


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**



**ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN ARBÓREA, FUENTE SEMILLERA Y CALIDAD DE LA
SEMILLA DE CAOBA (*Swietenia macrophylla* King.) Y SANTA MARÍA (*Calophyllum
brasiliense* var. *Rekoi* Standl.) EN EL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ, COBÁN,
ALTA VERAPAZ**

IVAN ELVIN ORLANDO CABRERA ERMITAÑO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2006

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**

**ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN ARBÓREA, FUENTE SEMILLERA Y CALIDAD DE LA
SEMILLA DE CAOBA (*Swietenia macrophylla* King.) Y SANTA MARÍA (*Calophyllum
brasiliense* var. *Rekoi* Standl.) EN EL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ, COBÁN,
ALTA VERAPAZ**

TESIS

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

POR

IVAN ELVIN ORLANDO CABRERA ERMITAÑO

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Dr. Ariel Ortiz López
VOCAL I	Ing. Agr. Alfredo Itzep Manuel
VOCAL II	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria
VOCAL III	Ing. Agr. Danilo Ernesto Dardón Ávila
VOCAL IV	Br. Douglas Castillo Álvares
VOCAL V	Br. José Mauricio Franco Rosales
SECRETARIO	Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes

Guatemala, Octubre de 2006

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

Presente:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN ARBÓREA, FUENTE SEMILLERA Y CALIDAD DE LA SEMILLA DE CAOBA (*Swietenia macrophylla* King.) Y SANTA MARÍA (*Calophyllum brasiliense* var. *Rekoi* Standl.) EN EL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ, COBÁN, ALTA VERAPAZ.

Presentado como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que la investigación tenga el mérito suficiente para su aprobación, me es grato suscribirme de ustedes,

Atentamente,

Iván Elvin Orlando Cabrera Ermitaño

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Gracias por darme vida, salud y fuerzas para realizar mi sueño.

MIS PADRES:

Orlando Cabrera y Thelma de Cabrera

A quienes siempre estaré agradecido por sus sacrificios, amor y consejos brindados a lo largo de mi vida.

MIS HERMANOS(AS): Gracias por su apoyo y que mi triunfo les sirva de ejemplo para su superación.

MI ESPOSA: Erika Guido, por su apoyo incondicional, amor, paciencia y comprensión.

MIS HIJOS: Luís Iván y Maria Belén, que Dios los bendiga siempre.

MI FAMILIA EN GENERAL: Con mucho cariño, especialmente a Araceli Cabrera Franco, por su ayuda incondicional a lo largo de mi carrera.

MIS AMIGOS(AS): Con aprecio hacia todos, por los buenos y malos momentos compartidos en el transcurso de la carrera, especialmente a los Q 18.

TESIS QUE DEDICO

A:

DIOS

Mi patria Guatemala

Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía

Proyecto Laguna Lachuá, UICN - INAB

Puerto Barrios, Izabal

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a:

DIOS

Mi Familia

Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía

Proyecto Laguna Lachuá, UICN–INAB. Por el apoyo económico, logístico y humano para realizar esta investigación.

Proyecto Banco de Semillas Forestales –BANSEFOR- INAB

Ingenieros agrónomos: Arturo Santos Godoy, José A. López Leonardo y Jorge Mario Monzón por haberme confiado la realización de esta investigación.

Mis asesores Ing. Agr. M.Sc. César Castañeda Salguero e Ing. Agr. M.Sc. Francisco Vásquez, por su asesoría profesional, orientación y apoyo incondicional. Excelentes personas y profesionales que serán siempre un ejemplo digno de imitar.

Mis Padrinos: Licda. Dinorah Cabrera de Rojas e Ing. Agr. Ricardo Barrientos

LOS GUARDA RECURSOS DEL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ

INDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE DE CUADROS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
ÍNDICE DE CUADROS ANEXOS.....	vi
RESUMEN.....	vii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
3. MARCO TEÓRICO.....	4
3.1 MARCO CONCEPTUAL:.....	4
3.1.1 Caoba.....	4
3.1.1.1 Clasificación taxonómica.....	4
3.1.1.2 Características de campo.....	5
3.1.1.3 Descripción botánica.....	6
3.1.1.4 Distribución.....	7
3.1.1.5 Ecología.....	7
3.1.1.6 Floración y fructificación.....	7
3.1.1.7 Información de semillas.....	7
3.1.1.8 Plagas y enfermedades.....	9
3.1.1.9 Fuentes semilleras en Guatemala.....	9
3.1.1.10 Epoca de recolección del BANSEFOR.....	9
3.1.2 Santa María.....	9
3.1.2.1 Clasificación taxonómica.....	9
3.1.2.2 Características de campo.....	10
3.1.2.3 Descripción botánica.....	10
3.1.2.4 Distribución.....	11
3.1.2.5 Floración.....	11
3.1.2.6 Fructificación.....	12
3.1.2.7 Información de semillas.....	12
3.1.2.8 Plagas y enfermedades.....	12

3.1.2.9 Fuentes semilleras.....	13
3.1.2.10 Epoca de recolección del BANSEFOR.....	13
3.1.3 Reproducción sexual.....	13
3.1.4 Atributos y variables de la vegetación.....	14
3.1.5 Valor de Importancia o Índice deCottam.....	16
3.1.6 La semilla.....	16
3.1.6.1 Características de una buena semilla.....	17
3.1.7 Manejo de las semillas.....	17
3.1.7.1 Procedencia de las semillas.....	17
3.1.7.2 Número de individuos de los cuales debe de colectarse semilla.....	19
3.1.7.3 CALIDAD DE LA SEMILLA.....	19
3.1.7.3.1 Parámetros para definir calidad de la semilla.....	20
3.1.7.4 Viabilidad y longevidad de las semillas.....	21
3.1.7.5 Pruebas sencillas para definir si una semilla es ortodoxa o recalcitrante.....	22
3.1.7.6 Pruebas para calcular viabilidad.....	22
3.1.8 Análisis de pureza física.....	24
3.1.9 La tolerancia permitida en el análisis.....	25
3.2 MARCO REFERENCIAL:.....	26
3.2.1 Ubicación, Localización y Vías de Acceso:.....	26
3.2.2 Clima:.....	26
3.2.3 Zona de Vida:.....	26
3.2.4 Hidrografía:.....	26
3.2.5 Suelos:.....	27
3.2.6 Topografía, geología y geomorfología.....	29
3.2.7 Uso de la tierra y cobertura forestal.....	29
3.2.8 Fauna.....	29
3.2.9 Ictiofauna.....	31
3.2.10 Vegetación.....	32
4. OBJETIVOS.....	33
4.1 General:.....	33
4.2 Específicos:.....	33
5. METODOLOGÍA.....	34
5.1 Ubicación del lugar de la investigación:.....	34

5.2 Selección de especies:.....	34
5.3 Ubicación, tamaño y forma de parcelas de muestreo arbóreo.....	34
5.4 Selección y marcación de árboles semilleros.....	35
5.5 Recolección de frutos y semillas:.....	36
5.6 Traslado de la semilla a laboratorio:.....	37
5.7 Procesamiento y determinación de calidad de la semilla:.....	37
5.7.1 Prueba de Humedad.....	38
5.7.2 Prueba de Pureza Física:	38
5.7.3 Prueba de Viabilidad (germinación):.....	39
5.7.4 Prueba de Tolerancia:.....	39
5.8 Realización del Calendario fenológico anual de las especies:.....	39
5.9 Análisis de la información.....	40
5.9.1 Determinación de valores de importancia de las especies.....	40
5.9.2 Determinación de calidad de la semilla.....	41
5.9.3 Determinación del calendario fenológico anual.....	42
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
6.1 Composición arbórea de especies asociadas a Santa María y Caoba.....	43
6.1.1 Composición de especies arbóreas menores de 4 cm de diámetro.....	43
6.1.2 Composición de especies arbóreas de 4-20 cm de diámetro.....	45
6.1.3 Composición de especies arbóreas mayores de 20 cm de DAP.....	47
6.2 Selección y marcación de árboles semilleros.....	49
6.3 Determinación de calidad de la semilla de Caoba y Santa María.....	50
6.3.1 Recolección de frutos y semillas.....	50
6.3.2 Procesamiento de frutos y semillas.....	51
6.3.3 Análisis de pureza física.....	52
6.3.4 Análisis del contenido de humedad de la semilla.....	53
6.3.5 Análisis de viabilidad.....	53
6.4 Calendarización de las etapas fenológicas durante un año.....	55
7. CONCLUSIONES.....	58
8. RECOMENDACIONES.....	61
9. BIBLIOGRAFÍA.....	62
10. NEXOS.....	65

INDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	Mapa del Parque Nacional Laguna Lachuá y la Ecoregión Lachuá.....	28
Figura 2.	Vías de acceso al Parque Nacional Laguna Lachuá.....	30
Figura 3.	Forma y posición de las 40 parcelas de 2,500 m ² y 80 parcelas de 100 m ²	35
Figura 4.	Árboles clase 1: árbol semillero, árbol 2: no Semillero.....	36
Figura 5.	Especies arbóreas más abundantes e importantes e importantes de regeneración natural, menores de 4 cm. de diámetro asociados a Santa María y caoba.....	44
Figura 6.	Valores de las 15 especies arbóreas más abundantes de 4 a 20 cm. de diámetro asociadas a Santa María y Caoba.....	46
Figura 7.	Valores de las 15 especies arbóreas más abundantes e importantes mayores de 20 cm. de DAP asociadas a Santa María y Caoba.....	49
Figura 8.	Árboles semilleros identificados con código Sm para caoba y Cb para Santa María.....	50
Figura 9.	Equipo utilizado para la recolección de frutos y semillas, forma de escalar árboles para recolección de frutos y semillas, fruto y semilla de caoba y Santa María.....	51
Figura 10.	Procesamiento de semillas de Caoba y Santa María, semilla de caoba desalada y semilla de Santa María despulpada.....	52
Figura 11.	Semilla de Caoba y Santa María germinada, semilla extraída en el conteo de germinación.....	55
Figura 12.	Fruto, semilla, hojas e inflorescencia de Caoba.....	57
Figura 13.	Hojas, flor, fruto y semilla de Santa María.....	57

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Exportaciones (m ³) de <i>S. macrophylla</i> de 1997-1999.....	5
Cuadro 2. Valores de importancia de las especies arbóreas menores de 4 cm. de diámetro asociadas a Caoba y Santa María.....	43
Cuadro 3. Valores de importancia de las especies arbóreas de 4 a 20 cm. de diámetro asociadas a Caoba y Santa María.....	45
Cuadro 4. Valores de importancia de las especies arbóreas mayores de 20 cm. de DAP asociadas a Caoba y Santa María.....	47
Cuadro 5. Resultados del análisis de pureza física de Caoba y Santa María.....	53
Cuadro 6. Resultados del análisis del contenido de humedad de Caoba y Santa María.....	54
Cuadro 7. Resultados de pruebas de germinación para Caoba y Santa María.....	55
Cuadro 8. Calendario fenológico de Caoba y Santa María.....	56

INDICE DE CUADROS ANEXOS

	Página
Cuadro 1A. Formulario para muestreo de árboles mayores de 20 cm. de DAP.....	65
Cuadro 2A. Formulario para muestreo de plantas maderables de 4-20 cm. de diámetro.....	65
Cuadro 3A. Formulario para muestreo de plantas maderables menores de 4 cm. de diámetro.....	65
Cuadro 4A. Resultados de calidad de las semillas de Caoba y Santa María.....	66
Cuadro 5A. Pruebas de tolerancia para Caoba y Santa María.....	66

ESTUDIO DE LA COMPOSICIÓN ARBÓREA, FUENTE SEMILLERA Y CALIDAD DE LA SEMILLA DE CAOBA (*Swietenia macrophylla* King.) Y SANTA MARÍA (*Calophyllum brasiliense* var. *Rekoi* Standl.) EN EL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ, COBÁN, ALTA VERAPAZ

STUDY OF FOREST COMPOSITION, SEED SOURCE AND SEED QUALITY OF MAHOGANY (*Swietenia macrophylla* King.) AND SANTA MARIA (*Calophyllum brasiliense* var. *Rekoi* Standl.) IN NATIONAL PARK LAGUNA LACHUÁ, COBÁN, ALTA VERAPAZ, GUATEMALA

RESUMEN

Se estudió la composición arbórea, fuente semillera y calidad de semilla de caoba (*Swietenia macrophylla* King.) y Santa María (*Calophyllum brasiliense* var. *Rekoi* Standl.) en el Parque Nacional Laguna Lachuá. Dicho parque con una superficie de 14,500 hectáreas posee mucha biodiversidad, geográficamente está ubicado en Cobán, Alta Verapaz, Guatemala. La investigación se realizó de Enero a Octubre de 2006.

Se muestrearon 40 parcelas de 2,500 mt.² para árboles mayores de 20 cm. de DAP y 80 parcelas de 100 m² para especies forestales de 4-20 y menores de 4 cm de diámetro, evaluando dominancia y abundancia utilizando el método de valores de importancia de Cottam. Se seleccionaron 28 árboles semilleros de caoba y 57 de Santa María con características de árboles padres. De estos árboles se colectaron aproximadamente 3 kg. de frutos y/o semillas y a una muestra de semilla se le realizó análisis de calidad, para lo cual se tomó como base las reglas de la Asociación Internacional de Pruebas de Semillas (ISTA).

Se registraron épocas de producción de follaje, floración, fructificación y semilla.

Las especies arbóreas dominantes y abundantes en los distintos estratos son: tamarindo silvestre (*Dialium guianensis*), siete camisas (*Ledembergia macrantha*), sangre (*Virola koschnyi*), San Juan (*Vochysia guatemalensis*), Santa María (*Calophyllum brasiliense*), canxán (*Terminalia amazonia*), caoba (*Swietenia macrophylla*), chichique (*Aspidosperma cruentum*), medallo (*Vatairea lundellii*), pit (*Cupania* sp.) y ramón (*Brosimum* sp.).

Los análisis de calidad de semilla de caoba mostraron pureza física de 99.5%, 2,136 semillas puras/kg., 5.40% de humedad, germinación 88% y 1,800 semillas viables/kg. Para Santa María 99.28% de pureza física, 366 semillas puras/kg., 27.13% de humedad, 85% de germinación y 311 semillas viables/kg.

Caoba posee flores monoicas y semilla ortodoxa, se defolia a principios de Marzo y regenera sus hojas inmediatamente; florece entre principios de Abril y finales de Mayo; produce frutos anualmente e inicia a principios de Junio, la maduración tarda de 6 a 7 meses y ocurre en Diciembre y Enero; se colecta semilla de Febrero a Marzo; dispersándola por el viento en Marzo y Abril.

Santa María posee flores dioicas y semilla recalcitrante, floración y fructificación variable entre los mismos árboles; se defolia a principios de Mayo y regenera sus hojas a principios de Junio; produce flores anualmente con mayor floración de Junio a Julio y el inicio de producción de frutos en Agosto madurando de Diciembre a Febrero. Se colectan frutos o semilla de Enero a Marzo; dispersándose de Marzo a Abril por medio de la fauna silvestre.

Esta información fenológica es de la vegetación existente dentro del Parque Nacional Laguna Lachuá durante el año 2006, puede variar de un año a otro y de una región a otra.

Es recomendable enriquecer con especies nativas las áreas disturbadas por ventarrones, lo cual acelerará el proceso de recuperación de cobertura forestal.

Se recomienda realizar estudios de distribución, fenología y calidad de semillas para especies identificadas en la composición arbórea, que sean de importancia económica, ecológica, y de conservación como rosúl (*Dalbergia stevensonii*), jocote frayle (*Astronium graveolens*), cola de coche (*Pithecolobium arboreum*), chichipate (*Sweetia panamensis*), medallo (*Vatairea lundellii*), canxán (*Terminalia amazonia*), lagarto (*Zanthoxylum sp.*), sangre (*Virola koschnyi*) entre otras.

1. INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica, su conservación y utilización, son los principios básicos de la gestión forestal sostenible. La alta variabilidad genética de las especies forestales es responsable de los procesos de adaptación ante factores bióticos y abióticos extremos, que a su vez, aseguran la persistencia frente a los riesgos a los que están sometidas las masas forestales (11).

El Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL) tiene mucha biodiversidad y geográficamente está ubicado dentro del municipio de Cobán, departamento de Alta Verapaz. Cuenta con una superficie aproximada de 14,500 hectáreas. Uno de sus objetivos principales es la conservación de la biodiversidad, el desarrollo forestal sostenible en el área, así como la prestación de servicios ambientales a las comunidades locales del país y el mundo (11).

Su zona de influencia está constituida por la Ecoregión Lachuá, conformada por cerca de 55 comunidades, en su mayoría de la etnia *Q'eqchi'*. La población se dedica a la agricultura de subsistencia, principalmente maíz y frijol, mediante el método tradicional de tala y quema. El único cultivo para la generación de excedentes es el cardamomo, destinado al mercado de la exportación. Para satisfacer sus necesidades de alimentación, energía (leña) y construcción, las comunidades ejercen presión sobre los recursos naturales, especialmente el forestal, con que cuentan en toda la ecoregión, lo que pone en riesgo la conservación de las áreas silvestres, principalmente el Parque Nacional Laguna Lachuá.

En el parque aún se encuentran como componente natural del bosque las especies caoba (*Swietenia macrophylla*) y Santa María (*Calophyllum brasiliense*), las cuales presentan un mercado creciente internacional y demanda local fuerte. En ese sentido, el Parque Nacional Laguna Lachuá puede contribuir a la producción y diseminación de semillas de alta calidad de las especies en estudio, como una posibilidad viable que puede explotarse como servicio ambiental.

La madera de las dos especies indicadas se obtiene de bosques naturales debido a la extracción selectiva de los mejores especímenes, provocando disminución substancial de las poblaciones, severa pérdida de hábitat y restricción de las poblaciones remanentes a las áreas protegidas de Petén y pequeñas áreas de Izabal y Alta Verapaz. Ello ha conducido a que la

caoba se incluya en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres –CITES- (27).

En el presente estudio se generó información básica de los rodales naturales y se realizaron pruebas de calidad de la semilla de Caoba (*Swietenia macrophylla* King.) y Santa María (*Calophyllum brasiliense* var. *Rekoi* Standl.) en la zona de reserva Parque Nacional Laguna Lachuá.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Parque Nacional Laguna Lachuá es aún un reservorio de buenos fenotipos. En su zona de influencia se ha dado un manejo inadecuado de las masas boscosas remanentes, provocando la desaparición de vigorosos individuos cuyas semillas podrían ser utilizadas para programas de reforestación y otros usos (11). La pérdida de cobertura arbórea en la zona de recuperación del Parque Laguna Lachuá se intensificó desde 1954 (Monzón, 1999), mostrando que a 1996 (42 años) hubo una reducción de 20,707 hectáreas, con un promedio de 493 hectáreas perdidas por año (19).

Tanto la deforestación masiva como las extracciones selectivas de caoba y santa maría, han reducido notablemente su abundancia en su espacio natural, temiéndose la supervivencia de sus poblaciones y la sostenibilidad de su comercio (26). El nivel de explotación de estas especies ha reducido sustancialmente su número y degradado sus capacidades de regeneración (9).

En Mesoamérica han desaparecido dos tercios del hábitat de *S. macrophylla* y solamente permanecen con bosque cuatro grandes áreas: el sur de México que colinda con el norte de Guatemala, Guatemala (Alta Verapaz, Petén e Izabal), la frontera entre Nicaragua y Honduras, y el Darién de Panamá (26).

