



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

DIRECCIÓN DE CARRERA: MEDIO AMBIENTE

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
MEDIO AMBIENTE**

**MODALIDAD:
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

TEMA:

COMPETENCIA ESPACIAL DE LAS ESPECIES *Pseudosamanea guachapele* K, *Swietenia macrophylla* K Y *Cedrela odorata* L EN EL BOSQUE SIEMPREVERDE PIEMONTANO DEL CERRO MIL PESOS QUIROGA-MANABÍ

**AUTOR:
JONATHAN ALBERTO APRECIADO ÁLAVA**

**TUTOR:
ING. FABRICIO ENRIQUE ALCÍVAR INTRIAGO, M. Sc.**

CALCETA, JULIO 2023

DERECHOS DE AUTORÍA

JONATHAN ALBERTO APRECIADO ÁLAVA, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Jonathan Apiciado

JONATHAN ALBERTO APRECIADO ÁLAVA

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

ING. FABRICIO ALCÍVAR INTRIAGO, M.Sc., certifica haber tutelado el proyecto **COMPETENCIA ESPACIAL DE LAS ESPECIES *Pseudosamanea guachapele* K, *Swietenia macrophylla* K y *Cedrela odorata* L EN EL BOSQUE SIEMPREVERDE PIEMONTANO DEL CERRO MIL PESOS QUIROGA-MANABÍ**, presentado por **JONATHAN ALBERTO APRECIADO ÁLAVA**, previo la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. FABRICIO ALCÍVAR INTRIAGO, M.Sc.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **COMPETENCIA ESPACIAL DE LAS ESPECIES *Pseudosamanea guachapele* K, *Swietenia macrophylla* K y *Cedrela odorata* L EN EL BOSQUE SIEMPREVERDE PIEMONTANO DEL CERRO MIL PESOS QUIROGA-MANABÍ**, que ha sido propuesto, desarrollado por **JONATHAN ALBERTO APRECIADO ÁLAVA**, previa la obtención del Ingeniero en Medio Ambiental, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

M.Sc. MARÍA FERNANDA PINCAY CANTOS

PRESIDENTE

M.Sc. JONATHAN CHICAIZA
INTRIAGO
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

PhD. SILVIA MONTERO CEDEÑO
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día;

De manera muy especial agradecemos a Dios por el maravilloso regalo que es la vida.

A mi tutor de tesis el Ing. Fabricio Alcívar Intriago M. Sc, por ser quien me guío durante este proceso de elaboración del trabajo de titulación y durante el periodo de desarrollo de tesis, estuvo presente, fortaleciendo temas con sus conocimientos como persona y profesional que es, así también agradecer a todos los profesionales que nos impartieron sus conocimientos, quienes con su guía, paciencia y constancia desinteresada en la formación de buenos profesionales de tercer nivel.

A todos mis compañeros y amigos que siempre estuvieron allí presente dándonos su apoyo en todo momento.

Son muchas las personas a las que quiero agradecer, pero solo queremos decirles mil gracias a todos.

JONATHAN ALBERTO APRECIADO ÁLAVA

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y permitirme vivir este sueño que día a día se está haciendo realidad, por no dejarme caer en los momentos más difíciles y estar siempre a mi lado dándome salud y fuerzas para seguir adelante en cada paso que doy en la vida.

A mi madre Letty Álava, por ser la persona más importante en mi vida y pilar fundamental para que siga luchando en todo momento, por el apoyo brindado, a ella dedico con orgullo este logro profesional alcanzado.

A mi esposa, Josselyn Vergara Carreño, por estar siempre conmigo dándome ánimo, para seguir adelante y brindarme todo su apoyo.

A mis hijos, por ser la motivación más importante para cumplir mis objetivos.

A mis amigos y de más familiares que de alguna u otra manera supieron apoyarme para que pueda alcanzar este logro.

JONATHAN ALBERTO APRECIADO ÁLAVA

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.....	vi
CONTENIDO GENERAL.....	vii
CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.4. IDEA A DEFENDER.....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. BOSQUE SIEMPREVERDE PIEMONTANO TROPICAL	5
2.2. ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE UN BOSQUE SIEMPREVERDE MONTANO	5
2.3. GUACHAPELÍ (<i>Pseudosamanea guachapele</i>)	5
2.4. CAOBA (<i>Swietenia macrophylla</i>)	6
2.5. CEDRO (<i>Cedrela odorata</i>).....	7
2.6. COMPETENCIA Y DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES FORESTALES ...	7
2.7. DELIMITACIÓN DE ÁREAS PARA ESTUDIOS DE DIVERSIDAD.....	8

2.8.	ANÁLISIS DE PARÁMETROS ESTRUCTURALES DE BOSQUES	9
2.8.1.	PARÁMETROS DASOMÉTRICOS PARA MEDICIÓN EN BOSQUES	9
2.8.2.	PARÁMETROS ECOLÓGICOS DEL BOSQUE	11
2.9.	ÍNDICE DE DIVERSIDAD	12
2.9.1.	ÍNDICE DE SIMPSON (S)	12
2.9.2.	ÍNDICE DE SHANNON - WEAVER (H')	13
2.9.3.	ÍNDICE DE MORISITA-HORN	14
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO		15
3.1.	UBICACIÓN	15
3.2.	DURACIÓN.....	15
3.3.	MÉTODOS Y TÉCNICAS	15
3.3.1.	MÉTODOS	15
3.3.2.	TÉCNICAS	17
3.4.	VARIABLES EN ESTUDIO	17
3.4.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE	17
3.4.2.	VARIABLE DEPENDIENTE	17
3.5.	PROCEDIMIENTO.....	17
3.5.1.	FASE I. CUANTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES ARBÓREAS GUACHAPELÍ (<i>Pseudosamanea guachapele</i>), CAOBA (<i>Swietenia macrophylla</i>) Y CEDRO (<i>Cedrela odorata</i>), EN EL BOSQUE TROPICAL SIEMPREVERDE PIEMONTANO DEL CERRO MIL PESOS DE QUIROGA.	17
3.5.2.	FASE II. DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL ENTRE LAS ESPECIES FORESTALES NATIVAS MEDIANTE ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD.	19
3.5.3.	FASE III. EVALUACIÓN DE LA COMPETENCIA INTERESPECÍFICA ENTRE GUACHAPELÍ (<i>Pseudosamanea guachapele</i>), CAOBA (<i>Swietenia macrophylla</i>) Y CEDRO (<i>Cedrela odorata</i>), BOSQUE TROPICAL SIEMPREVERDE PIEMONTANO DEL CERRO MIL PESOS DE QUIROGA.	20

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
4.1. CUANTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES ARBÓREAS DE GUACHAPELÍ (<i>Pseudosamanea guachapele</i>), CAOBA (<i>Swietenia macrophylla</i>) Y CEDRO (<i>Cedrela odorata</i>), EN EL BOSQUE TROPICAL SIEMPREVERDE PIEMONTANO DEL CERRO MIL PESOS DE QUIROGA	21
4.2. DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL ENTRE LAS ESPECIES FORESTALES NATIVAS MEDIANTE ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD	24
4.3. EVALUACIÓN DE LA COMPETENCIA INTERESPECÍFICA ENTRE GUACHAPELÍ (<i>Pseudosamanea guachapele</i> K), CAOBA (<i>Swietenia macrophylla</i> K) Y CEDRO (<i>Cedrela odorata</i> L), BOSQUE TROPICAL SIEMPREVERDE PIEMONTANO DEL CERRO MIL PESOS DE QUIROGA	29
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
5.1. CONCLUSIONES	31
5.2. RECOMENDACIONES	32
BIBLIOGRAFÍA	33
ANEXOS	42

CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS

Tablas

Tabla 2. 1. Taxonomía de la especie Guachapelí.....	6
Tabla 2. 2. Taxonomía de la especie Caoba.....	7
Tabla 2. 3. Taxonomía de la especie Cedro.	7
Tabla 4. 1. Registro de especies presentes en el área de estudio.....	23
Tabla 4. 2. Cálculo de parámetros dasométricos.....	24
Tabla 4. 3. Cálculo de parámetros ecológicos o estructurales de bosque	26
Tabla 4. 4. Cálculo del índice de diversidad.....	28
Tabla 4. 5. Distribución espacial de especies con índice de Morisita-Horn	28

Figuras

Figura 2. 1. Distribución de las parcelas a caracterizar.	9
Figura 3. 1. Ubicación del bosque tropical Siempreverde Piemontano en el Cerro Mil Pesos.....	15
Figura 3. 2. Distribución de las parcelas a caracterizar.	18
Figura 4. 1. Reconocimiento del área de estudio.	21
Figura 4. 2. Transectos efectuados en el cerro Mil Pesos.....	22
Figura 4. 3. Índice de valor importancia de cada especie.....	27
Figura 4. 4. Competencia Interespecífica de las especies en estudio.	30

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la competencia intraespecífica entre el guachapelí (*Pseudosamanea guachapele* k), caoba (*Swietenia macrophylla* k) y cedro (*Cedrela odorata* l) en la distribución espacial del Bosque Siempreverde Piemontano tropical del cerro Mil Pesos de Quiroga, para ello se caracterizó el área y las especies arbóreas existentes en el lugar de estudio, por medio de una visita técnica *in situ* con la cual se conocieron los lugares de acceso al sitio, se establecieron en un área de 400 m² un total de 25 subtransectos, como resultado se obtuvieron un total de 140 individuos, 86 pertenecen a *Pseudosamanea guachapele* k, 44 *Cedrela odorata* l y 10 *Swietenia macrophylla* k, la altura promedio de las especies fue de 16 – 23 m, también se determinó la distribución espacial, donde la especie *Pseudosamanea guachapele* tuvo un índice de valor importancia de 131,73% dentro de la comunidad florística. Los resultados obtenidos mostraron que los índices de diversidad de Simpson y Shannon-Weaver se establece que existe una buena diversidad de especies. El índice Morisita-Horn indicó que la distribución espacial de especies tiene un patrón agregado, donde predomina los fustales intermedios con 6,72. Finalmente la competencia interespecífica entre las especies, mostró que el *Pseudosamanea guachapele* es la dominante, debido a que esta tiene mayor presencia de individuos, seguidos de *Cedrela odorata*, y *Swietenia macrophylla* la cual presentó un número menor de individuos, alcanzando la menor competencia, esto demuestra que la distribución espacial influye en la competencia interespecífica entre las especies.

PALABRAS CLAVE

Bosque, Especies arbóreas, Competencia, Área muestreada, Individuos, Distribución espacial.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the intraspecific competition between the guachapeli (*Pseudosamanea guachapele* k), mahogany (*Swietenia macrophylla* k) and cedar (*Cedrela odorata* l) in the spatial distribution of the tropical Piedmont Evergreen Forest of the Thousand Weights hill in Quiroga, for this purpose the area and the existing tree species in the study site were characterized by means of a technical visit in situ with which the places of access to the site were known, as a result, a total of 140 individuals were obtained, 86 belong to *Pseudosamanea guachapele* k, 44 *Cedrela odorata* l and 10 *Swietenia macrophylla* k, the average height of the species was 16 - 23 m. The spatial distribution was also determined, where the species *Pseudosamanea guachapele* had an index of importance value of 131.73% within the floristic community. The results obtained showed that the Simpson and Shannon-Weaver diversity indexes establish that there is a good diversity of species. The MorisitaHorn index indicated that the spatial distribution of species has an aggregate pattern, where the intermediate shrublands predominate with 6.72. Finally, the interspecific competition between species showed that *Pseudosamanea guachapele* is the dominant, because it has a greater presence of individuals, followed by *Cedrela odorata*, and *Swietenia acrophylla* which presented a lower number of individuals, reaching the lowest competition, this shows that the spatial distribution influences the interspecific competition between species.

KEY WORDS

Forest, Tree Species, Competition, Sampled Area, Individuals, Space Distribution

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo con Melo et al. (2016) el bosque tropical Siempreverde Piemontano al ser un ambiente de alto valor ecológico están en el foco de atención de los científicos, principalmente para su conservación ecológica sin precedente, se encuentra en mayor peligro de desaparecer, como consecuencia de esto ha provocado grandes cambios en los servicios ambientales que este bosque proporciona (Hernández et al., 2018).

El bosque Siempreverde Piemontano tropical se caracteriza por presentar al menos una estación de sequía al año, entre los meses de junio y noviembre, la cual genera déficit hídrico en el suelo con las consecuentes alteraciones en la funcionalidad de la vegetación, también se agrupan en ambientes donde las precipitaciones anuales varían entre 600 y 1400 mm (Allen et al., 2017; Frosi et al., 2016).

El déficit hídrico es el principal factor limitante para la ganancia de biomasa vegetal en diferentes ecosistemas, según indican Barros et al. (2020) en la actualidad este tipo de bosques se han visto afectados por la deforestación que ha incidido en la escasa disponibilidad de agua, lo cual causa problemas en el crecimiento y productividad de la planta. Sin embargo, Meakem et al. (2017) mencionan que, a pesar de la poca disponibilidad del recurso hídrico, las plantas en los bosques Siempreverde Piemontano no pierden su coloración verde, debido a que tienen una alta capacidad de tolerar las condiciones locales y puede volverse invasivo.

El bosque Siempreverde Piemontano tropical tiene variaciones en su estructura, desde bosques de dosel altos y cerrados hasta vegetación de matorral corto, que ocasionalmente no forma un dosel cerrado, en comparación a bosques lluviosos tropicales que son los más diversos desde el punto de vista florístico. Sin embargo, su valor radica en su alto endemismo, que puede oscilar entre el 43% y el 73%, lo que sumado a su baja tasa de crecimiento lo clasifica como un ecosistema altamente vulnerable (Instituto Alexander Von Humboldt [IAVH], 2019).

De acuerdo con los datos del Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE, 2017) se estima que existe alrededor de 41.000 ha de bosque Siempreverde Piemontano deciduo en el Ecuador. El 50% de estos bosques, es decir 21.000 ha, se encuentran dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) (Aguilar et al., 2020). Según el director de Biodiversidad del MAE, zona 1 en el año 2017, estos bosques se ubican principalmente a lo largo de la costa, la región con mayor impacto ambiental, más afectada por el cambio climático y la más densamente poblada de agua (Silva, 2017).

Según Armendáriz et al. (2011) la provincia de Manabí cuenta con varios bosques Siempreverde piemontano como la reserva de bosque Lalo Loor, ubicado en Jama y Pedernales, bosque de La Dibujada en Chone, Bosque Siempreverde Piemontano Membrillal Jipijapa, donde solo se conserva un 2% de este hábitat con cobertura vegetal original intacta.

