

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA



Universidad de El Salvador

Hacia la libertad por la cultura

**Distribución y abundancia de *Cedrela* y *Swietenia* en el Área Natural
Protegida San Diego y San Felipe La Barra, Metapán, El Salvador.**

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO POR:

Carlos Alberto Cáceres Rosales

PARA OPTAR AL GRADO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

Ciudad Universitaria, San Salvador, junio de 2018.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA

**Distribución y abundancia de *Cedrela* y *Swietenia* en el Área Natural
Protegida San Diego y San Felipe La Barra, Metapán, El Salvador.**

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO POR:

Carlos Alberto Cáceres Rosales

PARA OPTAR AL GRADO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

Asesor: Lic. Carlos Alberto Elías Ortiz



Ciudad Universitaria, San Salvador, junio de 2018.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA

**Distribución y abundancia de *Cedrela* y *Swietenia* en el Área Natural
Protegida San Diego y San Felipe La Barra, Metapán, El Salvador.**

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO POR:

Carlos Alberto Cáceres Rosales

PARA OPTAR AL GRADO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

TRIBUNAL CALIFICADOR

M. Sc. Nohemy Elizabeth Ventura Centeno

Lic. José Napoleon Canjura López

Two blue ink signatures are written on horizontal lines. The top signature is more complex and cursive, while the bottom signature is simpler and more stylized.

Ciudad Universitaria, San Salvador, junio de 2018.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

M. Sc. Roger Armando Arias

SECRETARIO GENERAL

Lic. Cristóbal Hernán Ríos Benítez

FISCAL GENERAL

Lic. Rafael Humberto Peña Marín

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

DECANO

Lic. Mauricio Hernán Lavo Córdova

SECRETARIA

Lic. Melany Herrera Turcios

DIRECTORA DE LA ESCUELA DE BIOLOGÍA

M. Sc. Ana Martha Zetino Calderón

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación requirió de: concentración, esfuerzo físico y mental, línea base que pude observar durante toda mi vida en la persona que más amo, mi madre. Es por eso que, con todo mi amor, te dedico estas palabras: has sido y eres la fuente de inspiración más cercana a mí, con ejemplos de: amor, lucha, entrega, disciplina, responsabilidad, paciencia, perseverancia y respeto, digno modelo de persona integral.

A mi hermana Isabel, por haber creído en mí y darnos palabras de aliento a la familia en los momentos más oportunos. Gracias hermana por echarte al hombro la responsabilidad de toda nuestra familia cuando más lo necesitamos, sin duda alguna fuiste un ejemplo de Disciplina, Trabajo, Esfuerzo, Sacrificio y Humildad (QEPD).

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por mostrarme el camino hacia el éxito y haber soportado la carga económica que les generé durante el tiempo de mi formación académica. A mi hermana Isabel (que en paz descansa), por haber sido un invaluable soporte económico y principal inversora en mi formación académica.

A mi asesor Lic. Carlos Alberto Elías Ortiz, por guiarme durante el desarrollo del trabajo de grado, aportar ideas, observaciones y evaluaciones a esta investigación.

A Vanessa Castro, quien tomó a bien colaborar en la fase de campo de esta investigación y logística de transporte hasta el área de estudio.

Al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por interesarse y darle paso a esta investigación, otorgando el permiso necesario para poder realizar las mediciones y tomar las muestras que la investigación demandaba.

A la Técnico: Lic. Idalma Marilú Aldana Pacheco, por el interés mostrado en el desarrollo de esta investigación, orientarme con la gestión de permisos, exonerarme de pagos por acampar en las instalaciones del centro de interpretación, por elaborar una excelente logística de apoyo asignándome guardarecursos y facilitar los medios de transporte al interior del Área Natural Protegida (ANP).

A los guardarecursos del ANP San Diego y San Felipe La Barra, quienes mostraron toda su disponibilidad y apoyo, acompañándome durante todos los recorridos al interior del ANP, Gracias a Don Roberto por haber compartido su conocimiento adquirido en Vegetación local.

A la Asociación Jardín Botánico Plan de la Laguna, por poner a disposición su valiosa colección de muestras botánicas, ayudándome así a comparar y

ratificar la taxonomía de las muestras obtenidas en campo y facilitarme numerosas fuentes de información relacionadas al tema de investigación.

Gracias Lic. Dagoberto Rodríguez del Cid y Lic. Pablo Galán.

A la Escuela de Física, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador, por haberme facilitado instrumentos de mediciones exclusivos de su área. Gracias M. Sc. Cesar Armando Batres.

A los profesores de la Escuela de Biología, quienes, con su conocimiento, experiencia en diferentes áreas y profesionalidad, nos proporcionan los conocimientos universales, necesarios para comprender y expandir los horizontes del saber.

A la M. Sc. Nohemy Elizabeth Ventura Centeno y Lic. José Napoleón Canjura, docentes de la Escuela de Biología, quienes de forma precisa y objetiva aportaron observaciones y sugerencias al desarrollo del presente trabajo.

A la M. Sc. Johanna Segovia, Investigadora y Docente, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad de El Salvador (ICMARES), quien de forma muy atenta y amable me orientó, enseñó y explicó algunas técnicas de estadística multivariada necesarias para el desarrollo de este trabajo de grado.

El orden en que han sido mencionadas las personas e instituciones no tiene que ver con un grado de mayor o menor agradecimiento, a todos se les agradece por igual, ya que sin el aporte de cada uno de ustedes este trabajo habría presentado mayor dificultad para su desarrollo; muy agradecido con cada uno de ustedes.

C. Cáceres

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. OBJETIVOS.....	3
3.1. Objetivo General.....	3
3.2. Objetivos Específicos.....	3
4. MARCO TEÓRICO.....	4
4.1. Antecedentes.....	4
4.2. Fundamento Teórico.....	9
4.2.1. Taxonomía	9
4.2.2. Distribución.....	10
4.2.2.1. El género <i>Cedrela</i>	10
4.2.2.1.1. <i>C. monroensis</i>	11
4.2.2.1.2. <i>C. odorata</i>	12
4.2.2.1.3. <i>C. salvadorensis</i>	13
4.2.2.1.4. <i>C. tonduzii</i>	13
4.2.2.2. El género <i>Swietenia</i>	14
4.2.2.2.1. <i>S. humilis</i>	14
4.2.2.2.2. <i>S. macrophylla</i>	15
4.2.3. Caracteres de los géneros.....	16
4.2.3.1. <i>Cedrela</i>	16
4.2.3.2. <i>Swietenia</i>	17
4.2.4. Biología floral de <i>Cedrela</i> y <i>Swietenia</i>	18
4.2.4.1. <i>Cedrela</i>	18
4.2.4.2. <i>Swietenia</i>	19
4.2.5. Floración y fructificación.....	19
4.2.6. Características de los frutos y semillas.....	20
4.2.7. Variables en estudio que influyen en la distribución y abundancia de <i>Cedrela</i> y <i>Swietenia</i>	21
4.2.7.1. Intensidad lumínica.....	21
4.2.7.2. Temperatura.....	22
4.2.7.3. El suelo.....	22
4.2.7.3.1 Perfil vertical del suelo.....	22
4.2.7.3.2 Textura.....	23
4.2.7.3.3 pH.....	23
5. METODOLOGÍA.....	24
5.1. Información biofísica del área de estudio.....	24
5.1.1. Ubicación geográfica.....	24
5.1.2. Área de Estudio.....	25

5.1.3. Flora.....	27
5.1.4. Clima.....	27
5.2. Metodología de Campo.....	28
5.2.1. Delimitación de los transectos.....	28
5.2.2. Registros dasométricos.....	28
5.2.3. Recolección de material vegetal.....	29
5.3. Registro de variables ambientales	30
5.3.1. Intensidad lumínica.....	30
5.3.2. Temperatura ambiente.....	31
5.3.3. Estructura vertical del suelo.....	32
5.3.4. Textura del suelo.....	32
5.3.5. pH del suelo.....	33
5.4. Metodología de laboratorio.....	34
5.4.1. Material Vegetal.....	34
5.4.2. Índice de valor de importancia.....	34
5.4.3. Lectura del pH de las muestras de suelo.....	34
5.5. Técnicas de análisis estadístico.....	35
5.5.1. Estadística descriptiva.....	35
5.5.2. Multivariada.....	35
5.5.2.1. Análisis de Correlación Canónica (ACC)...	35
5.5.2.2. Análisis de Componentes Principales (ACP)	36
6. RESULTADOS.....	37
6.1. Composición de los géneros <i>Cedrela</i> y <i>Swietenia</i> en el ANP SDSFLB.....	37
6.2. Fenología y Calidad del fuste	38
6.3. Estructura horizontal y vertical de <i>Cedrela</i> y <i>Swietenia</i>	39
6.3.1. San Diego.....	39
6.3.2. San Felipe.....	41
6.4. Técnicas estadísticas multivariadas.....	42
6.4.1. Análisis de componentes principales.....	42
6.4.2. Análisis de correspondencia canónica.....	45
6.5. Clave para la identificación de las especies de los géneros <i>Cedrela</i> y <i>Swietenia</i> en el ANP SDSFLB.....	46
6.5.1 Clave para las especies del género <i>Cedrela</i> en el ANP SDSFLB.....	46
6.5.2 Clave para las especies del género <i>Swietenia</i> en el ANP SDSFLB.....	46
7. DISCUSIÓN	47
8. CONCLUSIONES.....	50
9. RECOMENDACIONES.....	52
10. BIBLIOGRAFÍA.....	53
11. ANEXOS	

Índice de Cuadros y Tablas

	Pág.
Cuadro 1. Clasificación taxonómica de los géneros <i>Cedrela</i> y <i>Swietenia</i> (Cronquist 1992; Varela 2010)	9
Cuadro 2. Registro de individuos, dasometría, calidad del tronco y fenología (Contreras <i>et al.</i> 1999)	29
Cuadro 3. Registro de la textura del suelo.....	32
Cuadro 4. Variables biológicas y fisicoquímicas en estudio para el análisis de Componentes Principales.....	36
Tabla 1. Análisis de sensibilidad por zona de manejo, análisis de la flora utilizando una ponderación de 1 a 4: siendo 4 el valor de mayor incidencia de cada criterio y 1 para el valor de menor incidencia de los criterios evaluados (modificado de Monterrosa 2009).....	25
Tabla 2. Registro de las variables físicas en estudio.....	31
Tabla 3. Perfil de la estructura vertical del suelo.....	32
Tabla 4. Clasificación de suelos con respecto a su valor de pH (Norma Oficial Mexicana – 021- RECNAT 2003).....	35
Tabla 5. Especies registradas y número de individuos por transectos, San Diego, 2016.....	37
Tabla 6. Especies registradas y número de individuos por transectos, San Felipe, 2016.....	38
Tabla 7. Fenología y calidad del fuste de los individuos de las especies registradas en San Diego, 2016.....	38
Tabla 8. Fenología y calidad del fuste de los individuos de las especies registradas en San Felipe, 2016.....	39
Tabla 9. ÍVI de <i>Cedrela</i> y <i>Swietenia</i> en San Diego.....	40
Tabla 10. ÍVI de <i>Cedrela</i> y <i>Swietenia</i> en San Felipe.....	41
Tabla 11. Principales componentes con valores propios y % de diferencia.....	43
Tabla 12. Valor de cada variable para conformar el Componente principal (CP).....	44

Índice de figuras

	Pág.
Figura 1. Distribución mundial de la Familia Meliaceae. Sistemática de plantas vasculares 2015.....	10
Figura 2. Distribución de <i>C. monroensis</i> (Pennington y Muellner 2010)	11
Figura 3. Distribución de <i>C. odorata</i> (Pennington y Muellner 2010).....	12
Figura 4. Distribución de <i>C. salvadorensis</i> (Pennintong y Muellner 2010).....	13
Figura 5. Distribución de <i>C. tonduzii</i> (Pennington y Muellner 2010)	14
Figura 6. Distribución natural de <i>Swietenia</i> y su híbrido <i>S. mahagonii</i> (Bauer y Francis 1998).....	15
Figura 7. Estructura general de un árbol del género <i>Cedrela</i>	16
Figura 8. Hoja paripinnada, flores y frutos de <i>Cedrela</i>	16
Figura 9. Estructura general de un árbol de <i>Swietenia</i>	17
Figura 10. Flor de <i>Swietenia</i> vista al estereoscopio (Paiva 2012).....	19
Figura 11. Mapa de la ubicación del área de estudio en El Salvador y del ANP San Diego y San Felipe La Barra, en el departamento de Santa Ana, municipio de Metapán.....	24
Figura 12. Diseño de Transecto libre, modificado de Gentry (1996).....	28
Figura 13 A) Registro de CAP a 1.3m sobre el nivel del suelo y B) Uso del clinómetro Suunto un terreno plano, modificado de Rosa (2012).....	29
Figura 14. Recolecta y prensado de muestras botánicas para herborizar.....	30
Figura 15. Prensado de las muestras vegetales recolectadas, 2016.....	30
Figura 16. Registro de intensidad lumínica con luxómetro, San Diego 2016.....	31
Figura 17. Transectos y puntos para la selección de muestras, modificado de Ministerio del Ambiente (2014).....	33
Figura 18. Intervalos de altura (m), San Diego, 2016.....	40
Figura 19. Intervalos de altura (m), San Felipe, 2016.....	42
Figura 20. Gráfico de sedimentación generado a partir de los CP y su valor.....	44
Figura 21. Tendencia de los CP en el análisis de correspondencia canónica.....	45

1. RESUMEN

De abril a septiembre de 2016, se describió la distribución y abundancia de *Cedrela* y *Swietenia* en el Área Natural Protegida San Diego y San Felipe La Barra, con las siguientes variables: temperatura ambiente, intensidad lumínica, textura, estructura y potencial de hidrógeno (pH) del suelo, así como la fenología y calidad del fuste. Se utilizó la metodología de transectos y se delimitaron 200 de 4 x 250 m, registrando el CAP y la altura de los árboles; la temperatura ambiente e intensidad lumínica. Se realizaron calicatas para el análisis de la textura, estructura y pH del suelo. El análisis de las variables se realizó por medio de Componentes Principales y de Correspondencia Canónica.

De 200 transectos, hubo registro en 42 de ellos, y un total de 319 individuos, 210 en San Diego y 109 en San Felipe, con promedios de altura y CAP de 10 m y 51.88 cm respectivamente y características fenológicas: el 98.6 % con hojas, el 1.85 % con flores y el 2.8% con frutos. Se registraron 4 especies de los géneros en estudio: *Cedrela odorata*, *C. salvadorensis*, *Swietenia humilis* y *S. macrophylla*. Con el IVI se determinó que *S. humilis* y *C. odorata* presentaron los mayores valores, con 178.25 y 100.27 respectivamente.

Con el Análisis de Componentes Principales se plantea que la Intensidad lumínica máxima (1100 klx), temperatura ambiente máxima (38.5 °C), pH (7.8) y horizonte 0 (2.38 cm) son los principales componentes que determinan la distribución y abundancia de estas especies, así mismo el Análisis de Correspondencia Canónica, determina que estos componentes, tiene una correspondencia diferente con respecto a la distribución de las especies registradas. Se determinó que, en San Felipe, los individuos presentaron mayor desarrollo y menor abundancia, así como árboles con características de vegetación madura, mientras que, en San Diego presentaron características de vegetación joven.

2. INTRODUCCIÓN

La vegetación nativa de El Salvador es muy diversa en cuanto a comunidades vegetales y composición de especies, de las cuales, únicamente se encuentran relictos sobre todo en áreas protegidas, en cuyo interior existe una diversidad de especies con interés maderable, alimenticio y medicinal entre otros; sin embargo, la información sobre aspectos ecológicos es escasa.

La presente investigación se realizó en el Área Natural Protegida San Diego y San Felipe La Barra (ANP SDSFLB), municipio de Metapán, departamento de Santa Ana. El objetivo principal fue describir la distribución y abundancia de *Cedrela* y *Swietenia* en el área mencionada; además, conocer la influencia de los factores ambientales y del suelo a nivel local, en la distribución y abundancia de los géneros en estudio.

Para las especies de los géneros en estudio, se registraron medidas dasométricas, entre ellas: la altura y la circunferencia a 1.3 m sobre el nivel del suelo (CAP) de cada individuo, para determinar la estructura vertical y horizontal respectivamente. Mientras que para determinar la influencia de los factores ambientales se registró: la intensidad lumínica y temperatura ambiente, así como: la textura, estructura y pH del suelo. Las variables fueron analizadas por medio de Componentes Principales y Correspondencia Canónica.

Con esta investigación se determinó la influencia, de los factores antes expuestos, en la distribución y abundancia de los géneros *Cedrela* y *Swietenia*; al mismo tiempo, permitirá tomar medidas y decisiones encaminadas a la protección, conservación, reproducción y redistribución de las especies de los géneros en estudio, con un enfoque ecosistémico.

3. OBJETIVOS

3.1 General:

Describir la distribución y abundancia de *Cedrela* y *Swietenia* en el ANP San Diego y San Felipe La Barra, Metapán, El Salvador.

3.2 Específicos:

- ❖ Estimar la distribución y abundancia de especies de los géneros *Cedrela* y *Swietenia*.
- ❖ Relacionar la distribución y abundancia de las especies de *Cedrela* y *Swietenia* con las variables ambientales y del suelo.
- ❖ Determinar las variables en estudio que más influyen en la distribución y abundancia de *Cedrela* y *Swietenia* en el ANP San Diego y San Felipe La Barra.
- ❖ Elaborar una clave taxonómica para la identificación de las especies de los géneros *Cedrela* y *Swietenia*.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Antecedentes.

Existen varios estudios sobre la familia Meliaceae, desde México hasta Argentina entre ellos, los siguientes:

El género *Cedrela* (Meliaceae) en la Argentina en donde se describe e ilustra una nueva especie, *Cedrela saltensis*, que incluye, descripciones, sinónimos, datos de distribución geográfica, ilustraciones y una clave para diferenciar las especies presentes en ese país (Zapater *et al.* 2004).

Varela y El Souki (2013), estudiaron las relaciones fenéticas y clave taxonómica para diferenciar las especies del género *Cedrela*. Evaluaron las afinidades morfológicas mediante un análisis de componentes principales (ACP) y se elaboró la clave para la identificación taxonómica de las especies. Los resultados del análisis de componentes principales mostraron que las características empleadas para la segregación de las especies de *Cedrela*, aportaron información para establecer las relaciones fenéticas entre ellas, con tres especies definidas.

Estudio sobre crecimiento y herbivoría de plántulas de *Cedrela odorata* comparando un área abierta y otra bajo regeneración natural ambas con dimensiones de 50 x 25 m, en la estación Biológica Tunquini. Se registró el crecimiento de las plántulas durante 450 días, determinando que la proporción de crecimiento en altura es mayor en las plántulas del claro. Otras variables como número de ramas, longitud de ramas y área foliar también presentaron valores significativamente mayores en plántulas de claro que en plántulas en el área bajo regeneración.