Las características de los sitios donde crecen caoba y santa maría y la utilización de su semilla de alta calidad física y fisiológica no se habían estudiado en la zona de reserva, a pesar de que, por ser especies amenazadas y de importancia comercial internacional, son prioritarias para los Programas de Incentivos Forestales. Caoba se incluyó en la lista del Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres –CITES-, con la recomendación de que las autoridades de cada país definan los niveles sostenibles de explotación y exportación de la especie (26 y 10).

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Marco Conceptual

3.1.1 Caoba

Dentro de los sinónimos se reconocen Chacalté (Maya) (Guatemala); Caoba de hoja grande, Caoba del Sur, Caoba del Atlántico, Cáguano (América Central, México y Colombia); Mongno, Aguano, Araputanga (Brasil); Mahogany Honduras, Acajou du Honduras (Guadalupe); Oruba (Venezuela); Mara (Bolivia); Mahoni (Surinam) (1).

3.1.1.1 Clasificación taxonómica (18)

Reino: Vegetal

Subreino: Embryobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Sapindales

Familia: Meliácea

Género: Swietenia

Especie: *Swietenia macrophylla* King.

Nombre Común: Caoba de Petén

Esta especie ha sido explotada intensamente desde tiempos de la colonia, al extremo que el establecimiento de la colonia inglesa en Belice tiene su razón de ser debido a esta especie, de tal manera que fueron los ingleses los que iniciaron su explotación en el Norte de Guatemala, por ser una de las industrias más importantes de ese entonces que ha continuado hasta los tiempos actuales; en el comercio se le conoce como "Honduras" Mahogany: Caoba de Honduras. A los árboles cuya madera permite obtener las más bellas figuras se les ha denominado vulgarmente como "Coralillo" (1).

El estado actual de las poblaciones de Caoba es muy variable. Por ejemplo, ha sido casi eliminada de áreas accesibles de Honduras y Nicaragua, pero todavía se encuentra en áreas protegidas de Petén (Guatemala) y Belice. También existen grandes áreas de Caoba en Bolivia y Brasil (1).

La regeneración natural de Caoba, al igual que las otras de su género, depende de la presencia de fuentes de semilla y condiciones aptas para la germinación y desarrollo posterior. Ambas condiciones podrían cumplirse mediante la implementación de un sistema parecido al -TSS- (Tropical Shelterwood System) utilizado en Trinidad. En este sistema, la regeneración se estimula dejando un dosel abierto de árboles semilleros, para así asegurar la fuente de semilla y a la vez la suficiente luz para permitir el desarrollo posterior de la regeneración. Posteriormente, por el alto valor de su madera, podría justificarse un manejo intensivo; uno de los objetivos es el aumento sensible en el número de árboles de la especie por hectárea, aunque no hasta tal punto que se den condiciones que provoquen los ataques fuertes de *Hypsipyla* (1).

La caoba es una de las maderas preciosas mas valoradas. Es apreciada por su profundo color rojo y atractiva veta, es ampliamente utilizada en la fabricación de muebles y para construcción (27). En el cuadro 1 se presentan las exportaciones en m³ de caoba *S. macrophylla* del año 1997 a 1998.

Cuadro 1. Exportaciones (m³) de *S. macrophylla* de 1997-1999. (10)

<i>Pais/Año</i>	1997	1988	1999
Brazil	116.916	46.816	59.758
Peru	10.893	20.72	35.17
Bolivia	27.963	20.159	8.52
Nicaragua	19.029	5.773	5.165
Guatemala	1.687	1.098	406
Honduras	885	880	1.324
Belize	233	125	2.326
México	521	271	212
Panama	0	71	23
Ecuador	0	0	77

3.1.1.2 Características de campo

Caoba en general tiene un aspecto que la distingue en el campo, los árboles adultos suelen ser muy corpulentos, mas de un metro de diámetro a la altura del pecho, su fuste es derecho y tiene contrafuertes en la base que en algunos casos alcanzan mas de 2 metros de altura, sus

ramas tienen un aspecto robusto cuyo color de la corteza casi no varía con relación al del fuste, la copa es brillante en su aspecto general (1).

Las hojas suelen ser brillantes y puede distinguirse la forma asimétrica de sus foliolos. Así como también los frutos son erguidos de color grisáceo hasta rojizo, miden más de 10 cm. de largo, lo que los hace muy conspicuos, están colocados en los extremos de las ramillas; cuando los frutos caen quedan abiertos al pie del árbol, lo que ayuda para su identificación. Jobo tiene sus frutos pequeños y no tiene contrafuerte significativo, por lo que difícilmente puede confundirse con esta especie en el campo (1).

3.1.1.3 Descripción Botánica

Árbol de gran tamaño, de 30 a 60 metros de altura con el fuste limpio hasta los 25 metros de altura, los árboles adultos miden entre 75 a 350 cm. a la altura del pecho.

A. Copa: con diámetro de 14 m. Presenta ramitas gruesas de color castaño con muchos puntos levantados ó lenticelas.

B. Fuste: recto, libre de ramas en buena proporción, bastante cilíndrico, los contrafuertes pueden tener una altura de más de 4 metros (1).

C. Corteza: externa color café rojizo oscuro con muchas fisuras profundas a lo largo del fuste, la corteza interna es de un color rosado rojizo hasta cafésáceo.

D. Hojas: alternas grandes, paripinnadas alternas de 20 a 40 cm. de largo; pecioladas, portando de 6 a 12 foliolos delgados oblicuamente lanceolados por lo regular de 8 a 15 cm. de largo y 2.5 a 7 cm. de ancho, acuminados en el ápice, agudos o muy oblicuos en la base Haz verde oscuro brillante, envés verde pálido.

E. Flores: colocadas sobre panículas de 10 a 20 cm. de largo o más, glabras; cáliz 2 a 2.5 mm. de largo, lóbulos cortos, redondeados; 5 pétalos ovados de color blanco, 5 a 6 mm. de largo; 10 estambres formando un tubo cilíndrico con dientes agudos o acuminados.

F. Fruto: es una cápsula ovoide dehiscente, comúnmente de 6 a 25 cm. de largo y 2 a 12 cm. de diámetro, reducido hacia el ápice en punta, color pardo grisáceo, lisa o diminutamente verrugosa, con 4 y 5 valvas leñosas de 6 a 8 mm. de grueso; cada cápsula contiene entre 45 a 70 semillas, esponjosas y frágiles.

G. Semillas: sámaras, aladas, livianas, de 7.5 a 10.0 cm. de largo por 2.0 a 3.0 cm. de ancho, de color rojizo cafésáceo, sabor muy amargo (1).

3.1.1.4 Distribución

Es la especie del género que tiene el área de dispersión más extensa. Se distribuye naturalmente del Sur de México, vertiente del Atlántico en América Central hasta el Valle del Amazonas de Brasil y el Perú.

En Guatemala se encuentra distribuida en los departamentos de Petén, Quiché, Alta Verapaz e Izabal (1).

3.1.1.5 Ecología

Es una especie pionera longeva (especies pioneras que aparecen en el bosque y permanecen por muchos años). Aunque es heliófita, es tolerante a la sombra leve, propiedad que le permite desarrollarse bajo la sombra de pioneros iniciales como Balsa (*Ochroma pyramidale*) y Guarumo (*Cecropia* spp.). Se encuentra en pequeñas manchas en el bosque, frecuentemente separadas (1).

3.1.1.6 Floración y fructificación

La caoba comienza a florecer entre los 12 y 15 años, durante los meses de noviembre y abril. La producción de frutos es anual, aparecen regularmente de marzo a agosto (1).

3.1.1.7 Información de semillas

Producción de semillas. Un estudio durante seis años de la dinámica de la producción de semillas por árboles de caoba de diferentes tamaños reveló una variabilidad considerable de un año a otro y de un árbol a otro; pero los árboles con diámetros de 75 cm. o más producían siempre muchas más semillas, y más constantemente, que los de menos diámetro, y las producen mas consistentemente de año en año que árboles menores. Además, por ser árboles más altos, la dispersión de sus semillas es más amplia. Por lo tanto, para sostener la capacidad de producción de semillas de caoba se deben mantener en pie individuos de caoba con un DAP de 75 cm. o mayores (25). Mientras que hasta el 27 por ciento de los árboles de diámetro inferior a 75 cm. no produjeron semilla alguna en un año determinado, el 93 por ciento de los de diámetros mayores las produjeron todos los años (25). Estos resultados son importantes para la regeneración de la caoba, natural o plantada: a menos que se protejan algunos árboles grandes, la extracción de árboles de caoba hasta un diámetro mínimo reducirá gravemente la producción potencial de semillas en estos bosques (25).

Recolección: El fruto madura entre diciembre y enero, la recolección se realiza de febrero a abril, la maduración tarda aproximadamente 6 meses.

Los frutos se recolectan directamente del árbol, antes que las cápsulas se abran, cuando muestran un color café claro. El árbol puede ser escalado haciendo uso de equipo apropiado como espolones, cinturón y casco. El escalador corta los frutos teniendo cuidado de no dañar las ramas. La producción de frutos varía de 125 Kg. a 148 Kg. por árbol. Los rendimientos usuales varían de 3.8 a 4.5 Kg. de semilla por árbol.

La recolección de semillas de los árboles de caoba en pie debe llevarse a cabo utilizando técnicas y herramientas adecuadas para cortar los frutos sin dañar las ramas. Los árboles a los que se han cortado las ramas para obtener los frutos de caoba, no han recuperado su capacidad de producción de frutos aún después de muchos años (25).

Los árboles “samagos” (huecos, podridos) tienen mayor valor como semilleros que como madera, por lo cual dejarlos en pie no representa un costo de oportunidad. Es necesario llevar a cabo análisis silviculturales y económicos de árboles semilleros (25).

Procesamiento: Una vez recolectados los frutos, son transportados en sacos de yute a un sitio techado donde puedan extenderse sobre lonas aproximadamente por 5 días, para permitir que concluya el proceso de maduración y se abran lentamente. Luego son trasladados al patio de secado y se asolean por periodos de 4 horas, durante 3 días. La semilla se extrae del fruto manualmente y se asolea nuevamente por 4 horas. Para desalar las semillas se friccionan manualmente.

Calidad: El número de semillas por Kg. varía entre 1,800 a 3,000. Los porcentajes de pureza varían entre 95 y 99, con un contenido de humedad inicial entre 9 y 12%.

Germinación: La germinación se inicia de 1 a 2 semanas después de la siembra y finaliza a la sexta semana. Los porcentajes de germinación reportados varían de 80 a 95%. La germinación es hipogea.

Almacenamiento: Las semillas son ortodoxas y conservan su poder germinativo hasta por 7 a 8 meses almacenadas a temperatura ambiente en bolsas de papel. Almacenadas en refrigerador, en bolsas plásticas herméticamente selladas, conservan la viabilidad por más de 4 años. Las semillas conservan su poder germinativo por 8 años si son almacenadas a 4°C y con contenido de humedad de 4% (1).

3.1.1.8 Plagas y enfermedades

La plaga mas seria que ataca principalmente los brotes tiernos, frutos y semillas, es la *Hypsipyla grandella*. Esta plaga provoca los mayores daños, tanto a nivel de vivero como de plantaciones jóvenes, y ha limitado el establecimiento de plantaciones puras a lo largo de los trópicos.

El barrenador de yemas es una plaga que ataca la yema apical de la planta, ocasionado su muerte. Para sobrevivir la planta desarrolla una nueva yema apical. Debido a este ataque inicial y otros posteriores no se desarrolla un fuste recto. No obstante, el barrenador solo vuela hasta alturas de 2 a 2.5 m., por lo tanto es una plaga que afecta en los 2 a 3 primeros años.

Otras plagas, son los perforadores del genero *Platypus* que producen pequeños orificios en la madera. Para aliviar un poco el ataque de *Hypsipyla*, que en general suele presentarse con mayor frecuencia en plantaciones (monocultivos), es conveniente hacerlo en franjas en condiciones de bosques naturales, o en plantaciones mixtas (1).

3.1.1.9 Fuentes semilleras en Guatemala

El BANSEFOR tiene procedencias de Santa Elena, Santa Ana, Uaxactun y San Francisco en el departamento de Peten, El Estor en el departamento de Izabal (15).

3.1.1.10 Época de recolección del BANSEFOR

Esta especie alcanza la maduración de frutos en el mes de Febrero siendo la colecta en los meses de Febrero y Marzo (15).

3.1.2 Santa Maria

Dentro de los sinónimos se reconocen: Mario, Marío, María, Bari (Guatemala); Barí, Leche maría, Leche amarilla, Guaya, Barillo, Barilla, Cedro cimarrón, Gluaya (México); Palo María, Cedro María, Jaca (Centroamérica); Ocuje (Cuba), Bare, Barilla (República Dominicana); Dalemarie, Mara (Haití); Acuje, Calambuca (Colombia); Cachicamo, Polo rey rosado (Venezuela); Alfaro (Perú), Aca, Cupia (Brasil), Koerahara (Surinam) (1).

3.1.2.1 Clasificación taxonómica (18)

Reino:Vegetal

Subreino:Embryobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Dilleniidae

Orden: Theales

Familia: Clusiaceae (Guttiferae)

Género: Calophyllum

Especie: Calophyllum brasiliense var. Rekoy Standl.

Nombre común: Santa María

3.1.2.2 Características de campo

Se le reconoce especialmente por su corteza que presenta fisuras en forma de diamante y que es de color pardo morena con algunas partes de color amarillo o amarillento, las fisuras suelen ser más oscuras y uniformes en el fuste de los árboles adultos, en los árboles jóvenes estas se presentan aisladas y pequeñas sobre la corteza que es más o menos lisa, lo mismo en las ramas de los árboles adultos. La corteza al corte produce látex de color amarillo y poco abundante. La base del fuste tiene en algunos casos contrafuertes pequeños.

Las hojas son simples y opuestas penninervadas, por esta característica suele confundirse con algunos géneros de las Sapotáceas, pero en este caso el látex es blanco y las hojas son alternas, también puede eventualmente confundirse con *Aspidosperma* de la familia Apocynaceae, pero también en este caso las hojas son alternas y el látex es blanco abundante o puede faltar. *Calophyllum* regularmente presenta sus hojas brillantes lo que hace distinguirlo a cierta distancia (1).

3.1.2.3 Descripción botánica

Árbol grande, frecuentemente de 15 a 50 metros de alto y fuste de 0.5 a 1.8 m de diámetro a la altura del pecho.

A. *Copa*: pequeña y extendida, las ramillas más o menos cuadrangulares o angostamente aladas, verdes (1).

B. *Fuste*: recto, cilíndrico, algunas veces con pequeños contrafuertes en base (2), libre de ramas en sus dos terceras partes (14).

C. *Corteza*: lisa o con fisuras en forma de diamantes, de color gris cafésácea, corteza interna de color café leve y con exudado de color amarillo limón o simplemente amarillo (1) de 6 a 12 mm de espesor. Presenta un exudado amarillo intenso (14).

D. Hojas: simples, enteras, opuestas, decusadas, corto-pecioladas, variando de lance-oblongas a elípticas o ovovadas, en su mayor parte 8 a 15 cm. de largo en las ramas fértiles pero en las estériles frecuentemente de 10 - 20 cm. de largo y de 2.5 a 5 cm. de ancho, lustrosas, usualmente sub-agudas o corto-acuminadas, agudas en la base, las nervaciones laterales muy numerosas y colocadas muy juntas, paralelas. Haz color verde oscuro y envés verde pálido, ambas superficies glabras, pecíolos de 1 a 2.5 cm. de largo (7).

E. Flores: en panículas racimosas, axilares y terminales en su mayor parte más cortas que las hojas, poco a mucho floreada, con un eje central de 3 a 9 cm. de longitud, con 2 a 10 flores dioicas. Las flores masculinas de 4 a 8 mm de diámetro, con dos sépalos verdosos de 2.5 mm de largo, tres pétalos crema amarillentos de 4 mm de largo y numerosos estambres de 1 a 2.5 mm de largo; flores femeninas con el perianto semejante al de las masculinas, de 8 a 10 estambres, ovario supero unilocular, estilo corto y estigma obtuso (7).

F. Frutos: en drupas globoso u oval 1 a 2.5 cm. en diámetro y 2.5 a 3.0 cm. de largo, de color verde pálido, amarillento en la madurez, conteniendo una sola semilla. Olor fragante, exocarpo coriáceo, mesocarpo carnoso con abundante látex amarillento, endocarpo delgado (7).

G. Semilla: ovoide o esférica, de 10 a 15 mm de largo, testa color crema, suave, esponjosa de 1 mm de grosor. El embrión es recto, de color blanco o amarillo crema y ocupa toda la cavidad de la semilla; con dos cotiledones gruesos, carnosos, la radícula es corta y carecen de endospermo (1).

3.1.2.4 Distribución

Sudeste de México, Centroamérica, Norte de América del Sur en Perú y Brasil. También en las Antillas desde Cuba y Jamaica hasta Trinidad Indias Occidentales (5). En Guatemala en los departamentos de Petén, Huehuetenango, Quiché, Alta Verapaz, Izabal, Chiquimula, Jutiapa, Santa Rosa, Escuintla, Guatemala, Chimaltenango, Sololá, Suchitepéquez (1).

3.1.2.5 Floración

La especie produce flores cada año. La mayor floración en gran parte del ámbito geográfico, tiene lugar entre junio y julio; en Centroamérica se produce una segunda floración de noviembre a diciembre. En México, de julio a diciembre, en Honduras de febrero a marzo y de agosto a septiembre y en Costa Rica en mayo. La polinización es entomófila (1).

3.1.2.6 Fructificación

La producción de frutos es anual y se inicia cuando el árbol tiene aproximadamente 5 años de edad. La fructificación ocurre de Octubre a diciembre en México, de marzo a abril y de septiembre a Octubre en Honduras y, de diciembre a febrero y de junio a julio en Costa Rica. La diseminación de los frutos se realiza por animales silvestres, especialmente murciélagos (1).

3.1.2.7 Información de semillas

Recolección: En la mayor parte de su ámbito geográfico el período óptimo para la recolección de los frutos se efectúa en los meses de junio y julio, cuando los frutos presentan una coloración amarillenta. Los frutos son colectados directamente del árbol o del suelo (1).

Procesamiento: Una vez recolectados los frutos se transportan en sacos de yute al sitio de procesamiento donde son colocados sobre lonas bajo techo y se dejan secar a la sombra por un día. Posteriormente se extrae la semilla manualmente.

Calidad: El peso de las semillas varía de 2.2. a 2.5 g, en un kilogramo hay de 415 a 440 semillas. El contenido de humedad inicial es de 25%. Presenta porcentajes de germinación de 87 a 96% en semillas frescas que son consideradas como recalcitrantes.

Germinación: La germinación es hipogea y se inicia de 18 a 20 días después de la siembra y finaliza de 27 a 30 días después.

Tratamiento pregerminativo: Para acelerar el inicio de la germinación se recomienda friccionar los frutos entre dos tablas planas.

Almacenamiento: La semilla pierde su humedad rápidamente después de colectada y se recomienda sembrarla lo mas pronto posible. En el trópico se puede almacenar de 2 a 3 meses, ya que las temperaturas fluctúan de 20 a 30 0 C y la humedad ambiental es muy alta; pero se deshidrata en forma paulatina y los porcentajes de germinación bajan drásticamente. Almacenadas en refrigeradoras presentan un porcentaje de germinación de 66% a los 40 días de almacenamiento (1).