El bosque Siempreverde Piemontano del cerro Mil Pesos, está dominado por especies forestales tales como: Guachapelí (*Pseudosamanea guachapele*), Caoba (*Swietenia macrophylla*), Cedro (*Cedrela odorata*), entre otras, las cuales compiten por diversos nutrientes que en ocasiones son limitados, lo que ocasiona un limitado crecimiento poblacional. Con estos antecedentes se plantea la siguiente pregunta:

¿Cómo influye la competencia interespecífica entre el guachapelí (*Pseudosamanea guachapele*), caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro (*Cedrela odorata*) del Cerro Mil Pesos, en sus distribuciones espaciales?

1.2. JUSTIFICACIÓN

El estudio de la dispersión espacial permite identificar mecanismos y factores que promueven la coexistencia inter e intraespecífica y la diversidad vegetal de los ecosistemas, además la estimación de la distribución espacial, como una variable de respuesta, lo que permite determinar la ubicación de una especie en un sitio determinado y dónde se distribuyen cada una a lo largo del tiempo (Hernández, 2017; Maciel et al., 2015).

El análisis del patrón de distribución espacial es una herramienta valiosa para determinar las condiciones micro ambientales (temperatura y humedad relativa)

que requiere a tan solo uno de los taxones que forman parte de una comunidad. El conocimiento de los factores biológicos, ecológicos, biogeográficos y antropológicos que determinan la distribución de las especies y sus relaciones ecológicas es de gran importancia en el desarrollo de planes de conservación que garanticen un uso sostenible y a largo plazo (Hernández et al., 2018).

Además, la investigación se fundamenta en lo establecido en la Ley forestal y de conservación de áreas naturales y vida silvestre del Ecuador, codificación 2004-017 donde, se indica, en el artículo 5 el objetivo C “Promover y coordinar la investigación científica dentro del campo de su competencia” y el objetivo F “Administrar, conservar y fomentar los siguientes recursos naturales renovables: bosques de protección y de producción, tierras de aptitud forestal, fauna y flora silvestre, parques nacionales y unidades equivalentes y áreas de reserva para los fines antedichos”.

El presente estudio, se centra en la evaluación de la competencia entre especies arbóreas por medio de su distribución espacial entre *Pseudosamanea guachapele*, *Swietenia macrophylla* y *Cedrela odorata* mediante el índice de Morisita, que permitirá comprender el estado actual respecto a la distribución de las especies del bosque Siempreverde Piemontano Cerro Mil pesos de Quiroga.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la competencia interespecífica entre el guachapelí (*Pseudosamanea guachapele*), caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro (*Cedrela odorata*) en la distribución espacial del Bosque Siempreverde Piemontano tropical del cerro Mil Pesos de Quiroga.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Cuantificar las especies arbóreas de Guachapelí (*Pseudosamanea guachapele*), Caoba (*Swietenia macrophylla*) y Cedro (*Cedrela odorata*), en el bosque tropical Siempreverde Piemontano del cerro Mil Pesos de Quiroga.
- Determinar la distribución espacial entre las especies forestales mediante índices de biodiversidad.
- Evaluar la competencia interespecífica entre guachapelí (*Pseudosamanea guachapele*), caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro (*Cedrela odorata*), bosque tropical Siempreverde Piemontano del cerro Mil Pesos de Quiroga.

1.4. IDEA A DEFENDER

La dispersión espacial de las especies forestales del cerro Mil Pesos influye en la competencia interespecífica entre el guachapelí (*Pseudosamanea guachapele*), caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro (*Cedrela odorata*).

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. BOSQUE SIEMPREVERDE PIEMONTANO TROPICAL

El bosque tropical Siempreverde Piemontano (BTSP) es propio en tierras bajas y medias, se caracteriza por presentar una fuerte estacionalidad de lluvias, aunque alguna vez representaron más del 40% de todos los bosques tropicales en la actualidad están altamente amenazados por el cambio climático y las presiones agrícolas. Se los puede encontrar en Sudamérica, Centroamérica, Eurasia, Australasia, África y el Sudeste de Asia sobre la franja tropical (Powers et al., 2015; Alvarado y Otero, 2014).

2.2. ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE UN BOSQUE SIEMPREVERDE MONTANO

Los bosques tropicales siempreverde Piemontano cuentan con una excelente biodiversidad, especialmente de flora, ya que estos bosques son de importancia mundial y son un reservorio de diversidad biológica y cumplen funciones únicas en la regulación y mantenimiento de la calidad del agua (Franco, 2017).

El bosque tropical siempreverde Piemontano se caracteriza por un estrato diferenciado, que tiene en cuenta la distribución de los árboles en función de sus necesidades lumínicas, siendo el estrato dominante compuesto por cuatro especies de más de 17 m de altura con las siguientes especies: *Trichilla sp*, *Nectandra lineatifolia*, *Ceroxylon amazonicum* y *Cecropia sp.*; la clase codominante incluye 7 especies con una altura de 9 a 16,9 m: *Erythrina edulis*, *Alsophila cuspidata*, *Cecropia montana*, *Banara sp*, *Cecropia andina*, *Solanum sp*, *Schefflera acuminata* (Ledo et al., 2018).

2.3. GUACHAPELÍ (*Pseudosamanea guachapele*)

De acuerdo a Echeverry (2011) el Guachapelí (*Pseudosamanea guachapele*) es originario de bosques Siempreverde Piemontano y húmedos, se lo puede encontrar en América desde sureste de México, hasta Ecuador, se caracteriza por desarrollarse en hábitats de 0 a 800 msnm de altitud, es resistente a pequeños incendios, pero no es capaz de tolerar mal drenaje o inundaciones.

Las condiciones climáticas para su desarrollo varían en temperaturas de 20 a 40°C y precipitaciones anuales de 700 - 2300 milímetros (mm).

Tabla 2. 1. Taxonomía de la especie Guachapelí

Taxonomía	
Reino	Plantae
Orden	Fabales
Familia	Leguminosae
Subfamilia	Mimosaceae
Género	Pseudosamanea
Especie	Guachapele
Nombre científico	<i>Pseudosamanea guachapele</i>
Nombre común	Guachapelí

Fuente. Peñalver (2018).

Se considera como una especie caducifolia debido a que requiere una temporada seca anual de 4-5 meses aproximadamente, crece un aproximado de 30 m de altura con tronco más de 30 cm de DAP, sus hojas son compuestas, bipinnadas y alternas grandes de 30 cm aproximadamente. Sus flores tienen estambres largos y numerosos de color blanco o crema en grandes racimos y el fruto es un frijol plano y seco de color marrón oscuro (Peñalver, 2018).

2.4. CAOBA (*Swietenia macrophylla*)

Esta planta puede tener de 20 a 40 m de altura, de 20 a 150 cm de diámetro, las hojas crecen uniformemente, las flores son pequeñas con 5 pétalos de color amarillo-blanco. Sus hojas son persistentes todo el año, florece de marzo a junio y fructifica de diciembre a marzo, sus frutos son cápsulas muy llamativas por ser grandes y de color café oscuro; La superficie interna de la semilla es de color marrón. Corteza gris o marrón, fisurada longitudinalmente, a veces en forma de hoja y rota (Herrera, 2019).

Tabla 2. 2. Taxonomía de la especie Caoba.

Taxonomía	
Reino	Plantae
Orden	Magnoliophyta
Familia	Meliaceae
Clase	Magnoliopsida
Género	Swietenia
Especie	Swietenia macrophylla
Nombre científico	<i>Swietenia macrophylla</i>
Nombre común	Caoba

Fuente. Herrera (2019).

