DC., *Terminalia arborea* Koord., *Ficus costaricana* (Liebm.) Miq., *Hymenaea courbaril* L., *Inga laurina* (Sw.) Willd., *Inga edulis* Mart., *Guarea glabra* Vahl, *Aspidosperma megalocarpon* Müll.Arg., *Ficus insipida* Willd., *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb., *Coccoloba escuintlensis* Lundell, *Quararibea funebris* (La Llave) Vischer, *Trichospermum mexicanum* (DC.) Baill., *Zanthoxylum riedelianum* subsp. kellermanii (P.Wilson) Reynel ex

C.Nelson, *Albizia adinocephala* (Donn.Sm.) Record, *Trichilia havanensis* Jacq., *Guarea megantha* A.Juss., *Tabernaemontana donnell-smithii* Rose ex J.D.Sm., *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F.Blake, *Crescentia cujete* L., *Neea psychotrioides* Donn.Sm., *Platymiscium dimorphandrum* Donn.Sm.

#### D. Vegetación del piso altitudinal de 200 a 546 m s. n. m.

En la figura 17 se muestra el valor de importancia (%) de las especies arbóreas de 200 a 546 m s. n. m.



Figura 17. Valor de importancia de las especies arbóreas del piso altitudinal de 200 a 546 m.

En este estrato altitudinal se establecieron 9 parcelas de muestreo con la presencia de 251 árboles que corresponden a 42 especies: *Cecropia obtusifolia* Bertol., *Andira inermis* (Wright) DC., *Inga edulis* Mart., *Guazuma ulmiifolia* Lam., *Dendropanax arboreus* (L.) Decne. & Planch., *Acacia polyphylla* DC., *Ficus* sp., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Ficus aurea* Nutt., *Ocotea sinuata* (Mez) Rohwer, *Brosimum costaricanum* Liebm., *Trichospermum mexicanum* (DC.) Baill., *Lonchocarpus salvadorensis* Pittier, *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., *Pachira aquatica* Aubl., *Trichilia martiana* C.DC., *Inga laurina* (Sw.) Willd., *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, *Calophyllum brasiliense* var. *rekoii* (Standl.) Standl., *Erythrina mexicana*

Krukoff, *Guarea glabra* Vahl, *Tabernaemontana donnell-smithii* Rose ex J.D.Sm., *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F.Blake, *Sideroxylon capiri* subsp. tempisque (Pittier) T.D.Penn., *Spondias mombin* L., *Zanthoxylum riedelianum* subsp. kellermanii (P.Wilson) Reynel ex C.Nelson, *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., *Castilla elastica* Cerv., *Triplaris melaenodendron* (Bertol.) Standl. & Steyerm., *Hymenaea courbaril* L., *Albizia adinocephala* (Donn.Sm.) Record, *Ficus maxima* Mill., *Acacia hindsii* Benth., *Turpinia occidentalis* (Sw.) G.Don, *Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill., *Citharexylum affine* D.Don, *Vatairea lundellii* (Standl.) Record, *Inga sapindoides* Willd., *Trichilia havanensis* Jacq., *Casearia arguta* Kunth, *Senna reticulata* (Willd.) H.S.Irwin & Barneby, y *Miconia laevigata* (L.) D. Don.

### **2.6.5 Diversidad de especies arbóreas**

#### **A. Diversidad alfa**

##### **a. Riqueza de especies arbóreas**

La forma más sencilla de estimar la diversidad alfa de una comunidad vegetal es mediante la riqueza de especies que la componen (Ferriol Molina et al., 2012). Según Lomolino (2001, p. 6) la riqueza de las especies varía directamente con la intensidad de muestreo. En este estudio se establecieron 56 parcelas de muestreo de 0.1 ha, con un total de 69 especies presentes, lo que corresponde al 57% del total de especies reportadas en el reconocimiento general de la flora arbórea a lo largo de la ribera del río Acomé.

La figura 18 muestra la relación entre el número de especies (riqueza) de las parcelas de muestreo con respecto a la altitud (m s. n. m.).

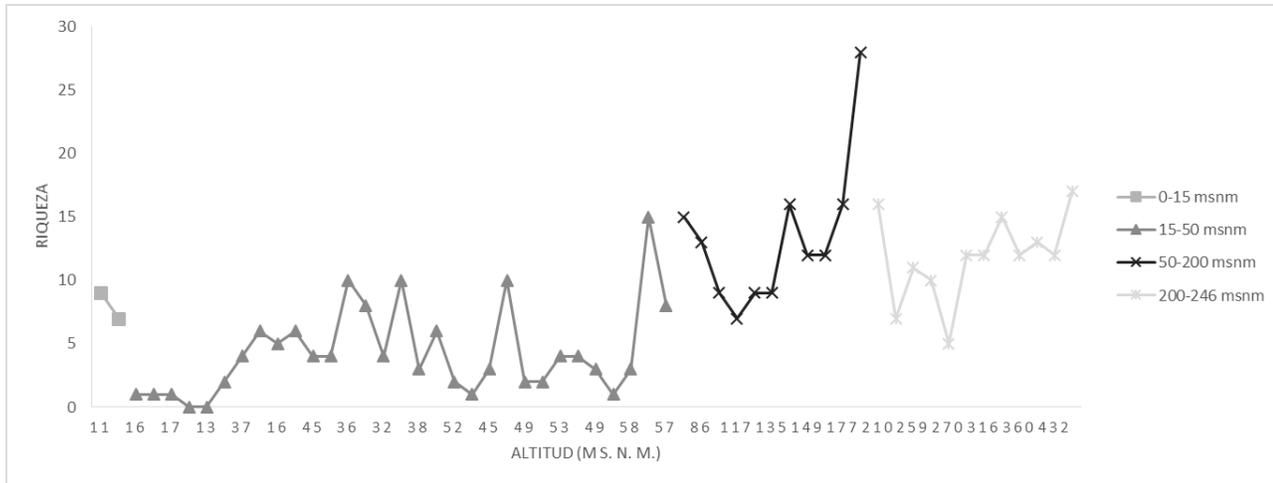


Figura 18. Relación entre la riqueza de especies y la altitud (m s. n. m.) en la ribera del río Acomé.

El grupo que se encuentra en el ecosistema manglar está integrado por 12 especies, de 15 a 50 m por 32 especies; de 50 a 200 m por 39 especies, y de 200 a 546 m por 42 especies. En este caso, la riqueza de especies es mayor en la parte alta de la ribera del río Acomé.

## b. Índices de diversidad alfa

En el cuadro 9 se muestra los valores de los índices de Shannon, Simpson y Pielou (J') de la vegetación arbórea para cada una de los estratos altitudinales identificados en la ribera del río Acomé.

El índice de Shannon expresa la uniformidad de la abundancia (Moreno, 2001, p. 43). El índice de Simpson considera la representatividad de las especies con mayor valor de importancia, los valores más próximos a 1 indican el predominio de alguna o algunas especies sobre otras (Cámara Artigas et al., 2013, p. 80). El índice de Pielou mide la proporción de la diversidad observada en relación a la máxima diversidad esperada (Moreno, 2001, p. 44), su valor oscila entre 0 a 1, de forma que 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes.

Cuadro 9. Valores de los índices de diversidad Shannon, Simpson, Pielou-J'.

Piso altitudinal m s. n. m.	Índice de diversidad $\alpha$	Valor	Interpretación
0 a 15	Shannon	0.61	Bosque con diversidad media; dominancia y equidad relativamente alta; dominado por <i>Rhizophora mangle</i> .
	Simpson	0.61	
	J'	0.57	
15 a 50	Shannon	1.18	Bosque con diversidad alta; dominancia y equidad alta, dominado por <i>Guazuma ulmifolia</i> .
	Simpson	0.89	
	J'	0.78	
50 a 200	Shannon	1.35	Bosque con alta diversidad; dominancia y equidad alta, dominado por <i>Brosimum costaricanum</i> .
	Simpson	0.94	
	J'	0.85	
200 a 546	Shannon	1.30	Bosque con alta diversidad; dominancia y equidad alta, dominado por <i>Cecropia obtusifolia</i> .
	Simpson	0.91	
	J'	0.80	

El piso altitudinal de 0 a 15 m se caracteriza por tener dominancia y equidad de especies alta; la especie dominante es el mangle rojo (*Rhizophora mangle* L.). Los árboles de *Rhizophora* se limitan a agua salada o salobre, en pantanos que generalmente se inundan durante la marea alta. Las raíces del mangle están adaptadas a un hábitat acuático por sus zancos que se elevan por encima del suelo (Standley et al., 1946, pp. 267-268 Parte VII, Vol. II).

El piso altitudinal de 15 a 50 m, se caracteriza por ser diverso; tiene alta dominancia y equidad, y está dominada por el caulote (*Guazuma ulmifolia* Lam.), especie característica

de bosques secundarios; las semillas son duras y están dispersas, sin duda por los pájaros y mamíferos (Standley et al., 1946, p. 411 Parte VI).

El piso altitudinal de 50 a 200 m, tiene diversidad, dominancia y equidad alta. La especie dominante, *Brosimum costaricanum* Liebm., conocida como ujushte o ramón se encuentra según (Standley et al., 1946) en bosques mixtos, ascendiendo en Guatemala desde el nivel del mar hasta 2,200 metros (p.14, Parte IV).

El piso altitudinal de 200 a 546 m, se caracteriza por la presencia de bosques de ribera con diversidad, dominancia y equidad alta. La especie dominante, *Cecropia obtusifolia* Bertol., se encuentra presente en toda la planicie del Pacífico de Guatemala (Standley et al., 1946, p. 22 Parte IV).

### **B. Diversidad beta**

La diversidad beta es la tasa de cambio en especies de dos comunidades vegetales adyacentes. Refleja por lo tanto la diferencia de composición de las dos comunidades y la heterogeneidad del paisaje (Ferriol Molina et al., 2012). En la figura 19 se encuentra el perfil de la vegetación arbórea de la ribera del río Acomé, en el diagrama se muestran los valores de la diversidad beta de las comunidades arbóreas de la zona.

Los valores de diversidad beta se obtuvieron utilizando el índice de similitud de Sørensen. Entre la comunidad arbórea que se encuentra de 0 a 15 m y la comunidad adyacente (15 a 50 m) no existen muchas especies en común ( $CC_s = 0.1$ ), mientras que entre las comunidades siguientes hay más del 50% de especies comunes entre cada comunidad ( $CC_s$  0.5 y 0.6, respectivamente).



*Figura 19. Perfil de la vegetación arbórea en la ribera del río Acomé. Con el valor de la diversidad beta entre cada una de las comunidades vegetales.*

## 2.7 CONCLUSIONES

1. En la ribera del río Acomé se reportan 121 especies arbóreas, distribuidas en 94 géneros y 47 familias.
2. Según los análisis de clasificación y ordenación existen cuatro comunidades arbóreas en la ribera del río Acomé que corresponden a los pisos altitudinales de 0 a 15, 15 a 50, 50 a 200 y 200 a 546 m s. n. m.
3. Las comunidades arbóreas de 0 a 15, 15 a 50, 50 a 200 y 200 a 546 m tienen dominancia y equidad de especies alta y están dominados por: *Rhizophora mangle* L., *Guazuma ulmifolia* Lam., *Brosimum costaricanum* Liebm. y *Cecropia obtusifolia* Bertol. respectivamente.
4. Las comunidades arbóreas de 0 a 15, 15 a 50, 50 a 200 y 200 a 546 m están integradas por 12, 32, 39 y 42 especies respectivamente.

## 2.8 RECOMENDACIONES

1. La caracterización de las comunidades arbóreas puede ser una base para la realización de futuros proyectos de restauración ecológica, reintroducción de especies nativas, prevención de la degradación del hábitat, entre otras.
2. Para enriquecer la caracterización de la vegetación de la ribera del río Acomé es necesario incluir otros estratos tales como: arbustos, hierbas, lianas, plantas epífitas y plantas acuáticas.
3. Estudiar la fenología de las especies de cada una de las comunidades de la ribera del río Acomé y su relación en la dinámica de corredores biológicos.

## 2.9 BIBLIOGRAFÍA

- Arizpe, D., Mendes, A., y Rabaça, J. E. (2009). *Sustainable riparian zones a management guide*. Valencia: Generalitat Valenciana.
- Boyle, B. L. (1996). *Changes on altitudinal and latitudinal gradients in neotropical montane forests*. Disponible en <http://worldcat.org/z-wcorg/database>.
- Brower, J. E., y Zar, J. H. (1984). *Field & laboratory methods for general ecology*. Dubuque, Iowa: W.C. Brown Publishers.
- Cámara Artigas, R., y Díaz del Olmo, F. (2013). Muestreo en transecto de formaciones vegetales de fanerófitos y caméfitos (I): fundamentos metodológicos. *Estudios Geográficos*, 74(274), 67-88.
- Collins, S. L., Glenn, S. M., y Roberts, D. W. (1993). The hierarchical continuum concept. *Journal of Vegetation Science*, 4(2), 149-156.
- Cruz S., J. D. L. (1982). *Clasificación de zonas de vida de Guatemala*. Guatemala: Instituto Nacional Forestal
- Ferriol Molina, M., Farinós, M., y Basilio, H. (2012). *Los componentes alfa, beta y gamma de la biodiversidad. aplicación al estudio de comunidades vegetales*. España: Universidad Politécnica de Valencia, Ecosistemas Agroforestales (U.D. Botánica).
- Flora Mesoamericana. (1995). London: British Museum. Natural History.
- Gauch, H. G. (1981). *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge [Cambridgeshire]; New York: Cambridge University Press.
- Gregory, S. V., Swanson, F. J., McKee, W. A., y Cummins, K. W. (1991). An ecosystem perspective of riparian zones. *BioScience*, 41(8), 540-551.
- IGN. (1984). Mapa geológico de la república de Guatemala. *Instituto Geográfico Nacional*, Hoja cartográfica Guatemala.
- Kent, M. (2012). *Vegetation description and data analysis : a practical approach*. Chichester, US: Wiley-Blackwell.
- Lomolino, M. (2001). Elevation gradients of species density: historical and prospective views. *Global Ecology and Biogeography*, 10(1), 3-13.
- Maechler, M., Rousseeuw, P., Struyf, A., Hubert, M., y Hornik, K. (2015). Cluster: cluster analysis basics and extensions. R Package version 2.0. 1.

- MAGA. (2009). Capa digital a escala 1:50,000 de la república de Guatemala *Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación*
- Matteucci, S., y Colma, A. (1982). *Metodología para el estudio de la vegetación*. Washington, D.C.: OEA. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico.
- McCune, B., y Grace, J. B. (2002). *Analysis of ecological communities*. Glenden Beach, Oregon, US: MjM Software Design.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza, España: M&T Manuales & Tesis SEA.
- Sakulich, J. B. (2011). *A dendrochronological approach for analyzing the geographic range structure of tree species*. PhD Dissertation, University of Tennessee, Knoxville, Tennessee, US.
- Salguero B., M. R. (2002). *Estudio hidrogeológico con fines de riego, de la cuenca del río Acomé, Escuintla, Guatemala*. Tesis M Sc, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Retrieved from <http://www.repositorio.usac.edu.gt/924/1/TPF-00001.pdf>
- Sánchez-González, A., y López-Mata, L. (2003). *Clasificación y ordenación de la vegetación del norte de la Sierra Nevada, a lo largo de un gradiente altitudinal*. Paper presented at the Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica.
- Simmons, C. S., Pinto, J. H., y Tarano, J. M. (1959). *Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala* (P. T. Sulsona, Trans.). Guatemala: José de Pineda Ibarra.
- Šmilauer, P., y Lepš, J. (2003). *Multivariate analysis of ecological data using CANOCO* Czech Republic: Cambridge University Press.
- Sonco Suri, R. (2013). Estudio de la diversidad alfa (a) y beta (B) en tres localidades del bosque montano en la región de Madidi, La Paz-Bolivia. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía.
- Standley, PC; Steyermark, JA; Swallen, JR; Williams, LO; McVaugh, R; Gentry, JL Jr; Nash, D; Williams, TP. 1946-1977. Flora of Guatemala. Chicago, US, Field Museum of Natural History, Fieldiana Botany, v. 24, 13 pts.
- Stevens, W. D., Ulloa Ulloa, C., Pool, A., Montiel, O. M., Arbaláez, A. L., Cutaia, D. M., y Hollowell, V. C. (2001). *Flora de Nicaragua*. St. Louis, MO: Missouri Botanical Garden Press.
- Ter Braak, C. J. (1986). Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67(5), 1167-1179.

The Plant List (2013). Version 1.1. Publicado en Internet; <http://www.theplantlist.org/> (Año de acceso 2015).

Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. Publicado en Internet; <http://www.tropicos.org> (Año de acceso 2015).

Whittaker, R. H. (1972). Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 213-251.

## 2.10 ANEXOS

Cuadro 10A. Lista actualizada de los principales árboles de la cuenca hidrográfica Acomé.

Especie	Sinónimo	Familia	Nombre vernáculo	Uso
<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd.	<i>Acacia spadicigera</i> Schldl. & Cham.	Mimosaceae	Ixcanal blanco	Madera secundaria
<i>Acacia hindsii</i> Benth.		Mimosaceae	Ixcanal negro	Madera secundaria
<i>Acacia polyphylla</i> DC.		Mimosaceae	Alacrán	Madera secundaria
<i>Albizia adinocephala</i> (Donn.Sm.) Record		Mimosaceae	Conacaste blanco	Madera secundaria
<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.	<i>Pithecellobium saman</i> (Jacq.) Benth.	Mimosaceae	Cenicero	Madera secundaria
<i>Andira inermis</i> (Wright) DC.		Fabaceae	Almendro cimarrón	Madera secundaria
<i>Annona purpurea</i> Moc. & Sessé ex Dunal		Annonaceae	Chincuya	Comestible
<i>Aspidosperma megalocarpon</i> Müll.Arg.		Apocynaceae	Chichique	Madera secundaria
<i>Astrocasia austinii</i> (Standl.) G.L.Webster	<i>Phyllanthus austinii</i> Standl.	Euphorbiaceae	Pimiento	Madera secundaria
<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.		Verbenaceae	Mangle negro	Construcción de ranchos
<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B.Ståhl & Källersjö	<i>Jacquinia aurantiaca</i> W.T.Aiton	Theophrastaceae	Naranjillo	
<i>Brosimum costaricanum</i> Liebm.		Moraceae	Ujushte/Ramón	Comestible
<i>Bunchosia guatemalensis</i> Nied.		Malpighiaceae		

<b>Especie</b>	<b>Sinónimo</b>	<b>Familia</b>	<b>Nombre vernáculo</b>	<b>Uso</b>
<i>Bunchosia odorata</i> (Jacq.) Juss.	<i>Bunchosia pilosa</i> Kunth	Malpighiaceae		
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.		Burseraceae	Palo de jiote	Madera secundaria
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth		Malpighiaceae	Nance	Madera secundaria
<i>Calliandra magdalena</i> var. colombiana (Britton & Killip) Barneby	<i>Calliandra tonduzii</i> Standl.	Mimosaceae	Chalí	Madera secundaria
<i>Calophyllum brasiliense</i> var. rekoii (Standl.) Standl.		Sapotaceae	Palo mario	Madera semi-preciosa
<i>Casearia arguta</i> Kunth	<i>Casearia arguta</i> HBK.	Flacourtiaceae	Raspa lengua	Madera secundaria
<i>Castilla elastica</i> Cerv.		Moraceae	Palo de hule	Madera secundaria
<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.		Cecropiaceae	Guarumo	Madera secundaria
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.		Ulmaceae		Madera secundaria
<i>Cestrum racemosum</i> Ruiz & Pav.		Solanaceae	Huele de noche	Ornamental
<i>Chrysobalanus icaco</i> L.		Rosaceae	Icaco	Comestible
<i>Citharexylum affine</i> D.Don	<i>Citharexylum pterocladum</i> Donn.Sm.	Verbenaceae	Cola de iguana	Madera secundaria
<i>Clethra mexicana</i> DC.		Clethraceae	Zapotillo	Madera secundaria
<i>Clusia guatemalensis</i> Hemsl.		Clusiaceae		Madera secundaria