3.1.2.8 Plagas y enfermedades

La semilla es atacada por la larva de un coleóptero no identificado. Algunos primates, como el mono cara blanca (*Cebus capucinus*), mono araña (*Ateles geoffroyi*) y roedores como ardillas (*Microsciurus alfari*, *Sciurus granatensis*) consumen los frutos (1).

3.1.2.9 Fuentes Semilleras

Datos de la especie en Guatemala la reportan en los departamentos de Izabal (Cerro San Gil, Sierra Santa Cruz, Sierra Caral, Sierra de las Minas) Alta Verapáz (Franja transversal, Chisec), Quiché (Playa Grande), Petén, Escuintla y Santa Rosa (15).

3.1.2.10 Época de recolección del BANSEFOR

Esta especie alcanza la maduración de frutos en los meses de noviembre y mayo, con variación en la época de fructificación entre árboles y algunas regiones (15).

3.1.3 Reproducción sexual

La reproducción sexual es la fusión de los gametos haploides, es decir, de los núcleos de óvulo y grano de polen. La unión de estas células se llama fertilización, y se lleva a cabo en el ovario de la flor. La descendencia de la reproducción sexual muestra una gran cantidad de variación individual. Esto se debe en parte a la recombinación de cromosomas que ocurre durante la meiosis, y a la unión de los gametos, provenientes de diferentes padres. Permite la formación de nuevas combinaciones de genes, las cuales pueden favorecer su adaptación al hábitat. Además, los frutos y semillas de muchas plantas poseen varios mecanismos de dispersión, lo cual permita las plantas extender su límite biogeográfico (30).

Una vez que ocurre la fecundación, el óvulo forma una semilla, y el ovario que lo rodea forma el fruto; por lo tanto, este puede definirse como un ovario maduro. Hay varias clases de frutos que pueden variar en estructura debido a variaciones en las flores que los forman (30).

El significado biológico de la reproducción sexual es claro: produce nuevas y diferentes combinaciones de características hereditarias. Es uno de los materiales de evolución. Las características benéficas pueden combinarse en un mismo organismo, lo cual le permitirá mejor adaptación en ambientes cambiantes. Uno de los ejemplos clásicos sería en el caso de una planta la combinación de resistencia a diferentes plagas (30).

Este modo de reproducción prevalece en las plantas superiores. El significado biológico de la reproducción sexual en las plantas diploides y poliploides radica en que pueden compartir información genética que es aportada por los individuos de una población de entrecruzamiento (30).

3.1.4 Atributos y variables de la vegetación

A. Atributos

Las plantas pueden clasificarse en categorías florísticas o en categorías fisionómico-estructurales. En la mayoría de los estudios fitosociológicos se utilizan las categorías florísticas; sin embargo en los análisis de zonas extensas o de regiones de flora poco conocida como los trópicos húmedos se usan categorías fisionómico-estructurales (18).

Las categorías florísticas empleadas con más frecuencia son las especies. Tienen la ventaja de ser entidades fácilmente reconocidas y sus propiedades ecofisiológicas son tales que, en si mismas contienen información de utilidad fitosociológica; están definidas externamente por su taxonomía, por lo cual el investigador no necesita definir las (18).

Las categorías fisionómico-estructurales datan de las primeras descripciones hechas por los antiguos exploradores a principios del siglo XIX. A pesar de los numerosos intentos de clasificación de las plantas en base a su morfología arquitectura y rasgos adaptativos, no existe una clasificación universal, por lo tanto cada investigador tiene la posibilidad de escoger entre las existentes o plantear su propia clasificación (18).

a. Composición florística

Según Barnes y Spurr 1982, citado por Medinilla (18), la composición florística es el conjunto de especies que constituyen una comunidad.

b. Fisionomía

Es un concepto impreciso que puede ser objeto de diversa interpretación por distintos autores. Si bien todos parecen estar de acuerdo en que la fisionomía es la apariencia externa de la vegetación, su aspecto tal como se aprecia visualmente, cada individuo reacciona a caracteres diferentes de la misma (18). Algunos interpretan la fisionomía como la disposición en estratos de las plantas y otros como la forma de vida y el tamaño de las hojas que predominan en la comunidad. Otros consideran la fisionomía como la resultante de la disposición espacial de las de las plantas y de características funcionales como periodicidad del follaje, tamaño y forma de las hojas, etc. Según la interpretación que se le da a la fisionomía, será la clasificación de las categorías vegetales que se adopte (18).

c. Estructura de la vegetación

Se ha utilizado el término estructura para designar el ordenamiento espacial de la biomasa vegetal (18).

1) Estructura vertical

Es el ordenamiento espacial de la biomasa en un sentido vertical, Matteucci, Colma 1982 y Valle1981, citado por Medinilla (18).

Spurrs y Barnes, (19), indican que la estructura vertical es el resultado de la competencia entre las especies vegetales del bosque. Las comunidades vegetales exhiben capas verticales bien determinadas que se caracterizan por los árboles, arbustos, hierbas y plantas. Según tton y Harmon (1977), citado por Medinilla (18), explica que cada tipo de bosque tiene diferente estructura vertical, así el bosque tropical lluvioso presenta cinco y seis capas, los bosques caducifolios bien desarrollados cuatro y los de coníferas usualmente tres.

B. Variables

Las variables describen el comportamiento, el rendimiento, la abundancia o la dominancia de las categorías vegetales en la comunidad. Ellas pueden ser continuas como la biomasa, el rendimiento, el Área Basal y la cobertura medida en función del espacio bidimensional ocupado; y discretas como la densidad, la frecuencia o la cobertura determinada a partir de unidades puntuales. Algunas son combinaciones de las anteriores y se han llamado “**Índices de importancia**”, mientras que otras son variables sintéticas derivadas del análisis de los resultados (18).

a. Frecuencia

El término frecuencia fue derivado de los trabajos de Raunkier a principio del siglo, sobre registros de presencia o ausencia de especies en parcelas pequeñas en una comunidad vegetal, (Raunkier; 1943) citado por Medinilla (18). De tal manera la frecuencia de un atributo es definida como la probabilidad de encontrar dicho atributo (uno o más individuos) en una unidad muestral en particular o el número de veces que una especie está presente en cierto número de cuadrantes de un tamaño particular. Usualmente se expresa como un porcentaje del número total de observaciones (18).

b. Cobertura

Es el porcentaje de superficie del suelo cubierta por material vegetal (18), también es la proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos de la especie considerada.

c. Densidad

Es el número de individuos en un área determinada y se estima a partir del conteo del número de individuos en un área dada (18).

3.1.5 Valor de Importancia o Índice de Cottam

Cuando las variables de cobertura, área basal y frecuencia se utilizan para estimar abundancia relativa de las especies, suele ocurrir que los resultados son distintos según la variable que se utilice. Por ello, algunos autores consideran que las variables individuales no dan una descripción adecuada del comportamiento de los atributos en las comunidades que se comparan y han propuesto el empleo de coeficientes que combinen las diversas variables, aunque para Whittaker, citado por Medinilla (18), cualquiera de las tres variables se puede interpretar como un valor de importancia. El coeficiente más utilizado es el índice de valor de importancia de Cottam, que es la suma de la frecuencia relativa, la densidad relativa y el área basal relativa de cada especie en cada muestra mejor que cualquiera de sus componentes. El valor máximo de índice de importancia es de 300. El efecto de sumar las tres variables se traduce en un incremento de las diferencias de una especie entre muestras cuya composición florística es semejante. Sin embargo su significado ecológico es dudoso y enmascara las relaciones entre variables que si tienen significado, como la cobertura o el área basal (18).

Las especies con mayor valor de importancia son las que en la práctica son los dominantes ecológicos, entendido como las especies o grupos que controlan en gran parte la energía (22).

3.1.6 La Semilla

La semilla es el principal órgano reproductivo de la gran mayoría de las plantas superiores terrestres y acuáticas. Ésta desempeña una función fundamental en la renovación, persistencia y dispersión de las poblaciones de plantas, la regeneración de los bosques y la sucesión ecológica. En la naturaleza la semilla es una fuente de alimento básico para muchos animales. También, mediante la producción agrícola, la semilla es esencial para el ser

humano, cuyo alimento principal está constituido por semillas, directa o indirectamente, que sirven también de alimento para varios animales domésticos.

La semilla es uno de los principales recursos para el manejo agrícola y silvícola de las poblaciones de plantas, para la reforestación, para la conservación del germoplasma vegetal y para la recuperación de especies valiosas sobreexplotadas. Las semillas pueden almacenarse vivas por largos periodos, asegurándose así la preservación de especies y variedades de plantas valiosas.

3.1.6.1 Características de una buena semilla

En todo cultivo es imprescindible tener en cuenta la calidad de la semilla para el éxito del mismo. La semilla es el material de partida para la producción y es condición indispensable que tenga una buena respuesta bajo las condiciones de siembra y que produzca una plántula vigorosa a los fines de alcanzar el máximo rendimiento.

Desde un punto de vista sustentable, es imposible obtener una buena cosecha si no se parte de una semilla de calidad, ya que un cultivo puede resultar de una calidad inferior a la semilla sembrada, pero nunca mejor que ella. Si bien a través de prácticas post cosecha, como el secado, acondicionamiento y limpieza de semillas, es posible mejorar la calidad de la semilla cosechada, siempre es necesario evaluar la relación costo beneficio. Las propiedades que deben reunir los lotes de semilla de calidad son:

Genuidad: El lote de semillas deber responder a la especie y cultivar deseado.

Pureza: Estar libre de semillas extrañas, de semillas de malezas u otros cultivares o especies.

Limpieza: Las semillas deben estar libres de materias extrañas como palillos o tierra.

Sanidad: Estar libre de plagas y enfermedades.

Viabilidad: Las semillas deben ser capaces de germinar y desarrollar una plántula normal en condiciones óptimas de siembra.

Vigor: Las semillas deben germinar y desarrollar una plántula normal en situaciones de siembra desfavorables.

3.1.7 Manejo de las semillas

3.1.7.1 Procedencia de las semillas

La mayoría de las plantas presentan variabilidad genética y fenotípica en distintos lugares de su área de distribución. Esta variabilidad debe tomarse en consideración cuando se manejan semillas de diferentes localidades con cualquier propósito. En plantas procedentes de

diferentes localidades pueden haber evolucionado características específicas para lidiar con los factores limitantes locales y con las interacciones bióticas específicas del sitio, lo cual las hace inapropiadas para crecer en un nuevo conjunto de condiciones ambientales.

Dentro de una población de plantas existe siempre gran variación genética que debe ser preservada cuando se toman muestras de semillas con diferentes propósitos; por ejemplo, hay heterogeneidad natural en las características fisiológicas de las semillas de diferentes individuos, por lo que cuando se usan semillas de uno o pocos individuos para estudiar la longevidad o los patrones de germinación, los resultados obtenidos a veces no corresponden al comportamiento más común o medio de la población.

Mantener la valiosa variabilidad genética es una parte importante del almacenamiento de semillas, por lo que estas semillas deben ser recolectadas preferentemente de poblaciones silvestres, ya que cuando las semillas se colectan de poblaciones pequeñas, ya sea manejadas o cultivadas, ocurre una indeseable selección de aquellas características que están directa o indirectamente relacionadas con la domesticación. De esta manera se pierde la diversidad genética, lo cual puede ser perjudicial si en un momento dado se quiere utilizar la diversidad genética como una fuente de variabilidad para transferir a las especies en cultivo cualidades como la tolerancia a factores desfavorables, como la sequía o suelos pobres o resistencia a enfermedades. Esta variabilidad natural de los seres vivos es también uno de los recursos naturales renovables que se deben preservar para las futuras generaciones.

Las poblaciones naturales de plantas comúnmente presentan años buenos y años malos en la producción de semillas. Durante un año bueno se pueden obtener muestras grandes de semillas sanas y bien desarrolladas con alta viabilidad, y lo opuesto puede ocurrir durante un año malo, cuando sólo se encuentran semillas escasas o de baja calidad. Esto se debe, entre otras razones, a ciclos internos reproductivos presentes en una población de plantas estrechamente emparentadas, o a factores externos, como condiciones climáticas desfavorables para la reproducción o abundancia anormal de parásitos o depredadores de las partes reproductivas de las plantas. Con el propósito de evitar riesgos, la recolecta de semillas debe continuar durante varios periodos reproductivos para obtener la mejor muestra de semillas para almacenamiento o propagación.

3.1.7.2 Número de individuos de los cuales deben recolectarse las semillas

Las semillas deben recolectarse a partir del mayor número posible de plantas individuales. El mínimo de individuos aceptable para conservar algo de la variabilidad que se encuentra en la población de una localidad es de 30 o más, siempre y cuando dichos individuos sean producto de reproducción sexual y no clonal, lo cual no siempre es fácil de percibir. Un número mayor de individuos y áreas de recolección más amplias permiten una mejor representación de tal variabilidad. Las semillas de cada genotipo materno deben mantenerse separadas si se desea mejorar la variación genética durante la multiplicación.

Cuando se recogen semillas de plantas anuales o perennes de corta vida no debe recolectarse más de 20% de la cosecha local total, ya que de otra manera podría resultar afectada su posibilidad futura de sobrevivencia. Esto es particularmente importante para las especies de plantas raras, con potencial reproductivo reducido o en plantas en vías de extinción.

3.1.7.3 Calidad de las semillas

La calidad de una muestra de semillas frecuentemente varía ampliamente dependiendo de su origen, nivel de maduración, grado de parasitismo y depredación, limitaciones de recursos para la reproducción dentro del año de colecta y las técnicas de recolección y manejo que se hayan empleado. La calidad de las semillas recolectadas tiene gran importancia, ya que las semillas de baja calidad no resisten el almacenamiento o no germinan tan bien como aquellas colectadas con más cuidado. Debe evitarse la recolección de semillas vanas, inmaduras, parasitadas, deformes o dañadas en alguna forma.

El momento ideal para coleccionar semillas es cuando los frutos sobre la planta madre están maduros y se inicia la diseminación de las semillas. Antes de ese momento las semillas pueden estar aún inmaduras fisiológica o estructuralmente e imposibilitadas para terminar su maduración. Cuando las semillas se recogen del suelo pueden estar hidratadas o contaminadas con microbios de la descomposición u hongos patógenos o parásitos, por lo que se deben recoger directamente de la planta.

Una vez colectadas las semillas debe tenerse mucho cuidado de evitar o reducir su exposición a condiciones que afecten su longevidad. Por ejemplo, se deben mantener frescas, ya que la

viabilidad de las semillas y su vigor se ven reducidos conforme la temperatura se incrementa o cuando se exponen al calor más tiempo del necesario; incluso media hora de exposición al calor del Sol o al calor de un vehículo puede dañarlas. Colocar semillas húmedas en recipientes cerrados puede interrumpir la respiración normal y terminar asfixiándolas; el agua condensada del vapor de la respiración también puede promover el desarrollo de moho. La forma ideal de mantener semillas recién colectadas hasta su arribo al laboratorio es dentro de bolsas de papel o sacos de tela de algodón, porque estos materiales permiten la circulación de aire entre el interior y el exterior.

En lo que respecta a los frutos indehiscentes, la mejor manera de transportar sus semillas es dentro del fruto mismo y extraerlas en el local donde se realizará el resto de las manipulaciones.

3.1.7.3.1 Parámetros para definir calidad de la semilla

No existen rangos óptimos para definir la calidad de las semillas de las diferentes especies, ya que varían ampliamente dependiendo de su origen, nivel de maduración, grado de parasitismo, depredación, y manejo que se haya empleado (com. pers. Ing. Carlos Enrique Ramírez Anleu, Coordinador BANSEFOR-INAB).

En el caso de la caoba los porcentajes de pureza varían entre 95 y 99 %, con un contenido de humedad inicial menor de 12%, y variación en la germinación de 80 a 95% (7). Las semillas son ortodoxas y conservan su poder germinativo hasta por 7 a 8 meses almacenadas a temperatura ambiente en bolsas de papel. Almacenadas en refrigerador, en bolsas plásticas herméticamente selladas, conservan la viabilidad por más de 4 años. Las semillas conservan su poder germinativo por 8 años si son almacenadas a 4°C y con contenido de humedad de 4% (1).

En el caso de Santa María los porcentajes de pureza varían entre 90 y 99 %, el contenido de humedad inicial de 25 a 30 %, presenta porcentajes de germinación de 80 a 96% en semillas frescas que son consideradas como recalcitrantes. (7) La semilla pierde su humedad rápidamente después de colectada y se recomienda sembrarla lo mas pronto posible. En el trópico se puede almacenar de 2 a 3 meses, ya que las temperaturas fluctúan de 20 a 30 °C y la humedad ambiental es muy alta; pero se deshidrata en forma paulatina y los porcentajes de

germinación bajan drásticamente. Almacenadas en refrigeradoras presentan un porcentaje de germinación de 66% a los 40 días de almacenamiento (1).

3.1.7.4 Viabilidad y longevidad de las semillas

Una consideración importante es la del lugar que ocupan las semillas en la conservación de la biodiversidad y como fuente de material para el mejoramiento. Las semillas son repositoras de genes, por lo tanto, deben ser adecuadamente almacenadas y preservadas. Por otro lado, los máximos niveles de longevidad y calidad de las semillas dependerán de la eficiencia con la cual se realice el almacenamiento.

Una vez maduras, las semillas pierden humedad en la planta madre hasta valores que oscilan entre un 14 y 20%, momento en el que es posible su cosecha. De ser necesario, posteriormente, se procede a un secado natural o artificial de las mismas a contenidos de humedad de alrededor del 8% o inferiores, para su almacenamiento. Las semillas que muestran este comportamiento y que pueden ser almacenadas durante largos períodos, son las denominadas **ortodoxas**.

Como regla general, la longevidad de la semilla se duplica por cada 1% en que se reduce su porcentaje de humedad o cada 5°C en que se disminuye la temperatura durante el almacenamiento. Además, si las semillas se acondicionan en envases sellados con una humedad de 5-7% a -18°C pueden mantener su viabilidad por un siglo. Son ejemplo de semillas ortodoxas la mayoría de las especies cultivadas. Sin embargo, otro grupo de especies produce semillas que normalmente no se deshidratan en la planta madre y que mueren si su contenido de humedad se reduce por debajo de un valor crítico, son las denominadas semillas **recalcitrantes**. La longevidad de estas semillas es relativamente corta, desde unas pocas semanas a meses según la especie. Son ejemplo la mayoría de los cultivos tropicales, cacao (*Theobroma cacao*), café (*Coffea arabica*), coco (*Cocos nucifera*), roble Europeo (*Quercus robur*), pino Paraná (*Araucaria angustifolia*), mango (*Mangifera indica*). Las semillas recalcitrantes las producen dos tipos de plantas, las que crecen en ambientes acuáticos, donde normalmente no es común que las semillas se deshidraten y las plantas perennes que producen semillas a intervalos regulares que caen en ambientes relativamente húmedos. En estas últimas la persistencia de la especie, depende principalmente del hábito perenne de la planta madre, más que en el estado de vida latente de la unidad de dispersión. Por esta razón,

el almacenamiento de este tipo de semillas constituye un desafío constante para los especialistas en conservación de recursos genéticos en bancos de germoplasma.