2.5. CEDRO (*Cedrela odorata*)

Es una de las especies del género *Cedrela* de mayor importancia comercial y de mayor distribución. La madera fragante, conocida en el comercio inglés como cedro español, es muy buscada en la América tropical porque es naturalmente resistente a las termitas y a la podredumbre. Cedro está muy extendido, pero nunca es muy común en los húmedos bosques tropicales; su número sigue reduciéndose mediante la explotación sin una regeneración satisfactoria (Instituto Nacional de Bosques Guatemala [INBG], 2017).

Tabla 2. 3. Taxonomía de la especie Cedro.

Taxonomía	
Reino	Plantae
Orden	Sapindales
Familia	Meliaceae
Clase	Magnoliopsida
Género	Swietenia
Especie	<i>C. odorata</i>
Nombre científico	<i>Cedrela odorata</i>
Nombre común	Cedro

Fuente. INBG (2017).

2.6. COMPETENCIA Y DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES FORESTALES

A pesar de ser tan compleja y heterogénea la composición de los bosques, su distribución se rige a factores físico-ambientales que se restringen, estableciendo límites naturales. Es así que analizar el comportamiento de algunas especies respecto a otras podría ser de poca importancia, pero en

realidad siguen comportamientos naturales adaptativos en escenarios diversos y cambiantes al mismo tiempo (Noguera et al., 2014).

Sánchez et al. (2019) describen que el análisis de distribución espacial cuantifica la distribución de los individuos en una comunidad y es muy importante entender cómo estas personas utilizan los recursos en su entorno. Humbel (2001) y Hernández et al. (2017) describen que existen tres patrones de distribución;

- Agregado, que se caracteriza por que los individuos de una especie se encuentran separados unos de otros por la limitación en dispersión o especialización de hábitat.
- Uniforme, se puede observar a ciertas distancias resultado de la interacción negativa entre los individuos.
- Aleatorio, los individuos se distribuyen aleatoriamente como resultado de la homogeneidad ambiental, siguiendo un patrón no selectivo.

De acuerdo a Moreno et al. (2016) la competencia entre especies es de gran importancia en la distribución de especies en el bosque, ya que los límites naturales de distribución de especies surgirán cuando las condiciones ambientales cambiantes disminuyan, lo que conducirá a una disminución en la capacidad de competencia de las mismas, esto cambiará. otras especies de tal manera que los factores ecológicos son generalmente decisivos solo dentro de los límites absolutos de distribución.

2.7. DELIMITACIÓN DE ÁREAS PARA ESTUDIOS DE DIVERSIDAD

El proceso de delimitación define un espacio o jurisdicción, que implica la participación comunitaria, científica, de instituciones gubernamentales y no gubernamentales etc. Este proceso se caracteriza en definir un perímetro de la poligonal de un área en estudio mediante coordenadas, que posteriormente será caracterizada de acuerdo al objetivo de estudio (López et al., 2021).

Zhofre (2013) describe la metodología para la delimitación y caracterización de especies forestales, se deberá delimitar cuadrantes de una hectárea, que serán subdivididas en 25 parcelas de 400 m² para monitoreo de árboles. Se les identificarán usando letras del alfabeto, y los materiales a utilizar para la

delimitación pueden ser mojones de cemento y piola. Los árboles caracterizados en cada subparcela se deben georreferenciar y registrar en la hoja de campo en coordenadas UTM, este (coordenada X) y norte (coordenada Y).

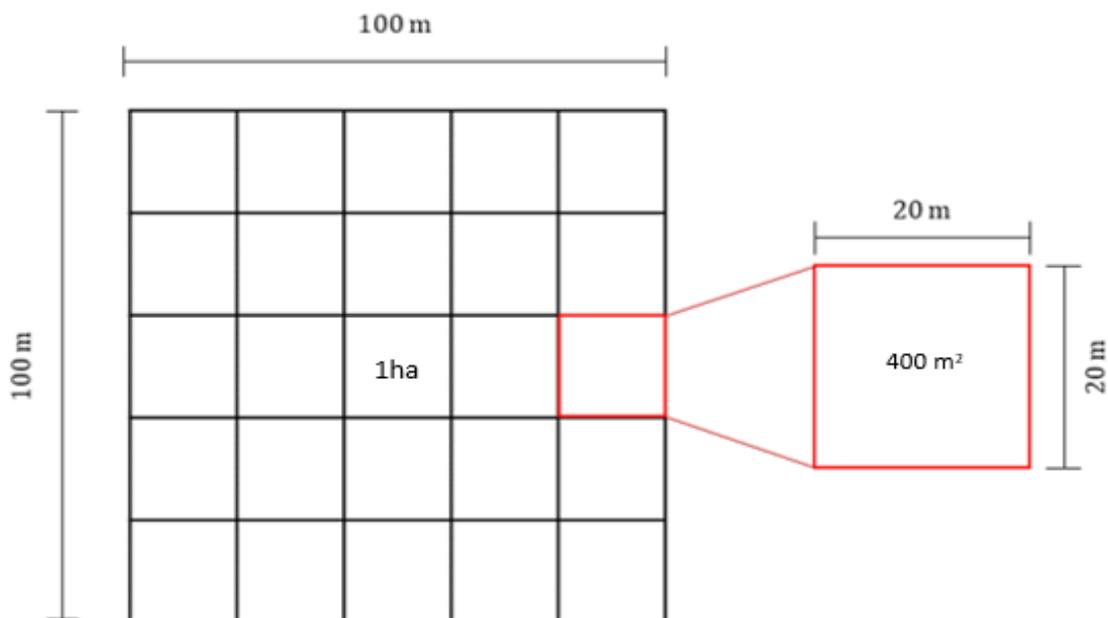


Figura 2. 1. Distribución de las parcelas a caracterizar.

Fuente. (Zhofre, 2013).

2.8. ANÁLISIS DE PARÁMETROS ESTRUCTURALES DE BOSQUES

2.8.1. PARÁMETROS DASOMÉTRICOS PARA MEDICIÓN EN BOSQUES

La rama de la ciencia forestal que se encarga del estudio de las dimensiones de los árboles y bosques, así como su crecimiento, se denomina dendrometría, entre las principales variables que se estudian en esta rama es el diámetro a la altura del pecho que de acuerdo a convenciones internacionales debe estar localizado a 1,30 m del suelo (Imaña, 2017).

a) ÁREA BASAL

De acuerdo a Zhofre (2013) el área basal es una medida fundamental y de gran importancia en el manejo de bosques, también se la define como la sección transversal de un árbol a la altura del pecho, a este diámetro se le denomina diámetro a la altura del pecho (DAP), su unidad de medida de acuerdo con el

Sistema Internacional es de longitud, expresado en metros (m) y se calcula mediante la siguiente fórmula.

$$DAP = C/\pi \quad [2.1]$$

Donde:

C= circunferencia de árbol

π = Pi (3.14) aproximadamente

Área Basal

$$AB = \pi^4 * DAP^2 \quad [2.2]$$

b) VOLUMEN

$$V = AB * H \quad [2.3]$$

Donde:

AB= Área basal

H= Altura del árbol

Luego utilizando el DAP de las tres especies, se calcula el volumen del cilindro, cuya unidad de medida es m³ aplicando la fórmula:

$$Vc = (DAP)^2 * 0,7854 * HT \quad [2.4]$$

Donde:

DAP = diámetro a la altura del pecho de cada árbol

HT= Altura total

Una vez calculado el volumen de los árboles y de los cilindros, se calcula el factor de forma mediante la siguiente ecuación.

$$Ff = Va/Vc \quad [2.5]$$

Donde:

Va = Volumen real del árbol

Vc = Volumen del cilindro

c) CIRCUNFERENCIA DEL TRONCO

Según Juárez (2014), la circunferencia c es un parámetro utilizado para medir secciones de un tronco, por ende, al igual que la medición de radios o diámetros, debe ser perpendicular al eje del tronco. Usualmente, se expresa en centímetros o milímetros, a su vez, dentro de todas las posibles circunferencias que se pueden definir a lo largo del tronco, la más comúnmente empleada es la circunferencia normal.