<b>Especie</b>	<b>Sinónimo</b>	<b>Familia</b>	<b>Nombre vernáculo</b>	<b>Uso</b>
<i>Coccoloba barbadensis</i> Jacq.	<i>Coccoloba schiedeana</i> Lindau	Polygonaceae	Papaturr	Madera secundaria
<i>Coccoloba escuintlensis</i> Lundell		Polygonaceae	Papaturro	Madera secundaria
<i>Colubrina arborescens</i> (Mill.) Sarg.	<i>Colubrina ferruginosa</i> Brongn.	Rhamnaceae	Coshte	Madera secundaria
<i>Conocarpus erectus</i> L.		Combretaceae	Botoncillo	Madera secundaria
<i>Conostegia xalapensis</i> (Bonpl.) D. Don ex DC.		Melastomataceae		Madera secundaria
<i>Cordia alba</i> (Jacq.) Roem. & Schult.	<i>Cordia dentata</i> Poir.	Boraginaceae	Tigüilote/Upay	Comestible
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken		Boraginaceae	Laurel	Madera semi-preciosa
<i>Crescentia cujete</i> L.		Bignoniaceae	Morro	Madera secundaria
<i>Cynometra retusa</i> Britton & Rose		Caesalpiniaceae		Madera secundaria
<i>Dalbergia cuscatlanica</i> (Standl.) Standl.	<i>Dalbergia pacifica</i> Standl. & Steyerm.	Fabaceae	Granadillo	Madera preciosa
<i>Delonix regia</i> (Hook.) Raf.		Caesalpiniaceae	Flambollano	Madera secundaria
<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.		Araliaceae	Mano de león	Madera secundaria
<i>Dichapetalum donnell-smithii</i> Engl.		Dichapetalaceae		
<i>Diospyros nigra</i> (J.F.Gmel.) Perrier	<i>Diospyros digyna</i> Jacq.	Ebenaceae		Madera secundaria

<b>Especie</b>	<b>Sinónimo</b>	<b>Familia</b>	<b>Nombre vernáculo</b>	<b>Uso</b>
<i>Diphysa americana</i> (Mill.) M.Sousa	<i>Diphysa robinioides</i> Benth. & Oerst.	Fabaceae	Guachipilín	Madera secundaria
<i>Diphysa americana</i> (Mill.) M.Sousa	<i>Diphysa robinioides</i> Benth. & Oerst.	Fabaceae	Guachipilin	Madera secundaria
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.		Mimosaceae	Conacaste	Madera semi-preciosa
<i>Erythrina mexicana</i> Krukoff		Fabaceae	Palo de pito	Madera secundaria
<i>Ficus aurea</i> Nutt.	<i>Ficus jimenezii</i> Standl.	Moraceae	Amate	Madera secundaria
<i>Ficus benamina</i> L.		Moraceae	Amate	Madera secundaria
<i>Ficus costaricana</i> (Liebm.) Miq.		Moraceae	Amate	Madera secundaria
<i>Ficus goldmanii</i> Standl.		Moraceae	Amate	Madera secundaria
<i>Ficus hemsleyana</i> King		Moraceae	Amate	Madera secundaria
<i>Ficus insipida</i> Willd.	<i>Ficus glabrata</i> Kunth	Moraceae	Amate	Madera secundaria
<i>Ficus maxima</i> Mill.	<i>Ficus glaucescens</i> (Liebm.) Miq.	Moraceae	Amate	Madera secundaria
<i>Ficus obtusifolia</i> Kunth		Moraceae	Amate	Madera secundaria
<i>Ficus pertusa</i> L.f.	<i>Ficus padifolia</i> Kunth	Moraceae	Amate	Madera secundaria
<i>Ficus</i> sp.		Moraceae	Amate	Madera secundaria

<b>Especie</b>	<b>Sinónimo</b>	<b>Familia</b>	<b>Nombre vernáculo</b>	<b>Uso</b>
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp.		Fabaceae	Madrecacao	Madera secundaria
<i>Gmelina arborea</i> Roxb.	No se reporta en Flora de Guatemala.	Lamiaceae	Melina	Madera secundaria
<i>Guarea glabra</i> Vahl	<i>Guarea excelsa</i> Kunth	Meliaceae	Anicillo	Madera secundaria
<i>Guarea megantha</i> A.Juss.	<i>Guarea trompillo</i> C.DC.	Meliaceae	Trompillo	Madera secundaria
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.		Sterculiaceae	Caulote	Madera secundaria
<i>Hamelia patens</i> Jacq.		Rubiaceae	Chichipín	
<i>Hampea rovirosae</i> Standl.		Bombacaceae		Madera secundaria
<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> Rose		Tiliaceae		Madera secundaria
<i>Hymenaea courbaril</i> L.		Caesalpiniaceae	Guapinol	Madera secundaria
<i>Inga edulis</i> Mart.		Mimosaceae	Cuje	Madera secundaria
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.		Mimosaceae	Caspirol	Madera secundaria
<i>Inga paterno</i> Harms		Mimosaceae	Paterna	Comestible
<i>Inga sapindoides</i> Willd.	<i>Inga rodrigueziana</i> Pittier	Mimosaceae	Cushin	Madera secundaria
<i>Lagerstroemia indica</i> L.		Lythraceae		

<b>Especie</b>	<b>Sinónimo</b>	<b>Familia</b>	<b>Nombre vernáculo</b>	<b>Uso</b>
<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F.Gaertn.		Combretaceae	Mangle blanco	Madera secundaria
<i>Lonchocarpus macrocarpus</i> Benth.		Fabaceae	Quebracho	Madera secundaria
<i>Lonchocarpus salvadorensis</i> Pittier		Fabaceae	Chaperno	Madera secundaria
<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) DC.	No se reporta en Flora de Guatemala.	Fabaceae	Matabuey	Energético
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	<i>Chlorophora tinctoria</i> (L.) Gaudich.	Moraceae	Mora	Madera secundaria
<i>Miconia laevigata</i> (L.) D. Don		Melastomataceae	Cacho de venado	Madera secundaria
<i>Muntingia calabura</i> L.		Tiliaceae		Madera secundaria
<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.		Lauraceae		Madera secundaria
<i>Neea psychotrioides</i> Donn.Sm.		Nyctaginaceae	Siete camisas	
<i>Ocotea sinuata</i> (Mez) Rohwer	<i>Nectandra sinuata</i> Mez	Lauraceae	Canoj	Madera secundaria
<i>Pachira aquatica</i> Aubl.		Bombacaceae	Pumpujush	Madera secundaria
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	<i>Pithecollobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Mimosaceae	Guachimol	Madera secundaria
<i>Platymiscium dimorphandrum</i> Donn.Sm.		Fabaceae	Hormigo	Madera secundaria
<i>Poeppigia procera</i> C.Presl		Caesalpiaceae	Tepemisque	Madera secundaria

<b>Especie</b>	<b>Sinónimo</b>	<b>Familia</b>	<b>Nombre vernáculo</b>	<b>Uso</b>
<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E.Moore & Stearn		Sapotaceae	Zapote	Madera secundaria
<i>Psychotria limonensis</i> K.Krause		Rubiaceae		
<i>Quararibea funebris</i> (La Llave) Vischer		Bombacaceae	Molinillo	Madera secundaria
<i>Rhizophora mangle</i> L.		Rhizophoraceae	Mangle Rojo	Madera secundaria
<i>Rollinia mucosa</i> (Jacq.) Baill.	<i>Rollinia jimenezii</i> Saff.	Annonaceae	Anona	Madera secundaria
<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	<i>Salix chilensis</i> Molina	Salicaceae	Sauce	Madera secundaria
<i>Sapindus saponaria</i> L.		Sapindaceae	Jaboncillo	Madera secundaria
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F.Blake	<i>Schizolobium parahybum</i> (Vell.) S.F.Blake	Caesalpiniaceae	Plumillo	Madera secundaria
<i>Senna reticulata</i> (Willd.) H.S.Irwin & Barneby	<i>Cassia reticulata</i> Willd.	Caesalpiniaceae	Varajito	Madera secundaria
<i>Senna reticulata</i> (Willd.) H.S.Irwin & Barneby	<i>Cassia reticulata</i> Willd.	Caesalpiniaceae	Aripín	
<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S.Irwin & Barneby	<i>Cassia spectabilis</i> DC.	Caesalpiniaceae		Madera secundaria
<i>Sideroxylon capiri</i> subsp. tempisque (Pittier) T.D.Penn.	<i>Mastichodendron capiri</i> var. tempisque (Pittier) Cronquist	Sapotaceae	Tempisque	Madera secundaria
<i>Sideroxylon celastrinum</i> (Kunth) T.D.Penn.	<i>Bumelia celastrina</i> Kunth	Sapotaceae		Madera secundaria
<i>Sideroxylon capiri</i> (A.DC.) Pittier	<i>Mastichodendron capiri</i> (A.DC.) Cronquist	Sapotaceae	Tempisque	Madera secundaria

<b>Especie</b>	<b>Sinónimo</b>	<b>Familia</b>	<b>Nombre vernáculo</b>	<b>Uso</b>
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	<i>Simarouba glauca</i> DC.	Simaroubaceae	Aceituno	Madera secundaria
<i>Simira salvadorensis</i> (Standl.) Steyerm.	<i>Sickingia salvadorensis</i> (Standl.) Standl.	Rubiaceae	Puntero	Madera secundaria
<i>Solanum diphyllum</i> L.		Solanaceae		
<i>Spathodea campanulata</i> P.Beauv.		Bignoniaceae	Llama del bosque	Madera secundaria
<i>Spondias mombin</i> L.		Anacardiaceae	Jobo	Madera secundaria
<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H.Karst.		Sterculiaceae	Castaño	Madera secundaria
<i>Swietenia macrophylla</i> King		Meliaceae	Caoba	Madera preciosa
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.		Bignoniaceae	Matilisguate	Madera semi-preciosa
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.		Bignoniaceae	Matilisguate	Madera semi-preciosa
<i>Tabernaemontana donnell-smithii</i> Rose ex J.D.Sm.	<i>Stemmadenia donnell-smithii</i> (Rose ex J.D.Sm.) Woodson	Apocynaceae	Cojón	Madera secundaria
<i>Terminalia arborea</i> Koord.		Combretaceae	Volador	
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume		Ulmaceae	Capulín	Madera secundaria
<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	<i>Trichilia oerstediana</i> C.DC.	Meliaceae		
<i>Trichilia martiana</i> C.DC.	<i>Trichilia cuneata</i> Radlk.	Meliaceae	Chile amate	

Especie	Sinónimo	Familia	Nombre vernáculo	Uso
<i>Trichospermum mexicanum</i> (DC.) Baill.	<i>Belotia mexicana</i> (DC.) K.Schum.	Malvaceae	Cajete	Madera secundaria
<i>Triplaris melaenodendron</i> (Bertol.) Standl. & Steyerm.		Polygonaceae	Mulato	Madera secundaria
<i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb.		Moraceae		Madera secundaria
<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G.Don	<i>Turpinia paniculata</i> Vent.	Staphyleaceae		
<i>Vatairea lundellii</i> (Standl.) Record		Fabaceae	Palo negro	Madera secundaria
<i>Ximenia americana</i> L.		Olacaceae		Madera secundaria
<i>Zanthoxylum riedelianum</i> subsp. <i>kellermanii</i> (P.Wilson) Reynel ex C.Nelson	<i>Zanthoxylum kellermanii</i> P.Wilson	Rutaceae	Lagarto	Madera secundaria

Cuadro 11A. Código R utilizado para la clasificación de la vegetación.

- > llibrary(cluster)
- > veg<-read.csv(file.choose(),header=TRUE,row.names=1)
- > veg.cluster<-agnes(veg,metric='euclidean',method='ward')
- > plot(veg.cluster,main='Dendrograma de Parcelas en la Cuenca Acomé')
- > groups<-cutree(veg.cluster,k=4)
- > rect.hclust(veg.cluster,k=4,border='red')

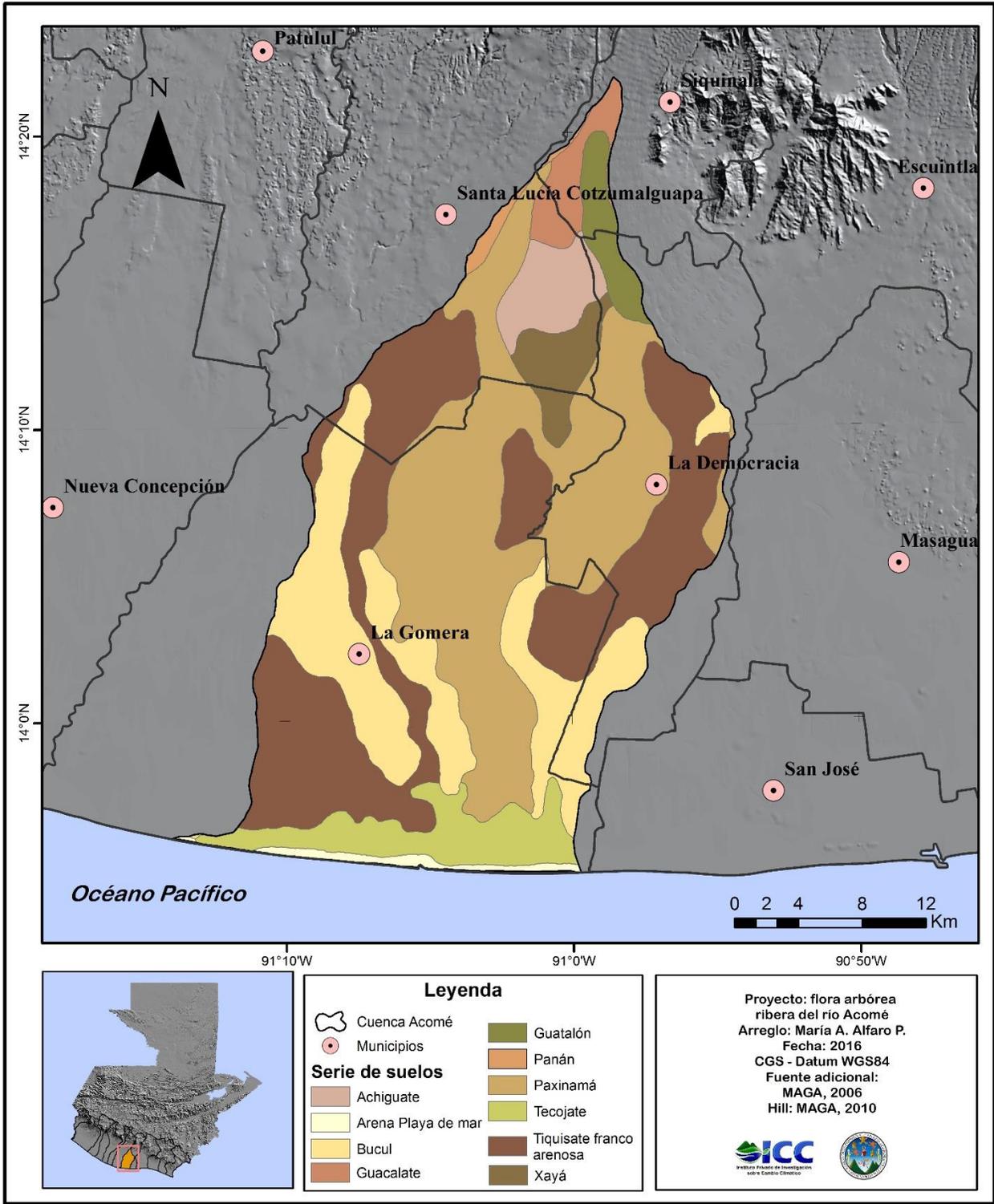


Figura 20A. Mapa de clasificación de series de suelo a nivel de reconocimiento en la cuenca hidrográfica Acomé.

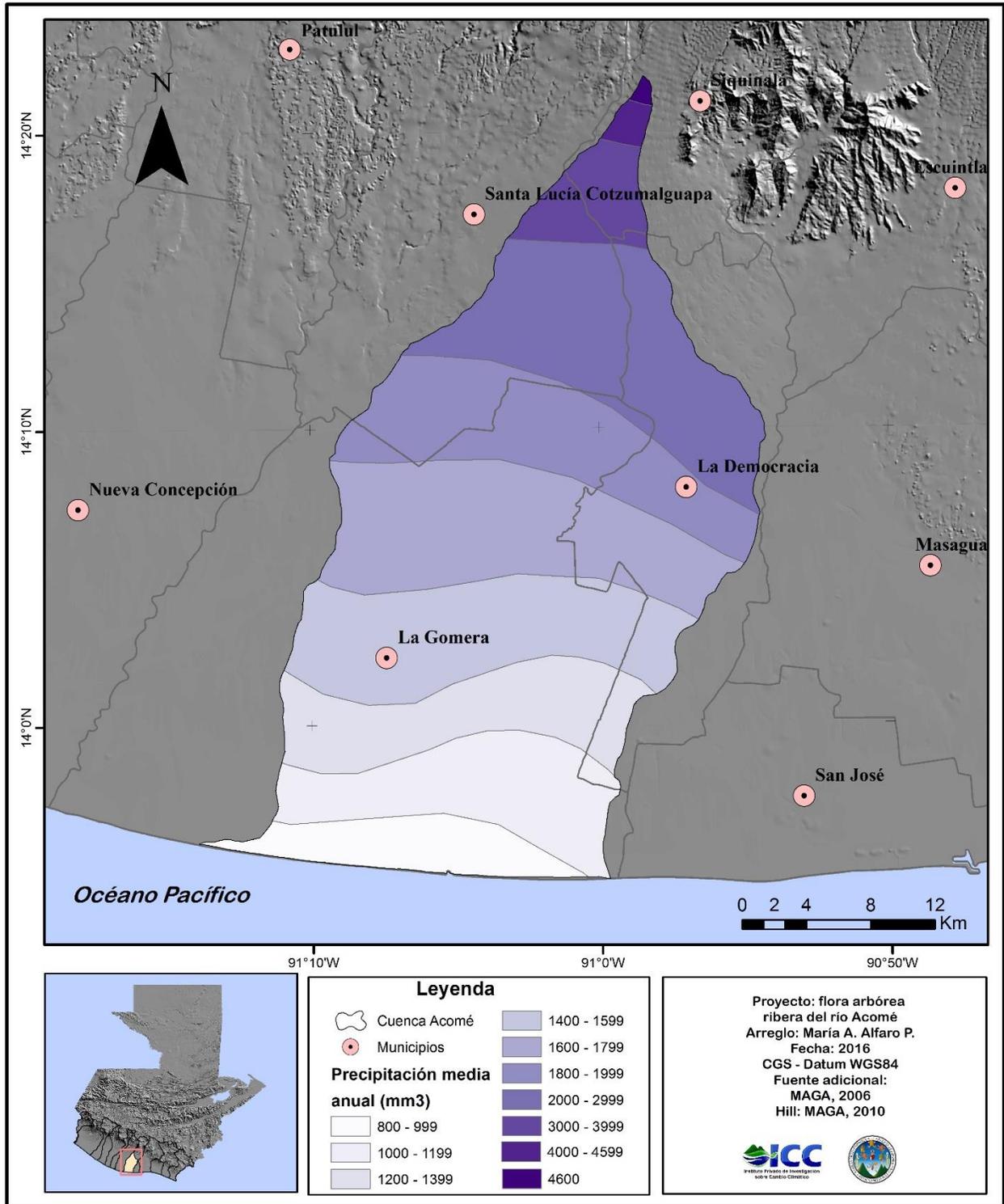


Figura 21A. Mapa de precipitación promedio anual (mm<sup>3</sup>) en la cuenca hidrográfica Acomé.