Semillas intermedias, una tercera categoría de comportamiento de las semillas en almacenamiento ha sido demostrada recientemente con semillas de café, palma aceitera, papaya y neem. La principal característica de este comportamiento es cierta sensibilidad a la desecación hasta un nivel de humedad relativamente bajo de 7 a 10% (en equilibrio con una humedad relativa ambiental de 30-50%). Sin embargo, la longevidad de las semillas secas de origen tropical se reduce en temperaturas bajas (por debajo de 5°C) y temperaturas bajo cero. Por esto, las condiciones ideales para el almacenamiento a largo plazo de semillas ortodoxas (5% de contenido de humedad, 18°C) son potencialmente dañinas para las semillas intermedias y no deben usarse ya que les provoca la muerte en pocos meses. A pesar de esto, es posible almacenar las semillas "intermedias" por periodos de alrededor de 10 años, desecándolas hasta un 7-10% de contenido de humedad, y manteniéndolas a la temperatura de un laboratorio.

Según su longevidad, las semillas se pueden agrupar en tres categorías: **microbióticas**, que equivaldría a las recalcitrantes, **mesobióticas** aplicable a la mayoría de las semillas ortodoxas, y las **macrobióticas** categoría que incluye al grupo especial de semilla con cubiertas impermeables como en algunas leguminosas y malváceas capaces de controlar su propio contenido de humedad independientemente de la humedad externa.

3.1.7.5 Pruebas sencillas para definir si una semilla es ortodoxa o recalcitrante

A pesar de que es posible hacer presunciones acerca del comportamiento de una especie de semilla en almacenamiento basándose en su tamaño, apariencia, historia de vida y filogenia, es necesario hacer pruebas para saber con precisión el comportamiento de cada especie en particular. La prueba se inicia dividiendo una porción de semillas en dos partes iguales. Se prueba la viabilidad de una de las fracciones de semillas frescas y la otra mitad se somete a una desecación gradual y cuidadosa antes de probar su viabilidad. Para completar, una prueba adicional que se realiza antes y después de someter las semillas a congelación, indicará si las semillas que toleran la desecación son ortodoxas verdaderas o intermedias.

3.1.7.6 Pruebas para calcular la viabilidad

Existen muchas pruebas de viabilidad en las semillas, sin embargo el organismo regulador solo acepta la de germinación y la de Tetrazolio (31).

a) Análisis de germinación: el objetivo del análisis de germinación es el obtener información respecto al verdadero valor de la semilla o al valor agrícola de la misma; para que con base en los resultados, suministrar datos que puedan utilizarse y dar un buen producto al silvicultor (31).

La germinación se define como la salida del embrión de la semilla y el desarrollo de todas sus estructuras esenciales según la clase de semilla de que se trate.

Los materiales que se utilizan son: un germinador eléctrico con temperatura controlada, ajustado a 80° F (27 °), o cajas de arena, tierra u otro material, papel absorbente y semilla.

El procedimiento es el siguiente. Se ajusta el germinador a 25 ° C, se preparan 4 muestras de 100 semillas cada una, escogidas al azar, de la muestra de semilla pura y se coloca en un papel absorbente húmedo. Se identifica cada una de las réplicas o muestras, con la fecha y las iniciales del laboratorista, se colocan dentro del germinador. Con un manual se puede determinar si la semilla necesita un pretratamiento o no, y cada cuanto debe de hacerse el recuento de semillas germinadas.

Para obtener los resultados se saca el porcentaje total de semillas germinadas, el porcentaje de semillas germinadas en cada conteo, el porcentaje de semillas anormales. Se hace una comparación entre cada grupo y se determina si la prueba es o no representativa.

Tipos de germinación: Existen varias etapas de desarrollo de la plántula cuyas características varían, dependiendo del tipo de germinación que presenta cada especie. Hay básicamente dos tipos de germinación (que a veces presentan algunas variantes), la germinación epigea y la hipogea.

En la germinación epigea el hipocótilo se alarga y aleja a los cotiledones del suelo; en tanto que en la germinación hipogea el hipocótilo no se desarrolla y los cotiledones permanecen bajo el suelo o ligeramente sobre éste. En este caso las hojas cotiledonarias tienen sólo una función almacenadora de nutrientes, en tanto que en la germinación epigea estas hojas también tienen con frecuencia color verde y realizan funciones fotosintéticas durante el crecimiento temprano de la plántula. La testa de la semilla puede permanecer cubriendo los

cotiledones en el caso de la germinación hipogea, en tanto que en la epigea se desprende, lo cual permite la expansión de las hojas cotiledonarias (31).

b) Análisis de cloruro de tetrazolio: es un método bioquímico, el cual se demuestra la viabilidad de una semilla, por el color rojo que aparece cuando se remojan las semillas en una solución de cloruro de 2,3,5 trifeniltetrazolio (TTC). Este es absorbida dentro de las células de tejido vivo donde es al reaccionar se forma un compuesto insoluble de color rojo. El tejido no viviente queda sin teñirse, es decir incoloro. Los resultados pueden tenerse en 24 horas (31).

c) Otras pruebas: Pruebas de índigo carmín, extracción de embriones, prueba de rayos x, de conductividad, del ácido glutámico entre otras (31).

3.1.8 Análisis de pureza física

Se define como la proporción de semillas limpias e intactas de la especie designada en un lote, usualmente expresada como un porcentaje de peso. Este valor es muy importante ya que con el se puede obtener el porcentaje de semilla pura y que porcentaje de la misma no es pura (29).

En algunos casos es posible comprobar la autenticidad de la semilla respecto a variedad o especie por inspección visual. Sin embargo, en ocasiones, la identificación no puede hacerse si no se cultivan las plantas (29).

Para evitar los errores debido a cualquier manipulación, la muestra de origen se reduce al peso más próximo al que se requiere por las reglas. La muestra de trabajo puede exceder el peso especificado, pero nunca debe ser menor (29).

Para hacer dicho análisis hay dos formas: la muestra completa o hacerlo dividiendo en dos mitades, el más recomendado es el segundo, las semillas se pueden dividir ya sea manualmente o mecánicamente.

Con la ayuda del diáfanoscopio se divide en tres fracciones:

Semilla pura: Incluye las semillas intactas de la especie deseada.

Componentes de otras semillas: Son semillas de otras especies.

Componentes de material inerte: Se trata de semillas dañadas, tallos, hojas, suelo y otro material que no sea semilla (29).

Al llevar a cabo esta prueba se debe tomar en cuenta el factor de tolerancia. La tolerancia es el margen de error permisible dentro del que se puede estar sin obtener un resultado erróneo. Al salirse de este margen la prueba debe repetirse hasta obtener un resultado aceptable (29).

La tolerancia disminuye conforme el valor obtenido se acerque al 100% del valor tabular proporcionado por el ISTA (29).

3.1.9 La tolerancia permitida en el análisis

La tolerancia es un valor reportado por la ISTA que nos permite tener un margen de diferencia entre los porcentajes obtenidos de los tres componentes formativos de las dos repeticiones (31).

Se calcula el promedio de cada componente de ambas repeticiones y la diferencia entre el promedio y cada uno de los porcentajes.

Con el promedio se busca el valor de tolerancia que reporta la tabla y se compara con la diferencia de cada una de las repeticiones. Si estos valores están dentro del rango de tolerancia, se acepta la prueba, en caso contrario se rechaza.

Si alguno de los componentes se encuentra fuera de la tolerancia la prueba debe de repetirse (31).

3.2 Marco Referencial

3.2.1 Ubicación, localización y vías de acceso

El Parque Nacional Laguna Lachuá, con una extensión de 14,500 ha., pertenece al municipio de Cobán, Alta Verapaz, y está ubicado al Noreste del mismo, en la región denominada Franja Transversal del Norte (FTN). Geográficamente se localiza dentro de las coordenadas: 15° 46´ Latitud Norte y 90° 45´ Longitud Oeste. Dentro del parque se encuentra la laguna Lachuá (11). La figura 1 presenta el mapa base del Parque Nacional Laguna Lachuá y su zona de influencia.

El Parque Nacional se encuentra aproximadamente a 355 Km. de la ciudad capital vía Cobán-Chisec, con la apertura de la carretera Cobán-Cubihuitz-Salacuím se recorre hacia el parque cerca de 295 kilómetros desde la ciudad capital (11). La figura 2 muestra las vías de acceso al Parque Nacional Laguna Lachuá.

3.2.2 Clima

Según el sistema de Thornwaithe, (20) el clima predominante en el área se clasifica como cálido y húmedo, con una época lluviosa que va de junio a octubre y una época relativamente seca entre los meses de febrero y abril. La temperatura promedio anual es de 25.3° C. La humedad relativa anual alcanza el 91.02 %, siendo un área muy húmeda en la que llueve aproximadamente 150 días al año, teniendo una precipitación bastante alta comparada con la mayoría del territorio guatemalteco, mostrando un promedio anual de 3,300 milímetros.

3.2.3 Zona de Vida

Según De la Cruz (12) basándose en el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge, el área se encuentra dentro de la zona de Bosque muy Húmedo Subtropical Cálido BmHsC.

3.2.4 Hidrografía

El Área Protegida contiene una variedad de humedales, los cuales incluyen ecosistemas acuáticos y planicies inundadas. Contiene como cuerpo principal de agua la Laguna Lachuá. Dicha laguna tiene una extensión de 400 hectáreas, una profundidad máxima estimada de 222 metros y 8 kilómetros de perímetro. El lecho de la laguna contiene altas concentraciones de

sales de calcio. El afluente superficial que abastece la laguna es el río Peyán y temporalmente el río Escondido. La laguna drena hacia el río Chixoy por el río Lachuá y río El Altar, ambos afluentes del río Icbolay. Existen otros ríos en el área como La Machaca (28).

El nombre Lachuá deriva de la composición Q'ekchi' de *la-chu-ha* que significa "agua que huele mal", posiblemente debido al alto grado de formación de gases de azufre en las orillas de la laguna. Los resultados de análisis químico del agua de la laguna, muestran un alto peligro de salinidad y bajo en sodicidad, lo que establece que son aguas adecuadas para riego, utilizando plantas tolerantes a sales. El agua tiene niveles elevados de calcio, sulfatos, nitritos y dureza total lo que hace que no sea adecuada para el consumo humano. Los nitritos asociados a la presencia de aguas negras se manifestaron en muestras de agua del río Peyán e indican niveles de toxicidad elevados (11).

3.2.5 Suelos

En general los suelos del área son de origen calcáreo desarrollados a elevaciones bajas y medianas, poco profundos, moderadamente bien drenados, pH de 6.5 a 7.0, afloramientos de roca principalmente en las colinas kársticas. Su potencial de fertilidad es de moderado a bajo y en las áreas donde mas se manifiesta el relieve kárstico, la susceptibilidad de los suelos al proceso erosivo es muy alta (13).

Una parte de los suelos son originados por aluviones cuaternarios, de naturaleza heterogénea, localizados en terrazas de altitud variable que acompañan a los cursos de los ríos Chixoy e Icbolay (13).

De acuerdo a la clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala de Simmons, Tarano y Pinto (24), los suelos de área son poco profundos. La serie presente en el área es Cuxu (Cx), la cual se caracteriza por que se desarrollan sobre caliza en un clima húmedo y cálido. El suelo superficial tiene un color gris muy oscuro o casi negro, textura arcillosa, consistencia moderadamente friable y un espesor aproximado de 25 cm. el subsuelo tiene un color negro, consistencia plástica y un espesor de 15 a 25 cm.

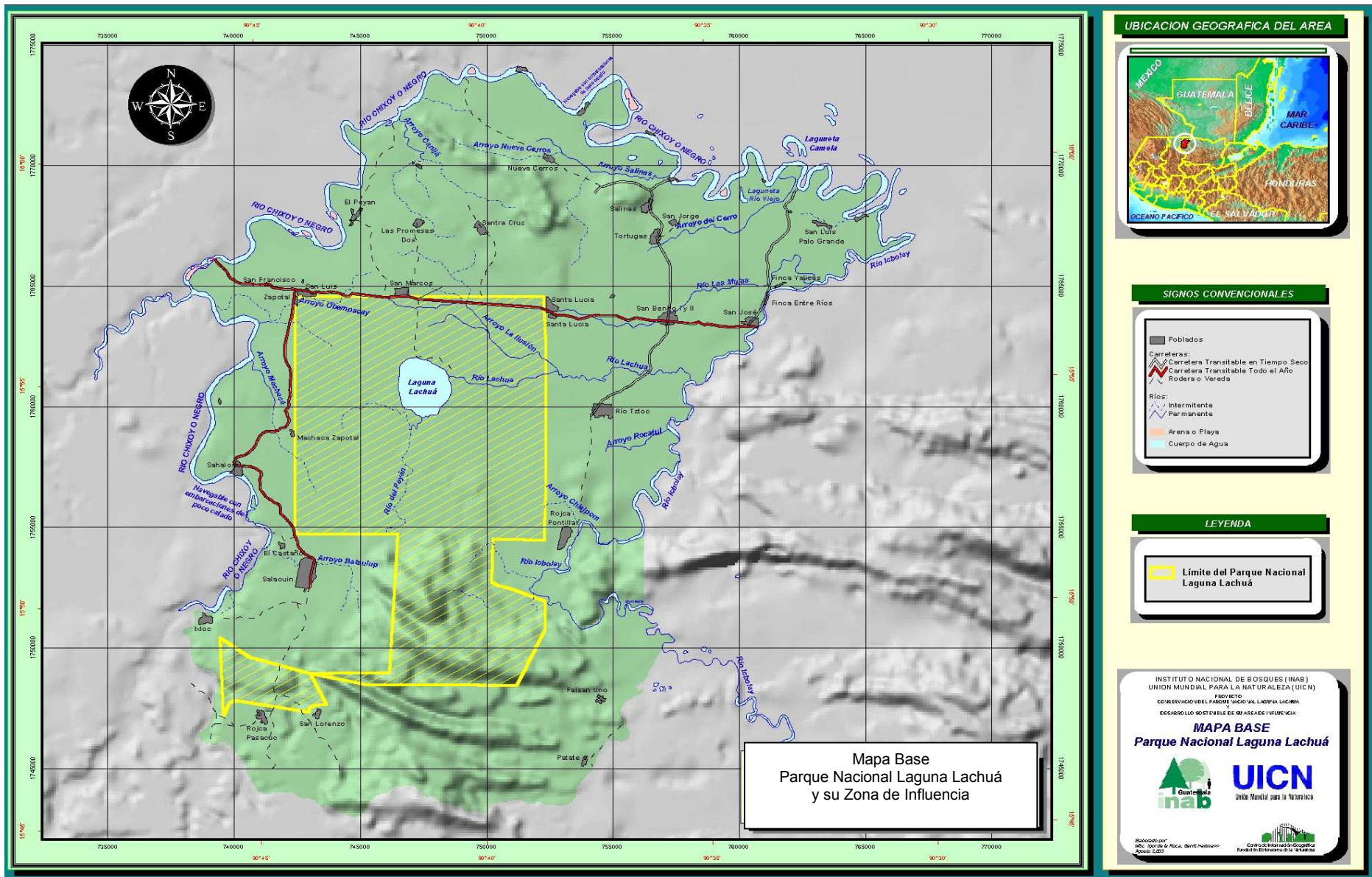


Figura 1. Mapa del Parque Nacional Laguna Lachuá y la Ecoregión. FUENTE: Plan Maestro PNLL 2003. (Sin escala)

3.2.6 Topografía, geología y geomorfología

En la zona existen formaciones del período Terciario Superior Oligoceno-Plioceno; del cretáceo; Cretáceo Terciario y sedimentos del Cuaternario. El área se localiza en la provincia fisiográfica de las tierras altas sedimentarias y presenta dos tipos de relieve: en la parte norte y central del parque, tierras planas con altitud promedio de 180 msnm y al sur, colinas paralelas con altitudes entre 300 a 750 msnm (24).

Los suelos del área son de tipo calcáreo o kárstico, poco profundos y con buen drenaje. De acuerdo a Simmons (24), corresponden al subgrupo IIB. La mayor parte de estos suelos (76.58 %) son de vocación forestal y conservación. Solamente un 4.76% del área se identificó de potencial agrícola.

3.2.7 Uso de la tierra y cobertura forestal

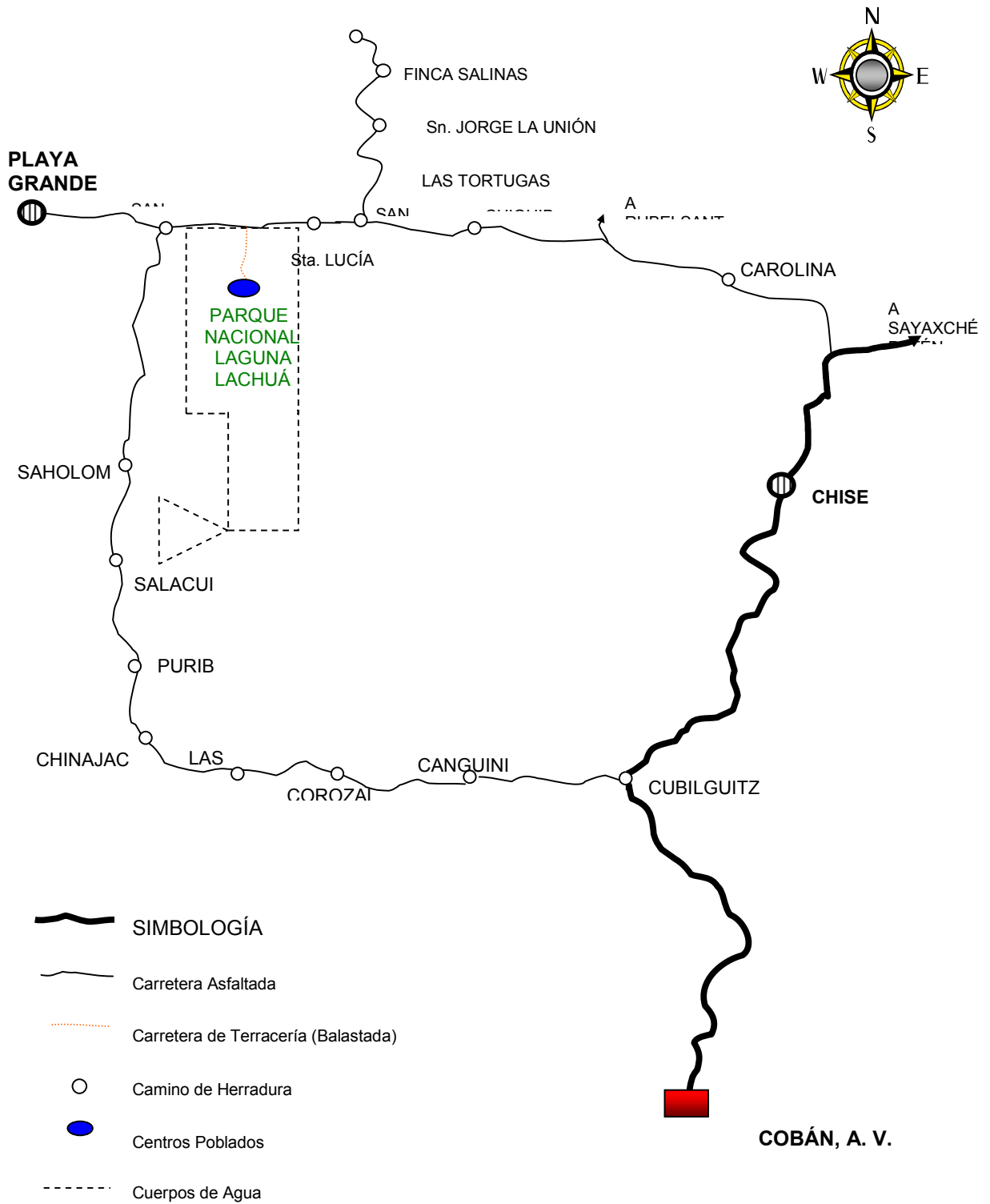
Los usos de la tierra correspondientes a agricultura y pastos ocupan un 25.4% de la superficie y, en el caso de las coberturas, predominan los bosques naturales de densidad media en un 33% de la extensión del PNLL y su zona de influencia (11).