Si bien estos resultados son preliminares para la comparación del crecimiento de *C. odorata* en claros y áreas en proceso de regeneración, ya que se tiene solo un sitio de estudio, el trabajo es un aporte al conocimiento de algunas características del crecimiento de esta especie en un bosque

húmedo montano de Bolivia, donde ha existido sobreexplotación de la especie por su alto valor económico (Arteaga 2006).

Distribución del “cedro rojo” (*Cedrela odorata* L.) en el estado de Hidalgo, bajo condiciones actuales y escenarios de cambio climático. Se obtuvieron las áreas climáticas potenciales de distribución para *C. odorata* en el estado de Hidalgo bajo condiciones actuales, con información meteorológica de 1961-1990 como escenario base, y bajo escenarios de cambio climático obtenidos con los modelos GFDL-R30¹ y El HadCM3² para los años 2020 y 2050 (Gómez *et al.* 2007).

Se aplicaron las tasas de cambio en temperatura y precipitación sobre las áreas de influencia climática delimitadas. Se realizó un balance de humedad bajo condiciones actuales y de cambio climático. Actualmente se reporta 9,8% de la superficie del estado con tipos de vegetación con los que se asocia el “cedro rojo”, y las estimaciones con las características climáticas del escenario base muestran que el 30,4% del Estado presenta algún grado de aptitud para el desarrollo de esta especie (Gómez *et al.* 2007).

Los resultados del modelo GFDL-R30 indican un incremento en la superficie con algún nivel de aptitud, con respecto al escenario base, de 3,1% y 4,4% para el año 2020 y 2050, respectivamente. El aumento es diferencial dentro de las clases de aptitud. Para el modelo HadCM3 la superficie con algún nivel de aptitud disminuye 0,9% para el año 2020 y 0,2% para el año 2050. Sin embargo, el nivel de Moderadamente apto pasa de 10,5% en el escenario base a 0% y 1,3% para el año 2020 y 2050, respectivamente, ubicándose prácticamente todas las áreas en el menor nivel de aptitud (Gómez *et al.* 2007).

¹ Laboratorio de Dinámica de Fluidos Geofísicos conocidos por sus siglas en inglés (GFDL) y el R30 se deriva de la resolución del modelo espectral atmosférico (truncado romboidal de la onda número 30)

² Modelo de centro acoplado Hadley, versión 3

Flor de *Swietenia* en el Oligoceno tardío - Mioceno temprano, Chiapas, México. Estudian los cambios que han presentado las flores de *Swietenia* a través del tiempo tomando como base un registro fósil de ese género y el material recolectado en herbarios, obteniendo como resultado, la información detallada de esta importante especie, la cual ha servido como base para tener un aproximado de la flora en el Oligoceno temprano (Castañeda-Posadas y Cevallos-Ferriz 2007).

La familia Meliaceae en los herbarios de Venezuela: Claves para los géneros presentes en Venezuela. Este trabajo actualiza el estado de conocimiento de la familia, a partir de las colecciones de diferentes herbarios del país (VEN, PORT, MER, MY, MYF, TFAV), teniendo como referencia la del Herbario Nacional de Venezuela (VEN). La familia Meliaceae está representada por diez géneros y 46 especies. *Trichilia* es el género con mayor número de especies (24) y *Swietenia macrophylla* la especie con mayor número de registros de herbario (165); además, hace énfasis que la familia Meliaceae constituye un grupo de plantas de gran importancia en los trópicos (Varela 2010).

Trichilia, *Guarea* y *Swietenia* conforman los géneros ampliamente representados y distribuidos en el país, principalmente para los estados Bolívar, Amazonas y Barinas. La distribución altitudinal varía entre 0 y 2800 msnm; *Cedrela* y *Guarea* presentaron mayor variación altitudinal, mientras que *Azadirachta*, *Sandoricum* y *Schmardaea* fueron más restringidos. Los bosques semi-caducifolios y nublados presentaron mayor cantidad de géneros. Se elaboró una clave taxonómica para los géneros de meliáceas con material de herbario (Varela 2010).

La mayoría de estos estudios están atendiendo criterios taxonómicos, aplicación de pruebas moleculares y filogenéticas, esclareciendo la individualidad de cada especie, otros en la viabilidad de la reproducción a través de la silvicultura y ensayos de laboratorio (Del Castillo *et al.* 2003) y

unos pocos, intentado esclarecer las características ambientales que las especies de los géneros en estudio precisan para su óptimo desarrollo, tomando como base el registro climático de hace dos décadas (Gómez *et al.* 2007).

En El Salvador también se han realizado algunos estudios vinculados a los géneros *Cedrela* y *Swietenia* como:

Evaluación de seis sustratos en la germinación de tres especies forestales tropicales: “caoba” (*Swietenia humilis*), “bálsamo” (*Myroxylon balsamun*) y “funera” (*Dalbergia funera*) (Centeno 1990).

Evaluación de diversos tratamientos de escarificación para estimular la germinación de las especies forestales nativas: “bálsamo” *Myroxylon balsamun* y “caoba” *Swietenia humilis* (Castillo *et al.* 1996).

En 2013 (Medina y Orellana), estudiaron la densidad, estructura poblacional y reproducción de *Cedrela salvadorensis* Stand. “cedro real” en el Área Protegida Bosque de Cinquera; registraron una población de 163 individuos con una densidad de 62 individuos/ha, un promedio de 31.4 cm de diámetro y 10.55 m de altura; las clases diamétricas y alturas superiores obtuvieron los mayores promedios de producción de frutos por árbol y determinaron una correlación positiva entre la producción promedio de frutos por clases diamétricas.

Además, registraron un total de 6,521 frutos con un promedio de 40 por árbol. El promedio de semillas por fruto fue de 57, de las cuales el 77% son viables y el 23% inviables; además, desestiman asociaciones entre caracteres biométricos y peso de los frutos con la producción de semillas; asimismo, no encontraron asociación para las variables pH, contenido de P, K, Ca, Mg y N con la producción de frutos por árbol. Los índices de Esbeltez y de calidad de Dickson demuestran que las plantas sometidas al ambiente lumínico son de mejor calidad ($P \leq 0.05$), según t-Student.

Luego de investigar en diferentes fuentes de información fiable como: EBSCO, Scielo y American Journal of Botany entre otros, se evidencia la falta o pocos estudios sobre aspectos ecológicos de las especies pertenecientes a los géneros *Cedrela* y *Swietenia*. La información tanto a nivel nacional como Centroamericano es escasa, y esta resulta ser de importancia a la hora de tomar decisiones encaminadas a la protección, conservación, reproducción y redistribución de las especies de dichos géneros.

En El Salvador, existen varios listados de plantas a nivel de Áreas Naturales Protegidas (ANP), o evaluaciones ecológicas rápidas, tales como los estudios de Linares (2003) y Monterrosa (2009), los cuales sirven para tener un estimado de la riqueza de especies al interior de las áreas; sin embargo, no profundizan en aspectos ecológicos de las plantas, siendo el producto final de su esfuerzo un listado de especies.

4.2 Fundamento teórico

4.2.1 Taxonomía

La Familia Meliaceae está representada por 56 géneros con aproximadamente 575 especies a nivel mundial; según Muellner *et al.* (2003) en el Neotrópico se registran 14 géneros con 120 especies, entre ellos, los géneros *Cedrela* y *Swietenia* (Cuadro 1).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de los géneros *Cedrela* y *Swietenia* (Cronquist 1992; Varela 2010).

Taxonomía	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Sapindales
Familia	Meliaceae
Género	<i>Cedrela</i>
	<i>Swietenia</i>

La familia Meliaceae, descrita por Ventenat en 1799, se incluye dentro del Orden Sapindales (Cronquist 1992), se encuentra emparentada con las familias Anacardiaceae, Burseraceae, Rutaceae, Sapindaceae, Simaroubaceae y Zygophyllaceae, que presentan como características comunes: 1. hábito leñoso; 2. hojas compuestas; 3. flores pentámeras con la presencia de un disco o nectario y 4. Presencia de tejidos secretores de exudados aceitosos, resinosos y otras sustancias aromáticas en las hojas, ramas y tallos.

La comparación de las características morfológicas vegetativas demuestra que es un grupo natural bastante homogéneo (Gentry 1996); sin embargo, poseen variación en la forma de sus flores, frutos y semillas (Muellner *et al.* 2003).

4.2.2 Distribución

La Familia Meliaceae se encuentra ampliamente distribuida en los trópicos y subtropicos (Sistemática de plantas 2013); con algunos representantes en la zona templada, ocupa gran variedad de hábitat primordialmente en ecosistemas húmedos, en específico en el bosque tropical perennifolio, subcaducifolio, caducifolio y el bosque mesofilo de montaña (Laüer 1954). En América, África y Asia se encuentra restringida considerablemente a los trópicos y subtropicos (Figura 1).



Figura 1. Distribución mundial de la Familia Meliaceae. Sistemática de plantas vasculares 2013.

4.2.2.1 El género *Cedrela*

Fue descrito por P. Browne en 1756; posteriormente en 1759 Linneo describió *C. odorata*. Desde entonces, 69 especies se han colocado en este género, incluyendo especies presentes en América, la India, el sudeste de Asia y Australasia (Smith 1960). Smith (1960) llevó a cabo una revisión del género y colocó a las especies de Asia y Australasia en el género *Toona*; el cual está estrechamente relacionado según estudios moleculares; dejando al género *Cedrela* con sólo nueve especies, todas presentes en América (Lamb 1968 y Muellner *et al* 2003).

En la actualidad, se conoce que *Cedrela* es un género con 17 especies con una distribución que se extiende desde los 24° Latitud Norte en México, hasta 27° Latitud Sur en Argentina (Pennington y Muellner 2010; Styles 1981). Según registros del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN 2015) en El Salvador están presente: *C. fissilis*, *C. monroensis*, *C. odorata*, *C. salvadorensis* y *C. tonduzii*; todas bajo la categoría de especies amenazadas.

4.2.2.1.1 *C. monroensis*

Reportada sólo para El Salvador, se encuentra en los bosques tropicales semicaducifolios, entre los 800 y 1600 msnm (Figura 2). Se utiliza con frecuencia como un árbol de sombra en los cafetales.

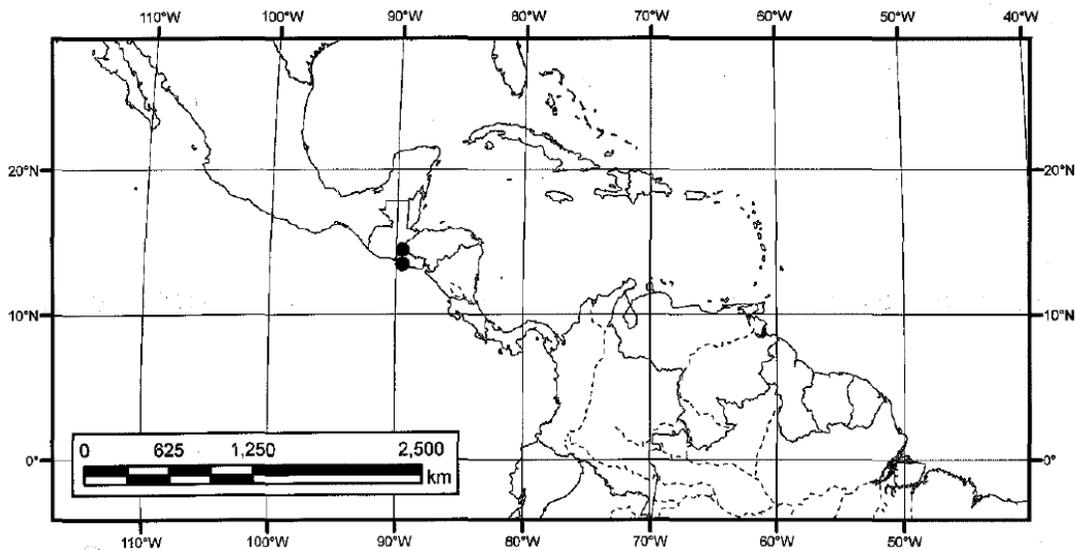


Figura 2. Distribución de *C. monroensis* (Pennington y Muellner 2010).

En El Salvador ha sido reportada en la zona occidental, específicamente en los departamentos de Ahuachapán (de Ataco a Tacuba), La Libertad (Antiguo Cuscatlán, laderas de La Laguna, Finca La Giralda, Estación Experimental de la UCA), Santa Ana (Distrito Forestal de Metapán, San José el Ingenio, PN Montecristo) y Sonsonate (Cerro verde) (Pennington y Muellner 2010).

4.2.2.1.2 *C. odorata*

La especie se distribuye ampliamente a lo largo de la costa del atlántico y el drenaje del pacífico de México, desde Tamaulipas y Sinaloa hacia el sur, América Central, las islas del Caribe, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil (Figura 3); se encuentra en climas tropicales y subtropicales y semihúmedos y elevaciones que van desde 0 metros hasta cerca de 2000 metros sobre el nivel del mar (msnm) en Bolivia (Lamb 1968).

En Chiapas, México, *C. odorata* se distribuye desde el nivel del mar hasta los 1800 msnm (Ocosingo, Chiapas), a mayor altitud se asocia con *Pinus*. Generalmente es frecuente en suelos bien drenado; también crece en suelos volcánicos (Varela 1997). La especie tolera períodos prolongados de sequía (Salas 1993; Pennington y Muellner 2010);

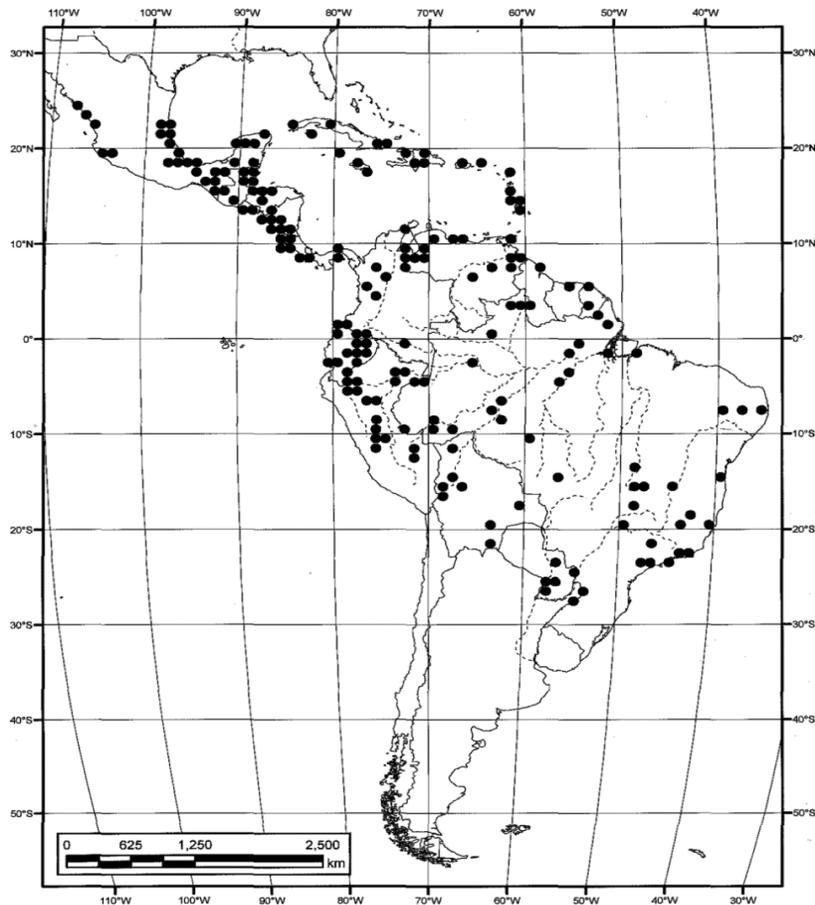


Figura 3. Distribución de *C. odorata* (Pennington y Muellner 2010).

4.2.2.1.3 *C. salvadorensis*

Se distribuye desde el Oeste de México (Jalisco) a lo largo de la vertiente del Pacífico de América Central a San José, Costa Rica (Figura 4). La especie aún no se ha registrado para Nicaragua. Crece en elevaciones medias a bajas en bosques húmedos a seco semidecídulos de la costa pacífica, desde 350 a 1400 msnm (Pennington y Muellner 2010; INBio 2015).

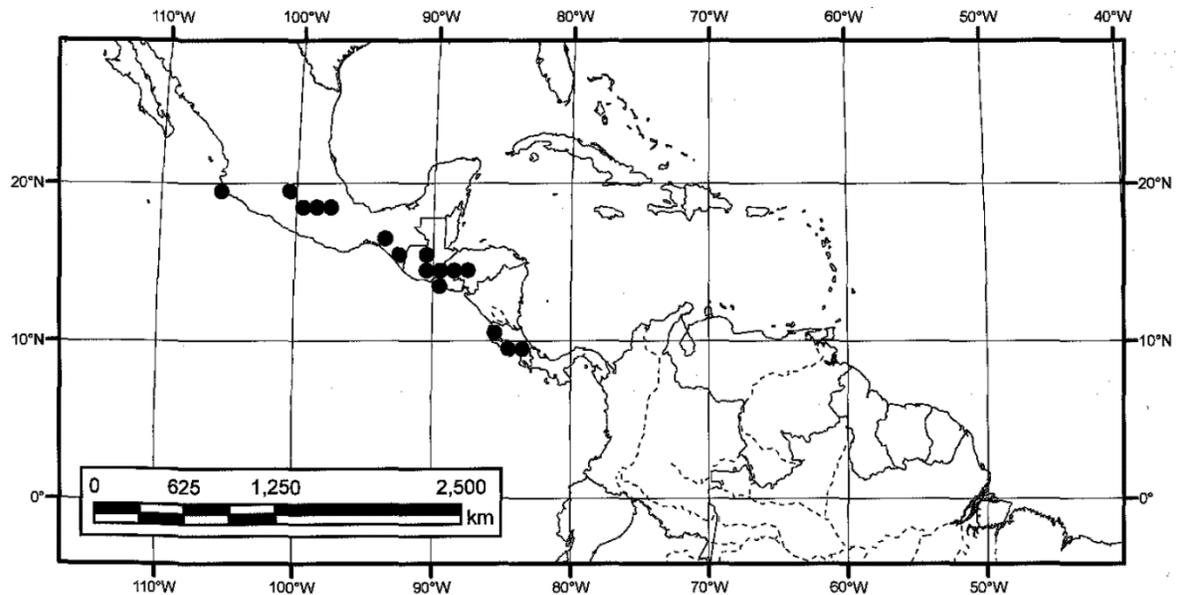


Figura 4. Distribución de *C. salvadorensis* (Pennintong y Muellner 2010).