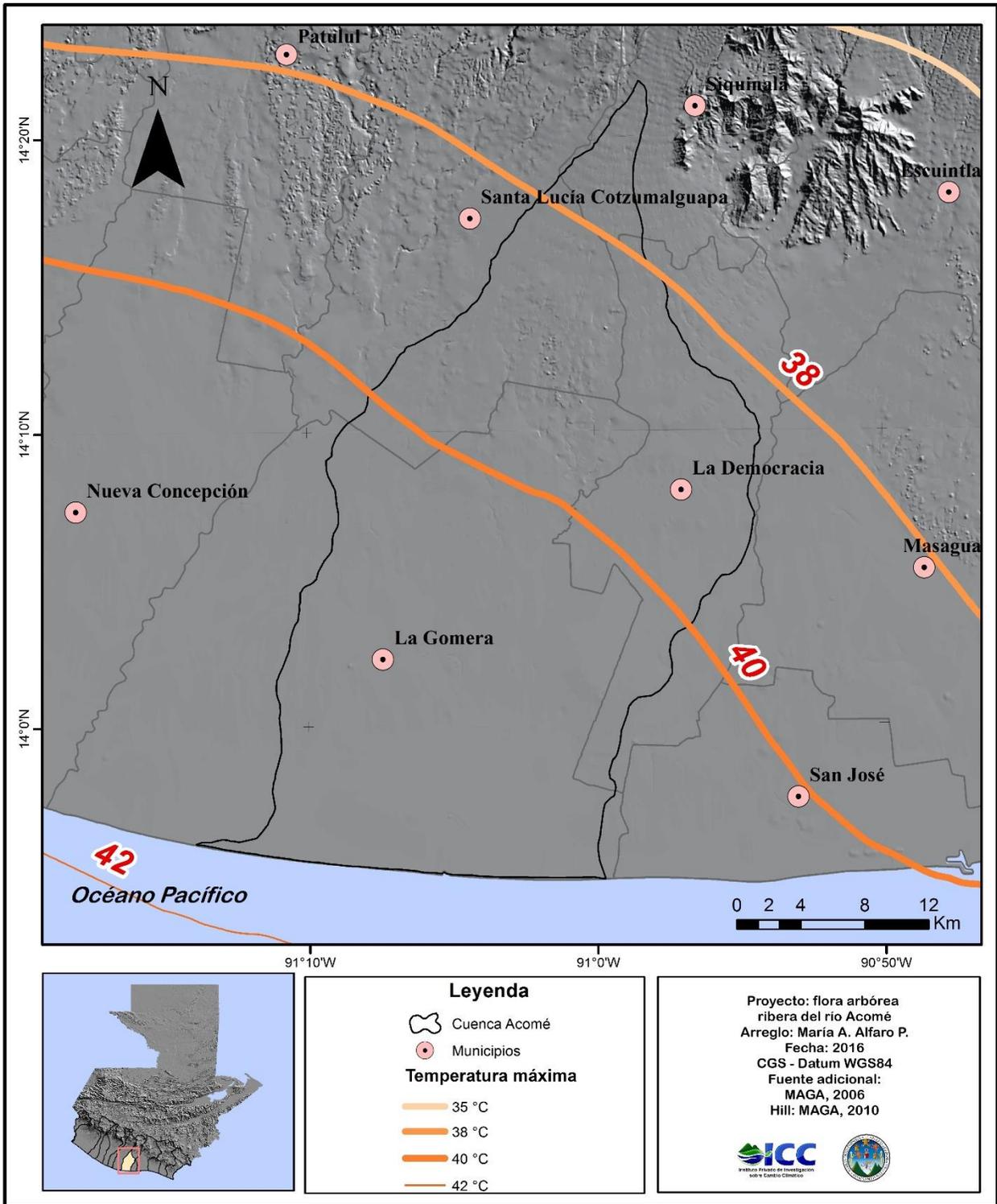


Figura 22A. Mapa de temperatura máxima (°C) en la cuenca hidrográfica Acomé.

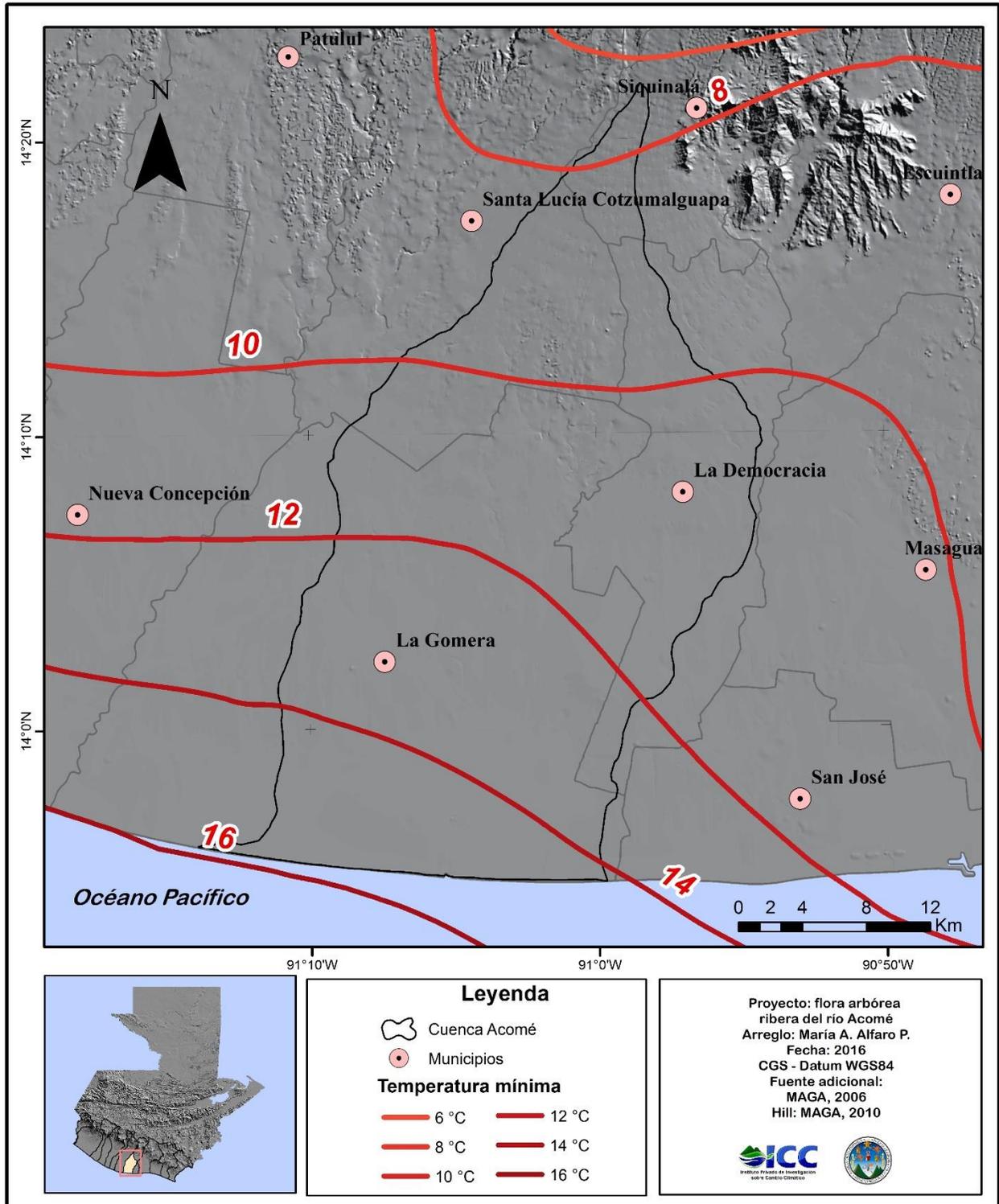


Figura 23A. Mapa de temperatura mínima (°C) en la cuenca hidrográfica Acomé

Cuadro 12A. Valores de importancia de la comunidad del piso altitudinal de 0 a 15 m s. n. m.

Especies	Número de individuos ( $n_i$ )	Densidad (árboles/ha)	Densidad relativa ( $DR_i$ )	Parcelas presente ( $J_i$ )	Frecuencia ( $f_i$ )	Frecuencia relativa ( $Rf_i$ )	Cobertura ( $C_i$ )	Cobertura relativa ( $Rc_i$ )	Valor de importancia ( $VI_i$ )
Avicennia germinans (L.) L.	23	115	0.195	2	1	0.125	0.000811	0.360	0.227
Cecropia obtusifolia Bertol.	1	5	0.008	1	0.5	0.0625	0.000004	0.002	0.024
Ceiba pentandra (L.) Gaertn.	1	5	0.008	1	0.5	0.0625	0.000008	0.003	0.025
Coccoloba barbadensis Jacq.	1	5	0.008	1	0.5	0.0625	0.000008	0.004	0.025
Conocarpus erectus L.	2	10	0.017	1	0.5	0.0625	0.000042	0.019	0.033
Laguncularia racemosa (L.) C.F.Gaertn.	4	20	0.034	2	1	0.125	0.000018	0.008	0.056
Lonchocarpus sericeus (Poir.) DC.	6	30	0.051	1	0.5	0.0625	0.000053	0.024	0.046
Pachira aquatica Aubl.	1	5	0.008	1	0.5	0.0625	0.000035	0.016	0.029
Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.	7	35	0.059	2	1	0.125	0.000045	0.020	0.068
Rhizophora mangle L.	69	345	0.585	2	1	0.125	0.001215	0.539	0.416
Terminalia catappa L.	1	5	0.008	1	0.5	0.0625	0.000004	0.002	0.024
Trema micrantha (L.) Blume	2	10	0.017	1	0.5	0.0625	0.000010	0.004	0.028
<b>Totales</b>	<b>118</b>	<b>590</b>	<b>1.000</b>		<b>8</b>	<b>1</b>	<b>0.002253</b>	<b>1</b>	

Cuadro 13A. Valores de importancia de la comunidad del piso altitudinal de 15 a 50 m s. n. m.

Especies	Número de individuos (ni)	Densidad (árboles/ha)	Densidad relativa (DRi)	Parcelas presente (Ji)	Frecuencia (fi)	Frecuencia relativa (Rfi)	Cobertura (Ci)	Cobertura relativa (Rci)	Valor de importancia (VIi)
Acacia polyphylla DC.	6	2	0.022	3	0.103	0.024	4E-05	0.0103	0.019
Albizia saman (Jacq.) Merr.	3	1	0.011	3	0.103	0.024	2E-05	0.0051	0.013
Andira inermis (Wright) DC.	5	2	0.018	4	0.138	0.032	2E-04	0.0680	0.039
Brosimum costaricanum Liebm.	1	0	0.004	1	0.034	0.008	1E-06	0.0004	0.004
Bursera simaruba (L.) Sarg.	2	1	0.007	1	0.034	0.008	4E-06	0.0012	0.005
Castilla elastica Cerv.	3	1	0.011	3	0.103	0.024	3E-06	0.0009	0.012
Cecropia obtusifolia Bertol.	15	5	0.054	5	0.172	0.040	2E-05	0.0058	0.033
Ceiba pentandra (L.) Gaertn.	16	6	0.057	7	0.241	0.056	1E-03	0.2763	0.130
Coccoloba escuintensis Lundell	7	2	0.025	2	0.069	0.016	7E-05	0.0203	0.020
Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken	2	1	0.007	2	0.069	0.016	8E-07	0.0002	0.008
Crescentia cujete L.	1	0	0.004	1	0.034	0.008	4E-06	0.0010	0.004
Dalbergia cuscatlanica (Standl.) Standl.	3	1	0.011	1	0.034	0.008	2E-05	0.0054	0.008
Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.	20	7	0.072	12	0.414	0.097	7E-04	0.1900	0.119
Ficus aurea Nutt.	4	1	0.014	3	0.103	0.024	2E-04	0.0494	0.029
Ficus insipida Willd.	12	4	0.043	12	0.414	0.097	3E-04	0.0824	0.074
Ficus maxima Mill.	2	1	0.007	1	0.034	0.008	1E-06	0.0003	0.005
Ficus pertusa L.f.	1	0	0.004	1	0.034	0.008	2E-05	0.0065	0.006
Guazuma ulmifolia Lam.	65	22	0.233	20	0.690	0.161	5E-04	0.1332	0.176
Inga edulis Mart.	13	4	0.047	6	0.207	0.048	7E-05	0.0201	0.038
Inga laurina (Sw.) Willd.	1	0	0.004	1	0.034	0.008	3E-06	0.0009	0.004
Inga sapindoides Willd.	1	0	0.004	1	0.034	0.008	4E-06	0.0010	0.004
Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	21	7	0.075	6	0.207	0.048	4E-05	0.0101	0.045
Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.) Urb.	2	1	0.007	1	0.034	0.008	5E-06	0.0013	0.006
Ocotea sinuata (Mez) Rohwer	2	1	0.007	1	0.034	0.008	3E-06	0.0007	0.005
Salix humboldtiana Willd.	47	16	0.168	9	0.310	0.073	2E-04	0.0653	0.102
Senna reticulata (Willd.) H.S.Irwin & Barneby	3	1	0.011	3	0.103	0.024	6E-06	0.0017	0.012
Sterculia apetala (Jacq.) H.Karst.	1	0	0.004	1	0.034	0.008	9E-07	0.0002	0.004
Tabernaemontana donnell-smithii Rose ex J.D.Sm.	3	1	0.011	3	0.103	0.024	1E-05	0.0032	0.013
Trema micrantha (L.) Blume	7	2	0.025	3	0.103	0.024	1E-05	0.0035	0.018
Turpinia occidentalis (Sw.) G.Don	1	0	0.004	1	0.034	0.008	2E-06	0.0006	0.004
Ximena americana L.	8	3	0.029	5	0.172	0.040	1E-04	0.0344	0.034
Zanthoxylum riedelianum subsp. Kellermanii	1	0	0.004	1	0.034	0.008	1E-06	0.0003	0.004
	<b>279</b>	<b>96</b>	<b>1.000</b>		<b>4.276</b>	<b>1.000</b>	<b>4E-03</b>	<b>1</b>	

Cuadro 14A. Valores de importancia de la comunidad del piso altitudinal de 50 a 200 m s. n. m.

Especies	Número de individuos ( <i>ni</i> )	Densidad (árboles/ha)	Densidad relativa ( <i>DRi</i> )	Parcelas presente ( <i>Ji</i> )	Frecuencia ( <i>fi</i> )	Frecuencia relativa ( <i>Rfi</i> )	Cobertura ( <i>Ci</i> )	Cobertura relativa ( <i>Rci</i> )	Valor de importancia ( <i>VIi</i> )
Acacia polyphylla DC.	37	26	0.109	12	0.857	0.073	0.000286	0.0643	0.082
Albizia adinocephala (Donn.Sm.) Record	1	1	0.003	1	0.071	0.006	0.000007	0.0015	0.004
Andira inermis (Wright) DC.	8	6	0.023	6	0.429	0.037	0.000015	0.0034	0.021
Aspidosperma megalocarpon Müll.Arg.	4	3	0.012	2	0.143	0.012	0.000060	0.0134	0.012
Brosimum costaricanum Liebm.	30	21	0.088	10	0.714	0.061	0.000938	0.2112	0.120
Bursera simaruba (L.) Sarg.	9	6	0.026	6	0.429	0.037	0.000063	0.0141	0.026
Castilla elastica Cerv.	10	7	0.029	4	0.286	0.024	0.000045	0.0102	0.021
Cecropia obtusifolia Bertol.	50	36	0.147	12	0.857	0.073	0.000060	0.0136	0.078
Ceiba pentandra (L.) Gaertn.	10	7	0.029	8	0.571	0.049	0.000919	0.2069	0.095
Coccoloba escuintlensis Lundell	2	1	0.006	2	0.143	0.012	0.000007	0.0015	0.007
Crescentia cujete L.	1	1	0.003	1	0.071	0.006	0.000001	0.0003	0.003
Dendropanax arboreus (L.) Decne. & Planch.	17	12	0.050	4	0.286	0.024	0.000317	0.0714	0.049
Ficus costaricana (Liebm.) Miq.	3	2	0.009	2	0.143	0.012	0.000132	0.0297	0.017
Ficus insipida Willd.	1	1	0.003	1	0.071	0.006	0.000074	0.0167	0.009
Ficus sp.	7	5	0.021	4	0.286	0.024	0.000204	0.0460	0.030
Guarea glabra Vahl	6	4	0.018	3	0.214	0.018	0.000026	0.0058	0.014
Guarea megartha A.Juss.	1	1	0.003	1	0.071	0.006	0.000005	0.0012	0.003
Guazuma ulmifolia Lam.	25	18	0.073	10	0.714	0.061	0.000057	0.0129	0.049
Hymenaea courbaril L.	4	3	0.012	3	0.214	0.018	0.000090	0.0202	0.017
Inga edulis Mart.	5	4	0.015	4	0.286	0.024	0.000017	0.0038	0.014
Inga laurina (Sw.) Willd.	7	5	0.021	3	0.214	0.018	0.000037	0.0082	0.016
Lonchocarpus salvadorensis Pittier	20	14	0.059	8	0.571	0.049	0.000080	0.0180	0.042
Neea psychotrioides Donn.Sm.	1	1	0.003	1	0.071	0.006	0.000001	0.0001	0.003
Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.) Urb.	3	2	0.009	2	0.143	0.012	0.000004	0.0009	0.007
Ocotea sinuata (Mez) Rohwer	10	7	0.029	4	0.286	0.024	0.000286	0.0645	0.039
Pachira aquatica Aubl.	10	7	0.029	6	0.429	0.037	0.000093	0.0210	0.029
Platymiscium dimorphandrum Donn.Sm.	1	1	0.003	1	0.071	0.006	0.000001	0.0001	0.003
Quararibea funebris (La Llave) Vischer	2	1	0.006	2	0.143	0.012	0.000006	0.0013	0.006
Schizolobium parahyba (Vell.) S.F.Blake	1	1	0.003	1	0.071	0.006	0.000002	0.0004	0.003
Sideroxylon capiri subsp. tempisque (Pittier) T.D.Penn.	7	5	0.021	7	0.500	0.043	0.000159	0.0359	0.033
Spondias mombin L.	15	11	0.044	5	0.357	0.030	0.000052	0.0117	0.029
Sterculia apetala (Jacq.) H.Karst.	7	5	0.021	6	0.429	0.037	0.000114	0.0256	0.028
Tabernaemontana donnell-smithii Rose ex J.D.Sm.	1	1	0.003	1	0.071	0.006	0.000005	0.0011	0.003
Terminalia arborea Koord.	5	4	0.015	4	0.286	0.024	0.000088	0.0197	0.020
Trichilia havanensis Jacq.	1	1	0.003	1	0.071	0.006	0.000007	0.0015	0.004
Trichospermum mexicanum (DC.) Baill.	2	1	0.006	2	0.143	0.012	0.000002	0.0004	0.006
Triplaris melaenodendron (Bertol.) Standl. & Steyerl.	8	6	0.023	7	0.500	0.043	0.000018	0.0040	0.023
Vatairea lundellii (Standl.) Record	8	6	0.023	6	0.429	0.037	0.000148	0.0333	0.031
Zanthoxylum riedelianum subsp. kellermanii	1	1	0.003	1	0.071	0.006	0.000018	0.0040	0.004
	<b>341</b>	<b>244</b>	<b>1.000</b>		<b>11.714</b>	<b>1.000</b>	<b>0.004441</b>	<b>1.0000</b>	

Cuadro 15A. Valores de importancia de la comunidad del piso altitudinal de 200 a 546 m s. n. m.