Cabe mencionar, que ésta se obtiene al medir el perímetro de la sección perpendicular al eje del tronco a una altura de 1,30 metros sobre el nivel del suelo. Por tanto, al tomar esta medida, se logra obtener una referencia estándar que permite comparar y analizar el crecimiento y desarrollo del tronco en diferentes individuos o especies (Juárez, 2014). Ante esto, Reynaga (2013) muestra la siguiente fórmula para el respectivo cálculo de la circunferencia del tronco:

$$C = 2\pi \frac{DAP}{2} \quad [2.6]$$

Donde:

DAP = diámetro a la altura del pecho de cada árbol

C= circunferencia de árbol

π = Pi (3.14) aproximadamente

2.8.2. PARÁMETROS ECOLÓGICOS DEL BOSQUE

De acuerdo a Jacobs (2019) con la información recolectada se calculará:

Densidad absoluta (D): Su unidad de medida es el número de árboles existentes por el área muestreada (N°/ha):

$$Densidad\ absoluta\ (D) = \frac{N^{\circ}\ total\ de\ individuos\ por\ especie}{total\ de\ área\ muestreada} \quad [2.7]$$

Densidad relativa (DR): Densidad de una especie referida a la densidad de todas las especies del área.

$$Densidad\ relativa\ (DR) = \frac{N^{\circ}\ de\ individuos\ por\ especie}{N^{\circ}\ total\ de\ individuos} * 100 \quad [2.8]$$

Frecuencia relativa (FR): Es la frecuencia de una especie con referencia a la frecuencia total de todas las especies.

$$Fr \% = \frac{N^{\circ} \text{ de parcelas en la que esta la especie}}{\text{sumatoria de las frecuencia de todas las especies}} * 100 \quad [2.9]$$

Dominancia relativa (DmR): Es la dominancia de una especie, referida a la dominancia de todas las especies.

$$\text{Dominancia relativa (DmR)} = \frac{\text{área basal de la especie}}{\text{área basal de todas las especies}} * 100 \quad [2.10]$$

ndice valor importancia (IVI)

De acuerdo con Jacobs (2019) el IVI es un índice ecológico que permite evaluar las características particulares de los bosques. Este ndice debe de reflejar 300% en su suma total de todas las especies en estudios, sin importar el número de individuos y de especies, siempre dar ese resultado. Este ndice se determina mediante la

$$(IVI)\% = DR + DmR + \frac{FR}{3} \quad [2.11]$$

IVI = ndice valor importancia

DR = densidad relativa

DmR = dominancia relativa

2.9. ÍNDICE DE DIVERSIDAD

Generalmente el índice de diversidad se basa en la teoría ecológica, el objetivo principal de los índices de diversidad es la representación de manera conjunta la equidad y la riqueza de la especie o comunidad evaluada (Salmeron, 2017). Los índices de diversidad proporcionan un estudio equitativo, eficiente evaluación y monitoreo, de aquí parte su verdadero mérito en la evaluación de comunidades biológicas (Motz et al., 2010).

2.9.1. ÍNDICE DE SIMPSON (S)

Monarrez et al. (2020) muestran que el índice de diversidad de Simpson es un indicador de dominancia y representa la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie.

Denotado como D, este índice se calcula como:

$$D = \frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)} \quad [2.12]$$

Dónde:

n: El número de organismos que pertenecen a la especie i

N: El número total de organismos

El rango del índice de Simpson va de 0 a 1, así:

- Cuanto más se acerca el valor de D a 1, menor es la diversidad del hábitat.
- Cuanto más se acerca el valor de D a 0, mayor es la diversidad del hábitat.

2.9.2. ÍNDICE DE SHANNON - WEAVER (H')

De acuerdo a Peng et al. (2018) el Índice de Diversidad de Shannon (a veces llamado Índice de Shannon-Wiener) mide la probabilidad de seleccionar todas las especies según la proporción en que se encuentran en una población. Este índice, denominado H, se calcula de la siguiente manera:

$$H' = - \sum Pi * \ln(Pi) \quad [2.13]$$

Dónde:

Σ: Un símbolo griego que significa "suma"

ln: Logaritmo natural

pi: La proporción de toda la comunidad compuesta por especies denotado como Eh, este índice se calcula como:

$$Eh = \frac{H}{\ln(S)} \quad [2.14]$$

Dónde:

H: El Índice de Diversidad de Shannon

S: El número total de especies únicas

Este valor varía de 0 a 1, donde 1 es la paridad total. Cuanto mayor sea el valor de H, mayor será la diversidad de especies en una comunidad dada. Cuanto menor sea el valor de H, menor será la variación. Un valor de H = 0 indica un bioma que consta de una sola especie.

2.9.3. ÍNDICE DE MORISITA-HORN

Para determinar la distribución espacial de las especies se utiliza una clasificación de tres categorías de altura (baja, media y alta) las cuales se obtienen mediante la metodología indicada por Sánchez et al. (2017), para ello, se determinan los patrones de distribución espacial de los estados de desarrollo brinzal, latizal y fustal, en el cual un índice recomendado es el índice de Morisita-Horn. Cuyos resultados se determinan que cuando sus valores son igual a 1 la distribución es aleatoria, mayor que 1 se considera agregada y menor que 1 es uniforme. El índice de Morisita-Horn se define en la ecuación (2.14):

$$I_{M-H} = q \sum_{i=1}^q ni \frac{(ni-1)}{N(N-1)} \quad [2.15]$$

Donde:

- I_{M-H} = Índice de distribución espacial
- q = Número de cuadros
- ni = Número de individuos en el i -ésimo cuadro
- N = Número total de individuos en todos los q cuadros

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La investigación se realizó en el bosque tropical Siempreverde Piemontano de Cerro Mil Pesos de la parroquia Quiroga que comprende las coordenadas UTM: 603596 este y 9904312 norte.