En El Salvador, ha sido recolectada en diferentes departamentos como: Chalatenango (Nueva concepción), San Salvador (a orillas del Lago de Ilopango), Santa Ana (Metapán, 7 km al sur de Metapán, San José Ingenio y PN Montecristo) entre otros.

4.2.2.1.4 *C. tonduzii*

Esta especie se distribuye desde Chiapas México hasta Panamá (Figura 5). Se ha registrado en altitudes de 1000 hasta 2500 msnm y en pendientes que van desde 15° a 40° de inclinación (INBIO 2015). En zonas templadas, se asocia con especies de los géneros: *Pinus*, *Quercus* y *Liquidambar* (Pennington y Muellner 2010).

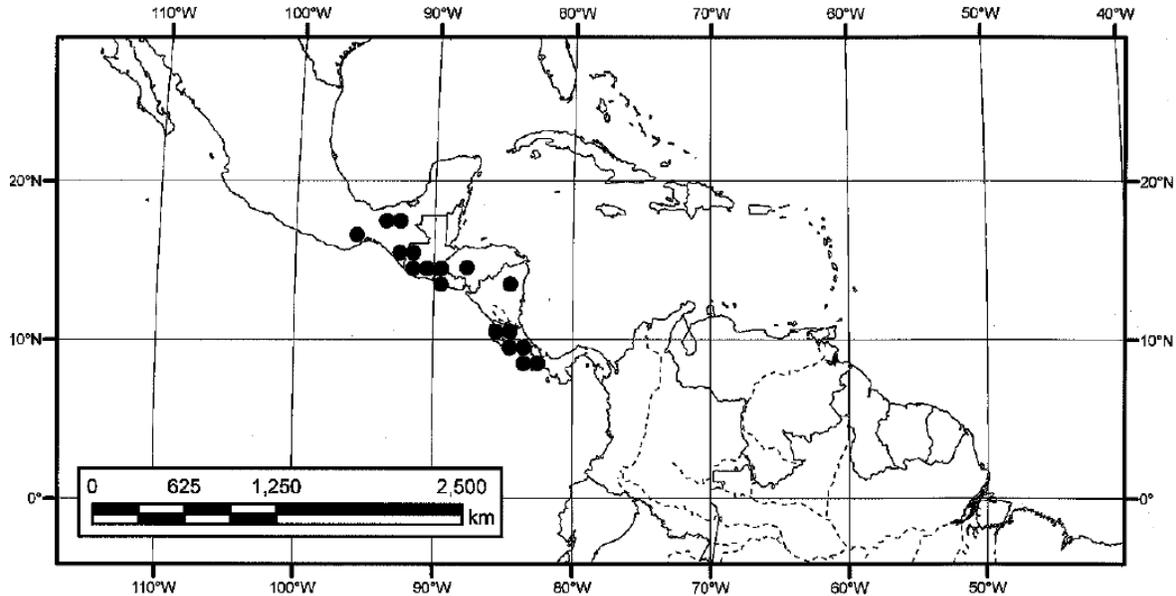


Figura 5. Distribución de *C. tonduzii* (Pennington y Muellner 2010).

Esta especie ha sido registrada en: México: Chiapas y Oaxaca; Guatemala: Chimaltenango, Escuintla, Jalapa, Quetzaltenango, Quiche y Sacatepéquez; Honduras: El paraíso, Intibucá y Ocotepeque; El Salvador: San Salvador; Nicaragua: Jinotega y Matagalpa; Costa Rica: Alajuela, Guanacaste, Limón, Puntarenas y San José; Panamá: Chiriquí.

4.2.2.2 El género *Swietenia*

Se encuentra sólo en el Neotrópico en estado natural (Figuroa 1994) y consta de dos especies: *S. humilis* Zucc y *S. macrophylla* King y un híbrido natural: *S. mahagoni*, producto del cruce entre las dos especies anteriores; este híbrido se encuentra con mayor frecuencia en las áreas de distribución en el que las dos especies se solapan (Pennington 1981).

4.2.2.2.1 *S. humilis*

Se distribuye dentro de una banda estrecha a lo largo de la costa del Pacífico (Figura 6), se extiende desde Sinaloa México, y de manera aislada en el Este de Guatemala, ubicado al Este-Sureste del Lago de Izabal, hacia abajo, hacia Punta Arenas, en Costa Rica (Salas 1993).

4.2.2.2.2 *S. macrophylla*

En México se encuentra desde el Sur de Tamaulipas, y sigue la costa atlántica de la península de Yucatán; en Centroamérica se distribuye desde Belice hasta Panamá; continúa a través de la sección Noreste de América del Sur (Figura 6) a lo largo de la periferia del Alto Amazonas en Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú, a través de Bolivia y el Sur de la Amazonia en Brasil (Figuroa 1994).

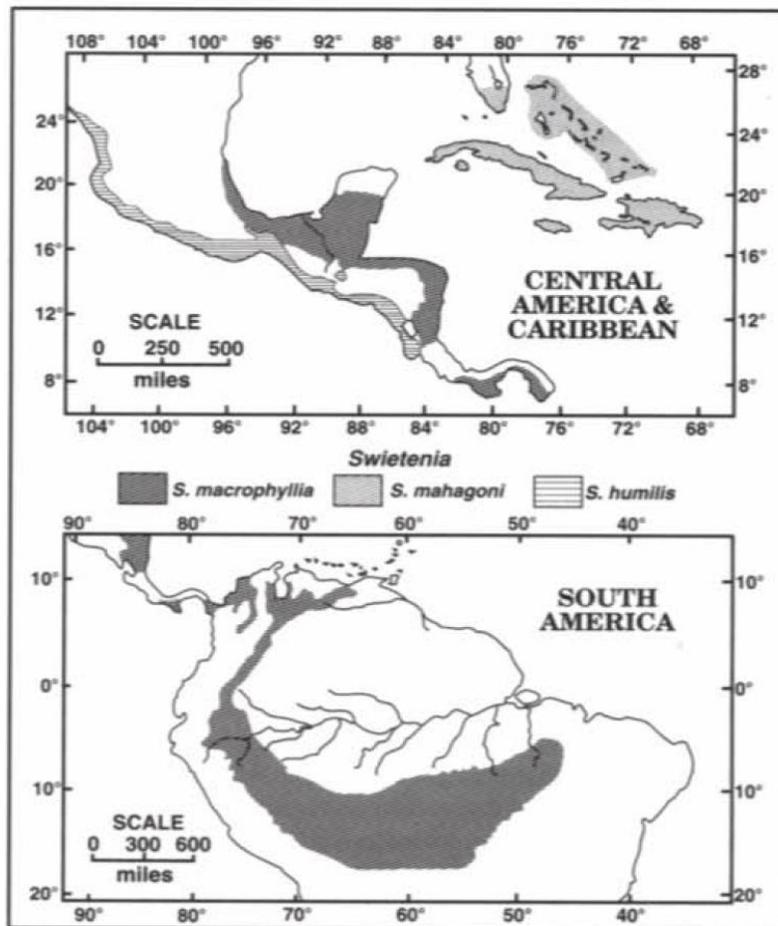


Figura 6. Distribución natural de *Swietenia* y su híbrido *S. mahagoni* (Bauer y Francis 1998).

S. macrophylla ha sido incluida en el Apéndice III de CITES³ a petición de Costa Rica, y por esta razón, es necesario un certificado de origen con el fin de exportar la madera y sus productos (CITES 1995).

³ Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

4.2.3 Caracteres de los géneros

4.2.3.1 *Cedrela*

Árbol caducifolio, de 20 a 30 m de altura, se han registrado individuos de más de 45 m de altura, con CAP de hasta 1.9 m. Copa grande, redondeada, robusta y extendida o copa achatada (Figura 7) (Tropicos.org 2015)

Tronco: recto, robusto, formando a veces pequeños contrafuertes poco prominentes (1m de alto). Ramas ascendentes o arqueadas (Figura 7). Corteza externa ampliamente fisurada con las costillas escamosas, pardo grisáceo a moreno rojiza. Corteza interna rosada cambiando a pardo amarillenta, fibrosa y amarga (Tropicos.org 2015).

Hojas: alternas, de 15 a 50cm largo incluyendo el pecíolo, paripinnada o imparipinnada, con 10 a 22 folíolos opuestos o alternos, de 4.5 a 14cm de largo por 2 a 4.5cm de ancho, lanceolados u oblongos (Figura 8).

Flores: en panículas terminales largas y sueltas, de 15 a 30cm de largo; muchas flores angostas aparentemente tubulares, con 5 pétalos, suavemente perfumadas actinomórficas; cáliz en forma de copa, corola crema verdosa.



Figura 7. Estructura general de un árbol del género *Cedrela*,



Figura 8. Hoja paripinnada, flores y frutos (cápsulas) de *Cedrela*.

Fruto: cápsula leñosa hasta de 30cm de largo, pénduladas, dehiscentes (parecidas a nueces), de 2.5 a 5cm de largo, 4 a 5 valvadas, elipsoides a oblongas, pardo verdosas a morenas (Figura 8), con fuerte olor a ajo y produciendo un exudado blanquecino y acuoso cuando están inmaduras.

Los Frutos contienen alrededor de 20 a 40 semillas y permanece adherido al árbol por algún tiempo. Las semillas, aladas de 2 a 3 cm de largo, incluyendo el ala, morenas, adheridas al eje, son árboles monoicos (Tropicos.org 2015).

4.2.3.2 Swietenia

Árbol mayormente perennifolio, de 30 a 40m de altura habitualmente, algunos pueden alcanzar los 45m de altura y 2m de CAP. Produce un fuste largo y recto, cilíndrico, libre de ramas en los primeros 12 a 18m a menudo con grandes aletones (Tropicos.org 2015).

Las copas de los árboles mayores pueden alcanzar hasta 20m de diámetro (Figura 9). Corteza: gris y lisa de joven, marrón oscura acanalada y escamosa de maduro.

Hojas: paripinnadas, de 16 a 40 cm de largo, alternos y agrupados al final de las ramas. Cada hoja tiene 3 a 6 pares de hojas pinnas, 9 a 14 cm de largo.

Flores: pequeñas, con cinco pétalos blanco amarillentos, agrupadas en inflorescencias axilares. Son unisexuales y el árbol es monoico (Tropicos.org 2015).



Figura 9. Estructura general de un árbol del género *Swietenia*

Fruto: cápsulas leñosas, erectas, de 12 a 22 cm de largo por 6 a 10 cm de ancho. Cuando maduran y se secan las 4 a 5 valvas del fruto se abren desde la base. Las semillas quedan expuestas y colgando por las alas en el centro del fruto. Cada fruto contiene de 35 a 45 semillas aladas, color marrón y de 7.5 a 12 cm de largo incluyendo la estructura alada (Tropicos.org 2015).

4.2.4 Biología floral de *Cedrela* y *Swietenia*

Se han descrito como flores perfectas, y a veces como dioicas/polígamas. Las flores son hermafroditas. Pero esto no siempre es el caso, según White y Styles (1963), sobre la base de sus observaciones en el sureste y el centro de África.

4.2.4.1 *Cedrela*.

El ciclo reproductivo de *Cedrela* está sincronizado con la estación de crecimiento, por lo que varía a lo largo de su ámbito de distribución. Las flores aparecen cuando el árbol retoña, las inflorescencias contienen grandes cantidades de pequeñas flores simétricas de color grisáceo blanco. Se ha confirmado que los árboles son monoicos: con flores femeninas y masculinas en la misma inflorescencia. Las flores femeninas se abren antes que las flores masculinas (Valera 1997).

Varela (2013), señala que la mayoría de los botánicos describen las flores como hermafrodita y perfecta, debido al hecho de que cada flor posee dos anteras y pistilo, el mismo autor hace hincapié en que a pesar del hecho de que tanto la antera y el pistilo están presentes en cualquiera de las flores, éstos no son necesariamente eficaces; en el macho funcional, las anteras son grandes, de color amarillo y lleno de polen, que se libera por agrietamiento longitudinal durante la antesis.

En estas flores, a pesar de que el ovario y el pistilo parecen normales en tamaño y forma (por lo general cilíndrica o globular), los óvulos son minúsculos y rudimentarios, de color marrón y generalmente se abortarían. También, en este caso los óvulos no llenan completamente el

ovario como lo hacen en las flores femeninas funcionales. Este ovario estéril, en el que el estilo es más grande que en la flor femenina funcional, se conoce como "de forma pistiloide", y es incapaz de un mayor desarrollo. Después de la dispersión del polen, las flores masculinas se marchitan y caen (Varela 2010).

4.2.4.2. *Swietenia*

Varela (1997), hizo observaciones en las flores de *S. macrophylla* (Figura 10) y *S. mahogoni*, en las que examinó y detalló la distribución de las flores masculinas y femeninas en árboles, la estructura de las flores y el sexo de las flores caídas, e informó sobre los resultados obtenidos de flores con pistilos y las que tienen anteras; de las pruebas de polinización controladas concluye que las flores de *Swietenia* son unisexuales y que los árboles son monoicos, con ambas flores, femeninas y masculinas en cada inflorescencia.



Figura 10. Flor de *Swietenia* vista al estereoscopio (Paiva 2012).

Swietenia florece al comienzo de la estación lluviosa, de mayo a agosto en México y en las Antillas hasta la parte norte de América del Sur (INBio 2015).

4.2.5 Floración y fructificación

Para *Cedrela* el periodo de floración comprende de mayo - agosto y *Swietenia* de julio - agosto; pero el periodo de fructificación y producción de semillas en *S. macrophylla* y *S. humilis* es de febrero hasta abril; y *C. odorata* de marzo hasta abril (INBio 2015).

Navarro y Hernández (1996), indican que el período de producción de semillas de *Swietenia* en Centroamérica varía en gran medida en función de

las áreas observadas. En Panamá, el pico de producción es en Noviembre; en Costa Rica, desde finales de noviembre hasta principios de diciembre; en Nicaragua, en la costa atlántica, en enero y febrero; en Honduras, en febrero y marzo en altitudes más altas (700 msnm); en Petén, Guatemala y en la mayor parte de Belice, en febrero y marzo. En El Salvador, de abril a julio; se ha observado variación en la producción de semillas de hasta un mes entre los árboles individuales en una misma rama.

4.2.6. Características de los frutos y semillas

En condiciones naturales, el rendimiento de semillas basado en un estudio de 108 frutos de *S. macrophylla*, relacionando: longitud, diámetro y peso del fruto con el número de semillas bien desarrolladas y mal formadas en cada cápsula, se obtuvieron resultados que mostraron que los frutos de caoba producen un promedio de 49 semillas bien desarrolladas, de los cuales, 39 germinaron (Niembro 1996a).

El peso y las dimensiones del fruto mostraron correlación significativa y positiva con la cantidad y la calidad biológica de las semillas producidas, en los niveles de 1 y 5% de probabilidad. Los frutos de mayor peso y tamaño son los que se recomienda para ser recogidos, con el fin de almacenar la máxima cantidad de semillas viables, de acuerdo con las pruebas obtenidas en el estudio Niembro (1996a).

En el estudio de los frutos de la *C. odorata*, Niembro (1996b), obtuvo un promedio de 25 semillas por fruto aparentemente bien desarrolladas, de las cuales 15 germinaron. La longitud del fruto varió entre 17.1 a 44.8 mm, con una media de 35.8 mm; el peso del fruto varió 1.34 a 5.45 gr, con una media de 3 gr.

Medina y Orellana (2013) reportan que en el caso de *C. salvadorensis*, entre mayores sean las dimensiones de los árboles, mayores frutos producen, registrando así de 163 individuos una producción total de 6521 frutos con

un promedio de 40 por individuo y el promedio de semillas por fruto fue de 56 ± 7 de las cuales, el 76.98% son viables y 23.02% son inviables.

4.2.7. Variables en estudio que influyen en la distribución y abundancia de *Cedrela* y *Swietenia*

La intensidad lumínica, temperatura ambiente y otras condiciones atmosféricas que suceden en un tiempo y lugar determinados en combinación, forman el tiempo atmosférico. El clima es el patrón promedio del tiempo atmosférico a largo plazo y puede ser local, regional o global; en este contexto el clima es el aspecto del medio físico que más influye en un ecosistema particular, porque impone la mayor parte de las restricciones al organismo para su distribución y abundancia (Smith y Smith 2007).

Además, la distribución de las comunidades vegetales está determinada por diferentes factores ambientales como las características del suelo. Cuando alguno de estos factores cambia, en especial las condiciones climáticas, la estructura y composición de los ecosistemas también pueden sufrir modificaciones. La respuesta por parte de las plantas depende de la intensidad y velocidad del cambio en las condiciones climáticas, si el cambio es paulatino y con poca intensidad, es probable que gran parte de las especies logre evolucionar y sus descendientes se adapten a las nuevas condiciones ambientales existentes (Zunino y Zullini 2003).

Sin embargo, si el cambio se produce con gran intensidad y en un periodo relativamente corto, un bajo porcentaje de la biodiversidad logra adaptarse a estos cambios, lo que produce la extinción de las especies con baja capacidad de amortiguamiento (Smith y Smith 2007).

4.2.7.1 Intensidad lumínica

La radiación electromagnética emitida por el sol recubre una amplia gama de longitudes de onda. Del rango total de radiación solar que alcanza la atmósfera terrestre, va desde los 400 a 700 nm (1 nm = mil millonésimas

partes de un m) es la que constituye la luz visible. En conjunto, esas longitudes de onda se conocen como radiación fotosintéticamente activa, porque incluyen las longitudes de onda que utilizan las plantas como fuente de energía en el proceso de la fotosíntesis (Smith y Smith 2007).

4.2.7.2 Temperatura

La temperatura tiene influencia en la proporción de reacciones químicas involucradas en varios procesos de crecimiento dentro de la planta; además, afecta los mecanismos involucrados en la floración y fructificación de las plantas (Gómez *et al.* 2007). La temperatura ambiente es uno de los factores determinantes para el establecimiento de los géneros *Cedrela* y *Swietenia*; Ortiz (1987) establece que la mayoría de los procesos fisiológicos que se realizan para el crecimiento y desarrollo de las plantas están fuertemente influenciados por la temperatura.

Cedrela es reconocida como una especie con altos requerimientos de luz, pero que tiene la capacidad de establecerse bajo el dosel y alcanzar los estratos superiores y en ocasiones sobrepasarlos (Grau 2000).

4.2.7.3 Suelo

Los árboles de la familia Meliaceae pueden ser muy demandantes en cuanto a sus requisitos de suelo; sin embargo, estos requisitos no se han esclarecido, se les puede encontrar de forma común en suelos arcillosos, suelos bien drenados y suelos ácidos, el denominador común parece ser el drenaje y la aireación del suelo y no su pH (Cintrón 1990).

4.2.7.3.1 Perfil vertical del suelo.

Los suelos se clasifican de acuerdo a sus perfiles, los cuales se obtienen cortando secciones verticales a través del mismo, desde su superficie hasta el material original subyacente. Este se divide en horizontes, siendo el más importante el horizonte O, el subsuelo u horizonte A y el sustrato erosionado

u horizonte B. Con frecuencia, los horizontes A y B se subdividen (Vickery 1991).