Especies	Número de individuos (ni)	Densidad (árboles/ha)	Densidad relativa (DRi)	Parcelas presente (Ji)	Frecuencia (fi)	Frecuencia relativa (Rfi)	Cobertura (Ci)	Cobertura relativa (Rci)	Valor de importancia (VIi)
Acacia hindsii Benth.	2	2	0.008	1	0.111	0.009	5E-06	0.001	0.006
Acacia polyphylla DC.	15	17	0.060	4	0.444	0.036	2E-04	0.055	0.050
Albizia adinocephala (Donn.Sm.) Record	2	2	0.008	2	0.222	0.018	3E-06	0.001	0.009
Andira inermis (Wright) DC.	15	17	0.060	5	0.556	0.045	5E-04	0.107	0.070
Brosimum costaricanum Liebm.	5	6	0.020	3	0.333	0.027	2E-04	0.039	0.029
Bursera simaruba (L.) Sarg.	6	7	0.024	6	0.667	0.054	2E-04	0.044	0.041
Calophyllum brasiliense var. rekoii (Standl.) Standl.	5	6	0.020	3	0.333	0.027	1E-05	0.003	0.016
Casearia arguta Kunth	1	1	0.004	1	0.111	0.009	3E-06	0.001	0.005
Castilla elastica Cerv.	2	2	0.008	2	0.222	0.018	1E-05	0.002	0.009
Cecropia obtusifolia Bertol.	66	73	0.263	8	0.889	0.072	3E-04	0.070	0.135
Ceiba pentandra (L.) Gaertn.	1	1	0.004	1	0.111	0.009	7E-05	0.017	0.010
Citharexylum affine D.Don	1	1	0.004	1	0.111	0.009	1E-05	0.003	0.005
Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken	4	4	0.016	3	0.333	0.027	3E-05	0.008	0.017
Dendropanax arboreus (L.) Decne. & Planch.	15	17	0.060	8	0.889	0.072	2E-04	0.047	0.060
Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.	2	2	0.008	1	0.111	0.009	2E-04	0.051	0.023
Erythrina mexicana Krukoff	3	3	0.012	3	0.333	0.027	2E-05	0.006	0.015
Ficus aurea Nutt.	4	4	0.016	3	0.333	0.027	3E-04	0.072	0.038
Ficus maxima Mill.	1	1	0.004	1	0.111	0.009	5E-05	0.011	0.008
Ficus sp.	4	4	0.016	3	0.333	0.027	3E-04	0.081	0.041
Guarea glabra Vahl	1	1	0.004	1	0.111	0.009	1E-04	0.031	0.015
Guazuma ulmifolia Lam.	13	14	0.052	5	0.556	0.045	5E-04	0.111	0.069
Hymenaea courbaril L.	1	1	0.004	1	0.111	0.009	6E-05	0.014	0.009
Inga edulis Mart.	22	24	0.088	8	0.889	0.072	2E-04	0.050	0.070
Inga laurina (Sw.) Willd.	4	4	0.016	3	0.333	0.027	6E-05	0.013	0.019
Inga sapindoides Willd.	1	1	0.004	1	0.111	0.009	3E-06	0.001	0.005
Lonchocarpus salvadorensis Pittier	8	9	0.032	4	0.444	0.036	4E-05	0.010	0.026
Miconia laevigata (L.) D. Don	1	1	0.004	1	0.111	0.009	1E-06	0.000	0.004
Ocotea sinuata (Mez) Rohwer	9	10	0.036	4	0.444	0.036	1E-04	0.032	0.035
Pachira aquatica Aubl.	5	6	0.020	2	0.222	0.018	1E-04	0.026	0.021
Rollinia mucosa (Jacq.) Baill.	1	1	0.004	1	0.111	0.009	1E-05	0.003	0.005
Schizolobium parahyba (Vell.) S.F.Blake	2	2	0.008	2	0.222	0.018	4E-05	0.010	0.012
Senna reticulata (Willd.) H.S.Irwin & Barneby	1	1	0.004	1	0.111	0.009	1E-06	0.000	0.004
Sideroxylon capiri subsp. tempisque (Pittier) T.D.Penn.	3	3	0.012	1	0.111	0.009	6E-05	0.015	0.012
Spondias mombin L.	2	2	0.008	2	0.222	0.018	3E-05	0.007	0.011
Tabernaemontana donnell-smithii Rose ex J.D.Sm.	4	4	0.016	3	0.333	0.027	4E-06	0.001	0.015
Trichilia havanensis Jacq.	1	1	0.004	1	0.111	0.009	3E-06	0.001	0.005
Trichilia martiana C.DC.	7	8	0.028	2	0.222	0.018	6E-05	0.013	0.020
Trichospermum mexicanum (DC.) Baill.	5	6	0.020	3	0.333	0.027	1E-04	0.033	0.027
Triplaris melaenodendron (Bertol.) Standl. & Steyerl.	2	2	0.008	2	0.222	0.018	7E-06	0.002	0.009
Turpinia occidentalis (Sw.) G.Don	1	1	0.004	1	0.111	0.009	2E-05	0.004	0.006
Vatairea lundellii (Standl.) Record	1	1	0.004	1	0.111	0.009	5E-06	0.001	0.005
Zanthoxylum riedelianum subsp. kellermanii	2	2	0.008	2	0.222	0.018	3E-05	0.006	0.011
	<b>251</b>	<b>279</b>	<b>1.000</b>		<b>12.333</b>	<b>1.000</b>	<b>4E-03</b>	<b>1.000</b>	

Cuadro 16A. Índices de diversidad de las comunidades arbóreas de la ribera del río Acomé.

	0 - 15 m	15 - 50 m	50 - 200 m	200 - 546 m
<i>s</i> , riqueza	12	32	39	42
<i>N</i> , número de individuos	118	279	341	251
<i>Da</i> , índice de Margalef	5.31	12.68	15.00	17.09
<i>Db</i> , índice de Menhinick	1.10	1.92	2.11	2.65
<i>I</i> , dominancia de Simpson	0.383	0.104	0.06	0.094
<i>Ds</i> , índice de Simpson	0.617	0.896	0.94	0.906
<i>ds</i> , inverso de <i>I</i>	2.61	9.62	16.67	10.64
<i>H</i> , índice de Brillouin	0.55	1.10	1.27	1.19
<i>H'</i> , índice de Shannon	0.61	1.18	1.35	1.30
<i>S'</i> , especies igualmente abundantes	4.08	14.98	22.61	19.75
<i>Dmax</i> , máximo <i>Ds</i>	0.93	0.97	0.98	0.98
<i>Es</i> , igualdad, usando <i>Ds</i>	0.67	0.92	0.96	0.92
<i>dmax</i> , máximo <i>ds</i>	13.25	36.02	43.91	50.24
<i>es</i> , igualdad, usando <i>ds</i>	0.20	0.27	0.38	0.21
<i>Hmax</i> , máximo <i>H</i>	1.08	1.49	1.57	1.62
<i>J</i> , igualdad, usando <i>H</i>	0.52	0.74	0.81	0.74
$1 - J$ , dominancia usando <i>H</i>	0.48	0.26	0.19	0.26
<i>Hmax'</i> , máximo <i>H'</i>	1.08	1.51	1.59	1.62
<i>J'</i> , igualdad, usando <i>H'</i>	0.57	0.78	0.85	0.80
$1 - J'$ , dominancia, usando <i>H'</i>	0.43	0.22	0.15	0.20

Cuadro 17A. Resultados del análisis canonico de correspondencia.

## AXIS SUMMARY STATISTICS

Number of canonical axes: 3

Total variance ("inertia") in the species data: 7.251

	Axis 1	Axis 2	Axis 3
Eigenvalue	.582	.424	.240
Variance in species data			
% of variance explained	8.0	5.9	3.3
Cumulative % explained	8.0	13.9	17.2
Pearson Correlation, Spp-Envt*	.912	.888	.905
Kendall (Rank) Corr., Spp-Envt	.579	.649	.599

\* Correlation between sample scores for an axis derived from the species data and the sample scores that are linear combinations of the environmental variables. Set to 0.000 if axis is not canonical.





### **CAPÍTULO III**

**INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS EN EL INSTITUTO PRIVADO DE INVESTIGACIÓN SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO (ICC) DURANTE LOS MESES DE FEBRERO A NOVIEMBRE DEL AÑO 2015**



### 3.1 PRESENTACIÓN

El Instituto Privado de Investigación sobre el Cambio Climático (ICC) en el año 2012 estableció una propuesta para el establecimiento de bosques de ribera como primer paso para la restauración de corredores biológicos en las cuencas de los ríos Coyolate, Achiguate y Acomé en la costa sur de Guatemala (Hernández et al., 2012).

En el año 2015 se elaboró el estudio denominado *Caracterización de las comunidades arbóreas en la ribera del río Acomé, Escuintla, Guatemala, C.A.*, en el que se determinaron las especies arbóreas presentes en la ribera del río Acomé, para darle continuidad a la propuesta establecida por el ICC de restauración de corredores biológicos se elaboró una línea base de flora arbórea de las riberas del río Cristóbal y Coyolate.

El segundo servicio realizado fue la determinación botánica de las especies arbóreas del arboretum de la estación experimental Camantulul, Cengicaña, y el tercer servicio consistió en elaborar un manual de fichas técnicas de especies forestales nativas y exóticas con potencial de restauración forestal en la vertiente del Pacífico de Guatemala.

## **3.2 APOYO EN LA ELABORACIÓN DE LA LÍNEA BASE DE FLORA ARBÓREA DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA COYOLATE**

### **3.2.1 Objetivos**

#### **A. Objetivo general**

Conocer la riqueza de especies arbóreas de los ríos principales de la cuenca Coyolate para comparar en el futuro el impacto de las acciones de restauración de bosques impulsadas por el ICC y sus socios.

#### **B. Objetivos específicos**

1. Colectar, secar, determinar y montar especímenes de las especies arbóreas de las riberas de los ríos Cristóbal y Coyolate.
2. Aportar especímenes a la colección científica del Herbario AGUAT de la Facultad de Agronomía.
3. Elaborar un listado de especies arbóreas presentes en las riberas de los ríos Cristóbal y Coyolate.

### **3.2.2 Metodología**

#### **A. Etapa preliminar**

Se definió como área de estudio a la cuenca hidrográfica Coyolate en base a las cuencas prioritarias de estudio en el ICC. Se realizó un reconocimiento general de las cuencas con énfasis en las riberas del río Cristóbal y Coyolate.

#### **B. Fase de campo**

##### Colecta de especímenes

Dentro de la cuenca hidrográfica Coyolate se realizaron caminamientos a lo largo de las riberas de los ríos Cristóbal y Coyolate. Durante las salidas de campo fue necesario llevar los siguientes materiales: prensa botánica (con cartones corrugados y papel periódico), tijeras de podar, vara extensible, libreta de campo, lápiz, cuerda, GPS, machete, vehículo de doble tracción, bolsas plásticas de distintos tamaños, binoculares y una cámara fotográfica semi-profesional.

Se colectaron especímenes de árboles con presencia de flores y frutos, requisito indispensable para su determinación botánica así como para formar parte de la colección de un herbario. La colecta consistió en la obtención de 5-6 especímenes por planta, los cuales se prensaron con una prensa botánica; se fotografiaron y se anotaron descripciones sobre la morfología de la planta, su ubicación geográfica y, se le asignó a cada uno de los árboles, un número de colección.

### Secado de especímenes

El secado de las muestras consistió en la deshidratación por calor de los especímenes recolectados con el fin de preservar las estructuras de las plantas. Para el secado se necesitó: papel periódico, cartones corrugados, lona de algodón, calentador cerámico con ventilador y una base de varillas de metal para colocar encima las prensas botánicas.

Los especímenes colocaron en un folder de papel absorbente (periódico) y distribuidos entre láminas de cartón corrugado. Estos se colocaron en una prensa botánica, que posteriormente ubicó sobre una secadora portátil. La secadora portátil consta de una base de metal, una lona de algodón y un calentador eléctrico con ventilador. La mayoría de especímenes necesitaron aproximadamente 24 horas para el secado, mientras que otros con estructuras más suculentas hasta 60 horas.

### Almacenamiento de especímenes

Los especímenes se almacenaron en el *Herbario AGUAT Profesor José Ernesto Carrillo* de la Facultad de Agronomía.

### Determinación botánica

La determinación botánica de los especímenes colectados se realizó con la asesoría de los curadores del Herbario AGUAT, José Ernesto Carrillo. Se utilizaron las claves dicotómicas de la Flora de Guatemala (Standley et al., 1946), Flora de Nicaragua (Stevens et al., 2001), Flora Mesoamericana (*Flora Mesoamericana*, 1995) y la base de datos en línea ThePlantList ("The Plant List," 2013).

### Montaje de especímenes

El montaje de los especímenes botánicos se realizó sobre una lámina de papel Texcote C-16, que se coloca dentro de un folder de cartulina Manila B-175. Para fijar los especímenes en el papel se utiliza cola blanca y esparadrapo auxiliándose de un bisturí, una regla y una base de vidrio.

### **3.2.3 Resultados**

Para las riberas de los ríos Cristóbal y Coyolate se reportan 114 especies, distribuidas en 99 géneros y 44 familias. En la figura 24 se muestra el mapa de ubicación de los árboles colectados en las riberas de los ríos Cristóbal y Coyolate.

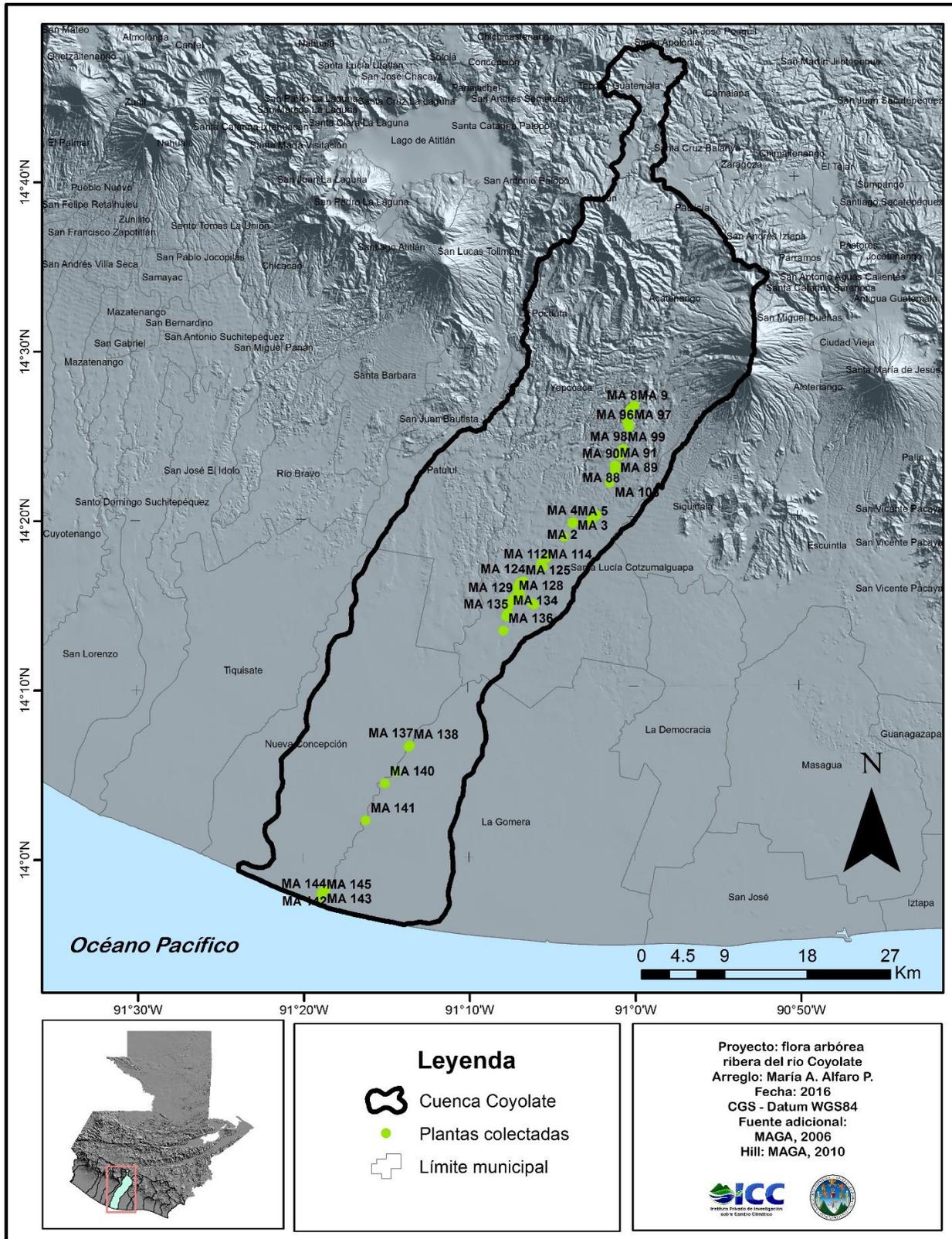


Figura 24. Plantas colectadas en las riberas de los ríos Cristóbal y Coyolate.

En el cuadro 18 se muestra el listado de plantas colectadas, con su respectivo número de colección, especie, familia y nombre vernáculo. En donde:

- No. de colección: a cada individuo colectado se le asignó un número consecutivo, empezando desde el uno (1) hasta N. Las muestras de un mismo espécimen tienen el mismo número de colección, ya que fueron tomadas del mismo individuo. Las iniciales que anteceden al número de colección en esta investigación hacen referencia al colector principal, en este caso MA al primer nombre y primer apellido de María Alejandra Alfaro Pinto.
- Especie: hace referencia al nombre científico de la especie.
- Familia: taxón al que agrupa a los diferentes géneros y especies relacionadas.
- Nombre vernáculo: es el nombre común.

Cuadro 18. Listado de especies colectadas en las riberas del río Cristóbal y Coyolate.

No. de colección	Especie	Familia	Nombre vernáculo
ICC MA 1	<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S.Irwin & Barneby	Caesalpiniaceae	
ICC MA 2	<i>Frangula discolor</i> (Donn.Sm.) Grubov	Rhamnaceae	Coshte
ICC MA 3	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	Lythraceae	
ICC MA 4	<i>Solanum torvum</i> Sw.	Solanaceae	
ICC MA 5	<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	Meliaceae	
ICC MA 6	<i>Cordia dodecandra</i> A.DC.	Boraginaceae	Cericote
ICC MA 7	<i>Cananga odorata</i> (Lam.) Hook.f. & Thomson	Annonaceae	Cola de pava
ICC MA 8	<i>Cornutia pyramidata</i> L.	Verbenaceae	
ICC MA 9	<i>Psychotria panamensis</i> Standl.	Rubiaceae	
ICC MA 10		Myrsinaceae	Ciruella de monte
ICC MA 11	<i>Capparidastrum mollicellum</i> (Standl.) Cornejo & Iltis	Capparaceae	
ICC MA 12	<i>Hamelia barbata</i> Standl.	Rubiaceae	
ICC MA 13	<i>Guarea glabra</i> Vahl	Meliaceae	
ICC MA 14	<i>Heisteria macrophylla</i> Oerst.	Olacaceae	
ICC MA 15	<i>Palicourea tetragona</i> (Donn.Sm.) C.M.Taylor	Rubiaceae	
ICC MA 16	<i>Guarea glabra</i> Vahl	Meliaceae	
ICC MA 17	<i>Spathacanthus parviflorus</i> Leonard	Acanthaceae	
ICC MA 18	<i>Guarea glabra</i> Vahl	Meliaceae	
ICC MA 19	<i>Ruagea insignis</i> (C. DC.) T.D. Penn.	Meliaceae	
ICC MA 20	<i>Sloanea ampla</i> I.M.Johnst..	Elaeocarpaceae	Peine de mico
ICC MA 21	<i>Quercus skinneri</i> Benth.	Fagaceae	Encino
ICC MA 22	<i>Saurauia kegeliana</i> Schtdl.	Actinidiaceae	
ICC MA 23	<i>Croton glabellus</i> L.	Euphorbiaceae	
ICC MA 24	<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl.	Fabaceae	
ICC MA 25	<i>Trichilia havanensis</i> Jacq.	Meliaceae	

ICC MA 26	<i>Phytolacca rivinoides</i> Kunth & C.D.Bouché	Phytolaccaceae	
ICC MA 27	<i>Psychotria galeottiana</i> (M.Martens) C.M.Taylor & Lorence	Rubiaceae	
ICC MA 28	<i>Ficus aurea</i> Nutt.	Moraceae	
ICC MA 29	<i>Solanum tuerckheimii</i> Greenm.	Solanaceae	
ICC MA 30	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	Lythraceae	
ICC MA 31	<i>Simira salvadorensis</i> (Standl.) Steyererm.	Rubiaceae	Puntero
ICC MA 32	<i>Notopleura macrophylla</i> (Ruiz & Pav.) C.M.Taylor	Rubiaceae	
ICC MA 33	<i>Billia hippocastanum</i> Peyr.	Hippocastanaceae	
ICC MA 34	<i>Besleria laxiflora</i> Benth.	Gesneriaceae	
ICC MA 35	<i>Pilea irrorata</i> Donn. Sm.	Urticaceae	
ICC MA 36	<i>Lycianthes amatitlanensis</i> (J.M.Coult. & Donn.Sm.) Bitter	Solanaceae	
ICC MA 37	<i>Clidemia setosa</i> (Triana) Gleason	Melastomataceae	
ICC MA 38	<i>Conostegia icosandra</i> (Sw. ex Wikstr.) Urb.	Melastomataceae	
ICC MA 39	<i>Hoffmannia regalis</i> (Hook.) Hemsl.	Rubiaceae	
ICC MA 40	<i>Ossaea micrantha</i> (Sw.) Macfad. ex Cogn.	Melastomataceae	
ICC MA 41	<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Schult.	Rubiaceae	
ICC MA 42	<i>Gonzalagunia rojasii</i> Standl.	Rubiaceae	
ICC MA 43	<i>Mollinedia viridiflora</i> Tul.	Monimiaceae	
ICC MA 44			
ICC MA 45	<i>Hoffmannia regalis</i> (Hook.) Hemsl.	Rubiaceae	
ICC MA 46	<i>Psychotria panamensis</i> Standl.	Rubiaceae	
ICC MA 47	<i>Conostegia superba</i> D. Don ex Naudin	Melastomataceae	
ICC MA 48	<i>Myriocarpa heterostachya</i> Donn.Sm.	Urticaceae	
ICC MA 49	<i>Croton</i> sp.	Euphorbiaceae	
ICC MA 50	<i>Saurauia kegeliana</i> Schltld.	Saurariaceae	
ICC MA 51	<i>Acalypha costaricensis</i> (Kuntze) Knobl. ex Pax & K.Hoffm.	Euphorbiaceae	
ICC MA 52	<i>Clusia guatemalensis</i> Hemsl.	Clusiaceae	Chile amate