La extensión cubierta con bosques abiertos (algunos intervenidos con cardamomo), representa el 18.93% del total del área. Este bosque se encuentra concentrado principalmente en las áreas de San Isidro- San Luis y el Peyán, El Zapotal, Bempec y Salacuim, Tzetoc y mayormente en Nueve Cerros.

Los bosques cerrados cubren aproximadamente el 10.52% del área del PNLL y su zona de influencia. Estos se localizan principalmente en la parte Sur de la laguna y del Parque, concentrados en las áreas de mayores pendientes (11).

3.2.8 Fauna

El Parque Nacional es un área de importancia en términos de la biodiversidad del país. Estudios recientes (1998-99) de la Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala detectaron señales de 130 especies de mamíferos, equivalente a un 50 % de las especies reportadas para el país, y entre un 15-20% de los reptiles y anfibios (30-40 especies, entre ellas la rana de árbol *Hyla ebreccata* y la culebra de pantano *Tretanorhinus nigroluteus*).



Area Protegida (PNLL)

Figura 2: Vías de acceso al Parque Nacional Laguna Lachuá. (Sin escala)

FUENTE: Planes de Manejo Proyecto Laguna Lachuá.

Entre las principales especies de mamíferos se pueden mencionar el jaguar (*Panthera onca*), el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el tepezcuintle (*Agouti paca*) y el coche de monte (*Tayassu tajacu*) (11).

Tanto la presencia de tapires (*Tapirus bairdii*) y jaguares (*Panthera onca*) indica que existe poca perturbación en ciertos sitios del área los cuales pueden ser considerados sitios críticos o de alta fragilidad (11).

El PNLL puede ser considerado también un área importante para la avifauna neotropical. Estudios recientes por Avendaño (2000) reportan 177 especies, incluyendo 29 especies migratorias, lo que equivale aproximadamente al 44% del total del país. (4) Las familias más representadas fueron Tyrannidae, Thraupinae y subfamilia Parulinae, la cual incluye la mayor cantidad de especies de aves migratorias como el pelicano café (*Pelecanus occidentalis*) y el gavián tijereta (*Elanoides forficatus*) (11).

Existen también en el lugar por lo menos 101 especies de mariposas. Un componente relevante en esta materia lo constituye la presencia de poblaciones de escarabajos de la familia Scarabaeidae (Coleóptera: Scarabaeidae), la cual según Avendaño (1999) constituye un indicador de la biodiversidad y alteración antropogénica de bosques (3).

3.2.9 Ictiofauna

La Escuela de Biología de la USAC está realizando desde 1999 un estudio de caracterización de la ictiofauna de la laguna y del sistema ribereño. Sin embargo estudios preliminares indican un número aproximado de 34 especies de peces propios de la laguna y del sistema ribereño. La laguna contiene especies endémicas a nivel regional, como el pez sábalo (*Megalops* spp.) y otras reportadas en peligro de extinción (11).

Un aspecto importante relacionado con la ictiofauna de la laguna es que el área de playa de uso público ha sido evidenciada como un área crítica para el sostenimiento de la ictiofauna de la misma. Esta área es el único lugar de la laguna donde existe un sustrato rocoso, indispensable para la construcción de nidos y para el desarrollo de algas que inician las

cadena trófica de todas las especies de peces. Es importante recalcar que el litoral rocoso de la laguna ocupa solamente una quinta parte de su área total (11).

3.2.10 Vegetación

En el área se encuentran presentes dos tipos de asociaciones vegetales: Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido y Bosque Subtropical Pluvial. Las tierras planas cubiertas con bosque denso y tierras altas en las montañas del Peyán y la Sultana, se encuentran en un estado de baja perturbación aproximadamente en un 90% de su superficie, lo cual convierte al área en un sitio importante en términos de biodiversidad para el país (11).

Castañeda (1997) reporta 76 familias de plantas que comprenden 220 especies de las que 99 son árboles; 8 son arborescentes; 37 son arbustos; 33 hierbas, 31 epífitas; 9 arbustos, enredaderas o bejucos; 2 árboles parásitos y hierba parásita; y 4 hierbas enredaderas. Identificó además 5 estratos con alturas máximas entre 23 y 28 metros. Los estratos superiores del bosque están conformados por árboles de 28 metros de altura, siendo los más característicos: el tamarindo (*Dialium guianense*), ceiba (*Ceiba pentandra*), Mario o barillo (*Calophyllum brasiliense*), irayol (*Genipa americana*), san juan (*Vochysia hondurensis*), caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro (*Cedrela odorata*) (5).

Además, según criterio de Castañeda, existen en el área por lo menos 16 comunidades vegetales, siendo las más representativas las de chicozapote, bosque heterogéneo, zapotón-pucté, bosque con izote, canxán-palo sangre, caoba-canxán, ceiba, bosque bajo, antiguo cardamomal, zapotón con lirio, bajo herbáceo y márgenes del río Peyán (5).

En los suelos anegados las especies que alcanzan las mayores alturas son: *Paquira aquatica* Aubl, *Bucida buceras* L., *Calophyllum brasiliense* var. *Rekoi* Standl y *Crotón* sp. Además, se encuentra la comunidad vegetal denominada zapotón-pucté, al Suroeste de la laguna, dominada por especies que prefieren suelos anegados y a la vez son indicadoras de cuerpos de agua como son: zapotón (*P. aquatica* Aubl), y pucté (*B. buceras* L). También se encuentra marío (*Calophyllum brasiliense* var. *Rekoi* Standl) que se adapta tanto a condiciones de suelos anegados como en áreas de montaña (5).

4. OBJETIVOS

4.1 General

Generar información básica de los rodales naturales y realizar pruebas de calidad de la semilla de Caoba (*Swietenia macrophylla* King.) y Santa María (*Calophyllum brasiliense* var. *Rekoi* Standl). en la zona de reserva Parque Nacional Laguna Lachuá.

4.2 Específicos

4.2.1 Determinar la composición arbórea y abundancia de rodales naturales con presencia de caoba y santa maría.

4.2.2 Estudiar la fenología durante un año de las dos especies en estudio, con énfasis en las etapas de desarrollo de follaje, floración, fructificación y maduración de semilla.

4.2.3 Seleccionar árboles semilleros para Caoba (*Swietenia macrophylla* King.) y Santa María

(*Calophyllum brasiliense* var. *Rekoi* Standl).

4.2.4 Determinar calidad de la semilla por medio de pruebas de laboratorio de pureza física, humedad y viabilidad.

5. METODOLOGÍA

5.1 Ubicación del lugar de la investigación

Esta etapa se realizó en el bosque natural del Parque Nacional Laguna Lachuá, que cuenta con 14,500 Ha., ubicado en el municipio de Cobán, Alta Verapaz, Guatemala, en las coordenadas geográficas 15° 46' Latitud Norte y 90° 45' Longitud Oeste (28).

5.2 Selección de especies

Fueron seleccionadas las especies caoba (*Swietenia macrophylla*) y Santa María (*Calophyllum brasiliense*), en su área de distribución natural. La importancia de las especies radica en que una de las especies está en peligro de extinción, y son especies prioritarias en el área para los programas de reforestación del INAB (PINFOR), los módulos forestales que ejecuta actualmente el Proyecto Lachuá y para la comercialización de esta semilla en otras áreas del país.

5.3 Ubicación, tamaño y forma de parcelas de muestreo arbóreo

La determinación de la abundancia de las especies se hizo en el área menos intervenida del Parque Nacional, utilizando un transecto en dirección del sendero principal, Norte-Sur. Cada 300 mt. se trazó una parcela rectangular de 100*50 mt. (5,000 mt.²); subdividida en 2 subparcelas cuadradas de: 50 mt. al lado izquierdo del sendero y 50 mt. al lado derecho, por 50 mt. de ancho (2,500 mt.²). Dentro de cada subparcela se trazaron 2 subparcelas mas de 10*10 mt. (100mt.²). Se tomaron variables dasométricas como diámetro a la altura del pecho (DAP), altura (H), número de árboles, coordenadas UTM.

Para las subparcelas cuadradas de 2,500 mt.² se llenaron los formularios 1I y 1D tomando en cuenta árboles con un DAP mayor de 20 cm.

Para las subparcelas cuadradas de 100mt.² se llenaron los formularios 1IA, 1IB, 1DC, 1DD se tomaron en cuenta plantas menores de 4 y de 4-20 cm. de diámetro. En la figura 3 se presenta la forma y posición de las 40 parcelas de 2,500 mt.² y las 80 de 100 mt.².

En todas las parcelas se tomaron en cuenta solamente especies de importancia maderable.

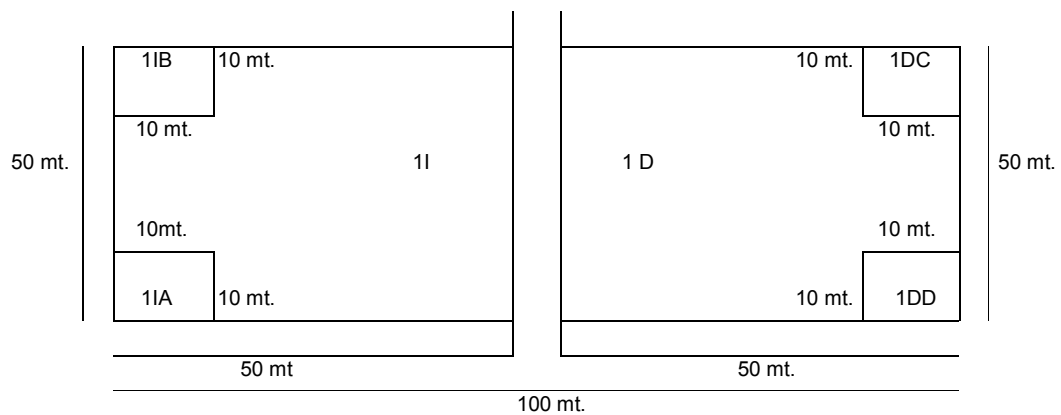


Figura 3. Forma y posición de las 40 parcelas de 2,500 mt.² y 80 parcelas de 100 mt.²

Las parcelas de 2,500 mt.² se utilizaron para obtener información de árboles mayores de 20 cm. de DAP, y en las parcelas de 100mt.² se levantó información de árboles de 4 a 20 y menores de 4 centímetros de diámetro.

De los datos de las parcelas se obtuvo la dominancia ecológica y abundancia en el área por medio del Valor de Importancia de Cottam.

5.4 Selección y marcación de árboles semilleros

Los árboles promisorios o semilleros son árboles dominantes, de diámetro superior no menor de 75 cm., copa de diámetro pequeño y balanceada, fuste recto y cilíndrico, con ramas cortas, de poco diámetro y ángulo de inserción en el fuste lo más cercano a 90⁰, presentar buena tolerancia a enfermedades, deficiencias y plagas, no ser árbol borde, etc. Estos criterios los define el –BANSEFOR- para cada una de las especies (22). En la figura 4 se muestran las características de un árbol semillero y no semillero.

Luego de la identificación se procedió a marcar estos árboles con spray de color rojo a una altura de aproximadamente 1.5 metros, dejando en la corteza de cada árbol el código siguiente: para las caobas: Sm y su número correlativo y para los Santa Maria: Cb y su número correlativo. Se tomó en cuenta que dentro del área protegida existen partes donde por conflictos ocurridos y condiciones climáticas adversas en épocas pasadas, no se encontraría ningún

espécimen arbóreo, por lo que estas áreas se dejaron fuera al momento de la búsqueda de los árboles semilleros.



1. Árbol deseable



2. Árbol indeseable

Figura 4. Árbol 1: árbol semillero, árbol 2: no semillero. (6)

5.5 Recolección de frutos y semillas

De los árboles identificados como semilleros se recolectó el 75 u 80% (para garantizar su recuperación) de los frutos maduros que ya estaban fisiológicamente listos para dar semilla, guardándose en sacos de brin para su transportación.

Caoba: La maduración ideal del fruto para la colecta se pudo evaluar por el fácil desprendimiento del pedúnculo; otro indicador fue el color café oscuro de la testa y ala, así también observando los frutos abiertos en el árbol y la caída de las valvas del fruto y semillas.

Santa María: La madurez de estos frutos se observó cuando las drupas se tornaron de color verde amarillento, de buen tamaño y bien formadas. Los indicadores tomados para determinar la madurez óptima de frutos y semillas fue el desprendimiento fácil de la cáscara (epicarpio y mesocarpio) con la mano, la semilla con la testa de color crema, el embrión de color crema y amarillo, y los cotiledones de color rosado libres de la testa. Otro indicador tomado fue la caída de los frutos al suelo y cuando los animales (aves y roedores) se alimentan de ellos.

Para la recolección desde el árbol se utilizaron espolones para el escalamiento, una vara cortadora de aluminio de aproximadamente 5 metros de largo y costales de brin. Para el caso de Santa María, la semilla se cosechó en su totalidad del suelo.

5.6 Traslado de la semilla a laboratorio

Para el caso de Santa María, la semilla se trasladó el siguiente día de la recolección (por su característica recalcitrante) en sacos de brin al laboratorio del Banco de Semillas Forestales del INAB para su respectivo análisis. Caso contrario a la semilla de caoba por ser de característica ortodoxa se pudo almacenar por unos días mientras se trasladaba al laboratorio.

5.7 Procesamiento y determinación de calidad de la semilla

A) *Caoba*: Una vez recolectados, los frutos se transportaron en sacos de brin hacia el BANSEFOR para su procesamiento.

a. Post Maduración: Esta actividad se efectuó bajo la sombra y buena ventilación, se eliminó toda la basura que se había transportado, las capsulas inmaduras se desecharon. Los frutos antes de limpiarse se colocaron en cribas o cajas de madera que tienen como base malla metálica y plástica siempre bajo sombra y buena ventilación.

b. Secado: Se colocaron en las cribas con el fin de que los frutos estuvieran aireados y así evitar la proliferación de hongos.

En las cribas se colocaron los frutos durante 3 días mientras concluía el proceso de maduración y los frutos abrían en su totalidad.

c. Extracción y Limpieza: La semilla se extrajo manualmente de los frutos, al momento de extraerse se desaló y se colocó en las cribas nuevamente. El proceso de desalado se hizo friccionando manualmente la semilla, eliminándole la parte blanda o ala que esta posee. Luego la semilla se expuso al sol por 2 días más removiendo la semilla en forma suave y constante hasta que quedó bien seca.

La limpieza se realizó ventilando con un ventilador de casa a una velocidad intermedia eliminando basura y semilla vana, este proceso se realizó 4 veces.

d. Almacenamiento: Las semillas son ortodoxas, según estudios realizados (7) pueden conservar su poder germinativo hasta por siete u ocho meses almacenadas a temperatura ambiente en bolsas de papel. Almacenadas en refrigerador de 4 a 5°C en bolsas plásticas herméticamente selladas conservan la viabilidad por más de cuatro años (7).

B) *Santa María*: Una vez recolectados los frutos se transportaron hacia el BANSEFOR para procesarlos.

a. Post Maduración: La actividad de limpieza se realizó bajo la sombra y buena ventilación eliminando hojas y basura que se transportó. Los frutos antes de limpiarse se colocaron en cribas o cajas de madera con malla metálica y plástica manteniéndolos siempre bajo sombra y buena ventilación por un día.

b. Extracción: La extracción de la semilla se realizó eliminando el epicarpio y mesocarpio con la mano y con la ayuda de una navaja evitando dañar la semilla, y tratando de dejar únicamente la semilla con la testa de color crema amarillenta.

c. Almacenamiento: La semilla de esta especie según algunas investigaciones (7) (15) se pueden almacenar hasta 2 meses. Si se trata de almacenar por mayor tiempo se corre el riesgo que el contenido de humedad y viabilidad baje diariamente, es recomendable después de recolectada y procesada sembrarla lo más pronto posible, debido a que es una semilla de característica recalcitrante lo cual nos indica que si el contenido de humedad y temperatura bajan demasiado la semilla muere.

Para el análisis de calidad se tomó como base las reglas de la ISTA, las cuales son utilizadas por el BANSEFOR para la obtención de información sobre calidad de las semillas (humedad, pureza física y viabilidad).

5.7.1 Prueba de humedad

Tomamos dos submuestras de 5 gr. cada una, las colocamos en un recipiente metálico sin tapadera, se pesaron y luego se colocaron en el horno a una temperatura de 103° centígrados por 17 horas. Transcurrido el tiempo en el horno, se retiraron las submuestras y se colocaron en desecadoras con silica gel, aproximadamente por 2 horas, luego a temperatura ambiente las submuestras se volvieron a pesar.

5.7.2 Prueba de pureza física

Se tomó la parte restante de semilla del ensayo de humedad. La muestra se dividió en dos, utilizando el divisor de fuerza centrífuga. Se pesaron cada una de las submuestras y luego le eliminamos materia inerte: hojas, piedras, palos semillas que no eran del lote analizado y se vuelve a pesar para obtener la diferencia.

5.7.3 Prueba de Viabilidad (germinación)

Para este ensayo se utilizaron 400 semillas las cuales se dividieron en 4 réplicas de 100 semillas cada una.

Se utilizaron cajas germinadoras desinfectadas con alcohol puro al 100%, y por el tamaño de las semillas se utilizó como substrato arena de río esterilizada en horno eléctrico a 150° centígrados durante 24 horas. Se mezclaron 1000 gr. de arena y 250 gr. de fungicida BANROT.

Las cajas germinadoras se colocaron en cámaras germinadoras a 30° centígrados por la noche y a 35° centígrados en el día, con el objetivo de adaptarlas a su clima.

El riego se realizó con agua desmineralizada cada 2 días, para evitar contaminación. El conteo de plántulas se realizó cada 4 días, hasta que la mayoría de semillas con buenas características hayan germinado.

En el caso de la semilla de Santa María se le realizó tratamiento pregerminativo (escarificación) previo a la siembra, que consistió en presionar la semilla entre dos tablas para provocar la ruptura de la testa y facilitar el proceso de imbibición de la semilla.

5.7.4 Prueba de tolerancia

Se calculó el promedio de cada componente de todas las repeticiones y la diferencia entre el promedio y cada uno de los porcentajes.

Con el promedio se buscó el valor de tolerancia que reporta la tabla y se comparó con la diferencia de cada una de las repeticiones. Si estos valores no hubieran estado dentro del rango de tolerancia, se rechazaba la prueba y se tenía que repetir.