En los bosques, por lo general una capa de hojarasca cubre la superficie del suelo; en los suelos tropicales la capa de hojarasca es delgada, ya que las temperaturas altas y la humedad, garantizan que la desintegración de esta capa sea rápida, esta acción en conjunto con otros factores modifica el pH del suelo (Vickery 1991).

El suelo es importante para las plantas, ya que las semillas pueden germinar en él si existen las condiciones favorables. Además, es el medio en el cual las raíces puedan extenderse fijando a la planta e incrementando el suministro de nutrientes favoreciendo el desarrollo de estas (Vickery 1991).

4.2.7.3.2 Textura

Los géneros en estudio han sido reportados en suelos fuertemente desarrollados, con textura medianamente arcillosa en la superficie a medianamente fina en la profundidad y de bien a imperfectamente drenados (Cintron 1990).

4.2.7.3.3 pH

La escala de pH, es un método para expresar el grado de acidez o basicidad del suelo o de una solución en términos de su concentración de iones hidrógeno $[H^+]$. (Weier *et al.* 1994) establece que la acidez por sí misma no influye en el crecimiento de las plantas. Para las especies en estudio Cintrón (1990) establece que se desarrollan en pH entre 7.2 y 7.6.

5. METODOLOGÍA

5.1 Información biofísica del área de estudio

5.1.1 Ubicación geográfica

El Área Natural Protegida San Diego y San Felipe La Barra (ANP SDSFLB) se encuentra ubicada en el Municipio de Metapán, Departamento de Santa Ana, en el Noroeste de El Salvador cerca de los límites con Honduras y Guatemala. En la parte oriental del Lago Güija y el Sur de la Laguna de Metapán (Figura 11). Sus coordenadas geográficas son 14°16'43" latitud N y 89°30'27" longitud O.

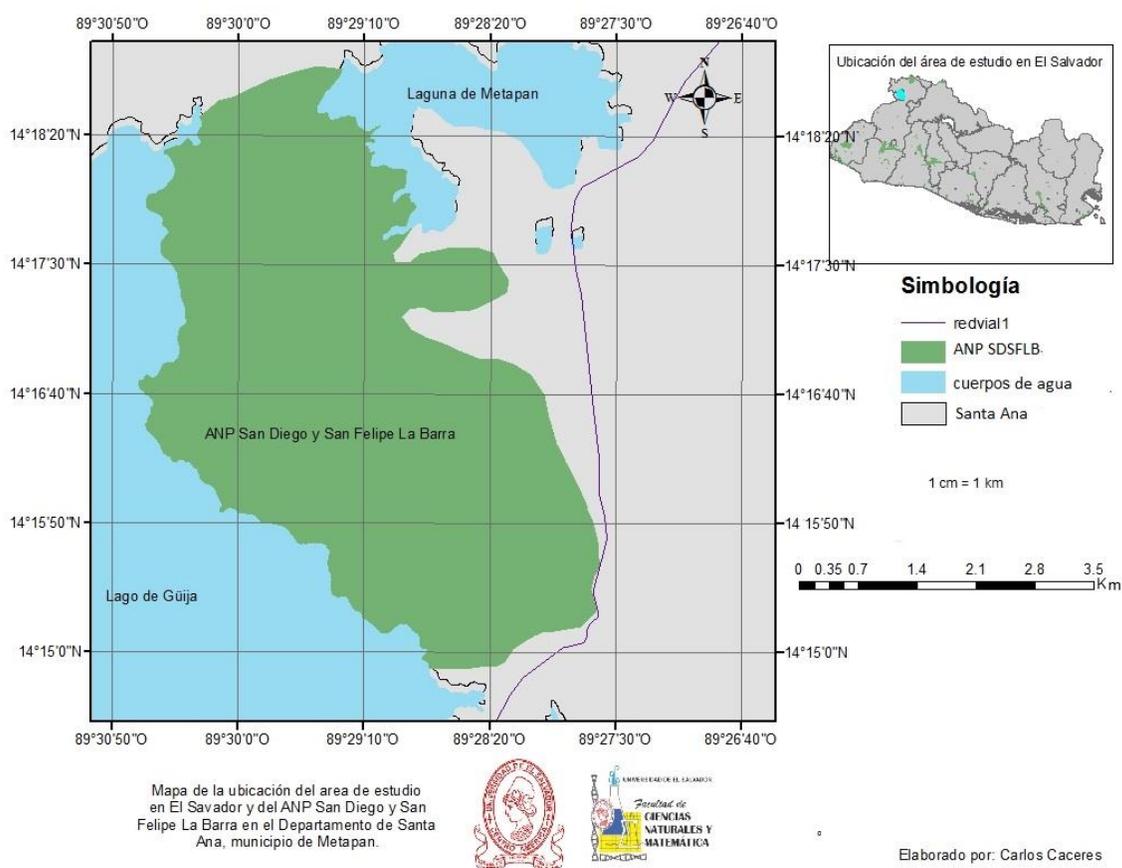


Figura 11. Mapa de la Ubicación del área de estudio en El Salvador y del ANP San Diego y San Felipe La Barra, en el Departamento de Santa Ana, municipio de Metapán

El ANP San Diego, ubicada en el cantón Las Piedras, lo conforman las porciones de San Felipe (Los Pajalitos), San Diego, Loma Cuaresma e Isla El

Tule. La Barra, ubicada en el cantón Tecomapa; es un relicto de bosque aluvial perennifolio, se encuentra aislada del bosque seco y está cercana a la frontera con Guatemala, se presenta en el área aluvial del río Ostúa y lago de Güija (CEPRODE 2001). Esta última área queda fuera de muestreo, ya que según personal del ANP: no se han evidenciado árboles pertenecientes a los géneros en estudio.

5.1.2 Área de Estudio

Corresponde al gran paisaje de la cadena volcánica antigua, posee una superficie de 1842 ha de terreno estatal; sin embargo, de acuerdo a su plan de manejo, su extensión suma 5796 ha (incluyendo: el Lago de Güija y la Laguna de Metapán). De acuerdo al análisis de sensibilidad presenta cuatro fragmentos (Anexo 1) en diferentes estados de conservación: San Felipe o Los Pajalitos (786 ha) que es considerada la zona primitiva y las zonas de recuperación: San Diego (685 ha), Loma Cuaresma (283 ha) y La Barra con una extensión de 11 ha (Tabla 1) (Monterrosa 2009).

Tabla 1. Análisis de Sensibilidad por zona de manejo incluyendo su extensión, análisis de la flora utilizando una ponderación de 1 a 4: siendo 4 el valor de mayor incidencia de cada criterio y 1 para el valor de menor incidencia de los criterios evaluados (modificado de Monterrosa 2009).

Zona y extensión	Estado de conservación	Criterios					Total
		Originalidad	Grado de representación	Grado de sucesión y perturbación	Rareza	Riqueza	
1 San Felipe o Los Pajalitos (786 ha)	Zona primitiva	4	4	4	3	3	18
2 San Diego (685 ha)	Zona de recuperación	3	3	3	3	3	15
3 Loma Cuaresma (283 ha)		2	2	2	2	2	10
4 La Barra (11 ha)		4	2	2	2	3	15

La Loma Cuaresma presenta pendientes de entre los 60 a 90° de inclinación, volviéndolo un terreno muy difícil de muestrear (Figura 11), sumado a esto, se conoce que es una zona reforestada recientemente, en su mayoría con *Gliricidia sepium* “madrecacao” y gramíneas: “zacate limón” y “jaragúa”. Además, hay presencia de algunas especies herbáceas como *Sida acuta* “escobilla”, *Baltimora recta* “flor amarilla”, entre otras; sin embargo, no hay

presencia de individuos de los géneros en estudio, por lo que esta área no se incluyó en el presente estudio.

Otras 77 ha aproximadamente, correspondientes a la Isla el Tule, Laguneta Clara y Laguneta Verde, también quedaron fuera del muestreo dado que no tienen vegetación arbórea de interés para este estudio.

San Diego y San Felipe La Barra con frecuencia se tornan vulnerable a incendios en época seca; hace dos décadas fue escenario de un incendio de grandes proporciones, lo cual tuvo repercusiones directas sobre el área de San Diego devastando 2/3 partes del área (Anexo 2). Por tanto, en esta área quedan a disposición de muestreo un aproximado de 228.3 ha. Al final, con los puntos antes descritos, el área total de estudio fue de 1014.3 ha aproximadamente.

El área posee un ámbito altitudinal de 485 a 780 msnm. Se caracteriza por presentar diferentes etapas de sucesión vegetal, bosque sobre lava volcánica, bosque primario y bosque secundario temprano; asociaciones de vegetación: caducifolia, subcaducifolia, bosque denso en el interior de los cráteres del volcán San Diego , Cerro Las Iguanas, La Vega de la Caña y Masatepeque (Catálogo de Espacios Naturales 2005). Los más importantes por su geología son los volcanes San Diego, Isla El Tule, Masatepeque, la Vega de la Caña y Cerro Quemado (CEPRODE 2001).

El volcán San Diego es la elevación principal, alcanza los 783 msnm y posee un cono regular, las corrientes de lava se distribuyeron hacia el Sur y el Oeste. El lago de Güija cuyo significado en idioma maya es “aguas rodeadas de cerros” se formó a raíz de erupciones del volcán San Diego; al igual que la Vega de la Caña y Masatepeque, los que obstruyeron el curso natural de los ríos Angue y Ostúa, formando un lago de taponamiento o represamiento (CEPRODE 2001).

5.1.3 Flora

Esta área presenta interesantes asociaciones entre ellas: vegetación caducifolia, subcaducifolia, planicie inundable, pequeños farallones, sabanas de gramíneas y árboles aislados. Es el área natural protegida con mayor representatividad de cactáceas, en donde se han registrado 7 géneros. En el estrato arbóreo predominan las especies siguientes: *Cedrela* sp. “cedro”, *Cochlospermum vitifolium* “tecomasuche”, *Brosimum alicastrum* “ojushte”, *Ficus* sp. “amate”, *Bursera simaruba* “jiote”, *Enterolobium cyclocarpum* “conacaste”, *Gyrocarpus* sp. “volador”, *Swietenia* sp. “caoba”, *Ceiba pentadra* “ceiba”, *Spondias* sp. “jocote”, *Cecropia* sp. “guarumo”, entre otros (MARN 2010).

5.1.4 Clima

Pertenece a la zona climática de sabana tropical caliente. La estación meteorológica de Santa Ana registra una temperatura media anual de 24.2 °C y precipitaciones medias anuales de 1,226 mm en Güija, de acuerdo con la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1975), pertenece a la formación Bosque Seco Tropical, constituyéndose en el último relicto boscoso de extensión considerable de esta formación vegetal en El Salvador (CEPRODE 2001). Posee diferentes ecosistemas entre ellos: Bosque Caducifolio, bosque perennifolio (Catálogo de Espacios Naturales 2005).

5.2 Metodología de campo

El muestreo se realizó entre los meses de abril a septiembre de 2016; se aplicó la técnica de transectos Gentry (1996), quien propone que sean de 2 x 50 m para evaluar la diversidad del bosque; así mismo, Melo y Vargas (2003) proponen utilizar la técnica de parcelas de muestreo rápido (transectos RAP), modificado de Gentry.

5.2.1 Delimitación de los transectos

Para delimitar los transectos se utilizó cuerdas de plástico, previamente medidas y marcadas a 1m de distancia, con una cinta métrica de 30 m (Melo y Vargas 2003). Estas se ubicaron siguiendo las curvas a nivel, para reducir el efecto de la pendiente (Mostacedo y Frederiksen 2000). Cada transecto fue de 4 x 250 m (1000 m²) (Figura 12) y se delimitaron 200, haciendo un área total de 200,000 m², que equivalen a 20 ha.

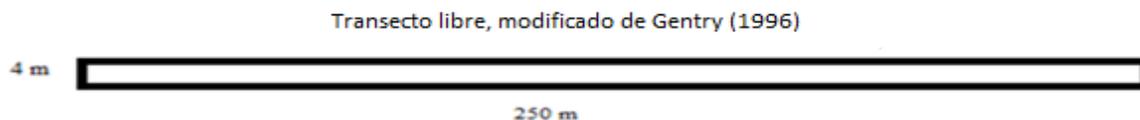


Figura 12. Diseño de Transecto libre, modificado de Gentry (1996).

5.2.2. Registros Dasométricos.

En cada transecto se registró para cada individuo: el nombre común, la circunferencia en cm medida a 1.3 m sobre el nivel del suelo (CAP) (Figura 13 A) y altura de manera indirecta por el método de la tangente (Figura 13 B), utilizando un clinómetro Suunto (Figura 14); a 5 m de distancia para arbustos y a 10 m de distancia para árboles, aplicando la fórmula propuesta por Young (1991) y Mostacedo y Frederickse (2000).

$$h = d \text{ en m } \times \text{Tan } \alpha + P$$

Dónde:

h = altura total

d = distancia del observador al árbol en m.

Tan α = tangente del Ángulo de inclinación

P = altura del observador al nivel de los ojos

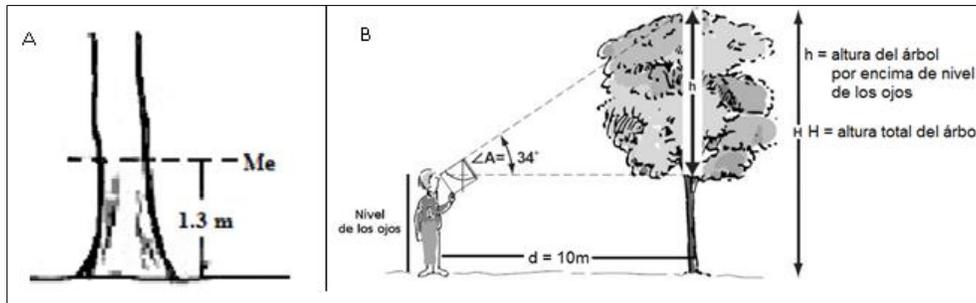


Figura 13. A) Registro de CAP a 1.3m sobre el nivel del suelo y B) Uso del clinómetro Suunto en un terreno plano, modificado de Rosa (2012).

Estos registros se utilizan para conocer la estructura vertical y horizontal de la comunidad vegetal de interés (Medina y Orellana 2013). Además, se registró en una hoja de registro (Cuadro 2) la fenología y la calidad del tronco con los siguientes criterios:

- ✓ **Calidad 1:** Sano recto sin ningún signo visible de defectos.
- ✓ **Calidad 2:** Con señales de ataque por hongos, pudrición, heridas o crecimiento en espiral.
- ✓ **Calidad 3:** Curvado y efectos graves en su estructura, posiblemente útil para leña (Contreras *et al.* 1999).

Cuadro 2. Registro de individuos, dasometría, calidad del tronco y fenología (Contreras *et al.* 1999).

Correl.	Nombre común	Nombre científico	CAP (cm)	Angulo (°)	Dist. (m)	Altura (m)	Calidad del tronco			Fenología		
							1	2	3	Hoja	Flor	Fruto

5.2.3. Recolección de material vegetal (muestra botánica).

Las especies de los géneros *Cedrela* y *Swietenia* en ocasiones es complicado diferenciarlas in situ, razón por la cual fue necesario tomar una muestra con: hojas, flores y frutos en buen estado (Sánchez y Gonzales 2006). La muestra fue de 30 a 40 cm de largo.

De cada morfoespecie, se recolectó 3 muestras botánicas; utilizando una tijera de podar. Cada muestra se colocó en hojas de papel periódico (Figura

14), la cual fue rotulada con información específica de la zona de recolección (Sánchez y Gonzales 2006). Las muestras se prensaron con una prensa botánica (Figura 15) y posteriormente se trasladaron a la Escuela de Biología, Universidad de El Salvador, para el proceso de deshidratación o secado y su respectiva identificación.



Figura 14. Recolecta y prensado de muestras botánicas para herborizar.



Figura 15. Prensado de las muestras vegetales recolectadas, 2016.

5.3. Registro de variables ambientales

De los transectos con presencia de individuos de los géneros en estudio, se registraron las variables ambientales (Anexo de 3 a 8):

5.3.1. Intensidad lumínica: Se utilizó una vara de 1 m de alto, en cuyo extremo, se fijó el sensor de luz del luxómetro (Figura 16), para poder registrar la Intensidad lumínica durante el día (Tabla 2). Este se ubicó al centro del transecto.



Figura 16. Registro de Intensidad lumínica con luxómetro, San Diego 2016.

5.3.2. Temperatura ambiente

Se midió con un termómetro ambiental, exponiéndolo a la temperatura ambiente, a 1.5 m de altura (Ministerio del Ambiente 2014). Las mediciones se realizaron cada hora de manera simultánea, durante el día (de 8:00 am - 4:00 pm) (Ardón y Hernández 2013; Cornejo *et al.* 2015). Para el registro de las variables: Temperatura Ambiente e Intensidad lumínica se utilizó el siguiente formato (Tabla 2).

Tabla 2. Registro de las variables físicas en estudio.

<i>Hora</i>	Int. Lum. (lux)	Temp. Amb. (°C)
08:00		
09:00		
10:00		
11:00		
12:00		
13:00		
14:00		
15:00		
16:00		

5.3.3. Estructura vertical del suelo

Para determinar la estructura vertical del suelo, se hizo una calicata de 70 cm de profundidad por 30 cm de ancho (Ministerio del Ambiente 2014); la cual permite observar y medir el perfil del suelo; por lo que se registró el espesor de cada uno de los perfiles (Tabla 3).

Tabla 3. Perfil de la estructura vertical del suelo.

<i>Estructura</i>	Profundidad (cm)
<i>Humus</i>	
<i>Mantillo</i>	
<i>Capa intermedia</i>	
<i>Roca madre</i>	
<i>Lecho rocoso</i>	

5.3.4. Textura del suelo

La determinación de la textura del suelo en campo, se realizó por el método de textura a mano, que consiste en humedecer y amasar con la mano una muestra hasta lograr una pasta homogénea (Cuadro 3) (Crosara 2013).

Posteriormente se toma entre el dedo índice y el pulgar y se presiona sobre este último, tratando de que se forme una “cinta”, en la cual se observa la presencia de brillo, si la cinta es lisa o escamosa, si al tacto es áspero o suave (Crosara 2013).

Cuadro 3. Registro de la textura del suelo.

<i>Punto N°</i>	Textura del suelo		
	Arenosa	Limosa	Arcillosa
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

5.3.5. pH del suelo.

Se establecieron 8 puntos en forma lineal, cada punto a 27.75m (Figura 17) dentro de los límites del transecto (Modificado de Ministerio del Ambiente 2014). De cada punto se recolectaron 50 g de suelo, este se depositó en bolsas Ziploc, rotulado con información del sitio (Calderon y Pavlova 1999) y trasladados al laboratorio de la Escuela de Biología.