ICC MA 53	<i>Capparis baducca</i> L.	Capparaceae	
ICC MA 54	<i>Heliotropium rufipilum</i> (Benth.) I.M.Johnst.	Boraginaceae	
ICC MA 55	<i>Lycianthes orogenes</i> Standl. & Steyerm.	Solanaceae	
ICC MA 56	<i>Cupania belizensis</i> Standl.	Sapindaceae	
ICC MA 57			
ICC MA 58	<i>Dorstenia contrajerva</i> L.	Moraceae	
ICC MA 59	<i>Helosis cayennensis</i> (Sw.) Spreng.		
ICC MA 60	<i>Guarea megantha</i> A.Juss.	Meliaceae	
ICC MA 61	<i>Citharexylum affine</i> D.Don	Verbenaceae	Palo de iguana
ICC MA 62	<i>Ruagea insignis</i> (C. DC.) T.D. Penn.	Meliaceae	
ICC MA 63	<i>Sideroxylon portoricense subsp. minutiflorum</i> (Pittier) T.D.Penn.	Sapotaceae	
ICC MA 64	<i>Dussia cuscatlanica</i> (Standl.) Standl. & Steyerm.	Fabaceae	
ICC MA 65	<i>Rudgea cornifolia</i> (Kunth) Standl.	Rubiaceae	
ICC MA 66	<i>Ficus pertusa</i> L.f.	Moraceae	Amate
ICC MA 67	<i>Gibsoniothamnus cornutus</i> (Donn.Sm.) A.H.Gentry	Scrophulariaceae	
ICC MA 68	<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Schult.	Rubiaceae	
ICC MA 69	<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae	
ICC MA 70	<i>Aegiphila panamensis</i> Moldenke	Verbenaceae	
ICC MA 71	<i>Quararibea funebris</i> (La Llave) Vischer	Bombacaceae	Molinillo
ICC MA 72	<i>Aegiphila valerioi</i> Standl.	Verbenaceae	
ICC MA 73	<i>Trichospermum mexicanum</i> (DC.) Baill.	Malvaceae	
ICC MA 74	<i>Solanum rovirosanum</i> Donn. Sm.	Solanaceae	
ICC MA 75	<i>Solanum rovirosanum</i> Donn. Sm.	Solanaceae	
ICC MA 76	<i>Ardisia compressa</i> Kunth	Myrsinaceae	
ICC MA 77	<i>Guettarda macrosperma</i> Donn.Sm.	Rubiaceae	
ICC MA 79	<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Schult.	Rubiaceae	
ICC MA 80	<i>Miconia reducens</i> Triana	Melastomataceae	

ICC MA 81	<i>Urera elata</i> (Sw.) Griseb.	Urticaceae	
ICC MA 82	<i>Saurauia kegeliana</i> Schltld.	Actinidiaceae	
ICC MA 83	<i>Tabernaemontana donnell-smithii</i> Rose ex J.D.Sm.	Malvaceae	Cojón
ICC MA 84	<i>Palicourea tetragona</i> (Donn.Sm.) C.M.Taylor	Rubiaceae	
ICC MA 85	<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G.Don	Staphyleaceae	
ICC MA 86	<i>Mollinedia viridiflora</i> Tul.	Monimiaceae	
ICC MA 87	<i>Guettarda macrosperma</i> Donn.Sm.	Rubiaceae	
ICC MA 88	<i>Palicourea tetragona</i> (Donn.Sm.) C.M.Taylor	Rubiaceae	
ICC MA 89	<i>Psychotria cyanococca</i> Seem. ex Dombrain	Rubiaceae	
ICC MA 90	<i>Cestrum nocturnum</i> L.	Solanaceae	Huele de noche
ICC MA 91	<i>Ficus costaricana</i> (Liebm.) Miq.	Moraceae	Amate
ICC MA 92	<i>Pouteria quicheana</i> Cronquist	Sapotaceae	
ICC MA 93	<i>Aegiphila panamensis</i> Moldenke	Verbenaceae	
ICC MA 94	<i>Tournefortia</i> sp.	Boraginaceae	
ICC MA 95	<i>Annona reticulata</i> var. <i>primigenia</i> (Standl. & Steyerl.) Lundell	Annonaceae	Anona de montaña
ICC MA 96	<i>Casearia arguta</i> Kunth	Flacourtiaceae	
ICC MA 97	<i>Oreopanax xalapensis</i> (Kunth) Decne. & Planch.	Araliaceae	
ICC MA 98	<i>Quararibea funebris</i> (La Llave) Vischer	Bombacaceae	Molinillo
ICC MA 99	<i>Swartzia simplex</i> var. <i>continentalis</i> Urb.	Caesalpiniaceae	
ICC MA 100	<i>Cupania glabra</i> Sw.	Sapindaceae	
ICC MA 101	<i>Ficus pertusa</i> L.f.	Moraceae	Amate
ICC MA 102			
ICC MA 103	<i>Phyllanthus brasiliensis</i> (Aubl.) Poir.	Euphorbiaceae	
ICC MA 104	<i>Ocotea sinuata</i> (Mez) Rohwer	Lauraceae	Canoj
ICC MA 105	<i>Poeppigia procera</i> C.Presl	Caesalpiniaceae	Tepemisque
ICC MA 106	<i>Calliandra magdalanae</i> var. <i>colombiana</i> (Britton & Killip) Barneby	Mimosaceae	Chalí
ICC MA 107	<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A.Rich. ex DC.	Rubiaceae	

ICC MA 108	<i>Cordia diversifolia</i> Pav. ex A.DC.	Boraginaceae	
ICC MA 109	<i>Godmania aesculifolia</i> (Kunth) Standl.	Bignoniaceae	
ICC MA 110	<i>Guettarda macrosperma</i> Donn.Sm.	Rubiaceae	
ICC MA 111	<i>Bunchosia guatemalensis</i> Nied.	Malpighiaceae	
ICC MA 112	<i>Trichilia martiana</i> C.DC.	Meliaceae	
ICC MA 113	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Burseraceae	Indio desnudo
ICC MA 114	<i>Cordia diversifolia</i> Pav. ex A.DC.	Boraginaceae	
ICC MA 115	<i>Ficus</i> sp.	Moraceae	Amate
ICC MA 116	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	Moraceae	Mora
ICC MA 117	<i>Poeppigia procera</i> C.Presl	Caesalpiniaceae	Tepemisque
ICC MA 118	<i>Swietenia macrophylla</i> King	Meliaceae	Caoba
ICC MA 119	<i>Guarea glabra</i> Vahl	Meliaceae	
ICC MA 120	<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	Rubiaceae	
ICC MA 121	<i>Sapium lateriflorum</i> Hemsl.	Euphorbiaceae	Chonté
ICC MA 122	<i>Ficus costaricana</i> (Liebm.) Miq.	Moraceae	Amate
ICC MA 123	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Ulmaceae	Capulín blanco
ICC MA 124	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb.	Sterculiaceae	Corcho
ICC MA 125	<i>Vatairea lundellii</i> (Standl.) Record	Fabaceae	Palo negro
ICC MA 126	<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	Salicaceae	Sauce
ICC MA 127	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Bombacaceae	Ceiba
ICC MA 128	<i>Malpighia glabra</i> L.	Malpighiaceae	
ICC MA 129	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F.Blake	Caesalpiniaceae	Plumillo
ICC MA 130	<i>Tectona grandis</i> L.f.	Verbenaceae	Teca
ICC MA 131	<i>Diphysa americana</i> (Mill.) M.Sousa	Fabaceae	Guachipilin
ICC MA 132	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	Bignoniaceae	Matilisque
ICC MA 133	<i>Terminalia arborea</i> Koord.	Combretaceae	Volador
ICC MA 134	<i>Albizia adinocephala</i> (Donn.Sm.) Record	Mimosaceae	Conacaste blanco

ICC MA 135	<i>Crescentia cujete</i> L.	Bignoniaceae	Morro
ICC MA 136	<i>Gmelina arborea</i> Roxb.	Lamiaceae	Melina
ICC MA 137	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	Bignoniaceae	Matilisguate
ICC MA 138	<i>Erythrina</i> sp.	Fabaceae	Pito cimarrón
ICC MA 139	<i>Senna reticulata</i> (Willd.) H.S.Irwin & Barneby	Caesalpiaceae	Aripín
ICC MA 140	<i>Acacia longifolia</i> (Andrews) Willd.	Mimosaceae	
ICC MA 141	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Mimosaceae	Pata de mula
ICC MA 142	<i>Ficus insipida</i> Willd.	Moraceae	Amate
ICC MA 143	<i>Crataeva tapia</i> L.	Capparaceae	Chaperno
ICC MA 144	<i>Ficus hemsleyana</i> King	Moraceae	Amate
ICC MA 145	<i>Licania platypus</i> (Hemsl.) Fritsch	Rosaceae	Sunsa

### 3.2.4 Evaluación

1. De las 145 plantas colectadas se determinaron 141 a nivel taxonómico de especie.
2. Se aportaron 145 especímenes a la colección científica del Herbario AGUAT “José Ernesto Carrillo” de la Facultad de Agronomía de la USAC.
3. Se elaboró un listado de las especies arbóreas presentes en las riberas del río Cristóbal y Coyolate con su respectivo número de colección, especie, familia y nombre vernáculo.

### **3.3 DETERMINACIÓN BOTÁNICA DE LA FLORA DEL ARBORETUM DE CENGICAÑA**

#### **3.3.1 Objetivo**

Conocer las especies arbóreas del Arboetum de la estación experimental Camantulul, Cengicaña.

#### **3.3.2 Metodología**

Se realizaron caminamientos en los senderos del arboretum de la estación experimental Camantulul, Cengicaña para conocer las especies arbóreas presentes. Durante los caminamientos se anotó el nombre vernáculo de cada árbol, en el caso de que no se conociera el nombre vernáculo se procedió a coleccionar especímenes para su determinación botánica.

Los nombres comunes o vernáculos se buscaban en el listado de especies de la línea base de flora arbórea de la cuenca hidrográfica Coyolate y Acomé.

#### **3.3.3 Resultados**

En el arboretum de la estación experimental Camantulul, Cengicaña se encuentra ubicado en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla. En la figura 25 se encuentra un mapa del arboretum Cengicaña.

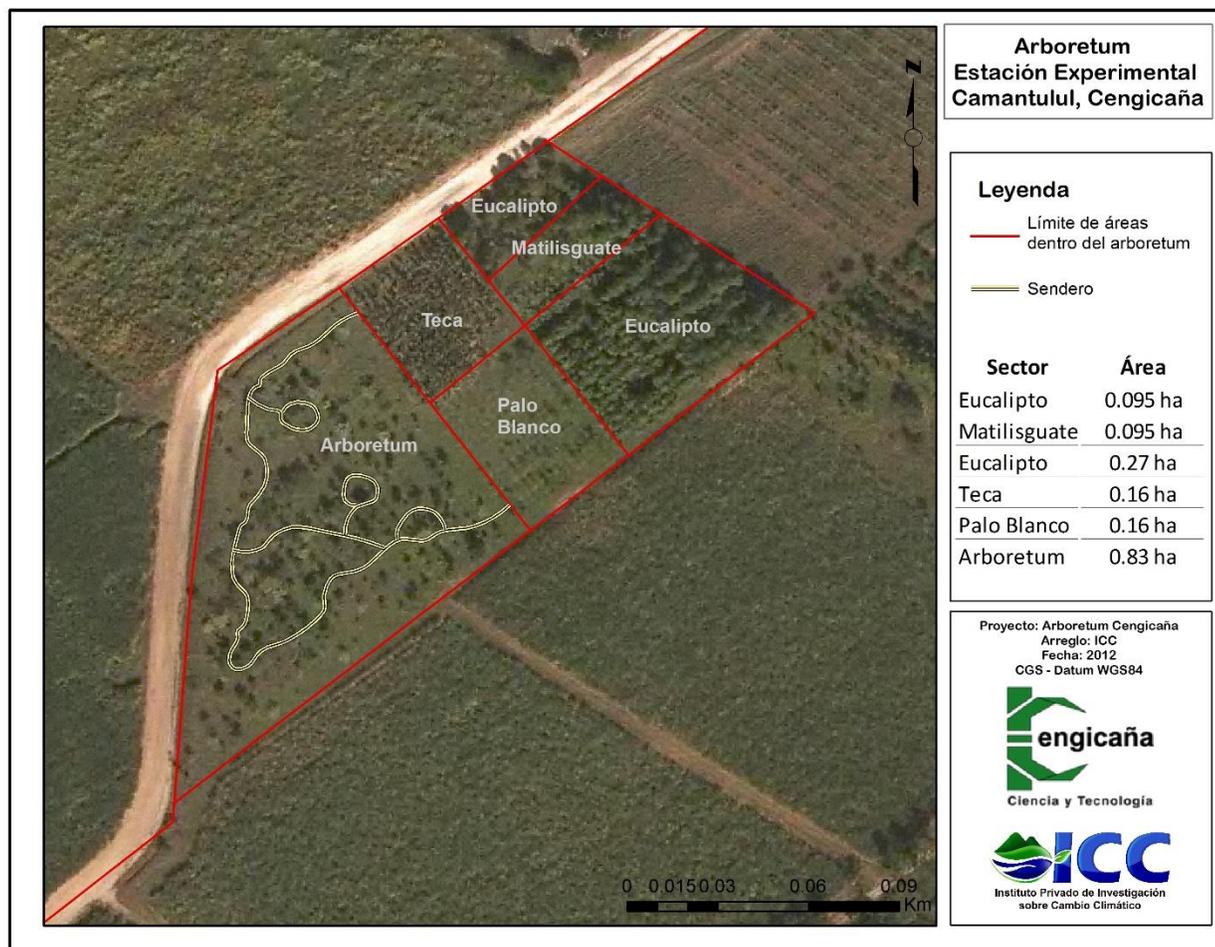


Figura 25. Arboretum de la estación experimental Camantulul, Cengicaña.  
Fuente: ICC, 2012.

En el arboretum de la estación experimental Camantulul, Cengicaña se identificaron 44 especies arbóreas. El cuadro 19 muestra el listado de las especies presentes con su respectivo nombre vernáculo.

Cuadro 19. Flora arbórea del arboretum de la estación experimental Camantulul, Cengicaña.

<b>Especie</b>	<b>Nombre vernáculo</b>
<i>Acacia hindsii</i> Benth.	Ixcanal negro
<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Merr.	Cenicero
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Jocote de marañón
<i>Aspidosperma megalocarpon</i> Müll.Arg.	Chichique
<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	
<i>Brosimum costaricanum</i> Liebm.	Ramón
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	Nance
<i>Cananga odorata</i> (Lam.) Hook.f. & Thomson	Cola de pava
<i>Castilla elastica</i> Cerv.	Palo de hule
<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.	Guarumo
<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro
<i>Cinnamomum verum</i> J.Presl	Canela
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Laurel
<i>Cordia dodecandra</i> A.DC.	Cericote
<i>Dalbergia cuscatlanica</i> (Standl.) Standl.	Granadillo
<i>Diphysa americana</i> (Mill.) M.Sousa	Guachipilin
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	Conacaste
<i>Eucalyptus</i> sp.	Eucalipto
<i>Frangula discolor</i> (Donn.Sm.) Grubov	Coshte
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Walp.	Madreado
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Caulote
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Guapinol
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Caspirol
<i>Inga paterno</i> Harms	Paterna
<i>Inga sapindoides</i> Willd.	Cushin

<i>Lagerstroemia indica</i> L.	
<i>Mangifera indica</i> L.	Mango
<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate
<i>Platymiscium dimorphandrum</i> Donn.Sm.	Hormigo
<i>Roseodendron donnell-smithii</i> (Rose) Miranda	Palo blanco
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F.Blake	Plumillo
<i>Senna reticulata</i> (Willd.) H.S.Irwin & Barneby	Aripín
<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S.Irwin & Barneby	
<i>Simira salvadorensis</i> (Standl.) Steyerl.	Puntero
<i>Solanum torvum</i> Sw.	
<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H.Karst.	Castaño
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	Matilisguate
<i>Tabernaemontana donnell-smithii</i> Rose ex J.D.Sm.	Cojón
<i>Tectona grandis</i> L.f.	Teca
<i>Terminalia arborea</i> Koord.	Volador
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Capulín
<i>Trichospermum mexicanum</i> (DC.) Baill.	Cajete
<i>Triplaris melaenodendron</i> (Bertol.) Standl. & Steyerl.	Mulato
<i>Vatairea lundellii</i> (Standl.) Record	Palo negro

### 3.3.4 Evaluación

Para la identificación de las especies arbóreas del arboretum Cengicaña se realizaron caminamientos en el sendero durante los meses de mayo, junio, julio y agosto. Los árboles a los que no se identificaban por el nombre vernáculo fueron monitoreados para la obtención de flores y frutos que sirvieran como base para su determinación botánica.

### 3.4 ELABORACIÓN DE FICHAS TÉCNICAS DE ESPECIES FORESTALES

#### 3.4.1 *Objetivo*

Recopilar, sistematizar y analizar información relevante sobre las especies arbóreas nativas y exóticas con potencial de restauración forestal en la vertiente del Pacífico de Guatemala.

#### 3.4.2 *Metodología*

Este servicio se elaboró en dos fases:

##### **A. Fase preliminar**

Junto con los técnicos del programa de Manejo Integrado de Cuencas del ICC se seleccionaron las especies que se han utilizado para restauración forestal en las cuencas de la vertiente del Pacífico de Guatemala.

##### **B. Fase de gabinete**

Esta fase consistió en la elaboración de un manual de fichas técnicas de las especies forestales seleccionadas (ver anexo 1). Para la elaboración de manual se consultó el manual para extensionistas: *Árboles de Centroamérica (Cordero, 2003)*, el paquete tecnológico de fichas técnicas de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad de México (CONABIO) e información en línea.

### 3.4.3 Resultados

Se elaboró una ficha para cada una de las siguientes especies:

1. Aripín (*Caesalpinia velutina*)
2. Caoba (*Swietenia macrophylla*)
3. Cedro (*Cedrela odorata*)
4. Cenicero (*Pithecolobium saman*)
5. Conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*)
6. Cuje y cushin (*Inga* sp.)
7. Eucalipto (*Eucalyptus* sp.)
8. Leucaena (*Leucaena leucocephala*)
9. Madrecacao (*Gliricidia sepium*)
10. Matilisguate (*Tabebuia rosea*)
11. Melina (*Gmelina arborea*)
12. Palo blanco (*Roseodendron donnell-smithii*)
13. Plumillo (*Schizolobium parahyba*)
14. Pumpujush (*Pachira aquatica*)
15. Sauce (*Salix alba*)
16. Teca (*Tectona grandis*)

### 3.4.4 Evaluación

Se elaboró un manual de fichas técnicas de las especies que se producen en los viveros forestales del ICC, las cuales incluyen datos básicos de las especies: objetivos de la estrategia de restauración forestal, distribución y ecología, fenología, requerimientos ambientales, uso y aspectos silviculturales de la: semilla, propagación y plantación.

### **3.5 ANEXOS**



*Figura 26A. Colecta de especímenes arbóreos en la ribera del río Cristóbal.*



*Figura 27A. Sistema utilizado para secar especímenes.*

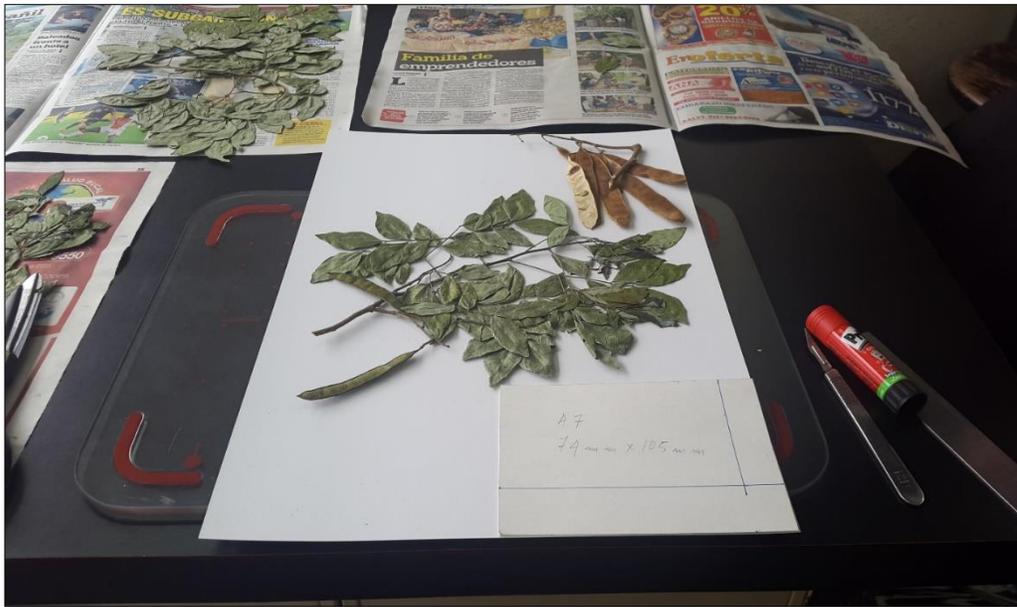


Figura 28A. Montaje de un espécimen sobre una lámina de papel texcote C-16.