5.8 Realización del calendario fenológico anual de las especies

Luego de la obtención de los datos de la fase final de campo adquirido por medio de la observación a través del tiempo, se determinaron épocas de hojas nuevas, floración, fructificación y semilla, obteniendo el número de días en que cada una de las especies

transcurre por cada una de sus etapas de desarrollo. Se elaboró un calendario fenológico que servirá como registro del área para su siguiente colecta de semilla.

5.9 Análisis de la información

5.9.1 Determinación de los valores de importancia de las especies

Se utilizó el valor de importancia de Cottam el cual nos da un indicador de dominancia de cada especie.

Los datos florísticos se cuantificaron con densidad, área basal, y frecuencia, los cuales nos dieron indicadores absolutos, y nos permitieron en conjunto obtener un valor de importancia para cada especie, la cual establece objetivamente la dominancia que ejerce una especie sobre las otras, al controlar un mayor flujo energético. Se inicia calculando las densidades, áreas basales y frecuencias absolutas, de la siguiente forma:

Frecuencia absoluta: Primero se obtiene el valor absoluto de frecuencia, esta variable se expresa como el porcentaje del número de unidades muestrales en que estuvo presente la especie en la relación por cociente con el número total de unidades muestrales. Se representa así:

$$Fa = \frac{\text{Número de unidades en que estuvo presente la especie} \times 100}{\text{Número total de unidades muestrales}}$$

Densidad absoluta: Luego se obtiene la densidad absoluta, esta variable expresa la cantidad de individuos en una área determinada. Se expresa de la siguiente manera:

$$Da = \frac{\text{Sumatoria de las densidades de una especie en todas las unidades muestrales} \times 100}{\text{Número total de unidades muestrales}}$$

Área Basal absoluta: Por último se obtiene el área basal absoluta, se expresa en metros cuadrados del material vegetal por unidad de área del terreno. En trabajos ecológicos es considerado como equivalente de la biomasa y dominancia. El área basal de cada especie se obtiene sumando el área basal individual de todos los individuos de dicha especie, se expresa de la siguiente manera:

$$ABa = \frac{\text{Sumatoria de las área basales de una especie en todas las unidades muestrales}}{\text{Número total de unidades muestrales}} \times 100$$

Con los valores obtenidos de las formulas anteriores se calculan las áreas basales, frecuencias y densidades relativas de la siguiente manera:

Frecuencia relativa:

$$Fr = \frac{\text{Número de parcelas en donde aparece la especie A}}{\text{Sumatoria de frecuencias reales}} \times 100$$

Densidad relativa:

$$Dr = \frac{\text{Número de especímenes en todas las parcelas de la especie A}}{\text{Sumatoria de densidades de todas las especies}} \times 100$$

Área Basal relativa:

$$ABr = \frac{\text{Área Basal de la especie A}}{\text{Sumatoria de las AB de todas las especies}} \times 100$$

Para obtener los valores de importancia se utilizó la siguiente ecuación:

$$V.I. = Dr + Fr + ABr$$

En donde:

V.I. = Valor de importancia

Dr = Densidad Relativa

Fr = Frecuencia Relativa

ABr = Área basal relativa

5.9.2 Determinación de calidad de la semilla

Las pruebas de pureza física, humedad y viabilidad se analizaron por medio de estadística descriptiva, y a estos análisis se les realizó una prueba de tolerancia recomendada por la ISTA. Se utilizó para el procesamiento de los datos la hoja electrónica de excel.

La formula para calcular el contenido de humedad es la siguiente:

$$\% \text{Humedad: } \frac{\text{Peso original de semilla} - \text{peso seco de semilla}}{\text{peso original de semilla}} \times 100$$

Para determinar pureza física con la siguiente formula:

$$\% \text{ Pureza: } \frac{\text{Peso de semillas puras}}{\text{peso original de semillas}} \times 100$$

Para determinar el número de semillas viables:

$$\text{No. de semillas viables} = \text{No. de semillas puras} \times \% \text{ de germinación}$$

Para obtener los valores de tolerancia se compararon los promedios de los tres análisis con la tabla de tolerancia.

5.9.3 Determinación del calendario fenológico anual

Para los resultados de fenología se presenta un cuadro con la información de los diferentes cambios estacionales de cada una de las especies en estudio, identificando en cada especie hojas nuevas, floración, fructificación y semilla.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Composición arbórea de especies asociadas a Santa María y Caoba

La composición florística de las comunidades estudiadas nos muestra mayor y menor abundancia de distintas especies. Aquellas que más abundan, generalmente son las que más dominan o ejercen mayor control. Por ello, los dominantes ecológicos son las especies o grupos que controlan en gran parte la energía en una comunidad (Odum, 1982). En el área de estudio, por corresponder a un bosque subtropical cálido lluvioso, de mucha diversidad, no fue posible reconocer fácilmente dominantes por observación, sino aplicando métodos cuantitativos.

El índice del valor de importancia de Cottam ha sido generalmente utilizado para estimar la dominancia de las especies, ya que en la práctica muestra que las especies con mayor valor de importancia son las que ejercen la mayor dominancia. En las siguientes secciones se hace un análisis basado en índices de valor de importancia, lo cual nos muestra una valoración ecológica de cómo está estructurada la dominancia arbórea en el bosque del Parque Nacional Laguna Lachuá.

6.1.1 Composición de especies arbóreas menores de 4 cm. de diámetro

Las especies arbóreas menores de 4 cm. de diámetro incluyen el estrato forestal inferior que en gran medida es la regeneración. En el cuadro 2 y figura 5 se presentan los datos de las especies con su correspondiente valor de importancia. Las especies con los mayores valores son las siguientes: Santa María (*Calophyllum brasiliense*) 39.59%, Medallo (*Vatairea lundellii*) 36.02%, Ramón (*Brosimum sp.*) 35.54%, San Juan (*Vochysia guatemalensis*), 22.59%, Tamarindo silvestre (*Dialium guianensis*) 19.20%, Canxán (*Terminalia amazonia*) 9.08% y caoba (*Swietenia macrophylla*) 7.06%.

Cuadro 2. Valores de Importancia de las especies arbóreas menores de 4 cm. de diámetro asociadas a Santa María y Caoba.

No.	Especies	Densidad Ind./ha.	Frecuencia	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Valor de Importancia	No. Orden
1	Santa María (<i>Calophyllum brasiliense</i>)	370	63.75	22.5954	17	39.5954	1

2	San Juan (<i>Vochysia guatemalensis</i>)	162.5	47.5	9.92366	12.6667	22.5903	4
3	Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)	33.75	18.75	2.06107	5	7.06107	7
4	Ramón (<i>Brosimum sp.</i>)	260	73.75	15.8779	19.6667	35.5445	3
5	Lagarto (<i>Zanthoxylum sp.</i>)	17.5	7.5	1.0687	2	3.0687	11
6	Medallo (<i>Vatairea lundellii</i>)	486.25	23.75	29.6947	6.33333	36.028	2
7	Cortéz (<i>Tabebuia guayacán</i>)	11.25	5	0.68702	1.33333	2.02036	14
8	Cunxé (<i>No identificado</i>)	2.5	2.5	0.15267	0.66667	0.81934	18
9	Cenícero (<i>Samanea saman</i>)	11.25	7.5	0.68702	2	2.68702	13
10	Tem (<i>Croton sp.</i>)	48.75	11.25	2.9771	3	5.9771	9
11	Chichipate (<i>Sweetia panamensis</i>)	5	2.5	0.30534	0.66667	0.97201	16
12	Tamarindo silvestre (<i>Dialium guianensis</i>)	112.5	46.25	6.87023	12.3333	19.2036	5
13	Canxán (<i>Terminalia amazonia</i>)	45	23.75	2.74809	6.33333	9.08142	6
14	Sangre (<i>Virola koschnyi</i>)	21.25	18.75	1.29771	5	6.29771	8
15	Rosúl (<i>Dalbergia stevensonii</i>)	5	3.75	0.30534	1	1.30534	15
16	Chichique (<i>Aspidosperma cruentum</i>)	11.25	8.75	0.68702	2.33333	3.02036	12
17	Siete camisas (<i>Ledeburgia macrantha</i>)	26.25	6.25	1.60305	1.66667	3.26972	7
18	Jocote Frayle (<i>Astronium graveolens</i>)	3.75	1.25	0.22901	0.33333	0.56234	19
19	Cola de coche (<i>Pithecolobium arboreum</i>)	3.75	2.5	0.22901	0.66667	0.89567	17
Total		1637.5	375	100	100	200	

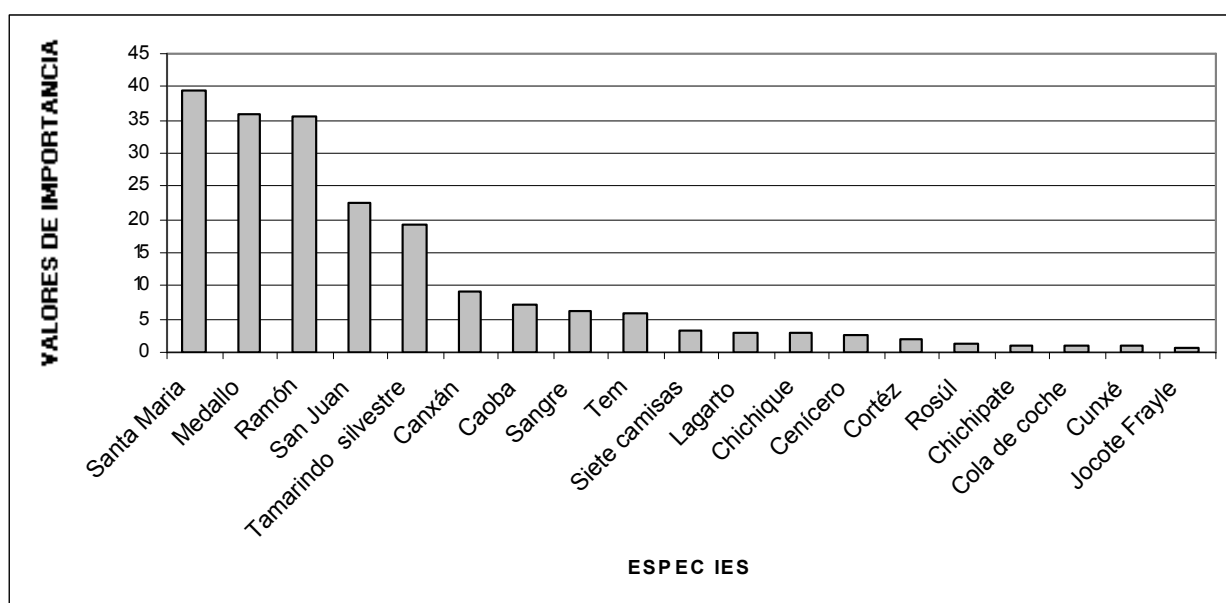


Figura 5. Especies arbóreas más abundantes e importantes, de regeneración natural, menores de 4 cm. de diámetro, asociadas a Santa María y Caoba.

Los datos muestran que tanto Santa María como Caoba tienen buena regeneración natural y que el futuro bosque tiende a una dominancia de las especies que en orden de importancia son Santa María, medallo, ramón, san Juan, tamarindo silvestre, canxán y caoba.

6.1.2 Composición de especies arbóreas de 4-20 cm. de diámetro

Las especies arbóreas comprendidas en el rango de 4 a 20 cm. de diámetro ocupan el estrato intermedio del bosque, aunque todos están en la sombra en búsqueda de luz o claros. La información de todas las especies se presenta en el cuadro 3 y figura 6.

Las especies que tienen el mayor valor de importancia son Tamarindo silvestre (*Dialium guianensis*) 78.11%, Siete camisas (*Ledembergia macrantha*) 55.86%, Chichique (*Aspidosperma cruentum*) 32.14%, Medallo (*Vatairea lundellii*) 30.29%, Pit (*Cupania sp.*) 16.30%, San Juan (*Vochysia guatemalensis*) 15.25%, las cuales conforman en conjunto el grupo dominante en el rango de 4 a 20 cm. de diámetro.

La especie Santa María (*Calophyllum brasiliense*) presentó un valor de importancia de 12.61%. No se encontraron árboles jóvenes de caoba.

Cuadro 3. Valores de Importancia de las especies arbóreas de 4-20 cm. de diámetro asociadas a Santa María y Caoba.

No	Especies	Densidad Ind./ha	Área Basal /Ha	Frecuencia	Densidad relativa	Área Basal relativa	Frecuencia relativa	Valor de Importancia	No. Orden
1	Tamarindo silvestre (<i>Dialium guianensis</i>)	23	0.241	17.5	27.6923	25.4202	25	78.1126	1
2	Siete camisas (<i>Ledembergia macrantha</i>)	18	0.173	11.25	21.5385	18.2514	16.0714	55.8613	2
3	Rosúl (<i>Dalbergia stevensonii</i>)	1.3	0.002	1.25	1.53846	0.16608	1.78571	3.49025	14
4	Chichique (<i>Aspidosperma cruentum</i>)	7.5	0.115	7.5	9.23077	12.1975	10.7143	32.1425	3
5	Santa María (<i>Calophyllum brasiliense</i>)	3.8	0.025	3.75	4.61538	2.64112	5.35714	12.6136	9
6	Medallo (<i>Vatairea lundellii</i>)	6.3	0.129	6.25	7.69231	13.6746	8.92857	30.2955	4
7	Chichipate (<i>Sweetia panamensis</i>)	3.8	0.048	3.75	4.61538	5.11417	5.35714	15.0867	7
8	Tem (<i>Croton sp.</i>)	1.3	0.002	1.25	1.53846	0.16608	1.78571	3.49025	15
9	San Juan (<i>Vochysia guatemalensis</i>)	3.8	0.05	3.75	4.61538	5.27959	5.35714	15.2521	6

10	Pit (<i>Cupania sp.</i>)	3.8	0.06	3.75	4.61538	6.33656	5.35714	16.3091	5
11	Canxán (<i>Terminalia amazonia</i>)	2.5	0.058	2.5	3.07692	6.07761	3.57143	12.726	8
12	Jocote Frayle (<i>Astronium graveolens</i>)	1.3	0.002	1.25	1.53846	0.25896	1.78571	3.58313	13
13	Sangre (<i>Virola koschnyi</i>)	1.3	0.023	1.25	1.53846	2.37819	1.78571	5.70237	11
14	Ramón (<i>Brosimum sp.</i>)	3.8	0.015	3.75	4.61538	1.61242	5.35714	11.5849	10
15	Lagarto (<i>Zanthoxylum sp.</i>)	1.3	0.004	1.25	1.53846	0.42543	1.78571	3.74961	12
Total		81	0.946	70	100	100	100	300	

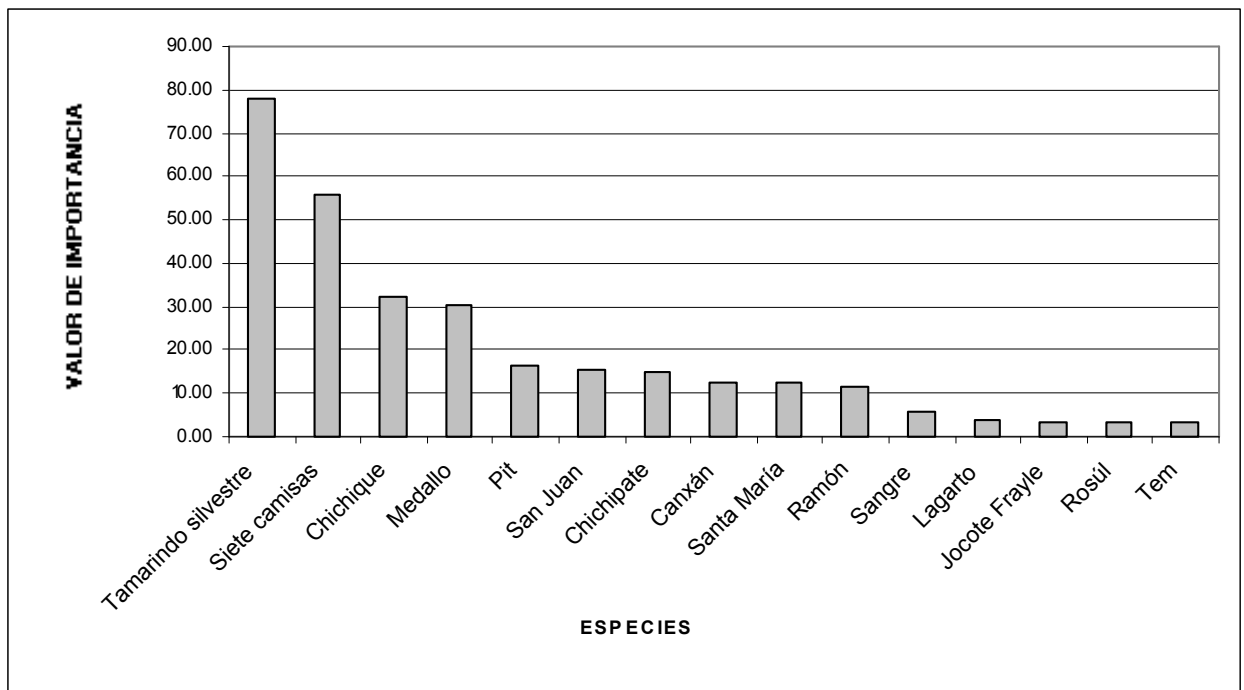


Figura 6. Valores de las 15 especies arbóreas más abundantes e importantes, de 4 a 20 cm. de diámetro, asociadas a Santa María y Caoba.

En el bosque se observaron áreas sin mucha cobertura de árboles grandes lo cual se explica como producto de fuertes vientos o ventarrones recurrentes durante varios años que los campesinos les denominan en la Ecoregión serpentinias o culebrinas. Además en algunas parcelas muestreadas no se encontró ningún espécimen arbóreo.

6.1.3 Composición de especies arbóreas mayores de 20 cm. de DAP

Los árboles mayores de 20 cm. de DAP ocupan el dosel superior y por lo tanto entre ellos están los que mas dominan, los que tienen mas importancia maderable actual y los que contribuyen a la producción y diseminación de semilla.

En el cuadro 4 se muestran todas las especies encontradas y en la figura 7 se muestran las especies con mayor valor de importancia.

El índice de valor de importancia de Cottam indica que el mayor valor lo tienen las especies siguientes: Tamarindo silvestre (*Dialium guianensis*) 65.49%, Siete camisas (*Ledembergia macrantha*) 34.44%, Sangre (*Virola koschnyi*) 26.62%, San Juan (*Vochysia guatemalensis*) 21.33%, Santa María (*Calophyllum brasiliense*) 20.25%, Canxán (*Terminalia amazonia*) 15.80%. Estas constituyen las seis especies de mayor dominancia ecológica y coincidentemente las de mayor abundancia en el área, como lo indican los datos de densidades correspondientes.

Caoba (*Swietenia macrophylla*) presentó un valor de importancia de 6 %, lo que muestra que existen muy pocos árboles de esta especie en el área. Sin embargo santa maría, como lo muestra su valor de importancia (20.25 %), ocupa el quinto lugar en importancia.

Lo anterior se explica por el hecho de que caoba en el pasado fue sometida a una extracción selectiva, mientras Santa María y otras especies no tenían la misma demanda que caoba, esto hasta antes de declarar área protegida el Parque Nacional Laguna Lachuá.

Cuadro 4. Valores de Importancia de las especies arbóreas mayores de 20 cm. de DAP. asociadas a Santa María y Caoba.