Figura 17. Transectos y puntos para la selección de muestras, modificado de Ministerio del ambiente (2014).

5.4. Metodología de laboratorio

5.4.1. Material vegetal.

Las muestras vegetales fueron deshidratadas en una secadora eléctrica, posteriormente se identificaron con la ayuda de expertos, Sitios webs como: la Flora de Nicaragua, Monografía de *Cedrela* y clave taxonómica para especies de Costa Rica, Venezuela y Argentina.

Luego se hizo el montaje de las muestras colectadas sobre cartoncillo con su respectivo etiquetado. Una vez conocida la diversidad de especies de los géneros en estudio pasaron a ser indexadas en el herbario del MUHNES.

5.4.2 Índice de Valor de importancia

Utilizado en estudios de ecosistemas forestales; su cálculo se realiza a partir de la dominancia (área basal), densidad y la frecuencia, Para obtener el IVI es necesario transformarlos en valores relativos (Mostacedo y Fredericksen 2000) como se expresa a continuación:

Donde:

$$IVI = Dr + Fr + ABr$$

IVI = Índice de valor de importancia

Dr = Densidad relativa $Dr = \frac{\text{número de individuos, especie A}}{\text{total de individuos, todas las especies}} \times 100$

Fr = Frecuencia relativa $Fr = \frac{\text{valor de frecuencia, especie A}}{\text{valor total de frecuencia, todas las especies}} \times 100$

ABr = Dominancia relativa $ABr = \frac{AB \text{ de la especie A}}{AB \text{ de todas las especies}} \times 100$

5.4.2. Lectura del pH de las muestras de suelo

En una balanza analítica se pesó 1 gr de suelo, luego este se depositó en un vaso de precipitado de 25 ml, posterior se le agregó 10 ml de agua destilada, se agitó y dejó reposar por 10 minutos. Pasado este tiempo se midió el pH con el peachímetro (Willard *et al* 1974; Bates 1983) y con base a su valor, se le asignó una categoría (Tabla 4).

Tabla 4. Clasificación de suelos con respecto a su valor de pH (Norma Oficial Mexicana – NOM-021- RECNAT 2003).

Valor de pH Clasificación de suelo	
< 5.0	Fuertemente ácido
5.1 – 6.5	Moderadamente ácido
6.6 – 7.3	Neutro
7.4 – 8.5	Medianamente alcalino
>8.5	Fuertemente alcalino

5.5. Técnicas de análisis estadístico

5.5.1. Estadística Descriptiva

El análisis descriptivo se realizó en función del promedio de los valores máximos y mínimos de la Intensidad lumínica, temperatura ambiente y el promedio de pH por transectos (Anexo 9 y 10). Además, de los promedios del CAP, la fenología, la altura y la densidad de especies de los géneros *Cedrela* y *Swietenia*. La riqueza de especies se elaboró con base a un listado.

5.5.2. Multivariada

5.5.2.1. Análisis de Correlación Canónica (ACC)

Parte del supuesto de que las variables analizadas están divididas en dos grupos: las variables dependientes y las variables independientes. En el cuadro 4, se observan los grupos y el listado de variables, tanto dependientes como independientes para el análisis de correlación canónica. Para determinar, si el conjunto de variables independientes afecta al grupo de variables dependientes y de qué forma (Cuadras 2014).

Cuadro 4. Variables biológicas y Físicoquímicas en estudio para el Análisis de Componentes Principales.

Variables Biológicas (Dependientes)	Variables Físicoquímicas (Independientes)
Densidad de especies	Temperatura ambiente
Riqueza de especies	Intensidad lumínica
	Textura del suelo
	pH del suelo

5.5.2.2. Análisis de componentes principales (ACP)

El análisis de componentes principales (ACP) es una técnica estadística de Síntesis de la información, o reducción de la dimensión (número de variables). Es decir, ante un banco de datos con muchas variables, se busca reducirlas a un menor número perdiendo la menor cantidad de información posible. Los nuevos componentes principales o factores serán una combinación lineal de las variables originales, y además serán independientes entre sí (Cayuela 2010).

Un aspecto clave en el ACP es la interpretación de los factores, ya que esta no viene dada a priori, sino que será deducida tras observar la relación de los factores con las variables iniciales (entonces habrá que estudiar tanto el signo como la magnitud de las correlaciones). Esto no siempre es fácil, y será de vital importancia el conocimiento que el experto tenga sobre la materia de investigación.

Para el análisis de las pruebas y técnicas estadísticas se utilizaron Software estadísticos como: Past 3.11, de uso frecuente en ecología y hoja de cálculos de Excel.

6. RESULTADOS

6.1. Composición de los géneros *Cedrela* y *Swietenia* en el ANP SDSFLB.

Se muestreó un total de 200 transectos en dos zonas; 100 para San Diego y 100 para San Felipe, de los cuales solo en 42 de ellos (22 en San Diego y 20 en San Felipe) se registraron especies de los géneros *Cedrela* y *Swietenia*; asimismo se registró un total de 319 individuos.

Para San Diego se reportan los 2 géneros con 2 especies cada uno y un total de 210 individuos, 194 corresponden a *Swietenia*, distribuidos en dos especies: *S. humilis* con 160 y *S. macrophylla* con 34 individuos. Para *Cedrela* 16 individuos distribuidos en: *C. salvadorensis* con 13 y *C. odorata* con 3 individuos (Tabla 5).

La especie más frecuente fue *S. humilis*, que se registró en 19 transectos, seguida de *S. macrophylla* y *C. salvadorensis* que se registraron en 11 y 6 transectos respectivamente; la menos frecuente fue *C. odorata* que se registró en 3 transectos (Tabla 5).

Tabla 5. Especies registradas y número de individuos por transectos, San Diego, 2016.

Especies	Registro en transectos																				Total		
	1	2	5	7	13	14	19	23	25	29	30	31	36	39	42	43	44	45	46	51		57	58
<i>Swietenia humilis</i>	7	11	21	5	8	1	14	8	3	1		1			27	5	2	8	8	3	12	15	160
<i>Swietenia macrophylla</i>	2	3	3				2							1	1	2	13	4	1		2		34
<i>Cedrela salvadorensis</i>										3	3		2	3		1	1						13
<i>Cedrela odorata</i>		1					1							1									3
Total por parcela	9	15	24	5	8	1	17	8	3	4	3	1	2	5	28	8	16	12	9	3	14	15	210

Para San Felipe, también se reportan ambos géneros con 2 especies cada uno y un total de 109 individuos, 59 corresponden a *Cedrela* distribuidos en dos especies: *C. odorata* con 39 y *C. salvadorensis* con 20 individuos. Para *Swietenia* 50 individuos distribuidos en: *S. humilis* con 29, y *S. macrophylla* con 21 individuos (Tabla 6).

En esta zona la especie más frecuente fue *S. humilis* que se registró en 11 transectos; le siguen *C. odorata* y *C. salvadorensis* registradas en 7 transectos y la menos frecuente *S. macrophylla*, que se registró en 5 transectos (Tabla 6).

Tabla 6. Especies registradas y número de individuos por transectos, San Felipe, 2016.

Especie	Registro en transectos																			Total	
	1	2	3	9	10	13	17	23	25	28	31	32	37	38	39	40	41	42	43		44
<i>Cedrela odorata</i>										12	1	1	9	13	2	1					39
<i>Swietenia humilis</i>	1		1			1	2					4				1	2	4	9	4	29
<i>Swietenia macrophylla</i>							1	13	2										4	1	21
<i>Cedrela salvadorensis</i>		2	4	1	1					5		5				2					20
Total por parcela	1	2	5	1	1	1	3	13	2	17	1	10	9	13	2	4	2	4	13	5	109

6.2. Fenología y Calidad del Fuste

A cada uno de los individuos se le registraron las siguientes características fenológicas: presencia/ausencia de: hoja, flor y fruto, así como también la calidad del fuste:

En San Diego, el 100% de los individuos presentó hojas, el 1.9% presentó frutos y el 0.0% flores (Tabla 7), con respecto a la calidad del fuste, de 210 individuos registrados, 167 corresponden a la Calidad 1, 9 a la Calidad 2 y 34 a la Calidad 3, que corresponden al 79.5%, 4.3% y 16.2% respectivamente (Tabla 7).

Tabla 7. Fenología y calidad del fuste de los individuos de las especies registradas en San Diego, 2016.

Especies	Hoja	Flor	Fruto	Calidad 1	Calidad 2	Calidad 3
<i>C. odorata</i>	3	0	1	2	0	1
<i>C. salvadorensis</i>	13	0	3	8	1	4
<i>S. humilis</i>	160	0	0	130	7	23
<i>S. macrophylla</i>	34	0	0	27	1	6
Total	210	0	4	167	9	34
%	100.0%	0.0%	1.9%	79.5%	4.3%	16.2%

En San Felipe, el 97.2% de los individuos presentó hojas y el 3.7% presentó flores y frutos (Tabla 8), con respecto a la calidad del fuste, de 109 individuos registrados, 78 corresponden a la Calidad 1, 11 a la Calidad 2 y 19 a la Calidad 3, que corresponden al 72.2%, 10.2% y 17.6% respectivamente (Tabla 8).

Tabla 8. Fenología y calidad del fuste de los individuos de las especies registradas en San Felipe, 2016.

Especies	Hoja	Flor	Fruto	Calidad 1	Calidad 2	Calidad 3
<i>C. odorata</i>	39	4	0	33	1	5
<i>C. salvadorensis</i>	16	0	3	10	1	8
<i>S. humilis</i>	29	0	1	17	8	4
<i>S. macrophylla</i>	21	0	0	18	1	2
Total	105	4	4	78	11	19
%	97.2%	3.7%	3.7%	72.2%	10.2%	17.6%

6.3. Estructura horizontal y vertical de *Cedrela* y *Swietenia*

6.3.1. San Diego.

Con relación a la estructura horizontal, *S. humilis* es la especie más importante en esta zona, con un Índice de Valor de Importancia (IVI) de 178.25; debido al mayor número de individuos, frecuencia y área basal en términos absolutos y relativos; en segundo lugar, *C. salvadorensis* con un IVI de 55.86; debido a que su área basal relativa es alta, sin embargo, su abundancia relativa y frecuencia relativa son bajas, con valores de 6.19% y 15.39% respectivamente (Tabla 9). En tercer lugar *S. macrophylla*, con un IVI de 52.88; presentó abundancia relativa y frecuencia relativa alta, con valores de 16.19% y 28.20% respectivamente, sin embargo, su área basal relativa es baja con un valor de 8.49%. El menor valor de IVI fue para *C. odorata* con 13, debido a que presenta los menores valores relativos antes mencionados (Tabla 9).

Tabla 9. IVI de *Cedrela* y *Swietenia* en San Diego.

Nombre científico	Individuos	Frecuencia	Área basal (m ²)	Dr.	Fr.	ABr.	IVI
<i>S. humilis</i>	160	19	1.663	76.190	48.718	53.346	178.25
<i>C. salvadorensis</i>	13	6	1.069	6.190	15.385	34.284	55.86
<i>S. macrophylla</i>	34	11	0.265	16.190	28.205	8.487	52.88
<i>C. odorata</i>	3	3	0.121	1.429	7.692	3.883	13.00
Total	210	39	3.117	100	100	100	300

En cuanto a la estructura vertical, 164 individuos se registraron en los dos primeros intervalos que van desde 0.9 hasta 9.7 m de altura, luego decrece el registro a 40 individuos que corresponden a los dos los intervalos intermedios, cuyas medidas van desde 9.8 hasta 18.5 m; y los últimos dos intervalos, que van desde 18.6 hasta 27.4 m de altura, solo se registraron 3 individuos para cada uno (Figura 18). La línea de tendencia se asemeja a la forma de J invertida; concentrando el mayor número de individuos en los intervalos de menor altura, lo cual es característico de comunidades jóvenes o en expansión.

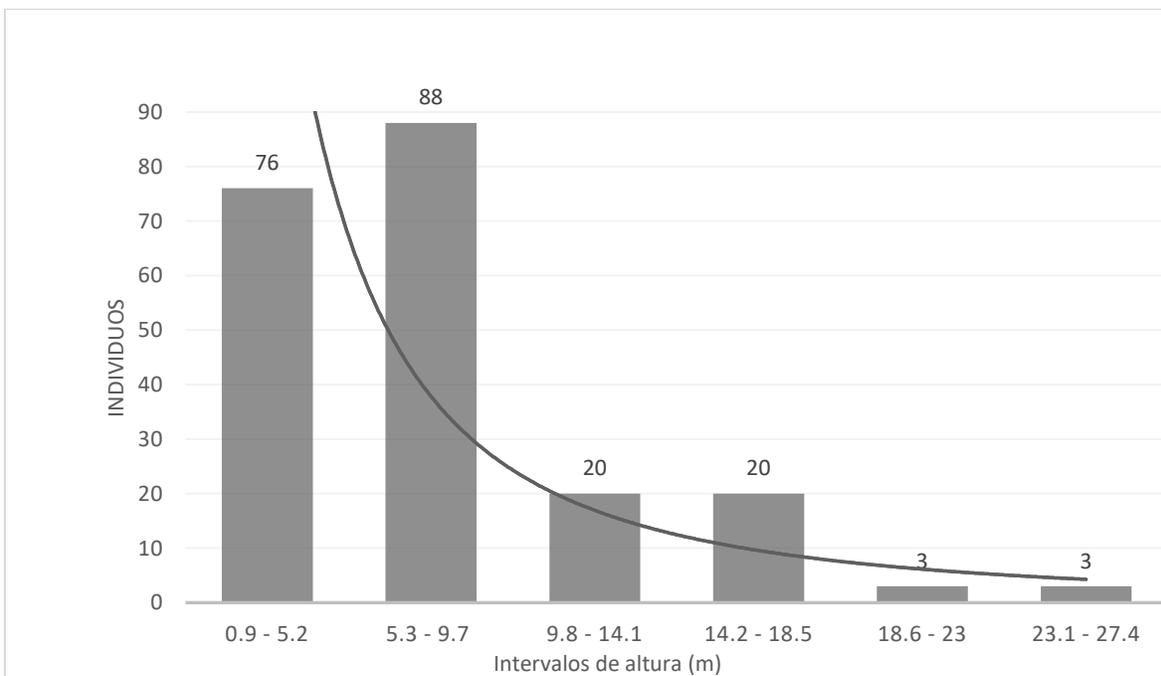


Figura 18. Intervalos de altura (m), San Diego, 2016.

6.3.2. San Felipe.

Con relación a la estructura horizontal, la especie con mayor IVI es *C. odorata* con un valor de 100.27, siendo esta, la que presentó el mayor valor de abundancia relativa con un valor de 35.78; sin embargo, sus valores de frecuencia relativa y área basal relativa ocupan el segundo lugar en relación a las demás especies registradas con valores de 24.13 y 40.35 respectivamente. Para *C. salvadorensis* se obtuvo un IVI de 86.38, siendo esta, la que presentó menor abundancia relativa; sin embargo, es la de mayor área basal relativa con un valor de 43.89, su frecuencia relativa fue de 24.13.

S. humilis obtuvo un IVI de 76.06, es la segunda especie con mayor abundancia relativa y frecuencia relativa con valores de 26.06 y 34.48 respectivamente; sin embargo, su área basal relativa es menor (14.97) con respecto a las dos especies antes mencionadas. *S. macrophylla* obtuvo el menor IVI con 37.30, así como la menor frecuencia y área basal relativa con valores de 17.24 y 0.79 respectivamente; sin embargo, es la tercera con respecto a la abundancia relativa (Tabla 10).

Tabla 10. IVI de *Cedrela* y *Swietenia* en San Felipe.

Nombre científico	Individuos	Frecuencia	Área basal (m ²)	Dr.	Fr.	ABr.	IVI
<i>C. odorata</i>	39	7	4.132	35.780	24.138	40.349	100.27
<i>C. salvadorensis</i>	20	7	4.495	18.349	24.138	43.894	86.38
<i>S. humilis</i>	29	10	1.533	26.606	34.483	14.967	76.06
<i>S. macrophylla</i>	21	5	0.081	19.266	17.241	0.790	37.30
Total	109	29	10.240	100	100	100	300

En relación a la estructura vertical, en esta porción, 57 individuos corresponden a los dos primeros intervalos que miden desde 1.4 hasta 14.1 m de altura; 43 individuos están en los intervalos intermedios, con alturas desde 14.2 hasta 26.8 m y 9 individuos en los últimos dos intervalos, que van desde 26.9 hasta 39.6 m de altura (Figura 19). La línea de tendencia se

asemeja a la forma de J invertida (la inclinación de esta línea es menor con respecto al caso anterior) concentrando el mayor número de individuos en los primeros 4 intervalos, lo cual es característico de una población donde predominan individuos jóvenes, sin embargo, se observa cierto grado de madurez en los individuos pertenecientes a los intervalos 3 y 4.

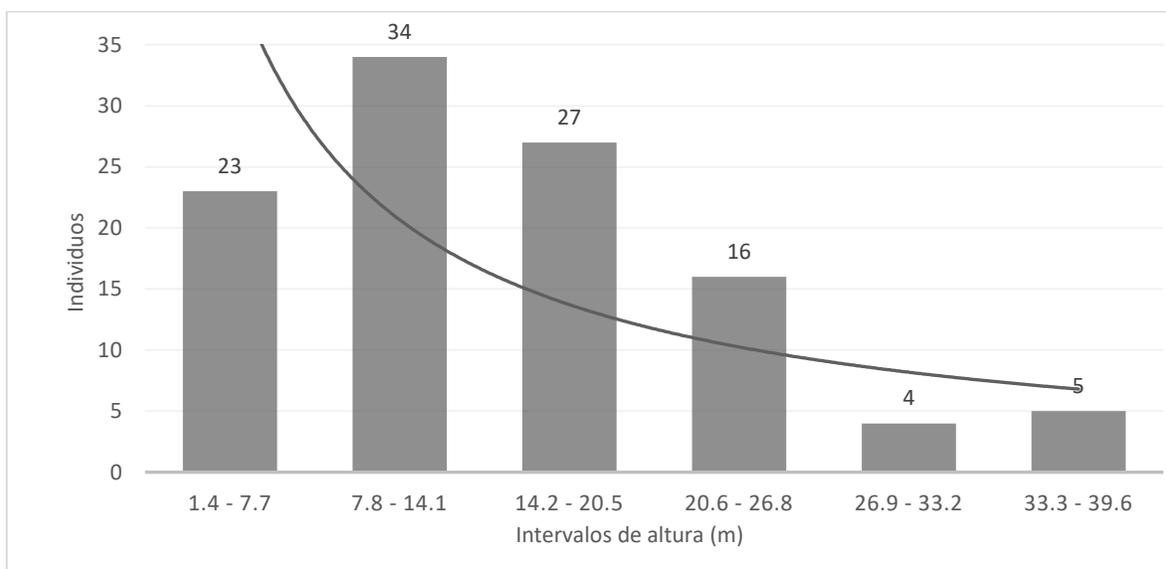


Figura 19. Intervalos de altura (m), San Felipe, 2016.