Figura 29A. Almacenamiento de especímenes en el Herbario FAUSAC.

*Anexo 1. Manual de fichas técnicas de especies forestales.*



# FICHAS TÉCNICAS DE ESPECIES FORESTALES

## ESTRATEGIA DE RESTAURACIÓN FORESTAL



## **Descripción de la temática**

El objetivo de las fichas técnicas de especies utilizadas en la estrategia de restauración forestal del ICC es recopilar, sistematizar y analizar información relevante sobre las especies arbóreas nativas y exóticas con potencial de restauración forestal en la vertiente del Pacífico de Guatemala.

En este informe se encuentra las fichas técnicas de las especies que se producen en los viveros forestales del ICC, las cuales incluyen datos básicos de las especies: objetivos de la estrategia de restauración forestal, distribución y ecología, fenología, requerimientos ambientales, uso y aspectos silviculturales de la: semilla, propagación y plantación.

Este esfuerzo es una importante contribución al desarrollo del sector forestal de la región y es parte de los esfuerzos del Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático por reponer el recurso forestal y potencializar su uso y aprovechamiento.

**Índice**

Aripín ( <i>Caesalpinia velutina</i> ) .....	118
Caoba ( <i>Swietenia macrophylla</i> ) .....	120
Cedro ( <i>Cedrela odorata</i> ) .....	122
Cenicero ( <i>Pithecolobium saman</i> ).....	124
Conacaste ( <i>Enterolobium cyclocarpum</i> ).....	126
Cuje y cushin ( <i>Inga</i> sp.) .....	128
Eucalipto ( <i>Eucalyptus</i> sp.) .....	130
Leucaena ( <i>Leucaena leucocephala</i> ).....	132
Madrecacao ( <i>Gliricidia sepium</i> ).....	134
Matiliguate ( <i>Tabebuia rosea</i> ) .....	136
Melina ( <i>Gmelina arborea</i> ) .....	138
Palo blanco ( <i>Roseodendron donnell-smithii</i> ).....	140
Plumillo ( <i>Schizolobium parahyba</i> ) .....	142
Pumpujush ( <i>Pachira aquatica</i> ) .....	144
Sauce ( <i>Salix alba</i> ) .....	145
Teca ( <i>Tectona grandis</i> ) .....	146

# Aripín

Caesalpinia velutina (Britton & Rose) Standl.  
Caesalpinaceae

## Nombres comunes

Chaperno blanco, palo colorado, totoposte.

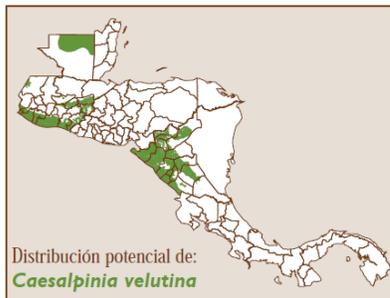
## Objetivo de restauración forestal

- Υ Conservación de bosques de ribera.
- Υ Sistemas agroforestales.

## Distribución y ecología

Crece en las zonas secas de América Central en laderas con suelos rocosos, en asociación con vegetación arbustiva y espinosa o en bosques poco densos.

Los rodales naturales se localizan normalmente en suelos calcáreos y suelos derivados de serpentín, aunque también tolera suelos salinos. Coloniza tierra agrícola abandonada por campesinos de agricultura migratoria. Es un árbol que enraíza profundo, con una fuerte raíz pivotante y raíces secundarias superficiales. Enraíza bien incluso en suelos rocosos, y si hay una capa endurecida, desarrolla un sistema radical superficial.



Fuente: CATIE, 2003.

## Fenología

Periodo de FLORACIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Periodo de FRUCTIFICACIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

## Requerimientos ambientales

Altitud: Se localiza desde los 50 hasta los 1,000 msnm.

Temperatura: de 24 a 28 °C.

Precipitación: Desde los 400 hasta los 1,200 mm, aunque crece mejor a partir de los 600 mm anuales.

## Usos

La madera es dura, muy usada para carbón y leña ya que es de excelente calidad, quema lentamente con gran producción de brasas. Su poder calórico es moderadamente alto y fluctúa entre 4,046.79 y 4,571.82 kcal/kg, sin olor desagradable, produce poco humo; seca rápidamente, y puede ser usada verde mezclada con leña seca.

Se utiliza en sistemas agroforestales asociada con cultivos anuales (maíz, frijol y tomate). Es una especie melífera y tiene potencial para uso ornamental.



Inflorescencia de aripín. Fuente: CATIE, 2003.

## **Silvicultura**

### **Semilla**

La especie tiene una buena capacidad para la regeneración natural. Produce gran cantidad de semilla al final de la estación lluviosa, la cual permanece en el árbol por 7 meses. El momento de recolección no es crítico, ya que las vainas aguantan en el árbol por varios meses, pero lo habitual es de noviembre a enero, cuando las vainas están maduras.

Las vainas no se abren solas y necesitan ser estrujadas manualmente para extraer las semillas. Cada kilogramo contiene de 5000-9000 semillas. Las semillas recién recolectadas no necesitan tratamiento pre-germinativo y pueden germinar más de un 90%, pero la semilla almacenada por un año o más debe ser tratada remojándola o en agua fría (20-25°C) por 24-48 horas o en agua caliente (80°C) por 3 minutos.



Vainas de aripín. Fuente: CATIE, 2003.

### **Propagación**

Las plántulas son fáciles de cuidar en el vivero, pues es una especie rústica. Puede sembrarse en almácigos y luego repicarse a bolsas. Sin embargo, por su alta germinación es mejor sembrar directamente en bolsas, dos semillas en cada a 2 cm de profundidad. La germinación comienza a los 3-4 días y dura 2 semanas. Las plántulas deberían alcanzar los 40-50 cm en las primeras 15 semanas desde la germinación. No es necesario sombra, y se riega 3 veces por semana, menos en el último mes, para endurecer las plantas, y se debe suprimir el riego 8 días antes de plantar.

### **Plantación**

La plantación se hace al inicio de la estación lluviosa. El control de malas hierbas es esencial en las primeras fases del desarrollo por el lento crecimiento inicial y su sensibilidad a la competencia con las malezas. Alrededor de cada planta se debe limpiar un área de al menos 50 cm en los dos primeros años y repetir 2 a 3 veces por año.

### **Literatura consultada**

Cordero J.; Boshier D.H. (eds.). (2003). Árboles de Centroamérica: Un manual para extensionistas. Turrialba, C.R., OFI/CATIE. 423 – 426 pp.

Sire, CONABIO-PRONARE. (2006). Paquete tecnológico: *Caesalpinia velutina* (Britton et Rose) Stanley. 26 de junio del 2015, de Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Sitio web: <http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php/temas-forestales/reforestacion/fichas-tecnicas>

# Caoba

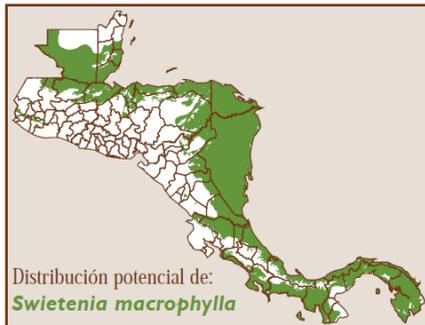
Swietenia macrophylla King  
Meliaceae

## Objetivo de restauración forestal

- Υ Conservación de bosques de ribera.
- Υ Sistemas agroforestales.
- Υ Maderable.

## Distribución y ecología

El hábitat natural de la caoba es el bosque tropical y subtropical de bajura. Su distribución natural es amplia, desde la región Atlántica del sureste de México a través de América Central, el norte de América del Sur (Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú) y en el sur de la cuenca del Amazonas en Bolivia y Brasil.



Fuente: CATIE, 2003.

## Fenología

Periodo de FLORACIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
----------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Periodo de FRUCTIFICACIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
---------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

## Requerimientos ambientales

Altitud: desde los 0 hasta los 1,000 msnm.

Temperatura: de 11 a 32 °C.

Precipitación: Desde los 0 hasta los 600 mm, ocasionalmente hasta 1,500 m.

## Usos

Se emplea para la fabricación de muebles finos, construcciones livianas, molduras, decoración de interiores, chapa, triplay, acabados, embalajes y construcción de embarcaciones.

Frecuentemente se utiliza como árbol de ornato a orillas de caminos, como árbol de sombra en áreas de cultivo, como cerca viva para delimitar linderos y en traspatios. Las semillas tienen propiedades medicinales y se utilizan para el tratamiento de la tifoidea.



Cápsula de caoba.

Fotografía por: Garg, J.M.

## **Silvicultura**

### **Semilla**

Los frutos se recolectan de árboles sanos (libres de plagas y enfermedades), cuando las cápsulas adquieren un color café claro y antes de que se abran, entre diciembre y enero. Se recomienda coleccionar los frutos de la parte media y alta de la copa, éstos se depositan en costales y posteriormente se transportan al vivero. Ya en el vivero los frutos se ponen a secar al sol, éstos se extienden sobre lonas durante 5 días. Cuando los frutos se abren las semillas se extrae manualmente, posteriormente se asolean nuevamente de 2 a 3 días, evitando deshidratación excesiva. Para eliminar las alas de la semilla se realizan fricciones manuales.



Semilla de caoba (al centro).

Fotografía por: Alfaro, M.

### **Propagación**

La semilla no requiere tratamientos pregerminativos; pueden sembrarse directamente en bolsas, o bien iniciar la producción a partir de semilleros. En el primer caso se siembran dos semillas por bolsa, con una profundidad de siembra de 2 cm. Cuando

las semillas se siembran en semilleros, se utiliza la misma profundidad que en el caso anterior; el trasplante de plántulas se efectúa a las 4 semanas de la siembra.

### **Plantación**

Aunque se han establecido plantaciones en varios países a espaciamientos de 2-3 m entre árboles, las plantaciones puras generalmente no son recomendables en esta especie, especialmente en áreas donde se esperan ataques severos del barrenador.

Hay evidencias de que la presencia de sombra lateral reduce el daño de la plaga, de manera que se puede recurrir a varias opciones, entre ellas: la mezcla con otras especies arbóreas de crecimiento más rápido; plantación en hileras dentro de plantaciones foestales jóvenes; o eliminación de malezas en carriles a lo largo de las líneas de plantación, dejando una franja con malezas en el centro, para permitir el desarrollo de barreras naturales entre las hileras de los árboles.

### **Literatura consultada**

- Cordero J.; Boshier D.H. (eds.). (2003). Árboles de Centroamérica: Un manual para extensionistas. Turrialba, C.R., OFI/CATIE. 901 – 906 pp.
- Fern, K. (2014). *Swietenia macrophylla* King. 2015, de Useful Tropical Plants Sitio web: <http://tropical.theferns.info/viewtropical.php?id=Swietenia+macrophylla>
- Sire, CONABIO-PRONARE. (2006). Paquete tecnológico: *Swietenia macrophylla* King. 26 de junio del 2015, de Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Sitio web: [www.conafor.gob.mx/portal/index.php/temas-forestales/reforestacion/fichas-tecnicas](http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php/temas-forestales/reforestacion/fichas-tecnicas)

# Cedro

Cedrela odorata L.  
Meliaceae

## Objetivo de restauración forestal

- Υ Conservación de bosques de ribera.
- Υ Sistemas agroforestales.
- Υ Maderable.

## Distribución y ecología

Se encuentra en las zonas de vida bosque húmedo tropical, bosque húmedo subtropical y bosque seco tropical. Es una especie exigente de luz. Su distribución natural es desde México hasta Bolivia y norte de Argentina, y en el Caribe. Debido a su amplia distribución en América tropical forma parte de la flora nativa de la mayoría de países latinoamericanos, a excepción de Chile.



Fuente: CATIE, 2003.

## Fenología

Periodo de FLORACIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

Periodo de FRUCTIFICACIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

## Requerimientos ambientales

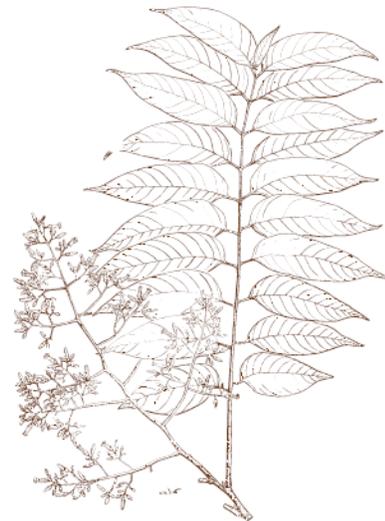
Altitud: desde los 0 hasta los 1,200 msnm.

Temperatura: de 11 a 36 °C.

Precipitación: Desde los 1,200 hasta los 3,000 mm.

## Usos

Es utilizada para la construcción en general, material de artesanías, artículos torneados y esculturales. La madera es blanda y fácil de trabajar, es preferida para hacer muebles finos. La infusión de las hojas es usada como medicinal para dolor de muelas y oídos.



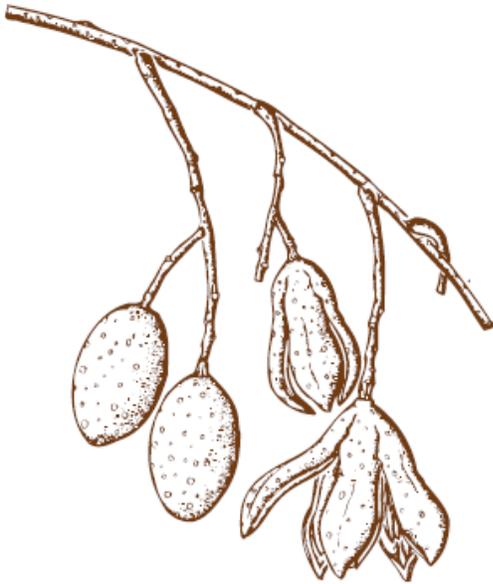
Inflorescencia y hoja de cedro.

Fuente: CATIE; 2003.

## Silvicultura

### Semilla

Los frutos se abren en el árbol cuando están maduros para liberar las semillas. Por esto deben recolectarse del árbol cuando cambian de color verde a marrón café, justo antes de que se abran. Los frutos muy verdes se pueden secar al sol por 24-35 horas para que se abran, pero sin excederse pues la semilla pierde la viabilidad; también puede hacerse en zarandas a la sombra con buena ventilación. La semilla no debe exponerse al sol. Cada kg contiene 30,000-50,000 semillas. La semilla pierde viabilidad rápidamente.



Cápsulas de cedro.  
Fuente: CATIE, 2003.

### Propagación

Aunque las semillas de esta especie no presentan ningún tipo de latencia, para uniformizar la germinación se recomienda aplicar remojo en agua a temperatura ambiente durante 24 horas, antes de la siembra. La germinación con semilla fresca es

normalmente del 70%. La semilla es pequeña por lo que se debe sembrar en semilleros de arena fina colada, lavada y desinfectada. La germinación comienza a los 6-10 días y termina a los 30 días. Las plantitas se trasplantan a bolsas en cuanto alcanzan 5-8 cm de altura. Las plantas requieren 3 a 4 meses en vivero antes de su establecimiento en campo.

### Plantación

Es una especie que demanda luz y debe plantarse en lugares abiertos. Crece mejor mezclada con otras especies de árboles, lo que además reduce el riesgo de ataque del barrenador. Los espaciamientos recomendados varían con el sitio y el cultivo asociado. En combinaciones agroforestales o plantaciones:

Con cultivos perennes (p. ej. café): 6x6 m a 9x9 m

Con cultivos anuales: 5x3 m

Plantaciones puras: 3x3 m a 5x5 m

Plantaciones mixtas: 6x4 m a 14x7 m.

Cercas vivas: 3 a 5 m entre árboles.

### Literatura consultada

Cordero J.; Boshier D.H. (eds.). (2003). Árboles de Centroamérica: Un manual para extensionistas. Turrialba, C.R., OFI/CATIE. 447 – 452 pp.

Sire, CONABIO-PRONARE. (2006). Paquete tecnológico: Cedrela odorata L. 26 de junio del 2015, de Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Sitio web: [www.conafor.gob.mx/portal/index.php/temas-forestales/reforestacion/fichas-tecnicas](http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php/temas-forestales/reforestacion/fichas-tecnicas)

# Cenicero

*Pithecolobium saman* (Jacq.) Benth.  
Mimosaceae

## Nombres comunes

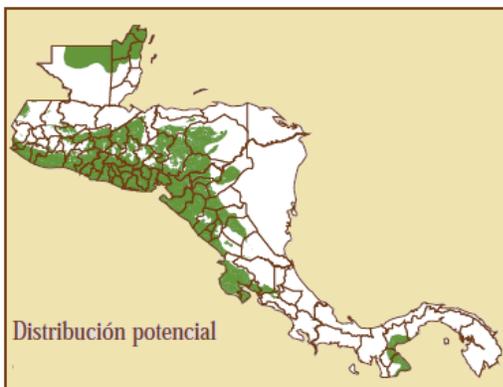
Carreto, carretón y genízaro.

## Objetivo de restauración forestal

- Υ Conservación de bosques de ribera.
- Υ Sistemas agroforestales.

## Distribución y ecología

Forma parte de bosques perennifolios y estacionalmente secos, pero en particular de aquellos abiertos de sabana. Muchos de los árboles que se encuentran en pastos pueden ser remanentes de bosques pasados. Es una especie pionera, que coloniza claros y campos abandonados. Se distribuye por toda América Central, desde Guatemala a Panamá y se extiende a América del Sur (Colombia y Venezuela).



Fuente: CATIE, 2003.

## Fenología

Periodo de FLORACIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

Periodo de FRUCTIFICACIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

## Requerimientos ambientales

Altitud: desde los 0 hasta los 1,500 msnm.

Temperatura: de 15 a 35 °C.

Precipitación: Desde los 600 hasta los 2,500 mm.

## Usos

Las vainas contienen una pulpa dulce y nutritiva que es altamente digestible (40% digestibilidad) y palatable para vacuno, cabras y cerdos, y contienen un 12-18% de proteína. Son una buena fuente suplementaria de proteínas, carbohidratos y minerales para el ganado, especialmente al producirse en la mitad de la estación seca, cuando otros alimentos escasean.

Las atractivas flores rosas hacen de este árbol una elección popular como ornamental, aunque cuando se planta a lo largo de carreteras su extenso sistema radical puede levantar y dañar la superficie de la carretera.



Umbela de cenicero.

Fotografía por: Trabanino, N.

### **Silvicultura**

#### **Semilla**

Las vainas pueden recolectarse del árbol cuando se vuelven marrón oscuras o del suelo. Se deben secar a la sombra sobre lonas por un día. No se abren de modo natural por lo que hay que aplastarlas para separar las semillas de la cáscara de las vainas. La pulpa pegajosa que está adherida a las semillas puede eliminarse bajo agua corriente, y después se deben secar las semillas de nuevo al sol por 3-4 horas.

Requieren de pretratamiento para dar una germinación uniforme. El método usual es verter agua hirviendo sobre las semillas, dejándolas en esta agua por dos minutos y después escurriéndolas y sumergiéndolas por una noche en agua fría.



Vaina de cenicero.

Fotografía por: Coronado, I.

### **Propagación**

Las plántulas crecen mejor en bolsas grandes (10x20 cm), y deberían mantenerse bajo sombra parcial por 2-4 semanas después de la germinación. Normalmente necesitan 3 a 5 semanas para producir plántulas de 20 a 30 cm de alto. No requieren inoculación con *Rhizobium* para fijación de nitrógeno, y muestran una nodulación efectiva.

### **Plantación**

Los árboles se plantan normalmente a espaciamientos amplios para que las densidades de siembra sean de 10 a 20 árboles por hectárea. Esto promueve un rápido crecimiento en diámetro y el desarrollo de una copa extensa para maximizar la sombra y la producción de vainas.



Hojas e inflorescencias de cenicero.

Fotografía por: Trabanino, N.

### **Literatura consultada**

Cordero J.; Boshier D.H. (eds.). (2003). Árboles de Centroamérica: Un manual para extensionistas. Turrialba, C.R., OFI/CATIE. 859 – 864 pp.