No	Especies	Densidad Ind./ha.	Área Basal /Ha	Frecuencia	Densidad relativa	Área Basal relativa	Frecuencia relativa	Valor de Importancia	No. de Orden
1	Santa María (<i>Calophyllum brasiliense</i>)	2.5	0.2988	30	7.83699	5.7898	6.62983	20.2566	5
2	Sangre (<i>Virola koschnyi</i>)	2.5	0.4279	47.5	7.83699	8.29135	10.4972	26.6256	3

3	Siete camisas (<i>Ledebergia macrantha</i>)	4.9	0.4434	47.5	15.3605	8.59169	10.4972	34.4494	2
4	Rosúl (<i>Dalbergia stevensonii</i>)	0.5	0.0915	10	1.5674	1.77298	2.20994	5.55032	16
5	Chichipate (<i>Sweetia panamensis</i>)	0.5	0.0332	12.5	1.5674	0.64331	2.76243	4.97314	17
6	Medallo (<i>Vatairea lundellii</i>)	1.3	0.3017	22.5	4.07524	5.84599	4.97238	14.8936	7
7	Tempisque (<i>Mastichodendron capiri</i>)	0.7	0.0752	12.5	2.19436	1.45714	2.76243	6.41393	14
8	Ramón (<i>Brosimum sp.</i>)	0.7	0.1427	15	2.19436	2.76508	3.31492	8.27435	10
9	Canxán (<i>Terminalia amazonia</i>)	1.6	0.2716	25	5.01567	5.26275	5.52486	15.8033	6
10	Cortéz (<i>Tabebuia guayacán</i>)	0.2	0.0184	12.5	0.62696	0.35653	2.76243	3.74592	20
11	San Juan (<i>Vochysia guatemalensis</i>)	2.3	0.3012	37.5	7.21003	5.8363	8.28729	21.3336	4
12	Cenícero (<i>Samanea saman</i>)	0.8	0.2881	17.5	2.50784	5.58247	3.8674	11.9577	9
13	Chichique (<i>Aspidosperma cruentum</i>)	0.9	0.0732	17.5	2.82132	1.41838	3.8674	8.1071	11
14	Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)	0.4	0.1309	10	1.25392	2.53643	2.20994	6.00029	15
15	Tamarindo silvestre (<i>Dialium guianensis</i>)	9	1.0974	72.5	28.2132	21.2641	16.0221	65.4994	1
16	Chilacayote (<i>No identificado</i>)	0.1	0.0594	2.5	0.31348	1.15098	0.55249	2.01695	22
17	Cola de coche (<i>Pithecolobium arboreum</i>)	0.2	0.1502	2.5	0.62696	2.9104	0.55249	4.08985	19
18	Jocote Jobo (<i>Spondias mombin</i>)	0.1	0.0031	2.5	0.31348	0.06007	0.55249	0.92603	25
19	Palin (<i>No identificado</i>)	0.1	0.0062	2.5	0.31348	0.12014	0.55249	0.9861	24
20	Cunxé (<i>No identificado</i>)	0.1	0.0283	2.5	0.31348	0.54836	0.55249	1.41433	23
21	Tem (<i>Croton sp.</i>)	0.4	0.2377	10	1.25392	4.60588	2.20994	8.06974	12
22	Lagarto (<i>Zanthoxylum sp.</i>)	1	0.0812	12.5	3.1348	1.5734	2.76243	7.47063	13
23	Plumillo (<i>Schizolobium parahybum</i>)	0.2	0.0522	5	0.62696	1.01147	1.10497	2.7434	21
24	Pit (<i>Cupania sp.</i>)	0.4	0.0714	10	1.25392	1.38351	2.20994	4.84737	18
25	Ceiba (<i>Ceiba pentandra</i>)	0.5	0.4759	12.5	1.5674	9.22144	2.76243	13.5513	8
Total		31.9	5.1608	453	100	100	100	300	

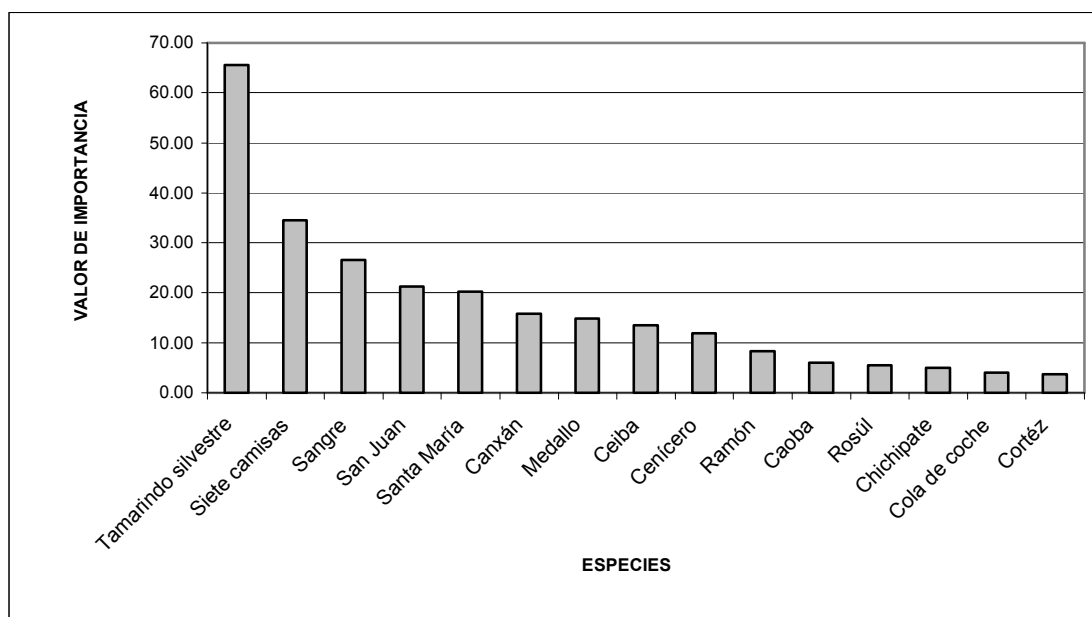


Figura 7. Valores de las 15 especies arbóreas más abundantes e importantes, mayores de 20 cm. de DAP, asociadas a Santa María y Caoba.

Es notable que en algunas áreas se encontraron tocones y árboles derribados de caobas con diámetros mayores de 20 cm. que constituyen testimonio de una extracción ilegal realizada en el año de 1,999.

6.2 Selección y marcación de árboles semilleros

Se seleccionaron y marcaron los mejores árboles tomando en cuenta que fueran árboles dominantes, con fuste recto, de buena altura comercial, libres de plagas y enfermedades, y maduros. En base a dichos criterios observados en el campo, se seleccionaron y marcaron 57 árboles de Santa María y 28 árboles de Caoba; se marcaron con **Sm** las Caobas y **Cb** para Santa María. En la figura 8 se presentan los árboles anteriormente descritos.

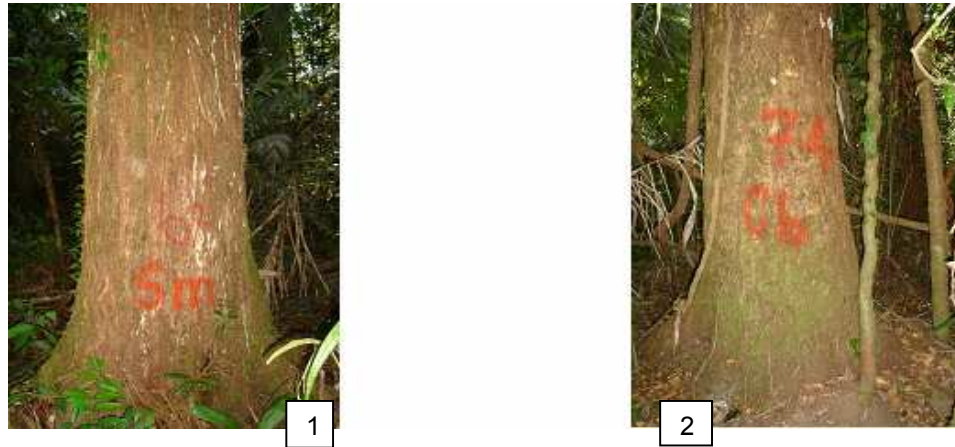


Figura 8. Árboles semilleros identificados con el código Sm para caoba (1) y Cb para Santa María (2). (Fotografías Iván Cabrera)

6.3 Determinación de calidad de la semilla de Caoba y Santa María

6.3.1 Recolección de frutos y semillas

La caoba por poseer semillas secas aladas que tienden a dispersarse por el viento los frutos se recolectaron desde el árbol, para ello se utilizaron espolones aplicando la técnica de escalamiento, una vara de aluminio extendible de 4 mt. de largo con un gancho tipo **S** en un extremo, botas altas con tacón alto, sacos de brin y machete.

Las drupas de *Santa María* se recolectaron en el suelo, dentro del diámetro de la copa y hasta 50 metros del árbol semillero.

En la figura 9 se muestra el equipo utilizado para recolección de frutos y semillas, la forma de escalar árboles, el fruto y semilla de caoba y Santa María.

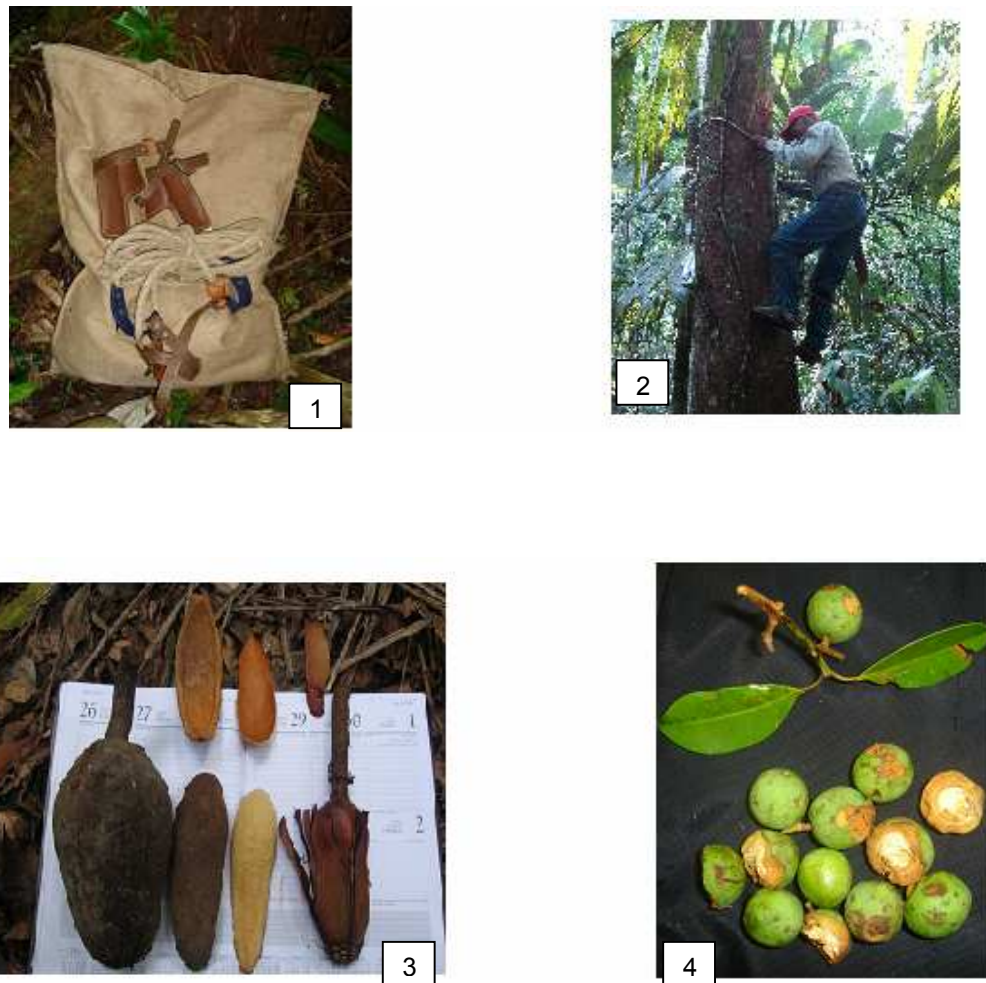


Figura 9. Equipo utilizado para recolección de frutos y semillas (1), forma de escalar árboles para la recolección de frutos y semillas (2), fruto y semilla de caoba (3), fruto de Santa María (4). (Fotografías Iván Cabrera)

6.3.2 Procesamiento de frutos y semilla

Del lote de semillas llevadas a laboratorio para procesamiento se sacó una muestra de 2,500 semillas de cada especie, a las que se les realizaron las diferentes pruebas de calidad anteriormente descritas. En la figura 10 se muestra el procesamiento de semilla de caoba Santa María.



Figura 10. Procesamiento de semilla de caoba (desalado) (1), procesamiento de semilla de Santa María (despulpe) (2), semilla de santa maría despulpada previo al análisis (3), semilla de caoba desalada previo al análisis (4). (Fotografías Iván Cabrera)

6.3.3 Análisis de pureza física

En **caoba** se encontró en promedio un porcentaje de 99.5. Esto nos indica que la muestra analizada casi en su totalidad corresponde a semillas representativas de la especie en estudio. El valor encontrado está acorde con los valores reportados por el Banco de Semillas Forestales del INAB (100%).

La prueba de tolerancia de aceptación de la muestra resultó aceptable.

En cuanto al porcentaje de materia inerte se reportó en promedio 0.5, se considera que el acondicionamiento de la semilla fue aceptable, y que el lote analizado en su mayoría corresponde a semillas puras.

Según los conteos realizados, en un kilogramo de semilla de caoba encontramos 2,136 semillas puras y en un lote de semillas con impurezas podemos encontrar 2,146 semillas.

En cuanto a la especie **Santa María** se encontró en promedio un porcentaje de 99.28. Esto nos indica que la muestra analizada casi en su totalidad corresponde a semillas

representativas de la especie en estudio. Al igual que la caoba, el valor encontrado está acorde con los valores reportados por el BANSEFOR (100%).

La prueba de tolerancia de aceptación de la muestra resultó aceptable.

En cuanto al porcentaje de materia inerte se reportó en promedio 0.72, se considera que el acondicionamiento de la semilla fue aceptable, y que el lote analizado en su mayoría corresponde a semillas puras.

Según los conteos realizados, en un kilogramo de semilla de santa maría encontramos 366 semillas puras y en un lote de semillas con impurezas podemos encontrar 369 semillas. En el cuadro 5 se presentan los resultados del análisis de pureza física.

Cuadro 5. Resultados del análisis de pureza física de Caoba y Santa María.

Especie	Componente	% P.F.	Tolerancia	No. Semillas puras / kg.	No. semillas puras + impurezas / kg.
Caoba	Semilla pura	99.5	Aceptada	2,136	2,146
	Materia inerte	0.5	Aceptada		
Santa María	Semilla pura	99.28	Aceptada	366	369
	Materia inerte	0.72	Aceptada		

6.3.4 Análisis del contenido de humedad en la semilla

Para **caoba** se reportó en promedio un porcentaje de 5.40. Este valor esta dentro de los parámetros reportados por el Banco de Semillas forestales del INAB (menor que 8 %).

La prueba de tolerancia para este análisis fue aceptable. El valor de humedad reportado por ser bajo, nos garantiza el almacenamiento de la semilla en cuartos fríos, y en buenas condiciones hasta unos 8 años. (7)

Para **Santa María** se reportó en promedio un porcentaje de 27.13. Este valor esta dentro de los parámetros reportados por el Banco de Semillas forestales del INAB (25-30%). La prueba de tolerancia para este análisis fue aceptable. El cuadro 6 presenta los resultados del análisis de contenido de humedad en las semillas.

Cuadro 6. Resultados del análisis de contenido de humedad de Caoba y Santa María.

Especie	% Humedad	Tolerancia
Caoba	5.40	Aceptada
Santa María	27.13	Aceptada

6.3.5 Análisis de viabilidad

Se realizó por medio de germinación. Para **caoba** se encontró un porcentaje en promedio de 88. El valor encontrado está dentro de los valores reportados por el Banco de Semillas Forestales del INAB (85-95%). El análisis de tolerancia para esta prueba fue aceptable.

Con base a los análisis de viabilidad esta especie se considera con un valor aceptable, en vista que un alto porcentaje del lote de semillas tuvieron un alto valor germinativo.

Las plántulas de caoba iniciaron su proceso de germinación a los 20 días de establecida la prueba y finalizaron a los 37 días de iniciada la prueba.

Según los conteos realizados, en un kilogramo de semilla de caoba encontramos 1,800 semillas viables.

Para **Santa María** previa a realizar la prueba de germinación, la semilla se sometió a un proceso de escarificación, por recomendaciones del CATIE (8), la que consistió en presionar la semilla entre dos partes planas (superficie de una mesa y una tabla) para provocar la ruptura de la testa y facilitar el proceso de imbibición de la semilla.

La germinación inició a los 37 días y finalizó a los 46 con un porcentaje de germinación de 85. Con base a los análisis de viabilidad esta especie se considera con un valor aceptable, en vista que un alto porcentaje del lote de semillas tuvieron un alto valor germinativo.

El valor encontrado está dentro de los valores reportados por el Banco de Semillas Forestales del INAB (80-90%).

El análisis de tolerancia para esta prueba fue aceptable.

Según los conteos realizados, en un kilogramo de semilla de santa maría encontramos 311 semillas viables por kilogramo. Estos datos pueden variar de acuerdo al contenido de humedad, del tamaño de las semillas y a los días de haber sido colectada la semilla. El cuadro 7 y figura 11 presenta los resultados de germinación y semillas germinadas.