6.4. Técnicas estadísticas multivariadas

6.4.1. Análisis de componentes principales

A partir de las variables registradas (Anexo 9 y 10), se obtuvieron 14 componentes, de los cuales 4 componentes explican el 70.63% de la variación de las nuevas variables (Tabla 11) ya que valores entre 60 y 70% son considerados óptimos para el análisis requerido (Pla 1986; Cayuela 2012). El valor propio del primer Componente principal (33.38%) supera en más del doble al segundo componente principal (14.90%); lo que demuestra lo importante que se vuelve el componente 1 para explicar el análisis de estas variables; además los componentes 3 y 4 presentan valores altos 12.06 y 10.29% respectivamente; estas son las nuevas conformaciones de las variables que expresan la información contenida en el conjunto original de datos y reducen la dimensionalidad de las variables en estudio.

Tabla 11. Principales componentes con valores propios y % de diferencia.

CP	Valor propio	% diferencia
1	4.67357	33.38300
2	2.08633	14.90200
3	1.68852	12.06100
4	1.44001	10.28600
5	0.99647	7.11770
6	0.91499	6.53570
7	0.80536	5.75260
8	0.69755	4.98250
9	0.32510	2.32220
10	0.24530	1.75210
11	0.08942	0.63869
12	0.03718	0.26554
13	0.00020	0.00140
14	0.00000	0.00000

En la Tabla 12, se muestran los valores registrados por cada una de las variables, para conformar los componentes principales. Estos valores nos indican que la Intensidad lumínica máxima (Int Lum max), aporta el mayor valor (0.409) para generar el componente principal uno, la temperatura máxima (T max) aporta el mayor valor (0.466) para conformar el componente principal dos, el pH tiene el mayor valor (0.504) para conformar el componente principal tres y la variable Capa 0 (humus) registra el mayor valor (0.662) para conformar el componente principal cuatro.

En la figura 20, se presenta el gráfico de sedimentación generado a partir de los componentes principales contra el porcentaje que aporta cada uno de ellos. Esto indica el número de componentes principales que se deben tomar en cuenta para realizar el análisis considerando los cambios abruptos en la gráfica; como un indicador del número de componentes a tomar en cuenta. Para este estudio nos indica que se deben de considerar 4 componentes.

Tabla 12. Valor de cada variable para conformar el Componente principal (CP).

	CP1	CP 2	CP 3	CP 4	CP 5	CP 6	CP 7	CP 8	CP 9	CP 10
<i>C. odorata</i>	0.126	-0.176	0.359	0.110	-0.426	0.652	0.051	-0.090	-0.325	0.188
<i>C. salvadorensis</i>	0.125	0.031	0.477	0.028	0.205	0.027	-0.213	0.810	0.093	-0.039
<i>S. humilis</i>	-0.172	0.242	-0.372	-0.105	-0.428	0.116	0.351	0.421	0.316	0.403
<i>S. macrophylla</i>	-0.120	0.048	-0.212	0.141	0.674	0.601	0.153	-0.044	0.230	0.042
Int Lum min	0.366	-0.196	-0.066	-0.007	-0.256	0.145	0.132	-0.006	0.521	-0.636
Int Lum max	0.409	-0.036	0.117	-0.255	0.137	0.036	-0.050	-0.152	0.150	0.423
Int Lum prom	0.380	0.070	0.110	-0.365	0.033	-0.014	-0.145	-0.196	0.339	0.267
T min	0.323	0.244	0.059	0.424	-0.010	0.081	0.303	-0.009	-0.063	-0.060
T max	0.319	0.466	-0.148	0.003	0.013	-0.075	-0.029	0.009	-0.180	-0.040
T prom	0.337	0.432	-0.127	0.093	0.056	-0.032	0.058	0.037	-0.267	-0.079
pH	-0.098	0.031	0.504	0.216	0.097	-0.337	0.606	-0.171	0.215	0.140
Capa 0	-0.047	0.118	-0.011	0.662	-0.158	-0.054	-0.532	-0.145	0.377	0.224
Capa A	-0.262	0.432	0.282	-0.238	-0.039	0.162	-0.091	-0.158	0.081	-0.166
Capa B	0.282	-0.445	-0.235	0.169	0.117	-0.143	0.100	0.137	-0.146	0.190

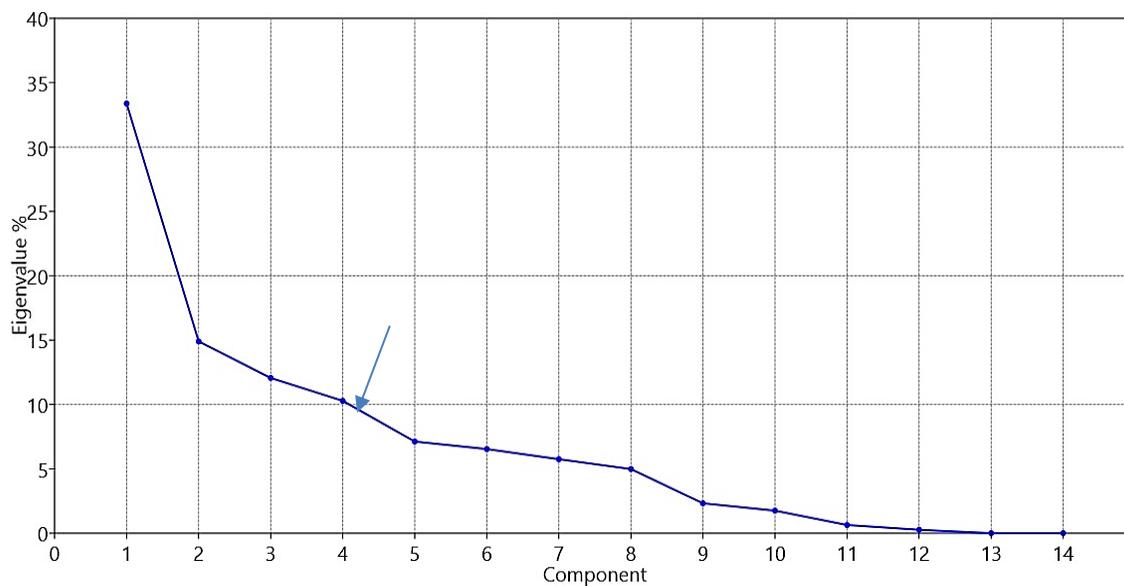


Figura 20. Gráfico de sedimentación generado a partir de los CP y su valor.

6.4.2. Análisis de correspondencia canónica

El análisis indica que *C. salvadorensis* está determinada por los valores máximos de pH, máxima intensidad lumínica y en menor grado, temperaturas máximas, así como al grosor del horizonte 0. Por otra parte *C. odorata* requiere de altos valores de intensidad lumínica, menor valor de pH, sin embargo, el grosor del horizonte 0 y la temperatura máxima no son variables determinantes.

S. macrophylla está determinada por valores máximos de temperatura, el grosor del horizonte 0; no requiere valores máximos de pH ni de valores altos de intensidad lumínica. *S. humilis* no está determinada por la temperatura máxima, el grosor del horizonte 0, los valores máximos de temperatura e intensidad lumínica (Figura 21).

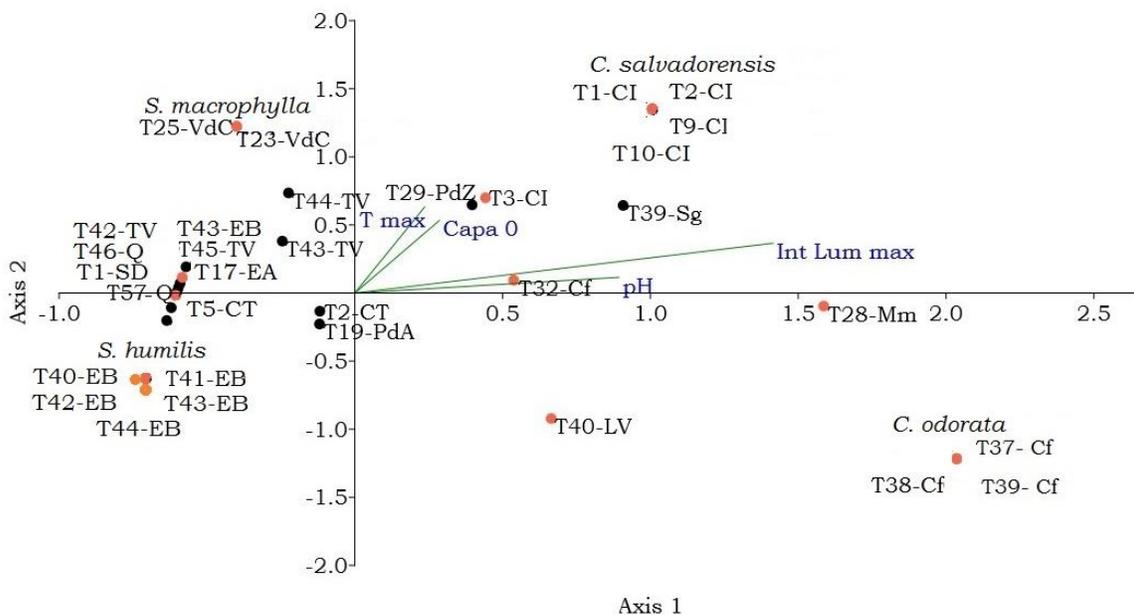


Figura 21. Componentes Principales en el análisis de correspondencia canónica.

6.5 Clave para la identificación de las especies de los géneros *Cedrela* y *Swietenia* en el ANP SDSFLB

6.5.1 Clave para las especies del género *Cedrela* en el ANP SDSFLB

- | | | |
|----|--|-------------------------|
| 1a | De 3 a 6 pares de foliolos..... | 2a |
| 1b | De 8 a 20 pares de foliolos..... | 2b |
| 2a | Foliolos, ampliamente oblongos, ápice redondeado a obtuso, superficie foliar inferior uniformemente pubescente a tomentoso..... | 3a |
| 2b | Foliolos glabros, o si es pubescente en la superficie inferior entonces el indumento confinado a nervaduras y venas, o foliolos decolorados y con indumento pequeño, blanco, adpreso y visible solo al estetoscopio..... | 3b |
| 3a | Sin cavidades domaciales en las axilas de las venas secundarias en la superficie inferior..... | 4a |
| 3b | Cavidades domaciales generalmente presentes en las axilas de las venas secundarias en la superficie inferior..... | 4b |
| 4a | Fruto: cápsula de 8 a 14 cm de largo..... | 5a |
| 4b | Fruto: cápsula de 2.5 a 3.5 cm de largo, 1.8–2 cm de ancho, café obscura, menudamente lenticelada..... | 5b |
| 5a | Corteza café oscura, con fisuras profundas y alargadas..... | <i>C. Salvadorensis</i> |
| 5b | Corteza gris-café a negra, con fisuras leves..... | <i>C. odorata</i> |

6.5.2 Clave para las especies del género *Swietenia* en el ANP SDSFLB

- | | | |
|-----|--|-----------------------|
| 1a. | Foliolos inferiores sésiles o casi sésiles, por lo general se estrecha hasta una punta muy delgada y con frecuencia de punta alargada..... | 2a |
| 1b. | Foliolos inferiores con peciólulo delgado, ápice agudo o cortamente acuminado..... | 2b |
| 2a. | Fruto ensanchado con el ápice achatado o ligeramente comprimido, semillas café-pálidas..... | 3a |
| 2b. | Fruto con el ápice ligeramente alargado, semilla color café..... | 3b |
| 3a. | Toda la corteza del árbol fisurada, color oscuro a café claro... <i>S. humillis</i> | |
| 3b. | Tronco del árbol con la corteza fisurada, ramas secundarias no fisuradas, color oscuro a gris..... | <i>S. macrophylla</i> |

7. DISCUSIÓN

Para el ANP SDSFLB se reportan los géneros *Cedrela* y *Swietenia* tanto en la zona de San Diego como en San Felipe y un total de cuatro especies, dos para cada uno de los géneros. Asimismo, 319 individuos; 210 y 109 para la primera y segunda zona respectivamente. Para San Diego, los 210 individuos se distribuyeron de la siguiente manera: 160 corresponden a *S. humilis*, 34 a *S. macrophylla*, 13 a *C. salvadorensis* y 3 a *C. odorata* (Tabla 5). Mientras que para San Felipe los 109 individuos se distribuyeron así; 39 para *C. odorata*, 20 para *C. salvadorensis*, 29 para *S. humilis* y 21 para *S. macrophylla* (Tabla 6), lo cual concuerda con Monterrosa (2009) que registró tres especies (*C. salvadorensis*, *C. odorata* y *S. humilis*) para estas zonas.

El muestreo fue dirigido, 100 transectos de 4 x 250 m (1000 m²) para cada zona, lo cual concuerda con las dimensiones de unidad de muestreo utilizada por Monterrosa (2009), y de dos estudios previos realizados por Herrera *et al.* 2001 y MAG-DGRNR 2003; sin embargo, existen diferencias en el número y forma de las unidades de muestreo, ya que Monterrosa (2009) delimitó 32 parcelas de 100 x 100 m; mientras que Herrera *et al.* (2001) delimitaron 41 parcelas y no se reporta el número de parcelas delimitadas por MAG-DGRNR (2003); por otra parte, Monterrosa (2009) reporta que *C. salvadorensis*, fue registrada fuera de las parcelas de muestreo.

Con relación a la fenología, en San Diego de 210 individuos, el 100% presento follaje, el 100% estaban sin flor y el 1.9% presento frutos. En cambio, con la calidad del fuste, el 79.5% corresponden a la calidad 1, el 4.3% a la calidad 2 y el 16.2% a la calidad 3 (Tabla 7). Mientras que, para San Felipe de 109 individuos, solo el 97.2% presento follaje y el 3.7% presento flores y frutos; en cuanto a la calidad del fuste, el 72.2% corresponden a la calidad 1, el 10.2% a la calidad 2 y el 17.6% a la calidad 3 (Tabla 8). Con base a estos registros se establece que el mayor porcentaje

de individuos de *Cedrela* y *Swietenia* corresponden a la calidad 1, sin embargo, en los estudios realizados por Herrera *et al.* (2001) y MAG-DGRNR (2003), no se especifica la categoría para estas especies, a pesar de que ellos concluyen de que la salud del bosque es bastante aceptable.

La presencia de follaje fue el carácter fenológico con mayor porcentaje en ambas zonas, a diferencia de la presencia de flores y frutos que tiene porcentajes muy bajos; lo cual posiblemente se deba a la época de muestreo ya que esta se realizó de abril a septiembre, Del Castillo *et al.* (2003), establecen que la brotación se produce entre el período de septiembre - diciembre; la floración preferentemente en el periodo de noviembre - enero; y la fructificación en el periodo de junio - agosto.

Con respecto al IVI, en San Diego, *S. humilis* es la más importante (Tabla 9), seguida de *C. salvadorensis*, *S. macrophylla* y *C. odorata*. Mientras que en San Felipe *C. odorata* fue la especie con mayor IVI (Tabla 10), seguida de *C. salvadorensis*, *S. humilis* y *S. macrophylla*. Según Laüer (1954) en los bosques semihúmedos caducifolios era frecuente encontrar a *Cedrela* y *Swietenia*; sin embargo, establece que este tipo de bosque, así como la vegetación característica de los mismos, es muy difícil encontrarlos, quedando relegados a pocos lugares entre los que destaca la vegetación aledaña al Lago de Guija. En ese contexto, Monterrosa (2009), menciona que especies como *C. odorata*, *C. salvadorensis* y *S. humilis*, son características de este tipo de bosque e importantes dentro de la dinámica de ellos.

Las gráficas de intervalos de altura, muestran una tendencia en forma de J invertida bien definida, para la zona de San Diego, en donde la mayor cantidad de individuos (164) se encuentran en los primeros dos intervalos, que van desde 0.9 hasta 9.7m de altura; disminuyendo el número de individuos a medida que aumenta el valor de la altura en los intervalos siguientes (Figura 19), esta tendencia es característica de comunidades vegetales jóvenes o en desarrollo (Odum 1972 y Smith y Smith 2007).

En San Felipe, la tendencia en forma de J invertida es menos pronunciada, dado que el número de individuos por intervalos muestra una distribución más equilibrada que en el caso anterior, ya que la mayor cantidad de individuos (100) se registran en los primeros 4 intervalos con alturas de 1.4 hasta 26.8m; cuya tendencia, según Odum (1972) y Cayola *et al.* (2005) es característica de comunidades vegetales estables y típicas en bosques tropicales.

El análisis de las variables ambientales y las variables físicas y químicas del suelo, por componentes principales, establece que 4 componentes: Intensidad lumínica, temperatura ambiente, pH y el horizonte 0 (capa 0), determinan en un 70.63% la distribución y abundancia de las especies de *Cedrela* y *Swietenia*; Pla (1986) y Cayuela (2010) establecen que, valores entre 60 y 70% se consideran apropiados o válidos para establecer dicha interpretación. Además, Odum (1972) y Smith y Smith (2007), sostienen que existen complejas relaciones intra e interespecíficas entre organismos, así como con los componentes bióticos y abióticos.

Grau (2000) establece que, *C. salvadorensis* tiene una distribución agregada y esta puede ser relacionada a condiciones químicas y edáficas, situación similar que se da en este estudio, en donde la distribución está más relacionada al valor de pH y en menor proporción a la Intensidad lumínica y a temperaturas altas. El horizonte 0 es otra variable relacionada al establecimiento de esta especie, pero en menor proporción. Sin embargo, según Quinto *et al.* (2009), *C. odorata* requiere de altos valores de intensidad lumínica y menor valor de pH para su establecimiento.

S. macrophylla está determinada por los siguientes factores, en orden de mayor a menor incidencia: temperatura máxima, el horizonte 0, pH ligeramente básico, pero no requiere de altos valores de intensidad lumínica (Quinto *et al.* 2009). En cambio, *S. humilis* también está determinada por la temperatura máxima, el horizonte 0 y el pH.

8. CONCLUSIONES

El ANP SDSFLB comprende a la clasificación de bosque seco tropical, cuya composición incluye a especies como: *Cedrela odorata*, *Cedrela salvadorensis*, *Swietenia humilis* y *Swietenia macrophylla*, las cuales presentan una distribución gregaria y con un número de individuos muy significativo dentro del área.

El ANP SDSFLB es uno de los pocos relictos de vegetación de bosque seco que se encuentra en buen estado de conservación, a pesar de las constantes amenazas de origen antrópica, como es el caso de incendios en las zonas de amortiguamiento, y las amenazas naturales, debido a que se observó con bastante frecuencia, árboles con plantas parásitas que pueden modificar la estructura del bosque.