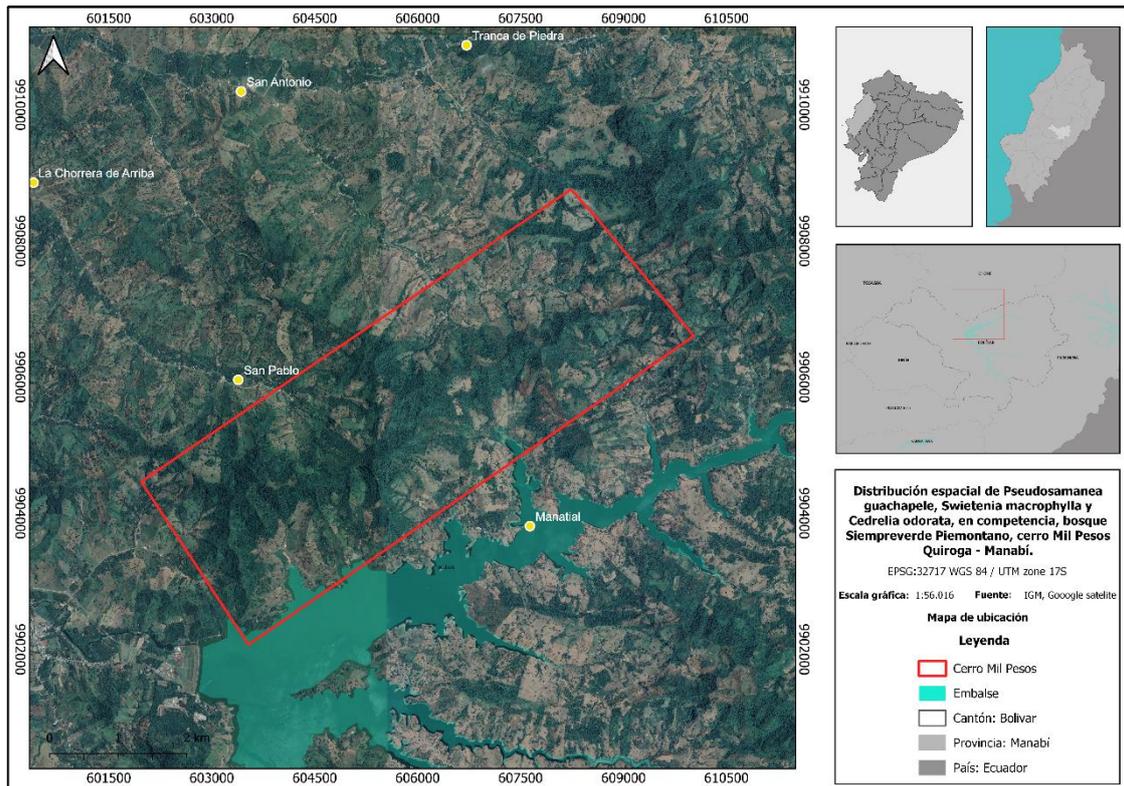


Figura 3. 1. Ubicación del bosque tropical Siempreverde Piemontano en el Cerro Mil Pesos

Fuente. Google maps (2021).

3.2. DURACIÓN

El presente trabajo tuvo una duración de 12 meses a partir de su aprobación.

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.3.1. MÉTODOS

a) MÉTODO BIBLIOGRÁFICO

El método bibliográfico consiste en la revisión del material bibliográfico existente con respecto a la competencia espacial de las especies *Pseudosamanea*

guachapele, *Swietenia macrophylla* y *Cedrela odorata* en el bosque siempreverde piemontano del cerro Mil Pesos Quiroga-Manabí. Es uno de los métodos principales de cualquier investigación que involucre la selección de fuentes de información y se considera un paso importante ya que implica una serie de pasos que incluyen observación, investigación, interpretación, reflexión y análisis para obtener los antecedentes necesarios para desarrollar cualquier investigación (Homenick, 2018).

b) MÉTODO INDUCTIVO - DEDUCTIVO

Según Rodríguez y Pérez (2017), el método inductivo-deductivo se caracteriza por la extracción de principios explicativos de los fenómenos observables, y luego en una segunda etapa, los teoremas que los contienen y hace referencia a estos principios que construyen sobre estos principios. En esta investigación se utilizó este método como estrategia de razonamiento lógico, donde el inductivo permitió utilizar premisas particulares como la caracterización del área de estudio para obtener una conclusión general y el deductivo permitió llegar a conclusiones específicas.

c) MÉTODO ANÁLISIS Y SÍNTESIS

Los métodos analítico y sintético son dos actividades complementarias en el estudio de la realidad compleja. El análisis implica separar las partes de estas realidades antes de conocer sus elementos esenciales y las relaciones entre ellos, y la síntesis se refiere a sintetizar el todo al unir las partes o sus elementos están en contacto entre sí (Molina, 2016). En la investigación se utilizó este método para determinar las causas que influyen en la competencia interespecífica de las especies respecto a las distribuciones espaciales de las mismas.

d) MÉTODO ESTADÍSTICO

El método estadístico consistió en una secuencia de procedimientos para el manejo de los datos cuantitativos de individuos por cada especie en estudio. Las etapas del método estadístico son: recolección y recuento en la fase I, síntesis y análisis en la fase II (Montes, 2018).

3.3.2. TÉCNICAS

a) MUESTREO

El muestreo es un método de selección de miembros individuales o subconjuntos de una población para extraer conclusiones estadísticas de ellos y evaluar las características de la población en su conjunto (QuestionPro, 2018). Se utilizó el muestreo estratificado en el cual se seleccionaron las especies guachapelí (*Pseudosamanea guachapele*), caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro (*Cedrela odorata*) en el cual se eligieron los lugares de muestreo al azar, dependiendo de las características físicas del sitio, como por ejemplo las variables climáticas y la accesibilidad del sitio.

b) OBSERVACIÓN IN SITU

De acuerdo a Recalde et al. (2013) la observación in situ se caracteriza por ser un recurso importante de la observación descriptiva, se la realiza en el lugar de los hechos, es una técnica utilizada por las investigaciones científicas, donde se recolectaron los datos necesarios para la investigación (anexo 1).

3.4. VARIABLES EN ESTUDIO

3.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Competencia del guachapelí (*Pseudosamanea guachapele*), caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro (*Cedrela odorata*).

3.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Distribución espacial.

3.5. PROCEDIMIENTO

3.5.1. FASE I. CUANTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES ARBÓREAS GUACHAPELÍ (*Pseudosamanea guachapele*), CAOBA (*Swietenia macrophylla*) Y CEDRO (*Cedrela odorata*), EN EL

BOSQUE TROPICAL SIEMPREVERDE PIEMONTANO DEL CERRO MIL PESOS DE QUIROGA.

Esta fase estuvo estructurada en dos actividades, las cuales se describen a continuación:

Actividad 1. Reconocimiento del área de estudio

En esta actividad se realizó una visita técnica *in situ* en el cual se siguió lo establecido por López et al. (2021) donde indican que se debe recorrer el área para tener un reconocimiento de la zona de estudio, además de los lugares de acceso a las áreas con menor intervención humana, las características de la zona que más predominancia tiene, es que el cerro Mil Pesos en su mayor parte está constituido por bosque primario, y es un lugar parcialmente intervenido, con laderas empinadas, con una vegetación exuberante. Para ello, se consideró un mapa de identificación de la zona de estudio representada por medio de una imagen ráster utilizando el software Qgis 3.16.

Actividad 2. Cuantificación de las especies en estudio.

Una vez realizado el reconocimiento del área de estudio, se procedió a efectuar la metodología establecida por Zhofre (2013) la cual consistió en dividir parcelas de una hectárea en subtransectos de 400 m² obteniendo un total de 25 subdivisiones (figura 3.2).