Cuadro 7. Resultados de prueba de germinación para caoba y Santa María

Especie	% Germinación	Tolerancia	No. semillas viables / Kg.
Caoba	88	Aceptada	1,800
Santa María	85	Aceptada	311

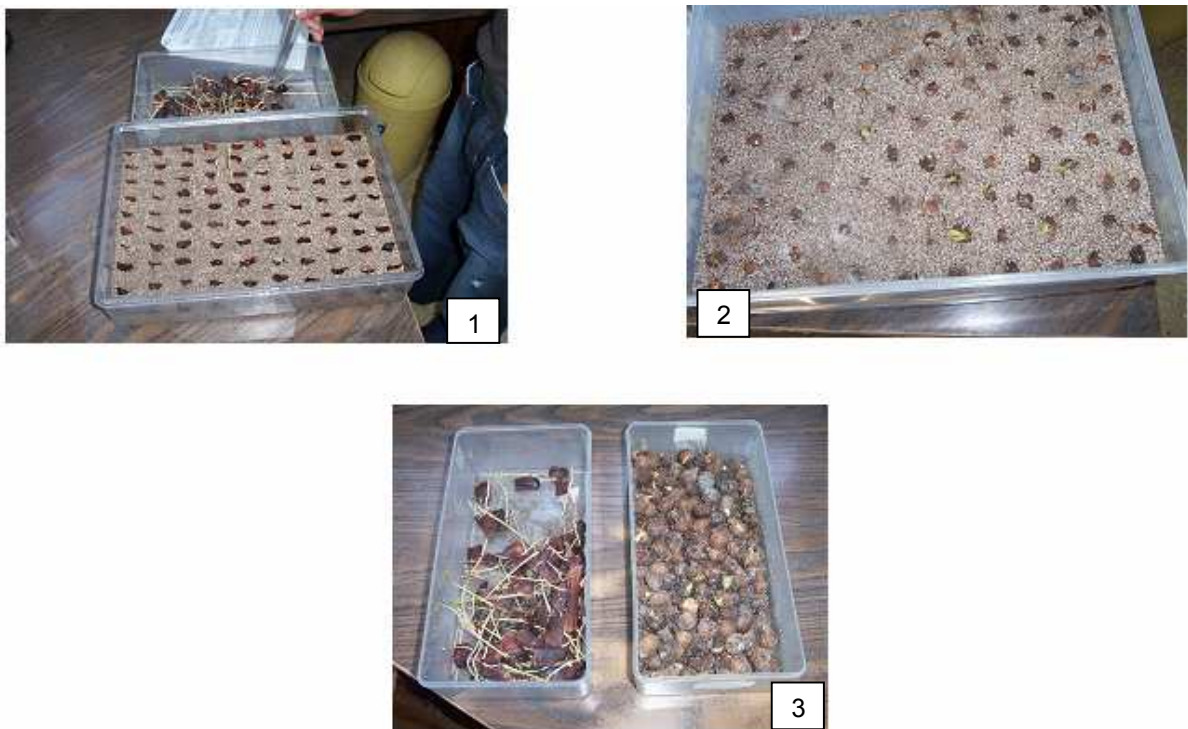


Figura 11. Semillas de caoba germinadas (1), semillas de Santa María germinadas (2), semillas extraídas de las bandejas al momento del conteo de germinación (3). (Fotografías Iván Cabrera)

6.4 Calendarización de las etapas fenológicas durante un año

El cuadro 8 muestra los resultados de las diferentes etapas de desarrollo para las dos especies en estudio.

A) Caoba: Es una especie con flores monoicas. Se defolia a principios del mes de Marzo, y a finales del mismo mes se pueden observar hojas nuevas. Inicia su floración a principios del mes de Abril y termina a finales de Mayo.

La producción de frutos es anual e inicia a principios de Junio. La maduración tarda aproximadamente de 6 a 7 meses, alcanza la maduración de sus frutos en Diciembre y Enero. El período de colecta es de Febrero a Marzo. La dispersión total de la semilla se da en los últimos días de Marzo y Abril, se realiza por medio del viento, alejando la semilla hasta 200 metros del árbol semillero.

B) Santa María: Es una especie con flores dioicas, muy variable en su floración y fructificación entre los mismos árboles existentes en el Parque Nacional Laguna Lachuá.

Se defolia en los primeros días del mes de Mayo, y a principios de Junio se pueden observar hojas nuevas. Produce flores cada año, la mayor floración para el área Lachuá tiene lugar desde finales de Junio y termina a finales de Julio. CATIE (7) reporta para Centro América una segunda floración de Noviembre a Diciembre.

La producción de frutos es anual y ocurre desde principios de Agosto. Alcanza la maduración de sus frutos en los meses de Diciembre a Febrero, con variación en la época de fructificación entre árboles de la misma zona. El período de colecta ideal es de Enero a Marzo. La dispersión total del fruto se lleva a cabo de Marzo a Abril, se realiza por animales silvestres especialmente murciélagos, mapaches, roedores, loros y guacamayas, que cortan los frutos, transportan y se alimentan de la cáscara la cual tiene un sabor ácido, contribuyendo a la dispersión de las semillas en el campo. El cuadro 8 presenta las etapas de desarrollo fenológico de las especies. Las figuras 12 y 13 presentan la inflorescencia, fruto y semillas de Caoba y Santa María.

Cuadro 8. Calendario fenológico de Caoba (*Swietenia macrophylla*) y Santa María (*Calophyllum brasiliense*)

Etapas de desarrollo		Especies	
		Caoba	Santa María
Hojas	Defoliación	Principios de Marzo	Principios de Mayo
	Inicio	Finales de Marzo	Principios de Junio
Floración	Inicio	Finales de Abril	Finales de Junio
	Finalización	Finales de Mayo	Finales de Julio
Fructificación	Inicio	Principios de Junio	Principios de Agosto
	Maduración	Diciembre-Enero	Diciembre-Febrero
	Colecta	Febrero-Marzo	Enero-Marzo
Semillación	Dispersion	Marzo-Abril	Marzo-Abril
Dispersion de la semilla		Viento	Principalmente murciélagos, roedores, loros, entre otros.



Figura 12. Fruto seco (1), semilla (2), hoja compuesta e inflorescencia (3) de caoba *Swietenia macrophylla*. (Fotografías 1 y 2 Iván Cabrera, 3 Ing. César Castañeda)

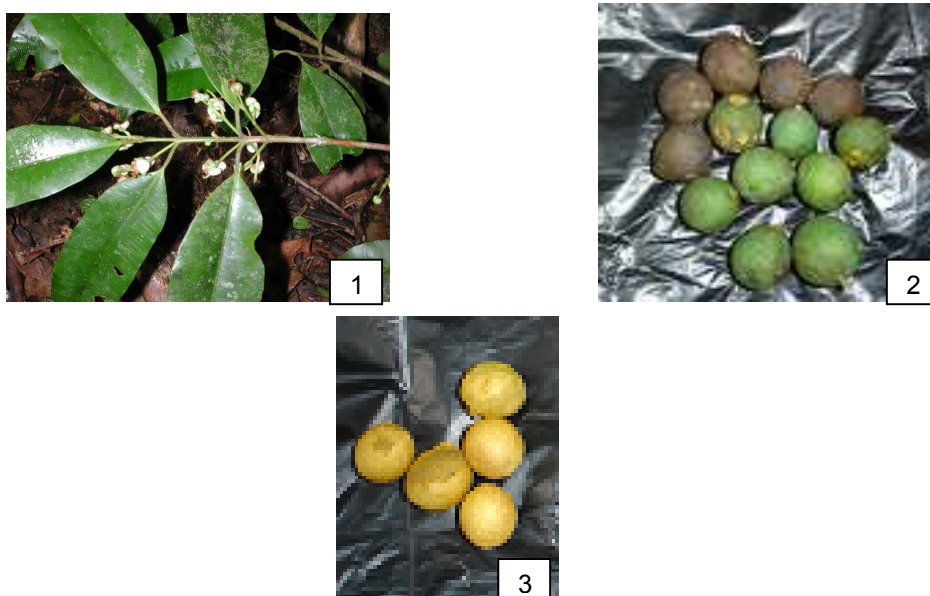


Figura 13. Hojas simples e inflorescencias (1), frutos verdes y secos (2) y (3) semillas de *Calophyllum brasiliense*. (Fotografías: 1 elmundoforestal.com, 2 y 3 Iván Cabrera).

7. CONCLUSIONES

7.1 Las especies arbóreas mayores de 20 cm. de DAP asociadas a *S. macrophylla* y *C. brasiliense* de mayor dominancia ecológica y de mayor abundancia en el área son las siguientes en su orden:

Tamarindo silvestre (*Dialium guianensis*)

Siete camisas (*Ledembergia macrantha*)

Sangre (*Virola koschnyi*)

San Juan (*Vochysia guatemalensis*)

Santa María (*Calophyllum brasiliense*)

Canxán (*Terminalia amazonia*)

Caoba (*Swietenia macrophylla*) por su bajo valor de importancia indica que existen muy pocos árboles de esta especie en el área.

Las especies arbóreas comprendidas de 4 a 20 cm. de diámetro de mayor importancia ecológica y dominancia son las siguientes:

Tamarindo silvestre (*Dialium guianensis*)

Siete camisas (*Ledembergia macrantha*)

Chichique (*Aspidosperma cruentum*)

Medallo (*Vatairea lundellii*)

Pit (*Cupania sp.*)

San Juan (*Vochysia guatemalensis*)

Santa María (*Calophyllum brasiliense*) situada en el número de orden 9.

No se encontró ningún árbol de caoba en ninguna de las 80 parcelas muestreadas.

Las especies arbóreas menores de 4 cm. de diámetro, dominantes y mas abundantes son las siguientes:

Santa María (*Calophyllum brasiliense*)

Medallo (*Vatairea lundellii*)

Ramón (*Brosimum sp.*)

San Juan (*Vochysia guatemalensis*)

Tamarindo silvestre (*Dialium guianensis*)

Canxán (*Terminalia amazonia*)

Caoba (*Swietenia macrophylla*)

Ello muestra que hay una buena regeneración natural de las dos especies en estudio.

7.2 Se seleccionaron y marcaron como árboles semilleros 57 especímenes de Santa María y 28 de Caoba.

7.3 La calidad de la semilla de *caoba* corresponde a los siguientes datos:

Pureza física: 99.5%

Semillas puras por kilogramo: 2,136

Viabilidad por germinación: 88%

Semillas viables por kilogramo: 180

Contenido de humedad: 5.4%

Para *Santa María*:

Pureza física: 99.28%

Semillas puras por kilogramo: 366

Viabilidad por germinación: 85%

Semillas viables por kilogramo: 311

Contenido de humedad: 27.13%

7.4 *La caoba* se defolia a principios de Marzo, y a finales del mismo mes se observan hojas nuevas. Inicia floración a principios de Abril y termina a finales de Mayo. Produce frutos anualmente iniciando a principios de Junio, la maduración tarda de 6 a 7 meses, madurando sus frutos en Diciembre y Enero. La colecta ideal de frutos y semillas es de Febrero a Marzo. La dispersión total de semilla se realiza a finales de Marzo y Abril por medio del viento.

Santa María se defolia a principios de mayo, y a principios de Junio se pueden observar hojas nuevas. Produce flores anualmente, con mayor floración de finales de Junio a finales de Julio. Produce frutos anualmente desde principios de Agosto, madurando de

Diciembre a Febrero, variando la época de fructificación entre árboles de la misma zona. La colecta ideal de frutos se realiza de Enero a Marzo. La dispersión total del fruto se da de Marzo a Abril por animales silvestres especialmente murciélagos, roedores y loros.

- 7.5 Los resultados de la fenología de las dos especies estudiadas es información directamente de la vegetación existente dentro del Parque Nacional Laguna Lachuá durante el año 2006 y puede variar de un año a otro y de una región a otra.

8. RECOMENDACIONES

- 8.1 En los claros provocados por ventarrones, florísticamente es recomendable hacer un enriquecimiento con especies nativas e identificadas en la regeneración natural, con el fin de acelerar el proceso de sucesión ecológica.
- 8.2 Estudiar con mayor detalle la regeneración natural y el desarrollo en sus diferentes etapas para caoba y santa maría.
- 8.3 Para futura recolección de rutos y semillas es importante eliminar la vegetación que crece en los fustes, debido a que dificultan al recolector al momento de escalar los árboles, haciendo más lento el trabajo de recolección, viéndose reflejado en los altos costos de la actividad.
- 8.4 Para obtener buenos resultados en los análisis de calidad de semillas es necesario cortar los frutos maduros, transportarlos en recipientes adecuados, no exponerlos al sol excesivo ni a la lluvia, ni amontonarlos, debido a que proliferan hongos, lo cual repercute en la baja germinación en los análisis.
- 8.5 Las semillas de las especies analizadas provenientes del Parque Nacional Laguna Lachuá pueden ser utilizadas en la implementación de viveros con miras a planes de reforestación, debido a los buenos resultados de calidad que garantizan un alto rendimiento en la reproducción de las especies.
- 8.6 Para tener mayor exactitud en las épocas de desarrollo fenológico de las especies estudiadas será importante contar como mínimo con el registro de información de dos años más de monitoreo.
- 8.7 Realizar estudios de distribución, fenología y calidad de semillas para especies identificadas en la composición arbórea, que sean de importancia económica y ecológica, como rosúl (*Dalbergia stevensonii*), jocote frayle (*Astronium graveolens*), cola de coche (*Pithecolobium arboreum*), chichipate (*Sweetia panamensis*), medallo (*Vatairea lundellii*), (*Virola koschnyi*), san Juan (*Vochysia guatemalensis*), entre otras.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar Cumes, JM; Aguilar Cumes, MA. 1992. Árboles de la reserva de biosfera Maya, Petén: guía para las especies del parque nacional Tikal. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Biología, Centro de Estudios Conservacionistas. 272 p.
2. Aguilar Girón, J. 1986. Relación de unos aspectos de la flora útil de Guatemala. 2 ed. Guatemala, Tipografía Nacional. 383 p.
3. Avendaño, CE. 1999. Utilización de un método geoestadístico para estimar distancias mínimas de trampeo y patrones espaciales en escarabaeinae (Coleóptera: carabaeidae). Tesis Lic. Biol. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 78 p.
4. Carpio Malavassi, M. 1992. Maderas de Costa Rica: 150 especies forestales. Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 338 p.
5. Castañeda Cerna, CA. 1997. Estudio florístico en el parque nacional laguna Lachuá, Alta Verapaz, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 75 p.
6. CATIE, GT. 2000. Curso de identificación, selección y manejo de fuentes semilleras. Guatemala, BANSEFOR / PROSEFOR. 27 p.
7. _____. 2000. Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina. Turrialba, Costa Rica. v. 1, 204 p. (Serie Técnica, Manual Técnico no. 41).
8. _____. 2000. Técnicas para la escarificación de semillas forestales. Turrialba, Costa Rica. 158 p. (Serie Técnica, Manual Técnico no. 36).
9. CCT (Centro Científico Tropical, CR). 2000. Diagnóstico de la caoba en Mesoamérica: visión general. San José, Costa Rica. 89 p.
10. CONAP (Consejo Nacional de áreas Protegidas, GT). 1999. Lista CITES para Guatemala: resolución no. ALC-043 -99. Guatemala. 6 p.
11. CONAP (Consejo Nacional de áreas Protegidas, GT). 2003. Plan maestro del parque nacional laguna Lachuá. Guatemala, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza / Instituto Nacional de Bosques. 108 p.
12. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
13. DIGEBOS (Dirección General de Bosques y Vida Silvestre, GT). 1992. Plan para la conservación del área protegida Lachuá y desarrollo sostenible de su zona de influencia. Guatemala. 89 p.

14. Echenique Manrique, R. s.f. Descripción, características y usos de 25 maderas tropicales mexicanas. México, Cámara de la Industria de la Construcción, Serie Maderas de México. 237 p.
15. Hernández Molina, EG. 2004. Experiencias en recolección y acondicionamiento de frutos y semillas de 25 especies forestales con demanda en el programa de incentivos forestales. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 112 p.
16. ISTA (Asociación Internacional para Ensayos de Semillas, ES). 1976. Reglas internacionales para ensayos de semillas. Trad. Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero. Madrid, España, Ministerio de Agricultura, Dirección General de Producción Agraria. 184 p.
17. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2004. Base de datos forestales de Guatemala (DATAFORG), versión 4. Guatemala, Instituto Nacional de Bosques, Departamento de Investigación Forestal. 1 CD.
18. Medinilla Sánchez, OE. 1999. Estudio florístico de los bosques con dominancia de especies del género *Pinus* en la microcuenca del río Colorado, Río Hondo, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 138 p.
19. Monzón, R. 1999. Estudio general de los recursos agua, suelos y del uso de la tierra del parque nacional laguna Lachuá y su zona de Influencia. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 98 p.
20. Obiols Del Cid, R. 1975. Mapa climatológico preliminar de la república de Guatemala, basado en el sistema Thornthwaite. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Esc. 1:1.000,000. Color.
21. Odum, 1982. Ecología. Trad. por Carlos Gerhard Ottenwaelder. 3 ed. México, Nueva Editorial Interamericana. 639 p.
22. Ortiz Ba, PC. 2003. Efecto del ácido giberélico, el ácido clorhídrico y la escarificación, sobre la germinación de semillas de pinabete (*Abies guatemalensis Redher*). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 43 p.
23. PROSEFOR (Programa de Semillas Forestales, GT). 1998. Selección y manejo de fuentes semilleras en América Central y República Dominicana. Jara, LF (Comp.). Guatemala, CATIE. 85 p. (Serie Técnica, Reuniones Técnicas no. 3).
24. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación a nivel de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, Instituto Agrícola Nacional. 1000 p.
25. Snook, LK; López, C. 2003. La regeneración de la caoba (*Swietenia macrophylla* King): frutos de siete años de investigación colaborativa. Chetumal, Quintana Roo, México Centro Internacional para la Investigación Forestal. 8 p.

26. Snook, LK; Negreros-Castillo, P; O'Connor, J. 2003. Sobrevivencia y crecimiento de caoba en aberturas de tamaños diferentes producidas de diferentes maneras. Presentada en: Taller sobre regeneración de la caoba: frutos de 7 años de investigación colaborativa (2003, MX). Chetumal, México.
27. Snook, LK; Santos Jiménez, VA; Carreón Mundo, M; Chan Rivas, C; May, FK; Mas Kantún, P; Hernández Hernández, C; Nolasco Morales, A; Escobar Ruiz, C. 2003. Ordenación de bosques naturales para la explotación sostenible de la caoba (*Swietenia macrophylla*): experiencias en bosques comunales de México. *Unasylva* 54(214-215):68-72.
28. UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, GT); INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2004. Proyecto Lachuá: fase III, al servicio de su gente. Guatemala. 143 p. (Documento de Proyecto).
29. Valdez Cancinos, DA. 2005. Comportamiento de la viabilidad de las semillas de cuatro especies forestales, almacenadas a 5 grados centígrados en el Banco de Semillas Forestales del Instituto Nacional de Bosques –BANSEFOR- Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 57 p.
30. Vásquez, F. 2003. Apuntes de tecnología de semillas y viveros. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Subárea de Manejo y Mejoramiento de Plantas. 125 p.
31. _____. 2005. Manual de prácticas de laboratorio de tecnología y semillas. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Subarea de Manejo y Mejoramiento de Plantas. 26 p.

Cuadro 4A. Resultados de calidad de las semillas de Caoba y Santa María

Especie	Parámetros y Rangos Promedio de Calidad					
	% Humedad (< 8 %)	% Pureza (100%)	No. de semillas puras/Kg.	No. semillas viables/Kg.	Germinación (85-95%)	Tipo de semilla
Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)	5.40	99.50	2,136	1,800	88	Ortodoxa
Santa María (<i>Calophyllum brasiliense</i>)	27.13	99.28	366	311	85	Recalcitrante

Cuadro 5A. Pruebas de Tolerancia para Caoba y Santa María

ESPECIE	ANÁLISIS	TRATAMIENTOS	DIFERENCIA	TOLERANCIA	VALIDACIÓN
Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)	Pureza física	Semilla pura	0.183	0.47	Se acepta
		Materia inerte	0.183	0.47	Se acepta
	Humedad	1-2	0.038	0.4	Se acepta
	Viabilidad (germinación)	1-2	1	6	Se acepta
		1-3	3	6	Se acepta
		1-4	2	6	Se acepta
		2-3	4	6	Se acepta
		2-4	3	6	Se acepta
		3-4	1	6	Se acepta
	Santa María (<i>Calophyllum brasiliense</i>)	Pureza física	Semilla pura	0.218	0.91
Materia inerte			0.218	0.91	Se acepta
Humedad		1-2	1.763	2.5	Se acepta
Viabilidad (germinación)		1-2	2	7	Se acepta
		1-3	1	7	Se acepta
		1-4	4	7	Se acepta
		2-3	1	7	Se acepta
		2-4	2	7	Se acepta
		3-4	3	7	Se acepta