En este estudio se reporta por primera vez a *Swietenia macrophylla* para el ANP SDSFLB lo cual se debió al incremento en el número de unidades y esfuerzo de muestreo, además esta especie está distribuida en ambas porciones, siendo la segunda especie más abundante.

Las especies registradas en este estudio, a pesar que pertenece a la misma familia, están adaptadas a diferentes condiciones de temperatura ambiente, intensidad lumínica, pH y horizonte.

En la porción de San Diego, los individuos de las especies en estudio están en las primeras etapas de desarrollo o a nivel de arbustos, cuya evidencia es una J invertida; al graficar los intervalos de altura, tendencia característica de comunidades vegetales en desarrollo. En cambio, en San Felipe, la J invertida es menos inclinada y caracteriza a comunidades vegetales estables y con mayor desarrollo.

Los registros fenológicos de las especies registradas, también muestran que los individuos se encuentran en las primeras etapas de desarrollo, además estas características pueden verse afectadas, sobre todo, la presencia de flores y frutos, ya que algunas son especies dioicas.

Con base al IVI, la especie más importante fue *S. humilis*, en San Diego, en función del número de individuos, frecuencia y densidad. Mientras que, en San Felipe, la mayor importancia fue para *C. odorata*; su frecuencia es baja pero su número de individuos y área basal fortalecen su valor; en esta porción cabe destacar que *C. salvadorensis* es la segunda más importante pese a que se registró el menor número de individuos, su valor radica en las dimensiones (área basal) que esta especie alcanzó dentro del área.

Se determinó mediante el análisis de componentes principales que el establecimiento, el desarrollo, la distribución y la abundancia de las especies estudiadas, está determinada solo por 4 componentes principales: la intensidad lumínica, la temperatura ambiente, el pH y el horizonte 0.

El establecimiento de *C. salvadorensis* está determinado por suelos con pH medianamente alcalinos (7.8); *C. odorata* requiere de altos valores de intensidad lumínica para su óptimo desarrollo, suelos con buen drenaje y porosos; *S. macrophylla* y *S. humilis* están determinados por valores máximos de temperatura para su desarrollo.

Intensidades lumínicas máximas (885.88 lux), temperatura ambiente alta (38°C) favorece la distribución y abundancia de las especies de los géneros *Cedrela* y *Swietenia*; mientras que el pH del suelo debe ser medianamente alcalino (7.5 – 7.8), el horizonte o capa 0 (humus) es otra variable importante para el establecimiento

9. RECOMENDACIONES

Realizar estudios en áreas no protegidas y comparar la estructura, abundancia y dinámica poblacional de las especies estudiadas, para evaluar si estas deben de mantener la categoría de especies amenazadas o en peligro.

Al comparar los dos sectores, se recomienda que se haga mayor esfuerzo de protección en San Felipe, ya que está más retirada del Centro de Interpretación y cuenta con árboles con talla maderable.

Capacitar a los guardarecursos en el monitoreo y control de estas especies y otras de importancia, para que elaboren registros de desarrollo y crecimiento poblacional.

Realizar estudios sobre la estructura y dinámica poblacional de especies vegetales parásitas, ya que estas pueden alterar el equilibrio del bosque, y establecer planes de manejo y control de las mismas.

En estos momentos las plantas parásitas se pueden considerar dentro de una dinámica equilibrada del bosque, pero es conveniente que se realicen estudios para disponer de información ante una amenaza de alteración en la estructura de este bosque.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Ardón EA y Rodríguez JO. 2013. Uso del luxómetro. Cuantificación de los niveles de riesgo ergonómico, ruido, Intensidad luminosa y estrés térmico a los cuales están expuestos los trabajadores de una planta industrial en El Salvador. Trabajo de Grado, Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador. San Salvador. 303 p.
- Arteaga LL. 2006. Crecimiento y herbivoría de plántulas de *Cedrela odorata* (Meliaceae) comparando un área abierta y otras bajo regeneración natural en la estación Biológica Tunquini. *Ecología en Bolivia* v.41 n.2 La Paz.
- Bates R. 1983. Determination of pH. Wiley, New York.
- Bauer GP y Francis, JK 1998. *Swietenia macrophylla* King. Caoba de Honduras Caoba. Meliaceae Caoba familia. Rio Piedras, Puerto Rico: Servicio Forestal del USDA, Instituto Internacional de Silvicultura Tropical. 7 p.
- Calderón S y M Pavlova. 1999. Metodología para el análisis químico de los suelos. LABS. Disponible en: http://www.drcalderonlabs.com/Metodos/Analisis_De_Suelos/MetodosQuimicosSuelos.htm
- Castañeda-Posadas C y Cevallos-Ferriz SRS. 2007. *Swietenia* (Meliaceae) flower in Late Oligocene–Early Miocene amber from Simojovel de Allende, Chiapas, México. *Am. J. Bot.* 94:1821–1827. [abril 2015]. Disponible en: <http://hinarilogin.research4life.org/uniquesigwww.amjbot.org/uniquesig0/content/94/11/1821>
- Castillo ME, Ortez Segovia JS, Mazariego Rios RA, Morales RE. 1996. Evaluación de diversos tratamientos de escarificación para estimular la germinación de las especies forestales nativas: “bálsamo” *Myroxylon balsamum* var. *pereirae* y “caoba” *Swietenia humilis*. [San Salvador]: Universidad de El Salvador.
- Catálogo de Espacios Naturales de EL Salvador. 2005. Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial, Plan especial de protección del medio físico y natural. 185 p.
- Cayola L, Fuentes A y Jørgensen PM. 2005. Estructura y composición Florística de un bosque seco subandino yungueño en el valle de Tuichi, Área Natural de Manejo Integrado Madidi, La Paz (Bolivia). (en línea). *Ecología en Bolivia* 40(3):396-417. Consultado 22 ene. 2012. Disponible en: <http://www.ibcperu.org/doc/isis/mas/9839.pdf>
- Cayuela L. 2010. Análisis Multivariante. EcoLab, Centro Andaluz de Medio Ambiente, Universidad de Granada. Junta de Andalucía. Pag.154-179.

- Centeno JO. 1990. Evaluación de seis sustratos en la germinación de tres especies forestales tropicales caoba (*Swietenia humilis*), balsamo (*Myroxylon balsumun* var. *pereirae*) y funera (*Dalbergia funera*). Tesis agronomía, Universidad de El Salvador.
- CEPRODE (Centro de Protección de Desastres). 2001. Propuesta de Sitio Ramsar Complejo de Güija, Metapán, Santa Ana, El Salvador. 35 p.
- Cintron BB. 1990. *Cedrela odorata* L. Cedro hembra, Spanish cedar. Burns, Russell M and BH Honkala, (Eds). Silvics of North America: 2. Hardwoods. Agriculture Handbook. Number 654. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Washington, DC. USA. pp 250-257.
- CITES. 1995. Proposal to include in Appendix II neotropical populations of *Swietenia macrophylla* and natural hybrids with *S. mahagoni* and *S. humilis*. Ninth Meeting of the conference of the parties. Fort Lauderdale, Florida, USA.
- Contreras F, Leaño C, Licona JC, Dauber E, Gunnars L, Hager N, Caba G. 1999. Parcelas Permanentes de Muestreo. BOLFOR-PROMABOSQUE. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 46 p.
- Cornejo CA, Escobar GA, Ramírez CA. 2015. Estudio de iluminación natural y artificial en los edificios de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, de la Universidad de El Salvador. Trabajo de Grado. San Salvador. 143 p.
- Cronquist A. 1992. *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press, New York.
- Crosara A. 2013. Textura del suelo. Facultad de Ciencias. Universidad de la República de Uruguay.
- Cuadras CM. 2014. Nuevos métodos de análisis multivariantes. Barcelona, España.
- Del Castillo EM, Zapater MA, Gil MN, Del Castillo NA. 2003. Investigaciones botánicas y silvícolas sobre *Cedrela* (Meliaceae) en Argentina. Actas del XII Congreso Forestal Mundial. Bosques para el planeta: 48. Quebec, Canadá.
- Figuroa J. 1994. An assessment of the distribution and status of big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla* King) Puerto Rico Conservation Foundation and International Institute of Tropical Forestry. 25 p. 5 maps and appendix.
- Gentry A. 1996. *A field guide to the families and genera of woody plants of northwest south America (Colombia, Ecuador, Perú)*. The University of Chicago Press, Chicago.

- Gómez JD, AI Monterroso y JA Tinoco. 2007. Distribución de Cedro Rojo en el Estado de Hidalgo, bajo condiciones actuales y escenarios de cambios climáticos. *Revista Madera y Bosques*. 13(2).
- Grau HR. 2000. Regeneration patterns of *Cedrela illoi* (Meliaceae) in North-western Argentina subtropical montane forests. *J. Trop. Ecol.* 16:227-242.
- Herrera N, Rivera R y R Ibarra. 2001. Estudio de flora y fauna vertebrada del bosque San Diego y La Barra, Metapán, Santa Ana.
- Holdridge LR. 1975. *Zonas de Vida Ecológicas de El Salvador*. Memoria Dirección General de Recursos Naturales Renovables. Documento de Trabajo No. 6, FAO. San Salvador. 98 *Explicativa*. p.
- Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). 2015. Revistas de biología tropical Universidad de Costa Rica. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt>
- Lamb AF. 1968. Fast growing timber trees of the lowland tropics. *Cedrela odorata*. Commonwealth Forestry Institute, Oxford. 2: 46.
- Laüer W. 1954. Las formas de la vegetación de El Salvador: con un mapa. *Comunicaciones*, 3 (1). pp. 44-45.
- Linares JL. 2003. Listado comentado de los árboles nativos y cultivados en la República de El Salvador. *Ceiba*, 2003. Volumen 44(2):105-281.
- Medina MJ y SA Orellana. 2013. Densidad, estructura poblacional y reproducción de *Cedrela salvadorensis* Stand “cedro real” en el área protegida Bosque de Cinquera. Tesis para optar al grado de Maestro, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador.
- Melo OA y Vargas R. 2003. Evaluación Ecológica y silvicultural de Ecosistema Boscosos. Universidad del Tolima. Facultad de Ingeniería Forestal. ISBN 956-9243-03-07. 50 ejemplares.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Recursos Naturales Renovables (MAG-DGRNR). 2003. Plan de Manejo de Parque Nacional San Diego.
- Ministerio del Ambiente. 2014. Guía para el muestreo de suelos. Viceministerio de gestión ambiental. Dirección general de calidad ambiental, estándares de calidad ambiental para suelo. San Isidro, MAVET IMPRESIONES E.I.R.L, R.U.C: 20553599891. 500 ejemplares. Lima, Perú.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). 2015. Listado de especies amenazadas y en peligro de extinción de El Salvador.

- Ministerio de medio ambiente y recursos naturales (MARN). 2010. Áreas Naturales Protegidas (ANP) de El Salvador. Disponible en: <http://www.marn.gob.sv/areas-naturales-protegidas-2/>
- Monterrosa JA. 2009. Evaluación Ecológica Rápida de la Flora del Parque Nacional San Diego la Barra. Disponible en: <http://www.marn.gob.sv/phocadownload/>
- Mostacedo B y Fredericksen TS. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia.
- Muellner AN, R Samuel, SA Johnson, M Cheek, TD Pennington & M Chase .2003. Molecular phylogenetics of Meliaceae (Sapindales) based on nuclear and plastid DNA sequences. *Amer. J. Bot.* 90: 471-480.
- Navarro PC y N Hernández. 1996. Informe anual interno del proyecto diversidad genética de caoba. CATIE. Costa Rica. 4.
- Niembro RA. 1996a. Influencia del peso de los frutos de la caoba (*Swietenia macrophylla*) en el rendimiento y la calidad de las semillas. Ciencias Forestales. Mexico. (En prensa). 31 p.
- Niembro RA. 1996b. Producción de semillas de cedro (*Cedrela odorata* L.) bajo las Condiciones naturales en Campeche, México. Ciencia Forestal. México (en prensa). 12p.
- Norma Oficial Mexicana-021-RECNAT. 2003. Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis. Secretaria de medio ambiente y recursos naturales
- Odum EP. 1972. Principios y conceptos correspondientes a la organización a nivel de la población. Ecología. Tercera edición. México
- Ortiz CA. 1987. Elementos de agrometeorología cuantitativa con aplicaciones en la República Mexicana. Universidad Autónoma Chapingo, México. 327 p.
- Paiva EA. 2012. Anatomy, ultrastucture, and secretory activity of the floral nectaries in *Swietenia macrophylla* (Meliaceae). *American Journal of batany* 99(12): 1910-1917.
- Pennington TD. 1981. A monograph of the neotropical Meliaceae. *Flora Neotropica*. New York. The New York Botanical Gardens. 360-390.
- Pennington TD y AN Muellner. 2010. A monography of *Cedrela*. Firt Published, Published by dh books, Distributed in USA by Missouri Botanical Garden Press. ISBN978-0-9538134-7-6
- Pla E. Laura. 1986. Análisis multivariado: Método de componentes Principales. Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, Departamento de producción Vegetal, Área de ciencias del Agro y del Mar, Coro Falcon, Venezuela.

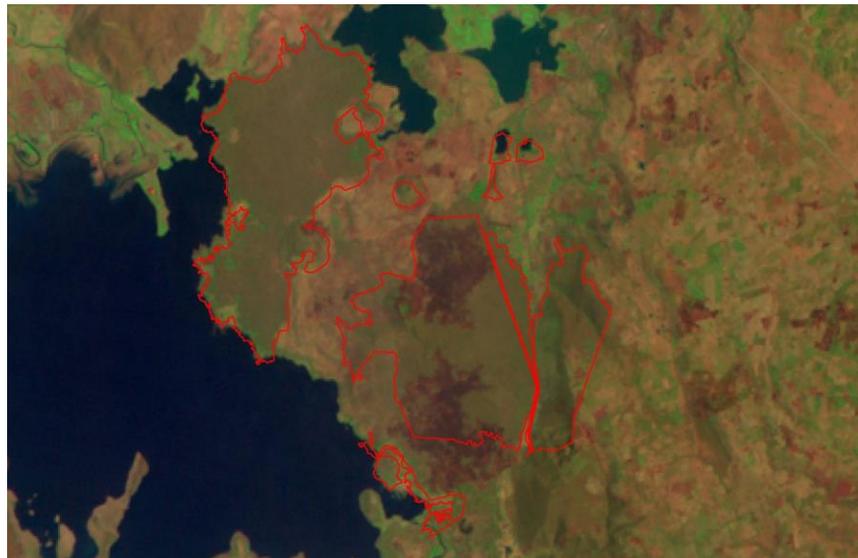
- Protocolo para la herborización. 2013. Colección y preservación de ejemplares botánicos en proceso de supervisión forestal. Primera versión 11 p. Disponible en: http://www.osinfor.gob.pe/portal/data/destacado/adjunto/protocolo_herborizacion_julio2013.pdf
- Quinto L, Martínez PA, LPImentel y DA Rodríguez. 2009. Alternativas para mejorar la germinación de semillas de tres árboles tropicales. Rev. Chapingo ser. cienc. for. ambient vol.15 no.1 Chapingo.
- Rosa D. 2012. Vox Populi. IES, Departamento de Biología y Geología. Disponible en: http://iesrosachacel.net/vox_populi_digital/XX/paginas/13.php
- Sánchez A y M Gonzales. 2006. Técnicas de recolecta de plantas y herborización. Universidad autónoma en el estado de Hidalgo. Disponible en: <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/6082/Capitulo12.pdf>
- Salas EJB. 1993. Árboles de Nicaragua. Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA). Managua. Nicaragua. 390 p.
- Sistemática de plantas Vasculares. 2013. Laboratorio de Sistemática de plantas Vasculares. Disponible en: http://www.thecompositaehut.com/www_tch/webcurso_spv/familias_pv/meliaceae.html
- Smith CE Jr. 1960. A revision of *Cedrela* (Meliaceae). *Fieldiana*. 29(5): 295-341.
- Smith TM y RL Smith. 2007. Ambiente físico, Ecología. sexta edición. 653 pp. Impresa en España. ISBN 978-84-7829-084-0
- Styles BT. 1981. *Swietenioideae* in T.D.Pennington & B.T.Styles, *Flora Neotropica* 28 *Meliaceae* 359-385. The New York Botanical Garden.
- Tropicos.org. 2015. Missouri Botanical Garden. <<http://www.tropicos.org/Name/42000264>>
- Varela C, El Souki M. 2013. Phenetic relationships and taxonomic keys for species of *Cedrela* (Meliaceae) in Venezuela. *Caldasia* 35:281–292. [abril 2015]
- Valera P. 1997. Recursos genéticos de *Swietenia* y *Cedrela* en el Neotrópico: Propuestas para la Acción Coordinada. Departamento de Montes. FAO Corporate Document Repository. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/ad111e/AD111E00.htm#TOC>
- Varela R CW. 2010. La familia *Meliaceae* en los herbarios de Venezuela: Clave para los géneros venezolanos. *Acta Botánica Venezuelica* 33:137–150. [mayo 2015]. http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S008459062010000100009&lng=es&nrm=iso&tlng=es

- Vickery ML. 1991. Ecología de Plantas tropicales. Edit. Limusa. Impreso en México.
- White F. y BT Styles. 1963. Flora Zambesiana (Meliaceae) (2) 1: 285–310
- Willard HL, Merrier J y J Dean. 1974. Instrumental methods of analysis. Fifth edition. Van Nostrand.
- Weir TE, Stocking CR & MG Barbour. 1994. Botánica. 5ª Edi. Noriega Edit. Editorial Limusa S. A. De C. V. México D. F. 741 pp
- Young R. 1991. Introducción a las ciencias Forestales. Editorial Limusa, S.A de C.V. México. 662 pp.
- Zapater MA, Castillo D, M E, Pennington TD. 2004. El género Cedrela (Meliaceae) en la Argentina. Darwiniana Nueva Ser. 42:347–356. [abril 2015]
- Zunino M y A Zullini. 2003. Biogeografía, la dimensión espacial de la evolución. Fondo de Cultura Económica, México. 359 p

11. ANEXOS



Anexo 1 Vista satelital de los fragmentos principales de la vegetación del ANP SDSFLB, 2018.



Anexo 2. Vista satelital del ANP SDSFLB después de incendio en el Área de San Diego, 1994 (Henríquez 2015).

Anexo 3. Registro de Intensidad lumínica en San Diego. 2016.