# Conacaste

*Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.  
Mimosaceae

## Nombres comunes

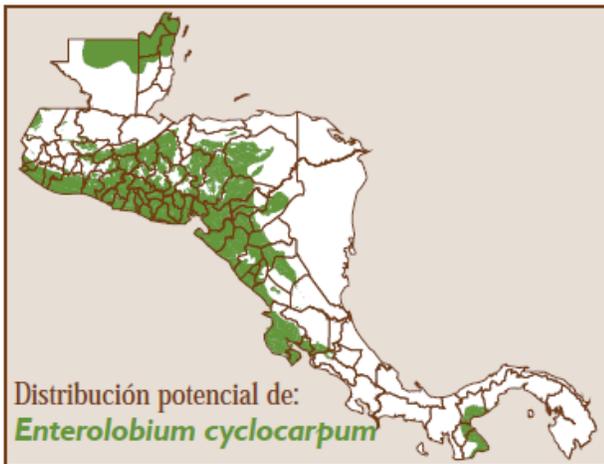
Árbol de orejas, guanacaste y pit.

## Objetivo de restauración forestal

- Υ Conservación de bosques de ribera.
- Υ Sistemas agroforestales.
- Υ Maderable

## Distribución y ecología

Nativa de bosques tropicales estacionalmente secos, encontrándose a veces también en sitios perturbados como riberas de ríos en bosque húmedo perennifolio. En su rango nativo en América Central es más común en elevaciones bajas cerca de la costa el Pacífico.



Fuente: CATIE, 2003.

## Fenología

Periodo de FLORACIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

Periodo de FRUCTIFICACIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

## Requerimientos ambientales

Altitud: desde los 0 a 1,200 msnm.

Temperatura: de 14 a 41 °C.

Precipitación: Desde los 750 hasta los 2,500 mm.

## Usos

Es utilizada comercialmente para madera aserrada, en carpintería y ebanistería, y tiene usos artesanales. También se utiliza para leña, en la construcción, en la fabricación de utensilios de cocina y de labranza. Los frutos se usan de alimento para el ganado, alimentación humana, fabricación de jabón y medicina tradicional.



Hojas e inflorescencias de conacaste.

Fotografía por: Trabanino, N.

## **Silvicultura**

### **Semilla**

Los árboles comienzan habitualmente a producir semilla a los 15-25 años de edad, produciendo cosechas casi todos los años. Un árbol adulto puede producir 2000 vainas, cada una con 10-16 semillas, las cuales se pueden recolectar del suelo al final de la estación seca. Las vainas son duras y no se abren por sí solas, por lo que las semillas se extraen manualmente machacándolas y cribándolas.

Las semillas son grandes y muy duras, con una cubierta muy gruesa. Estas son ortodoxas, por lo que se pueden almacenar bajo condiciones convencionales (<10% de humedad y < 4°C en envases herméticos), pero requieren pretratamiento para germinar. La cubierta de la semilla se debe romper mediante un método mecánico, agua caliente o ácido sulfúrico. Un método de escarificación es sumergiendo la semilla por 30 segundos en agua a punto de hervir, seguido por 24 horas en agua a temperatura ambiente.



Vainas en forma de oreja de conacaste.  
Fotografía por: Trabanino, N.

### **Propagación**

La semilla se siembra a 1 a 2 cm de profundidad, con el micropilo hacia abajo,

pues si no la raíz puede salir al aire. Germinan rápidamente, en tan solo 3 a 4 días. El crecimiento inicial es muy rápido y vigoroso. En el vivero requieren poca sombra y habitualmente están listas para plantar en 3 meses, cuando han alcanzado una altura entre 20 a 25 cm.

### **Plantación**

Debido a la forma del árbol se deben usar espaciamientos estrechos en las plantaciones (3x3 m o 4x4 m). Bajo estas condiciones, la forma y tamaño del tronco comercial mejoran en comparación con árboles creciendo en espacios abiertos. Sin embargo, su tendencia a extenderse limita su uso en plantaciones por lo que se han establecido pocos rodales puros.



Inflorescencia de conacaste.  
Fotografía por: Trabanino, N.

### **Literatura consultada**

Cordero J.; Boshier D.H. (eds.). (2003). Árboles de Centroamérica: Un manual para extensionistas. Turrialba, C.R., OFI/CATIE. 529 – 532 pp.  
Sire, CONABIO-PRONARE. (2006). Paquete tecnológico: Cedrela odorata L. 26 de junio del 2015, de Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Sitio web: [www.conafor.gob.mx/portal/index.php/temas-forestales/reforestacion/fichas-tecnicas](http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php/temas-forestales/reforestacion/fichas-tecnicas)

# *Cuje y cushin*

Inga sp.  
Mimosaceae

## **Objetivo de restauración forestal**

- Y Conservación de bosques de ribera.
- Y Sistemas agroforestales.

## **Distribución y ecología**

Se distribuye desde México (Oaxaca, Michoacán) hasta América del Sur.

## **Fenología**

Periodo de FLORACIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
----------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Periodo de FRUCTIFICACIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
---------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

## **Requerimientos ambientales**

Altitud: desde los 0 a 1,800 msnm.  
Temperatura media de 15°C.

## **Usos**

Son varios los usos que se dan a los productos obtenidos de estas especies, representativas del género en América Central. Se usa para postes, leña, carbón y la pulpa blanca y carnosa que rodea las semillas es comestible y dulce, por lo que los

frutos aún se comercian en los mercados locales.



Hojas e inflorescencia de *Inga edulis* Mart.  
Fuente: CATIE, 2003.

## **Silvicultura**

### **Semilla**

Los árboles comienzan a producir semilla en enero, es recomendable la recolección de frutos entre marzo y abril. La recolección de las vainas se hace directamente de los árboles o de las vainas que hayan caído al suelo. Las vainas recolectadas se transportan al vivero en sacos y allí se extraen las semillas manualmente; las semillas se colocan en una lona por tres días bajo el sol para secar.

Las semillas son grandes y muy blandas, con una cubierta delgada, por lo que no requieren pretratamiento para germinar.



Fruto de *Inga edulis* Mart. (cuje)  
Fuente: CATIE, 2003.

### **Propagación**

La semilla se siembra en un semillero a 1 a 2 cm de profundidad, germinan de 8 a 12 días. El transplante de semillero a bolsa se hace 15 días después de haber sido sembradas. Las plántulas están listas para plantarse en campo a los 3 meses, cuando han alcanzado una altura entre 20 a 30 cm.

### **Plantación**

Para el establecimiento de *Inga edulis* Mart. el distanciamiento recomendado es de 5x5 m (en café a 2x1 m). En bosque de ribera en la vertiente del Pacífico se recomienda su establecimiento debido a que es una especie nativa.



Hojas de *Inga edulis* Mart. (cuje)  
Fotografía por: Trabanino, N.



Hojas y fruto de *Inga rodrigueziana* Pittier  
Fotografía por: Trabanino, N.

### **Literatura consultada**

- Cordero J.; Boshier D.H. (eds.). (2003). Árboles de Centroamérica: Un manual para extensionistas. Turrialba, C.R., OFI/CATIE. 597 – 606 pp.
- Gámez, C., comunicación personal, 02 de septiembre de 2015.
- Tivo, C.I., comunicación personal, 02 de septiembre de 2015.

# ***Eucalipto***

Eucalyptus sp.  
Myrtaceae

## ***Objetivo de restauración forestal***

Y Energético

## ***Distribución y ecología***

El género *Eucalyptus* es nativo de Australia, donde está ampliamente distribuido. Ha sido introducido con éxito en diferentes regiones del mundo. En Guatemala se han establecido plantaciones forestales con fines energéticos.

## ***Requerimientos ambientales***

Altitud: desde los 0 a 1,500 msnm.

Temperatura: de 3 a 40 °C.

Precipitación: Desde los 250 hasta los 2,500 mm anuales.

## ***Usos***

En la agroindustria azucarera las plantaciones de eucalipto se establecen porque son especies de rápido crecimiento y tienen una alta capacidad calorífica; por lo que son ideales para la producción de biocombustibles.



Frutos y flores de *Eucalyptus torreliana*.  
Fotografía por: Gerus, T.

## ***Silvicultura***

### ***Semilla***

La semilla se adquiere en un banco de semillas forestales. Las semillas son muy pequeñas con una cubierta delgada, por lo que no requieren pretratamiento para germinar.



Flores de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.  
Fotografía por: Fagg, M.

### ***Propagación***

El sustrato en el que se siembra la semilla de eucalipto es arena de río, la cual se desinfectada previo a la siembra. La semilla se coloca sobre la cama de arena, posteriormente se cubre con una delgada capa de sustrato (auxiliados de un tamiz). Germinan entre 15 a 20 días; cuando tienen una altura de aproximadamente 5 cm se trasplantan a bolsas plásticas. Las plántulas están listas para plantarse en campo cuando han alcanzado una altura entre 20 a 30 cm.

### ***Plantación***

Para el establecimiento de plantaciones de eucalipto se pueden utilizar distanciamientos de 3x2 m, 3x3 m y 4x3 m.

### **Literatura consultada**

Orwa et al. (2009). Eucalyptus camaldulensis Dehnh. Recuperado de: [http://www.worldagroforestry.org/treedb/AF\\_TPDFS/Eucalyptus\\_camaldulensis.PDF](http://www.worldagroforestry.org/treedb/AF_TPDFS/Eucalyptus_camaldulensis.PDF)

Gámez, C., comunicación personal, 02 de septiembre de 2015.

Nelson, J.A., comunicación telefónica, 03 de septiembre de 2015.

Tivo, C.I., comunicación personal, 02 de septiembre de 2015.

# *Leucaena*

*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit  
Mimosaceae

## **Objetivo de restauración forestal**

Υ Sistemas agroforestales

## **Distribución y ecología**

Es una especie que tiene asociación vegetal con el bosque de galería, bosque tropical caducifolio, bosque tropical perenifolio, bosque tropical subcaducifolio y en vegetación costera. Su distribución natural es en el interior de valles con sequías estacionales o semiáridos, libres de heladas.

## **Fenología**

Periodo de FRUCTIFICACIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

## **Requerimientos ambientales**

Altitud: Se localiza desde los 0 hasta los 900 msnm.

Temperatura: de 7 a 38 °C.

Precipitación: Desde los 500 hasta los 1,000 mm anuales.

## **Usos**

Es utilizada como cerca viva. Se usa para leña y carbón, posee un poder calórico de 4,200 a 4,600 Kcal/kg y además produce poco humo; postes, herramientas, artesanías; tutores para cultivos

de jitomate y café; el follaje constituye un excelente forraje (4 a 23% de materia fresca; 5 a 30% de materia seca; 20 a 27% de proteína, caroteno, vitamina K rico en Calcio, Potasio, vitaminas y otros nutrientes), y es de alta digestibilidad, 60 a 70%; sin embargo, las hojas y semilla contiene un aminoácido tóxico que puede causar daño a los mamíferos no rumiantes y aves de corral.

Es una especie melífera, la flor se utiliza para la elaboración de aceites esenciales aromáticos; los frutos son muy apreciados por su alto contenido de vitamina A y proteína (46%). Las semillas maduras son empleadas como sustituto del café. Es una especie que se ha utilizado en barrera contra incendios y como barrera rompevientos. Se le ha utilizado para controlar la erosión, mejorar el suelo y para conservación de agua.



Inflorescencia de leucaena.  
Fotografía por: Tann, J.

## **Silvicultura**

### **Semilla**

Las semillas deben colectarse entre los meses de marzo a mayo. Las vainas se deben recolectar cuando presentan un color amarillento y antes de que se abran y deben ser transportadas en bolsas o sacos hacia un lugar techado donde deben extenderse sobre lonas, sobre éstas se realiza el secado al sol durante 2 días por periodos de 3 a 4 horas hasta que se abran las vainas y se desprendan las semillas; una vez abiertas las vainas, la extracción de semillas se realiza manualmente. Por último, las semillas se secan a la sombra sobre mallas durante 2 días. Una vez separadas las semillas, las impurezas se eliminan usando un tamiz apropiado, quedando listas para su siembra o almacenamiento.



Semilla de leucaena.

Fotografía por: Verzo, R.

### **Propagación**

Para acelerar y uniformizar la germinación se recomienda colocar las semillas en agua a temperatura ambiente de 2 a 3 horas o de 12 a 24 horas antes de la siembra.

La siembra en almácigo se realiza a chorrillo en surcos separados entre sí, colocando la

semilla a una profundidad de 2 cm. Si la siembra es directa se colocan dos semillas por bolsa, a una profundidad de 2 cm. Se tienen experiencias que la siembra directa es mejor que la de almácigo, ya que se reduce el estrés de la planta, se evita la poda de raíz y la cola de coche, además se evitan contratiempos del trasplante. Debido a la alta producción de semillas y el alto porcentaje de germinación se sugiere utilizar la técnica de siembra directa en campo.

### **Plantación**

El espaciamiento de la plantación varía según el objetivo: en cercas vivas y cortinas rompevientos, las plantas se establecen a 2 x 2 m; callejones 1 x 1 m; con cultivos intercalados para producir leña, carbón y madera a 2 x 2 m; para forraje se planta a 0.5 x 0.5 m; la cosecha inicia un año después de establecida la plantación, las siguientes cosechas se realizan cada tres meses en la época de lluvia, y cada cinco meses en la época seca.

### **Literatura consultada**

Cordero J.; Boshier D.H. (eds.). (2003). Árboles de Centroamérica: Un manual para extensionistas. Turrialba, C.R., OFI/CATIE. 637 - 656 pp.

Sire, CONABIO-PRONARE. (2006). Paquete tecnológico: *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. 26 de junio del 2015, de Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Sitio web: [www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/939Leucaena%20leucocephala.pdf](http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/939Leucaena%20leucocephala.pdf)

Zárate, S. (1994). Revisión del género *Leucaena* en México. Anales del Instituto biología, UNAM. Serie Botánica 65(2): 83-162.

# Madrecacao

*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.  
Papilionaceae

## Objetivo de restauración forestal

- Υ Conservación de bosques de ribera.
- Υ Sistemas agroforestales.
- Υ Energético

## Distribución y ecología

Es una especie pionera agresiva, bien adaptada a un amplio rango de suelos en climas húmedos a subhúmedos, incluyendo sitios moderadamente ácidos e infértiles. Se ve favorecido por perturbaciones humanas y ha colonizado grandes áreas siguiendo la destrucción de bosque seco nativo. Es un componente principal de barbechos que siguen a agricultura de tumba y quema, probablemente debido a su tolerancia al fuego (después de un fuego rebrota vigorosamente cuando comienza la estación lluviosa).



Fuente: CATIE, 2003.

## Fenología

Periodo de FLORACIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

Periodo de FRUCTIFICACIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

## Requerimientos ambientales

Altitud: de 0 hasta los 1,200 msnm.

Temperatura: de 14 a 36 °C.

Precipitación: Desde los 600 hasta los 1,500 mm anuales.

## Usos

Para leña y carbón, así como en construcciones rurales y pesadas, se recomienda para la fabricación de muebles pequeños, implementos agrícolas y artesanías. Esta especie presenta sombra beneficiosa para cultivos, protección al suelo y mejor drenaje por sus raíces y hojarasca, disminución de la erosión y conservación de la humedad en climas secos. Es usada ampliamente para cercas vivas, lo cual constituyen una modalidad agroforestal tradicional, que protege los cultivos agrícolas y, así como la conservación de suelos. Además ofrece beneficios como forraje para bovinos y caprinos, lo cual ha dado lugar para el establecimiento de plantaciones con la finalidad de formar bancos de proteínas.



Flores papilionadas de madrecacao.  
Fotografía por: Medeiros, J.

## **Silvicultura**

### **Semilla**

El momento de la recolección es crítico y aunque las vainas se pueden recolectar verdes, dos semanas antes de que se abran, y ser maduradas artificialmente a la sombra en lugares ventilados, es mejor dejar que maduren en el árbol y recolectarlas justo antes de que abran, ya que esto da mayor porcentaje de germinación y viabilidad más duradera. Es por tanto importante notar que el momento de la maduración varía de lugar a lugar. Las semillas se extraen fácilmente dejando secar las vainas al sol hasta que abran de modo natural. Cuando esto sucede las semillas son expulsadas a distancias de hasta 25 m por lo que es necesario cubrir las vainas con sarán para evitar perder semillas.



Vainas de Madecacao.  
Fotografía por: Davidse, G.

### **Propagación**

No se requiere tratamiento pregerminativo. La germinación comienza a los 3 ó 4 días y se completa a los 12 ó 15 días. Las plántulas requieren sombra ligera después del replanteo y las que crecen en bolsas necesitan podas periódicas de raíces. Las plántulas requieren ente 10 a 12 semanas en el vivero, y deben endurecerse sin sombra unas pocas semanas antes de llevarlas al campo. Se puede usar plántulas o estacas para plantar, ya que ambas dan buenos resultados. Las plántulas en bolsas deben alcanzar 30-40 cm antes de llevarlas al campo.

### **Plantación**

Para cercas vivas se suele plantar a 1 a 3 m entre árboles. En plantaciones a lo largo de curvas de nivel se planta a 4 a 10 m entre líneas y 0.5 o 1.0 m entre plantas en la misma línea. En bancos energéticos o para postes se planta de 1x1 a 3x3 m y para sombra para cacao y café los espaciamientos varían de 3x3 a 12x12 m.

### **Literatura consultada**

Cordero J.; Boshier D.H. (eds.). (2003). Árboles de Centroamérica: Un manual para extensionistas. Turrialba, C.R., OFI/CATIE. 549 - 554 pp.  
Sire, CONABIO-PRONARE. (2006). Paquete tecnológico: Gliricidia sepium. 26 de junio del 2015, de Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Sitio web: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/923Gliricidia%20sepium.pdf>

# Matiliguate

*Tabebuia rosea* (Bertol.) Bertero ex A.DC.  
Bignoniaceae

## Objetivo de restauración forestal

- Y Conservación
- Y Maderable
- Y Sistemas agroforestales

## Distribución y ecología

Es nativa en México, América Central y el norte de Sur América (Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). Crece en una variedad de hábitats, con tendencia a dominar en bosque húmedo bajo, bosque de galería y áreas con inundaciones estacionales. También ocurre en bosque seco tropical, bosque de montaña y tierras agrícolas abandonadas.



Fuente: CATIE, 2003.

## Fenología

Periodo de FLORACIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Periodo de FRUCTIFICACIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

## Requerimientos ambientales

Altitud: de 0 hasta los 1,200 msnm.

Temperatura: de 17 a 30 °C.

Precipitación: Desde los 1,200 hasta los 2,500 mm anuales.



Flores de Matiliguate.

Fotografía por: Bayer Tamayo, A.

## Usos

La madera es utilizada en decoración de interiores de muebles finos, pisos, gabinetes, chapas decorativas, construcción de botes, ebanistería, ruedas para carretas, artesanías, cajas y embalajes. Es utilizada como ornamental, en parques, jardines y linderos de propiedades. Asimismo es utilizada como

planta de sombra de cultivos en las zonas bajas de la región tropical.

### **Silvicultura**

#### **Semilla**

La semilla se produce en cantidades moderadas. Se puede recolectar las vainas del árbol o directamente del suelo. Las vainas se transportan en sacos a un lugar techado, donde se secan a la sombra sobre lonas durante tres días hasta que se abran y se puedan extraer las semillas manualmente. Las semillas extraídas se asolean por un período corto de 3 a 4 horas para reducir la humedad.



Vaina de Matiliguaté.  
Fotografía por: Alfaro, M.

#### **Propagación**

La semilla germina entre 14 a 21 días sin pretratamiento, aunque para mejorar y homogenizar la germinación se recomienda sumergir la semilla en agua durante 12 horas. Con buena semilla, se establece por siembra directa en bolsas, seguido por plantar en campo al alcanzar 60 cm de altura (3-4 meses de edad). Para cercas vivas, puede ser propagada por estacas que muestran enraizamiento rápido. Es necesario controlar la competencia de malezas, lo cual puede exigir limpias 2 a 3 veces en el primer año.

#### **Plantación**

En plantaciones puras se recomienda una alta densidad (p.ej. 1,600 árboles por hectárea), con espaciamiento inicial no más que 2.5x2.5 m. Se ha plantado en línea a espaciamientos de 3 a 4 m entre árboles. Con espaciamientos de 3x3 m, 3x4 m y 4.5x5 m, ha sido intercalado con yuca y frijoles. A espaciamientos mayores que 2.5x2.5 m se puede mejorar la forma por medio de podas.



Árbol de Matiliguaté  
Fotografía por: Aguilar, R.