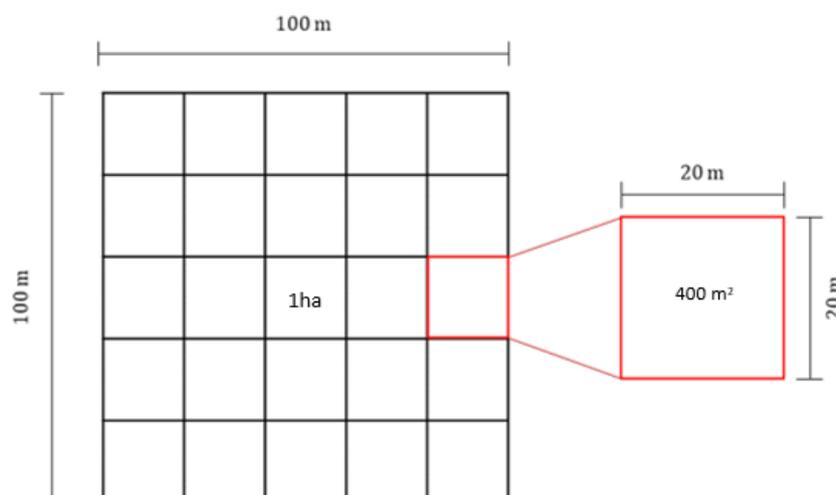


Figura 3. 2. Distribución de las parcelas a caracterizar.

Fuente. Zhofre (2013).

Después de delimitar el área se procedió a contar los árboles de las especies forestales guachapelí (*Pseudosamanea guachapele*), caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro (*Cedrela odorata*), y de esta manera se realiza el inventario de cada una de las especies, los cuales se registraron las siguientes:

- El diámetro a la altura del pecho (DAP) es la sección transversal de un árbol a la altura del pecho, de acuerdo a la metodología de Imaña (2017) se midió con una cinta métrica el diámetro del tronco a una altura de 1,30 m. Debido a que esta es la altura promedio en la que se encuentra el pecho de una persona.
- Altura del árbol.
- Coordenadas UTM de cada árbol.

3.5.2. FASE II. DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL ENTRE LAS ESPECIES FORESTALES NATIVAS MEDIANTE ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD.

Actividad 3. Cálculo de parámetros dasométricos

Con los datos obtenidos del diámetro a la altura del pecho (DAP) se siguió la metodología de Jiménez (2017) quien menciona que en este tipo de investigación es necesario calcular los siguientes parámetros:

- **Área basal** con los datos recolectados en la actividad anterior, se calcula mediante la ecuación 2.1. y 2.2.
- **Factor de forma (F)** para realizar este proceso se deben seleccionar 3 árboles por clase diamétrica, donde se les mide desde el suelo cada 3 m de altura, luego mediante la fórmula de Smalian se obtendrá el volumen real de los árboles (V_a), (Jacobs et al., 2019) ecuación 2.3.

Una vez utilizado el diámetro de la altura del pecho de los 3 árboles por clase diamétrica, se procederá a calcular el volumen del cilindro aplicando la ecuación 2.4. Después de obtener el volumen de los árboles y de los cilindros, se calcula el factor de forma mediante la ecuación 2.5.

Actividad 4. Cálculo de parámetros ecológicos o estructurales de bosque

Con la información recolectada se calculó la frecuencia relativa (FR) la densidad absoluta (D), dominancia relativa (DmR), densidad relativa (DR), e índice valor importancia (IVI) según la metodología de Jacobs (2019) ecuación 2.6, 2.7, 2.8, 2.9 y 2.10 respectivamente.

Actividad 5. Cálculo del índice de diversidad

Una vez calculados los parámetros dasométricos y estructurales se procedió a calcular los índices de diversidad por medio del índice de Simpson (Ec. 2.11), e índice de Shannon Weaver (Ec. 2.12, 2.13). Esto permitió determinar el estado de las especies Guachapelí (*Pseudosamanea guachapele*), Caoba (*Swietenia macrophylla*) y Cedro (*Cedrela odorata*) respecto a su abundancia y dominancia determinando así la competencia entre las mismas (Sánchez et al., 2018).

Actividad 6. Análisis de dispersión de especies

Para el análisis de distribución espacial se utilizó el índice de Morisita-Horn indicado por Sánchez et al. (2017), para el cual se utilizó las parcelas divididas, este Índice usa valores críticos de uniformidad (Mu) y agrupamiento (Mc), para ser utilizados en la homogeneidad del índice donde valores de patrones iguales a 1 significa que la distribución es aleatoria, mayores a 1 se considera agregada y menor que 1 es uniforme (Ec. 2.14).

3.5.3. FASE III. EVALUACIÓN DE LA COMPETENCIA INTERESPECÍFICA ENTRE GUACHAPELÍ (*Pseudosamanea guachapele*), CAOBA (*Swietenia macrophylla*) Y CEDRO (*Cedrela odorata*), BOSQUE TROPICAL SIEMPREVERDE PIEMONTANO DEL CERRO MIL PESOS DE QUIROGA.

ACTIVIDAD 7. Desarrollar el grado de competencia entre las especies

El grado de competencia entre las especies se determinó mediante la metodología de Arnoni et al. (2020) considerando la dominancia de las especies, es decir que, la especie con mayor número de individuos por subtransectos efectuados obtuvo una mayor competencia interespecífica entre especies.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CUANTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES ARBÓREAS DE GUACHAPELÍ (*Pseudosamanea guachapele*), CAOBA (*Swietenia macrophylla*) Y CEDRO (*Cedrela odorata*), EN EL BOSQUE TROPICAL SIEMPREVERDE PIEMONTANO DEL CERRO MIL PESOS DE QUIROGA

En la figura 4.1 se observa el área de estudio, la misma tiene 1'213,651 ha, también se visualiza que este sitio forma parte del cantón Bolívar de la provincia de Manabí. De acuerdo con Ministerio de Turismo del Ecuador (2018) el cerro Mil Pesos está situado a unos 18 km al noreste de la ciudad de Calcuta, en unos de los ramales de la Cordillera de Chongón y Colonche, en este cerro se encuentran un conjunto de picos, el cual forma un ramal que sirve como divisoria de aguas entre los cantones Bolívar y Chone, por su altura respecto al nivel del mar, este cerro considerado es el más alto de la región, y por sus características físicas es de difícil acceso, por medio de la visita técnica no se observaron vías de acceso.