No.	Transecto	Intensidad lumínica											
		08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	01:00	02:00	03:00	04:00	Min.	Max.	\bar{X}
1	1	98.3	238.65	457.73	695.6	979.8	875.23	643.17	456.27	287.2	98.3	979.8	525.8
2	2	98.3	238.65	457.73	695.6	979.8	875.23	643.17	456.27	287.2	98.3	979.8	525.8
3	5	98.3	238.65	457.73	695.6	979.8	875.23	643.17	456.27	287.2	98.3	979.8	525.8
4	7	89	164.24	275.5	370.2	597	412.32	341.3	282.2	160.5	89	597	299.1
5	13	89	164.24	275.5	370.2	597	412.32	341.3	282.2	160.5	89	597	299.1
6	14	89	164.24	275.5	370.2	597	412.32	341.3	282.2	160.5	89	597	299.1
7	19	109	164.4	227.55	417.4	611.6	802.2	721.31	477.9	236	109	802.2	418.6
8	23	109	164.4	227.55	417.4	611.6	802.2	721.31	477.9	236	109	802.2	418.6
9	25	109	164.4	227.55	417.4	611.6	802.2	721.31	477.9	236	109	802.2	418.6
10	29	87	110	401	688.14	926.9	833.4	630.12	505.92	268	87	926.9	494.5
11	30	87	110	401	688.14	926.9	833.4	630.12	505.92	268	87	926.9	494.5
12	31	87	110	401	688.14	926.9	833.4	630.12	505.92	268	87	926.9	494.5
13	36	87	110	401	688.14	926.9	833.4	630.12	505.92	268	87	926.9	494.5
14	39	98.3	190.4	368	529.6	713.7	979.8	813.6	625.5	413	98.3	979.8	525.8
15	42	89	123.5	274.5	346	597	364	287.5	214.5	142.5	89	597	270.9
16	43	89	123.5	274.5	346	597	364	287.5	214.5	142.5	89	597	270.9
17	44	89	123.5	274.5	346	597	364	287.5	214.5	142.5	89	597	270.9
18	45	89	123.5	274.5	346	597	364	287.5	214.5	142.5	89	597	270.9
19	46	89	120	263	311	500	427	352	281	164	89	500	278.6
20	51	89	120	263	311	500	427	352	281	164	89	500	278.6
21	57	89	120	263	311	500	427	352	281	164	89	500	278.6
22	58	87	110	401	688.14	926.9	833.4	630.12	505.92	268	87	926.9	494.5

Anexo 4. Registro de temperatura ambiente en San Diego. 2016.

No.	Transecto	Temperatura ambiente											
		08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	01:00	02:00	03:00	04:00	Min.	Max.	\bar{X}
1	1	28	29	33	37	36	38	38.5	37.5	36.5	28	38.5	34.83
2	2	28	29	33	37	36	38	38.5	37.5	36.5	28	38.5	34.83
3	5	28	29	33	37	36	38	38.5	37.5	36.5	28	38.5	34.83
4	7	25	25	26.5	28	29	29	28.5	29	29	25	29	27.67
5	13	25	25	26.5	28	29	29	28.5	29	29	25	29	27.67
6	14	25	25	26.5	28	29	29	28.5	29	29	25	29	27.67
7	19	26.5	26.5	28	29.5	29.5	30	31	32.5	30	26.5	32.5	29.28
8	23	26.5	26.5	28	29.5	29.5	30	31	32.5	30	26.5	32.5	29.28
9	25	26.5	26.5	28	29.5	29.5	30	31	32.5	30	26.5	32.5	29.28
10	29	25	27	29	30	31	31	29.5	27	25.5	25	31	28.33
11	30	25	27	29	30	31	31	29.5	27	25.5	25	31	28.33
12	31	25	27	29	30	31	31	29.5	27	25.5	25	31	28.33
13	36	25	27	29	30	31	31	29.5	27	25.5	25	31	28.33
14	39	28	29.5	33.5	36.5	37.5	38.5	37.5	37	35	28	38.5	34.78
15	42	26	27	27.5	28	29	29	28.5	27.5	27	26	29	27.72
16	43	26	27	27.5	28	29	29	28.5	27.5	27	26	29	27.72
17	44	26	27	27.5	28	29	29	28.5	27.5	27	26	29	27.72
18	45	26	27	27.5	28	29	29	28.5	27.5	27	26	29	27.72
19	46	27	28.5	29.5	30	31	32.5	31	30	29	27	32.5	29.83
20	51	27	28.5	29.5	30	31	32.5	31	30	29	27	32.5	29.83
21	57	27	28.5	29.5	30	31	32.5	31	30	29	27	32.5	29.83
22	58	25	27	29	30	31	31	29.5	27	25.5	25	31	28.33

Anexo 5. Registro de pH del suelo en San Diego, 2016.

No.	Transecto	pH del suelo								\bar{x}
		Puntos								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1	1	6.7	7.7	7.9	7.9	8.1	7.8	7.9	7.5	7.7
2	2	7.7	7.6	7.8	7.7	7.6	7.6	7.7	7.7	7.7
3	5	7.8	7.5	7.7	7.5	7.7	7.7	7.6	7.7	7.7
4	7	7.8	7.6	7.9	7.8	7.9	8	8.1	8	7.9
5	13	8	7.9	7.7	7.7	7.9	7.9	7.8	7.9	7.9
6	14	7.8	7.9	7.7	8	8.1	8	7.9	8.1	7.9
7	19	7.3	7.7	7.6	8.1	7.9	7.7	8	7.9	7.8
8	23	7.9	8	7.9	7.9	7.8	7.7	7.9	7.6	7.8
9	25	7.7	7.8	7.7	7.9	7.7	7.8	7.7	7.8	7.8
10	29	8	8	7.9	7.9	8	7.9	8	7.9	8.0
11	30	8	7.9	7.8	8.1	8.2	8	7.8	7.9	8.0
12	31	8.1	8.1	8	7.9	7.9	7.9	7.8	7.9	8.0
13	36	8	8.1	7.9	7.9	8	8.1	8.1	7.9	8.0
14	39	7.7	7.7	7.7	7.8	8	7.8	7.6	7.6	7.7
15	42	8	7.7	7.8	7.9	7.8	7.9	8	8	7.9
16	43	8	8	7.9	7.9	7.7	7.9	7.7	7.8	7.9
17	44	7.9	8	8	8.1	7.7	7.7	7.7	7.7	7.9
18	45	8.1	8	7.9	7.8	7.8	7.9	7.9	7.8	7.9
19	46	7.8	7.9	7.6	7.8	7.9	8	8	8.1	7.9
20	51	7.9	7.9	8	7.7	7.9	7.6	7.9	7.9	7.9
21	57	7.9	7.8	8	7.9	7.8	8	7.7	7.7	7.9
22	58	8	8.1	7.6	7.8	7.9	7.7	7.7	7.8	7.8

Anexo 6. Registro de Intensidad lumínica, San Felipe, 2016.

No.	Transecto	Intensidad lumínica											
		08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	01:00	02:00	03:00	04:00	Min.	Max.	\bar{X}
1	1	118	232	481	518	1100	922	745.6	418	245	118	1100	531.05
2	2	118	232	481	518	1100	922	745.6	418	245	118	1100	531.05
3	3	118	232	481	518	1100	922	745.6	418	245	118	1100	531.05
4	9	118	232	481	518	1100	922	745.6	418	245	118	1100	531.05
5	10	118	232	481	518	1100	922	745.6	418	245	118	1100	531.05
6	13	118	232	481	518	1100	922	745.6	418	245	118	1100	531.05
7	17	107	292	450	654	987	789	589	450.2	295	107	987	512.53
8	23	94	145.5	202.8	562	966	698	483	316.8	150	94	966	402.01
9	25	94	145.5	202.8	562	966	698	483	316.8	150	94	966	402.01
10	28	94	145.5	202.8	562	966	698	483	316.8	150	94	966	402.01
11	31	94	145.5	202.8	562	966	698	483	316.8	150	94	966	402.01
12	32	161.2	340	570	750	1080	823	538	454	136	136	1080	539.13
13	37	161.2	340	570	750	1080	823	538	454	136	136	1080	539.13
14	38	161.2	340	570	750	1080	823	538	454	136	136	1080	539.13
15	39	161.2	340	570	750	1080	823	538	454	136	136	1080	539.13
16	40	75	120	270	406.8	724.7	973.2	756	672	399	75	973.2	488.52
17	41	107	292	450	654	987	789	589	450.2	295	107	987	512.53
18	42	107	292	450	654	987	789	589	450.2	295	107	987	512.53
19	43	107	292	450	654	987	789	589	450.2	295	107	987	512.53
20	44	107	292	450	654	987	789	589	450.2	295	107	987	512.53

Anexo 7. Registro de temperatura ambiente, San Felipe, 2016.

No.	Transecto	Temperatura ambiente											
		08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	01:00	02:00	03:00	04:00	Min.	Max.	\bar{X}
1	1	28.5	29	32	33.5	35	36	36.5	35.5	34	28.5	36.5	33.3
2	2	28.5	29	32	33.5	35	36	36.5	35.5	34	28.5	36.5	33.3
3	3	28.5	29	32	33.5	35	36	36.5	35.5	34	28.5	36.5	33.3
4	9	28.5	29	32	33.5	35	36	36.5	35.5	34	28.5	36.5	33.3
5	10	28.5	29	32	33.5	35	36	36.5	35.5	34	28.5	36.5	33.3
6	13	28.5	29	32	33.5	35	36	36.5	35.5	34	28.5	36.5	33.3
7	17	24	24.5	26	31.5	31	31	31	30.5	29	24	31.5	28.7
8	23	28	28	28.5	30	30.5	30.5	31	31	29	28	31	29.6
9	25	28	28	28.5	30	30.5	30.5	31	31	29	28	31	29.6
10	28	28	28	28.5	30	30.5	30.5	31	31	29	28	31	29.6
11	31	28	28	28.5	30	30.5	30.5	31	31	29	28	31	29.6
12	32	28	28	28	29	30	31	31.5	31	31	28	31.5	29.7
13	37	28	28	28	29	30	31	31.5	31	31	28	31.5	29.7
14	38	28	28	28	29	30	31	31.5	31	31	28	31.5	29.7
15	39	28	28	28	29	30	31	31.5	31	31	28	31.5	29.7
16	40	26	26	27	28.5	29.5	30.5	31	28.5	29	26	31	28.4
17	41	24	24.5	26	31.5	31	31	31	30.5	29	24	31.5	28.7
18	42	24	24.5	26	31.5	31	31	31	30.5	29	24	31.5	28.7
19	43	24	24.5	26	31.5	31	31	31	30.5	29	24	31.5	28.7
20	44	24	24.5	26	31.5	31	31	31	30.5	29	24	31.5	28.7

Anexo 8. Registro de pH del suelo en San Felipe, 2016.

No.	Transecto	pH del suelo								\bar{X}
		Puntos								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1	1	7.7	8	8.1	8	8.1	7.7	7.9	7.8	7.9
2	2	8	7.6	7.8	7.9	7.9	8	7.9	7.9	7.9
3	3	8	7.9	7.8	7.9	7.7	7.9	7.9	7.8	7.9
4	9	7.7	7.8	7.9	7.9	8	7.9	7.8	7.9	7.9
5	10	8	7.9	7.9	7.8	7.7	7.8	7.9	7.8	7.9
6	13	8	7.9	7.9	7.7	7.8	7.9	7.8	7.8	7.9
7	17	7.7	7.8	7.6	7.7	7.6	7.6	7.7	7.6	7.7
8	23	7.8	7.5	8	8.1	7.9	7.8	7.6	7.9	7.8
9	25	7.7	7.8	7.9	7.8	7.9	8	7.9	7.7	7.8
10	28	7.9	7.9	7.8	7.9	7.8	7.7	7.7	7.8	7.8
11	31	7.8	8	7.9	7.9	7.6	7.8	7.8	7.7	7.8
12	32	7.9	7.6	8.1	8	8.1	7.9	7.9	8	7.9
13	37	8	7.8	7.8	7.9	7.9	7.8	7.8	7.9	7.9
14	38	7.7	7.8	7.8	8	7.9	7.7	7.9	7.9	7.9
15	39	7.9	7.8	7.9	7.7	7.9	8	7.8	7.8	7.9
16	40	8.3	8.5	8.2	8	8.3	8.4	8.3	8.4	8.3
17	41	7.5	7.7	7.8	7.7	7.7	7.6	7.6	7.5	7.6
18	42	7.7	7.5	7.6	7.7	7.7	7.7	7.6	7.6	7.6
19	43	7.7	7.8	7.6	7.7	7.6	7.6	7.5	7.6	7.6
20	44	7.3	7.5	7.4	7.7	7.9	7.9	7.8	7.6	7.6

Anexo 9. Registros de variables: Intensidad lumínica y Temperatura ambiente en el Área Natural Protegida San Diego y San Felipe

La Barra, 2016

Cod Transecto	<i>C. odorata</i>	<i>C. salvadorensis</i>	<i>S. humilis</i>	<i>S. macrophylla</i>	Int Lum min	Int Lum max	Int Lum \bar{X}	T. min	T. max	T \bar{X}	pH \bar{X}	Capa 0	Capa A	Capa B
P1-SD-T1-S D	0	0	7	2	98.30	979.80	525.77	28.0	38.5	34.8	7.7	1.3	48.7	0
P1-SD-T2-C T	1	0	11	3	98.30	979.80	525.77	28.0	38.5	34.8	7.7	1.3	48.7	0
P1-SD-T5-C T	0	0	21	3	98.30	979.80	525.77	28.0	38.5	34.8	7.7	1.3	48.7	0
P1-SD-T7-Cc	0	0	5	0	89.00	597.00	270.92	25.0	29.0	27.7	7.9	1	32	17
P1-SD-T13- C T	0	0	8	0	89.00	597.00	270.92	25.0	29.0	27.7	7.9	1	32	17
P1-SD-T14-C T	0	0	1	0	89.00	597.00	270.92	25.0	29.0	27.7	7.9	1	32	17
P1-SD-T19-P d A	1	0	14	2	109.00	802.20	418.60	26.5	32.5	29.3	7.8	1	13	24
P1-SD-T23-T	0	0	8	0	109.00	802.20	418.60	26.5	32.5	29.3	7.8	1	13	24
P1-SD-T25-P d A	0	0	3	0	109.00	802.20	418.60	26.5	32.5	29.3	7.8	1	13	24
P1-SD-T29-P d Z	0	3	1	0	87.00	926.90	494.50	25.0	31.0	28.3	8.0	2	45	3
P1-SD-T30-P d F	0	3	0	0	87.00	926.90	494.50	25.0	31.0	28.3	8.0	2	45	3
P1-SD-T31-P d F	0	0	1	0	87.00	926.90	494.50	25.0	31.0	28.3	8.0	2	45	3
P1-SD-T36-P d F	0	2	0	0	87.00	926.90	494.50	25.0	31.0	28.3	8.0	2	45	3
P1-SD-T39-S g	1	3	0	1	98.30	979.80	525.77	28.0	38.5	34.8	7.7	1.3	48.7	0
P1-SD-T42- T V	0	0	27	1	89.00	597.00	270.92	25.0	29.0	27.7	7.9	1	32	17
P1-SD-T43-T V	0	1	5	2	89.00	597.00	270.92	25.0	29.0	27.7	7.9	1	32	17
p1-SD-T44-T V	0	1	2	13	89.00	597.00	270.92	25.0	29.0	27.7	7.9	1	32	17
P1-SD-T45-T V	0	0	8	4	89.00	597.00	270.92	25.0	29.0	27.7	7.9	1	32	17
P1-SD-T46-Q	0	0	8	1	89.00	500.00	278.56	27.0	32.5	29.8	7.9	9	36	5
P1-SD-T51-Q	0	0	3	0	89.00	500.00	278.56	27.0	32.5	29.8	7.9	9	36	5
P1-SD-T57-Q	0	0	12	2	89.00	500.00	278.56	27.0	32.5	29.8	7.9	9	36	5
P1-SD-T58-T V	0	0	15	0	109.00	802.20	418.60	26.5	32.5	29.3	7.8	1	13	24

Anexo 10. Registro de variables: textura y pH del suelo en el Área Natural Protegida San Diego y San Felipe La Barra. 2016

Cod Transecto	<i>C. odorata</i>	<i>C. salvadorensis</i>	<i>S. humilis</i>	<i>S. macrophylla</i>	Int Lum min	Int Lum max	Int Lum \bar{X}	T min	T max	T \bar{X}	pH \bar{X}	Capa 0	Capa A	Capa B
P2-SF-T1-C I	0	0	1	0	118.00	1100.00	531.05	29.0	36.5	33.9	7.9	2.5	5	42.5
P2-SF-T2-C I	0	2	0	0	118.00	1100.00	531.05	29.0	36.5	33.9	7.9	2.5	5	42.5
P2-SF-T3-C I	0	4	1	0	118.00	1100.00	531.05	29.0	36.5	33.9	7.9	2.5	5	42.5
P2-SF-T9-C I	0	1	0	0	118.00	1100.00	531.05	29.0	36.5	33.9	7.9	2.5	5	42.5
P2-SF-T10-C I	0	1	0	0	118.00	1100.00	531.05	29.0	36.5	33.9	7.9	2.5	5	42.5
P2-SF-T13- I I	0	0	1	0	118.00	1100.00	531.05	29.0	36.5	33.9	7.9	2.5	5	42.5
P2-SF-T17-E A	0	0	2	1	107.00	987.00	512.53	24.0	31.5	28.7	7.6	2	16	32
P2-SF-T23-V d C	0	0	0	13	94.00	966.00	402.01	28.0	31.0	29.6	7.8	4	15	31
P2-SF-T25-V d C	0	0	0	2	94.00	966.00	402.01	28.0	31.0	29.6	7.8	4	15	31
P2-SF-T28-M m	12	5	0	0	94.00	966.00	402.01	28.0	31.0	29.6	7.8	4	15	31
P2-SF-T31-M m	1	0	0	0	94.00	966.00	402.01	28.0	31.0	29.6	7.8	4	15	31
P2-SF-T32-C f	1	5	4	0	136.00	1080.00	539.13	28.0	31.5	29.7	7.9	2	23	25
P2-SF-T37-C f	9	0	0	0	136.00	1080.00	539.13	28.0	31.5	29.7	7.9	2	23	25
P2-SF-T38-C f	13	0	0	0	136.00	1080.00	539.13	28.0	31.5	29.7	7.9	2	23	25
P2-SF-T39-C f	2	0	0	0	136.00	1080.00	539.13	28.0	31.5	29.7	7.9	2	23	25
P2-SF-T40-L V	1	0	1	0	75.00	973.20	488.52	26.0	31.0	28.4	8.3	0	42	8
P2-SF-T41-E B	0	0	2	0	107.00	987.00	512.53	24.0	31.5	28.7	7.6	2	16	32
P2-SF-T42-E B	0	0	4	0	107.00	987.00	512.53	24.0	31.5	28.7	7.6	2	16	32
P2-SF-T43-E B	0	0	4	1	107.00	987.00	512.53	24.0	31.5	28.7	7.6	2	16	32
P2-SF-T44-L P	0	0	4	1	107.00	987.00	512.53	24.0	31.5	28.7	7.6	2	16	32