#### **Literatura consultada**

Cordero J.; Boshier D.H. (eds.). (2003). Árboles de Centroamérica: Un manual para extensionistas. Turrialba, C.R., OFI/CATIE. 919 - 922 pp.

Sire, CONABIO-PRONARE. (2006). Paquete tecnológico: *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. 10 de diciembre del 2015, de Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Sitio web: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/1008Tabebuia%20rosea.pdf>

# Melina

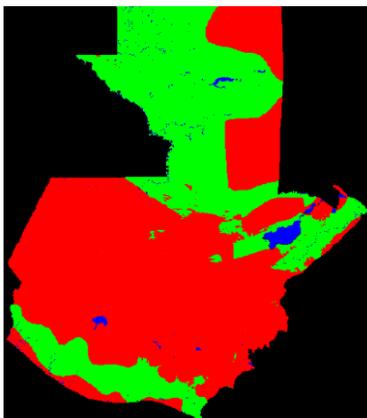
Gmelina arborea Roxb.  
Lamiaceae

## Objetivo de restauración forestal

- Υ Maderable
- Υ Energéticos

## Distribución y ecología

La Gmelina arborea es nativa de India, Bangladesh, Sri Lanka, Myanmar, Tailandia, sur de China, Laos, Camboya y Sumatra en Indonesia y es una importante fuente maderera en las regiones tropicales y subtropicales de Asia. La especie ha sido introducida en muchos países tropicales incluyendo Filipinas, Malasia, Brasil, Gambia, Costa Rica, Burkina Faso, Costa de Marfil, Nigeria y Malawi; también es común en Cuba, Colombia, Brasil, Venezuela, Guatemala y en la zona tropical de México. Hasta el momento la madera de melina en América Central, no compete con las especies nativas de bosque.



Distribución óptima de Melina en Guatemala.  
Fuente: ESPREDE/MAGA, 2001.

## Fenología

Periodo de FLORACIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

Periodo de FRUCTIFICACIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

## Requerimientos ambientales

Altitud: de 0 hasta los 900 msnm.

Temperatura: de 18 a 38 °C.

Precipitación: Desde los 1,000 hasta los 4,000 mm anuales.



Flor de Melina.  
Fotografía por: Garg, J.M.

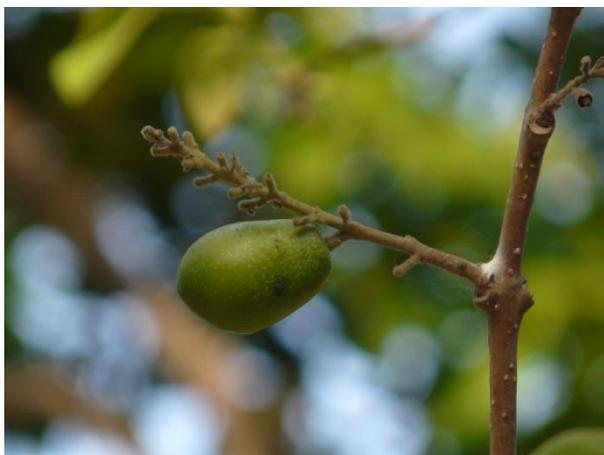
## Usos

Su principal producto es la madera que se utiliza para leña y carbón, en la fabricación de muebles y gabinetes, instrumentos musicales, tableros de partículas, triplay, cabos para cerillos, cubiertas de barcos y botes.

## **Silvicultura**

### **Semilla**

Los frutos pueden recolectarse directamente de los árboles; se recomienda recolectar los frutos amarillos en buen estado. Las semillas deben extraerse de los frutos en un lapso no mayor a cinco días; para facilitar esta actividad se recomienda remojar los frutos durante tres días y después se despulpa manualmente, para luego lavar y secar manualmente al aire libre durante 3 días.



Drupa de Melina.

Fotografía por: Valke, D.

### **Propagación**

Para acelerar y uniformizar la germinación se recomienda colocar las semillas en agua a temperatura ambiente entre 1 a 3 días antes de la siembra. El tiempo necesario para que inicie la germinación a partir de la siembra es de 2 a 3 semanas.

Cuando se siembran directamente en el envase se deben colocar dos semillas para asegurar la germinación de por lo menos de una de ellas. Cuando se producen en semilleros, se preparan pequeños surcos paralelos con una profundidad de 2 a 3 cm, colocando la semilla en los surcos para

posteriormente cubrirlos con una capa delgada de sustrato. La plántula debe durar de 4 a 6 meses en vivero, cuando la siembra es por semillas.

### **Plantación**

Los espaciamientos más recomendables son de 2 x 3 o de 3 x 3 m, teniendo 1,667 o 1,111 plantas por hectárea, respectivamente; sin embargo, si se trata de obtener materia prima para celulosa o leña, el espaciamiento adecuado es de 2 x 2 m, es decir, 2,500 plantas por hectárea.



Tronco de Melina.

Fotografía por: Forest and Kim Starr.

### **Literatura consultada**

Sire, CONABIO-PRONARE. (2006). Paquete tecnológico: Gmelina arborea Roxb. 10 de diciembre del 2015, de Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Sitio web: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/924Gmelina%20arborea.pdf>

# ***Palo blanco***

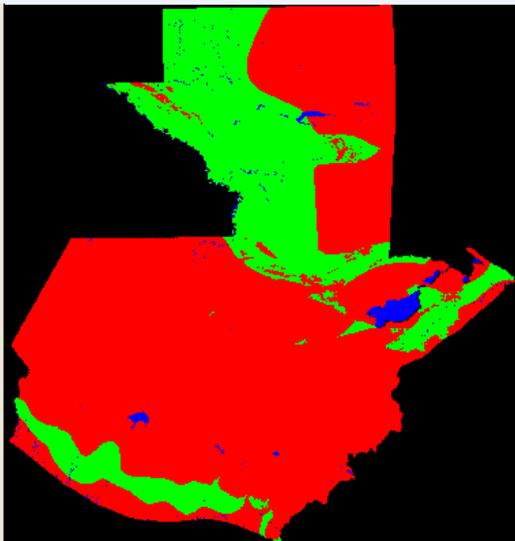
Roseodendron donnell-smithii (Rose) Miranda  
Bignoniaceae

## ***Objetivo de restauración forestal***

- Υ Maderable
- Υ Conservación
- Υ Sistemas agroforestales

## ***Distribución y ecología***

El rango nativo de esta especie se extiende desde México a través de Guatemala, El Salvador y el norte y centro de Honduras. Fuera de este rango la especie ha sido evaluada como árbol maderable en Costa Rica, Hawái, Puerto Rico y Ecuador. Aunque su abundancia se ha reducido en bosques naturales por talas extremas, varios programas de plantación en América Central prometen incrementar la cantidad de madera disponible de esta especie.



Distribución óptima de Palo blanco en Guatemala. Fuente: ESPREDE/MAGA, 2001.

## ***Fenología***

Periodo de FLORACIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

Periodo de FRUCTIFICACIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

## ***Requerimientos ambientales***

Altitud: de 0 a 700 msnm.

Temperatura: de 17 a 27 °C.

Precipitación: Desde los 1,000 hasta los 3,000 mm anuales.



Flores de Palo Blanco  
Fotografía por: Gentry, A.

## ***Usos***

Es un importante árbol maderable que alcanza un elevado precio. La madera es color crema, amarilla o marrón pálido, a menudo con bandas, sin una transición clara entre la albura y el duramen.

## **Silvicultura**

### **Semilla**

Las vainas pueden recolectarse cuando su color cambia de verde a marrón amarillento. Es preferible recolectarlas del árbol, pero también se puede recoger pequeñas cantidades del suelo. Las vainas deben transportarse a un patio de secado y ser extendidas a secar al sol por 2-3 días.

A continuación, las semillas pueden extraerse de las vainas y secar al sol por 1-2 semanas para reducir su contenido de humedad al 5-6%. Una vez secas pueden almacenarse en contenedores herméticos y mantenerse a temperatura ambiente hasta por un año sin excesiva pérdida de viabilidad.

### **Propagación**

Las semillas germinan entre 12 a 18 días sin necesidad de ser pretratadas. Se establece por siembra en vivero y se llevan al campo cuando tienen unos 40 cm de altura (4 meses de edad).

### **Plantación**

Se ha probado en ensayos a 3x3m por el proyecto PROECEN (Honduras) con excelentes resultados de crecimiento, pero se considera que requiere un espaciamiento ligeramente amplio en plantaciones (5x5 m) debido a que la especie requiere máxima iluminación y tiene un rápido crecimiento.



Árbol de Palo Blanco.

Fotografía por: Forest and Kim Starr.

### **Literatura consultada**

Cordero J.; Boshier D.H. (eds.). (2003). Árboles de Centroamérica: Un manual para extensionistas. Turrialba, C.R., OFI/CATIE. 915 - 916 pp.

# Plumillo

Schizolobium parahyba (Vell.) S.F.Blake  
Leguminosae

## Objetivo de restauración forestal

- Y Conservación
- Y Sistemas agroforestales

## Distribución y ecología

Se distribuye desde el sur de México, a lo largo de América Central, hasta Bolivia, Ecuador, Perú y Brasil. En Guatemala hay plantaciones para obtener madera para contrachapado.



Fuente: CATIE, 2003.

## Fenología

Periodo de FLORACIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

Periodo de FRUCTIFICACIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

## Requerimientos ambientales

Altitud: de 0 a 650 msnm.

Temperatura: de 15 a 27 °C.

Precipitación: Desde los 1,100 hasta los 2,500 mm anuales.



Flores de Plumillo.  
Fuente: CATIE, 2003.

## Usos

En Guatemala hay plantaciones para obtener madera para contrachapado. En plantaciones jóvenes establecidas por el CATIE en Turrialba, Costa Rica, ha mostrado tasas iniciales de crecimiento sobresalientes, y recientemente se ha iniciado su uso intensivo en plantaciones por parte de las fábricas de plywood. Es excelente como ornamental y especie melífera.

## Silvicultura

### Semilla

Se puede escalar el árbol y agitar las ramas para que se desprendan los frutos, o recolectarlos del suelo. Las semillas pueden almacenarse sin problema en recipientes cerrados a 4°C de temperatura, por tres años o más.



Semillas de Plumillo.

Fotografía por: Useful Tropical Plants.

### Propagación

La semilla tiene una testa impermeable que dificulta la germinación, por lo que debe ser escarificada con agua caliente, medios mecánicos o ácido sulfúrico. En Brasil se recomiendan la inmersión de las semillas en agua hirviendo por 4-10 minutos y reposo por 72 horas. Se recomienda la siembra directa en bolsa, con sombra durante los primeros días. Las plántulas crecen rápidamente, alcanzando 25 cm de altura en 3 meses.

## Plantación

La especie crece bien en plantaciones monoespecíficas, con espaciamientos desde 3x3m, hasta 10x10 o más en combinaciones agroforestales. Por ser una especie de crecimiento rápido se recomiendan raleos oportunos en plantaciones densas.



Plumillo

Fotografía por: Useful Tropical Plants.

### Literatura consultada

Cordero J.; Boshier D.H. (eds.). (2003). Árboles de Centroamérica: Un manual para extensionistas. Turrialba, C.R., OFI/CATIE. 869 - 872 pp.

# ***Pumpujush***

Pachira aquatica Aubl.  
Bombacaceae

## ***Objetivo de restauración forestal***

- Υ Conservación
- Υ Sistemas agroforestales

## ***Ecología y distribución***

Se encuentra en todo Centroamérica, desde el sur de México y en el norte de Suramérica hasta Ecuador, Perú y Brasil. Se encuentra también en Trinidad y Tobago, en las islas del Caribe, en Guadalupe, Martinica, San Vicente y Granada (Mahecha y Echeverri 1983).

Crece espontáneamente en climas cálidos muy húmedos y pluviales y en terrenos que se inundan periódicamente.

## ***Descripción general***

Este árbol crece de 10 a 12 m de alto. Su copa es de forma piramidal. Su tronco es grueso. Su corteza es de color verduzco o pardo, es lisa o ligeramente fisurada. Sus hojas digitadas presentan de 5 a 9 folíolos, son de forma elíptica u oblonga. Sus flores son llamativas, miden unos 20 cm de largo, tienen numerosos estambres de color rosado. Sus frutos son globosos de color castaño rojizo, son similares al fruto del cacao y miden de 10 a 20 cm de diámetro.

Sus semillas de color blancuzco son numerosas. Su madera es blanca y liviana (Mahecha y Echeverri, 1983).

## ***Usos***

Sus semillas tostadas o crudas tienen un sabor similar al castaño de Europa. Sus raíces son superficiales por lo que no se recomienda su siembra a menos de 6 m de distancia de una edificación (Mahecha y Echeverri, 1983). Según los jardines botánicos Joaquín Antonio Uribe de Medellín y Universidad Tecnológica de Pereira es una especie ornamental útil para embellecer los espacios públicos.



Flor de Pumpujush.  
Fotografía por: Trabanino, N.

## ***Literatura consultada***

SIB (Sistema de información sobre Biodiversidad de Colombia). 2008. Ficha de especie No.1330: Pachira aquatica, (en línea). Consultado el 11 de diciembre de 2015. Disponible en: [www.biodiversidad.co/fichas/1330](http://www.biodiversidad.co/fichas/1330)

# Sauce

Salix alba L.  
Salicaceae

## Objetivo de restauración forestal

Υ Conservación

## Ecología y distribución

Las especies de Salix son, en su mayoría, taxones propios de ambientes riparios o suelos encharcados; unos pocos tienen su hábitat en bosques frescos y otros en grietas de paredes.

Salix alba se distribuye en las riberas fluviales, en casi toda la Península Ibérica.

## Fenología

Periodo de FLORACIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Periodo de FRUCTIFICACIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

## Usos

Las especies de sauces que pueden tener mayor uso en la actividad restauradora son las raparías.

## Silvicultura

Los sauces son especies dioicas, rara vez se pueden observar flores bisexuales o inflorescencias con ambos tipos de flor (Newsholme, 1992). Las flores se agrupan en amentos. La polinización es entomófila y anemófila.

El fruto es una cápsula de 2 a 4 mm que contiene diminutas semillas provistas de un penacho de largos pelos para facilitar su dispersión. La dispersión de las semillas está favorecida por el viento y por el agua. Las semillas de sáliz pierden rápidamente su viabilidad en condiciones naturales, con una reducción del 50% en tan solo una o dos semanas. Además de la vía sexual, las especies raparías de este género se propagan naturalmente mediante segmentos de plantas, que son despojados y arrastrados por las corrientes.

La mejor forma de reproducir esta especie es por la vía asexual, a través, de estacas, sin necesidad de aplicar hormonas de enraizamiento.

## Literatura consultada

Prada Sáez, M. A.; Rueda Fernández, J.; Magdaleno Mas, F.; Martínez Romero, R. (2013). Salix spp. En Producción y manejo de semillas y plantas forestales. España.

Renobales & J. Sallés. (2001). Plantas de interés farmacéutico: Salicaceae, (en línea). Consultado el 13 de diciembre de 2015.

Disponible en:

<https://www.ehu.eus/documents/1686888/3913390/40.+Salix+alba.pdf>

# Teca

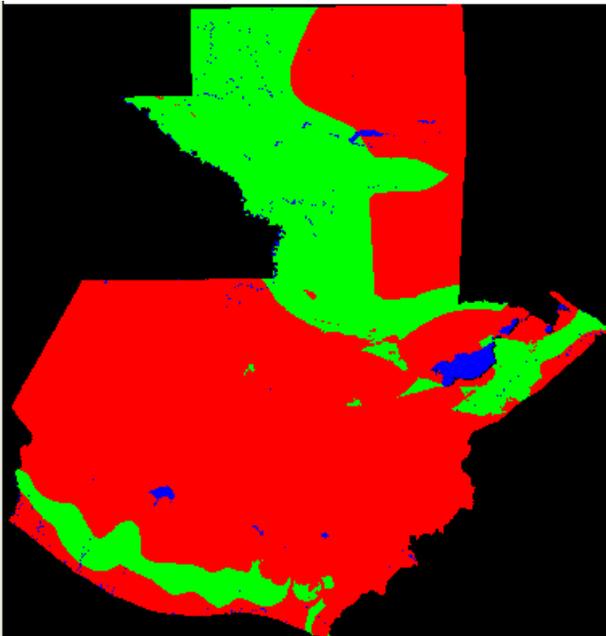
Tectona grandis L.f.  
Lamiaceae

## Objetivo de restauración forestal

- Υ Maderable
- Υ Energéticos

## Distribución y ecología

Es originaria de Birmania, Tailandia y algunas partes de la India. La especie fue introducida en Trinidad en 1913, esta procedencia ha sido ampliamente distribuida, exportándose semilla de Trinidad a Belice, Antigua, República Dominicana, Jamaica, Ecuador, Guayana Francesa y México. También, se han establecido plantaciones en Guatemala, El Salvador y Honduras.



Distribución óptima de *Tectona grandis* en Guatemala. Fuente: ESPREDE/MAGA, 2001.

## Fenología

Periodo de FLORACIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

Periodo de FRUCTIFICACIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic



Flores de Teca.  
Fotografía por: Alfaro, M. A.

## Usos

La madera de esta especie es muy apreciada en el mercado mundial, es empleada para la fabricación de muebles, palmetas y chapas, floreros, ebanistería, puertas, paneles, muebles fijos en laboratorio, construcción de casas, vagones de ferrocarril, durmientes, cabinas de trabajo y carpintería en general.

## Silvicultura

### Semilla

Las semillas frescas presentan un porcentaje de germinación de 40 a 60%. La germinación es epigea y comienza a los 10 o 12 días después de la siembra, sin ningún tratamiento a la semilla.

Como tratamiento de escarificación para acelerar y uniformizar la germinación, se ha empleado la inmersión de la semilla en agua por periodos de 24 a 72 horas, previo a la siembra. Otro tratamiento es la inmersión en agua con secado alterno, en periodos de 24 horas de inmersión y 24 horas de secado, repitiendo el proceso por una o dos semanas.



Frutos de Teca.

Fotografía por: Alfaro, M. A.

### Propagación

Se recomienda germinar las semillas en semilleros o bancos de germinación, las plántulas se deben trasplantar a bolsas. Es

necesario colar las plántulas en sombra durante los primeros 15 días.

### Plantación

El espaciamiento más recomendable es de 3 x 3 m, teniendo 1111 plantas por hectárea. Si el objetivo de la plantación es energético se debe aumentar la densidad de siembra.



Hojas de Teca.

Fotografía por: Alfaro, M. A.

### Literatura consultada

Chaves, E.; Fonseca W. (1991). Teca (*Tectona grandis* L.f.) árbol de uso múltiple en América Central. 60 p. CATIE, Turrialba, C.R.

Sire, CONABIO-PRONARE. (2006). Paquete tecnológico: *Tectona grandis* L.f. 13 de diciembre del 2015, de Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Sitio web: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/1012Tectona%20grandis.pdf>

### 3.6 BIBLIOGRAFÍA

Cordero, J. (2003). *Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas*. Turrialba, Costa Rica: CATIE.

Comisión Nacional Forestal de México (CONAFOR). [En línea]: Fichas técnicas de especies para reforestación. 2014 [fecha de consulta: junio-diciembre de 2015]. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php/temas-forestales/reforestacion/fichas-tecnicas>

*Flora Mesoamericana*. (1995). London: British Museum. Natural History.

Gardens, R. B., Kew, y Garden, M. B. (2016, 2016). Tropicos.org Fecha de acceso, Año de acceso, de <http://www.tropicos.org/>

MAGA. (2009). Capa digital a escala 1:50,000 de la república de Guatemala *Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación*

The Plant List. (2013) Version 1.1. Publicaddo en Internet; <http://www.theplantlist.org/>. Año de acceso 2015.

Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. Publicaddo en Internet; <http://www.tropicos.org>. Año de acceso 2015.

Standley, PC; Steyermark, JA; Swallen, JR; Williams, LO; McVaugh, R; Gentry, JL Jr; Nash, D; Williams, TP. 1946-1977. Flora of Guatemala. Chicago, US, Field Museum of Natural History, Fieldiana Botany, v. 24, 13 pts.

Stevens, W. D., Ulloa Ulloa, C., Pool, A., Montiel, O. M., Arbaláez, A. L., Cutiaia, D. M., y Hollowell, V. C. (2001). *Flora de Nicaragua*. St. Louis, MO: Missouri Botanical Garden Press.

Useful Tropical Plants. (2014). Base de datos. Publicaddo en Internet; <http://tropical.theferns.info/>. Fecha de consulta: junio a diciembre de 2015.