- **Reconocimiento del área de estudio**

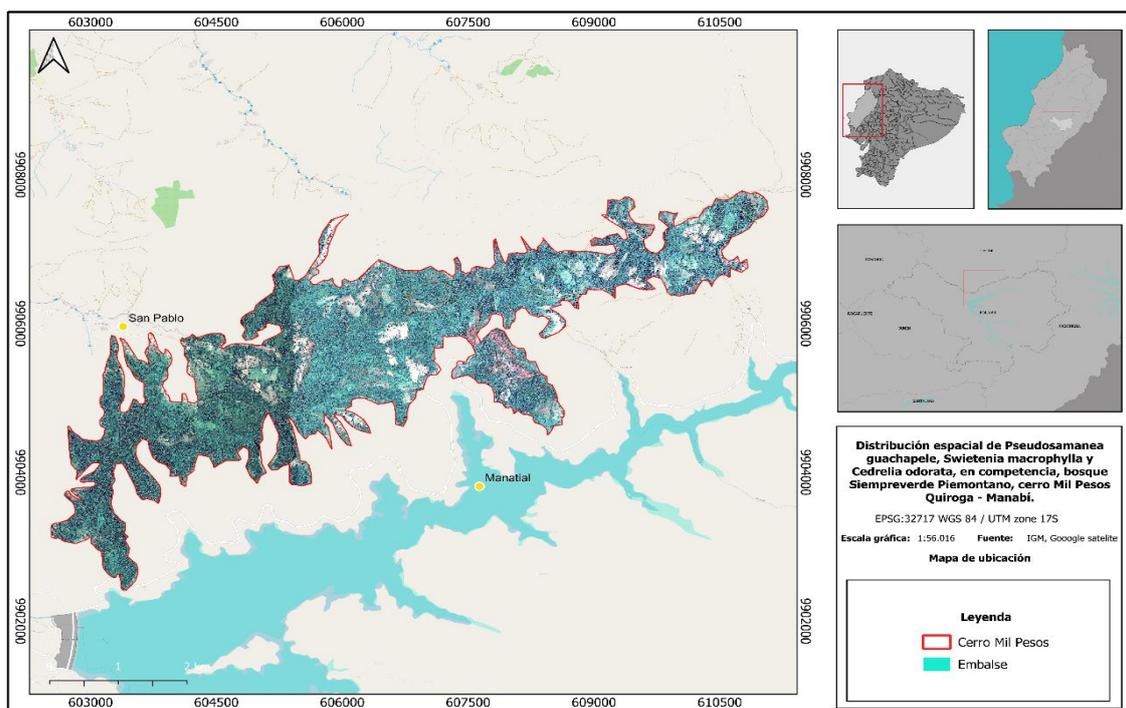


Figura 4. 1. Reconocimiento del área de estudio.

Según indica Franco (2017) es importante que en una investigación sobre especies arbóreas se desarrolle un reconocimiento del área de estudio el cual permita contrastar la información bibliográfica y primaria con elementos visuales que se desarrollan por medio de la observación directa. Esto concuerda con lo establecido por Jiménez (2017) quien menciona que en el reconocimiento de la zona de estudio se establece la visualización de las especies de flora que se tienen en el lugar.

- **Cuantificación de las especies en estudio**

En la figura 4.2 se visualizan 25 subtramos con un área de 400 m² efectuados en la zona de estudio, en los cuales se registraron un total de 140 individuos, representadas por las tres especies en estudio.

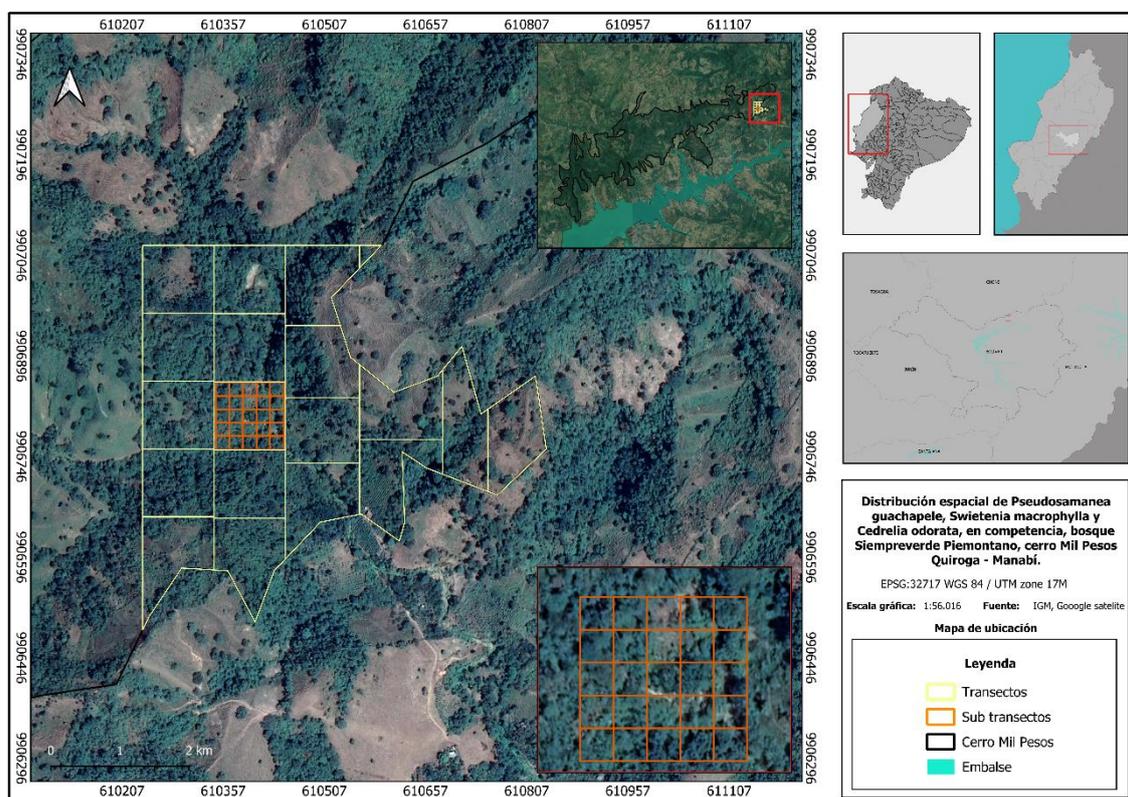


Figura 4. 2. Transectos efectuados en el cerro Mil Pesos.

La tabla 4.1 muestra que existen un total de 140 individuos en el área muestreada, de ellas existen 86 individuos de la especie *Pseudosamanea guachapele* la cual representa 61,4%, el *Cedrela odorata* con 44 individuos 31,4% y *Swietenia macrophylla* con 10 individuos representando el 7,1%.

Tabla 4. 1. Registro de especies presentes en el área de estudio.

Especies	Nombre científico	N° de individuos
Guachapelí	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	86
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	44
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	10
Total		140

Fuente. Elaboración propia

Se efectuaron 25 subtransectos (ST) (anexo 1), se identificaron dos estratos, las alturas mayores estuvo comprendida por 23 m, en las especies: *Cedrela odorata* (22 m), *Swietenia macrophylla* (23 m) y *Pseudosamanea guachapele* (23 m); la circunferencia promedio de las especies estudiadas estuvo dada por 0,83 m de ancho, siendo la especie *Swietenia macrophylla* con mayor circunferencia con 1,65 m y el subtransecto con mayor cantidad de individuos muestreados fue el ST 17, siendo la especie *Pseudosamanea guachapele* la de mayor cantidad localizados en el sitio de estudio, y el subtransecto ST9 tuvo 0 cantidad de individuos de las especies estudiadas.

De acuerdo a Franco (2017) cuando los bosques presentan una intervención derivada de las actividades antrópicas lo que ocurre es que diferentes especies arbóreas no se regeneren y los bosques pierdan su diversidad. Comúnmente en la zona de estudio se utilizan los suelos para la ganadería y la agricultura, esto facilita e incrementa la deforestación de los bosques.

4.2. DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL ENTRE LAS ESPECIES FORESTALES NATIVAS MEDIANTE ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD

En la tabla 4.2 se presenta el cálculo de los parámetros dasométricos obtenidos en la caracterización de las especies, expuestos en el resultado inicial, los cuales se relacionan con el área basal y el volumen de los árboles identificados y medidos con un (DAP) \geq a 10 cm a una altura de 1,3 m.

Cálculo de parámetros dasométricos

Tabla 4. 2. Cálculo de parámetros dasométricos.

Especie	N° de especies	H(m)	C. del tronco	DAP (m) D=C/ π (m)	Área Basal AB = $\pi/4 * DAP^2$	Volumen (V)= AB * H	Volumen de cilindro Vc= (DAP) ² *0,7854*HT	Factor de forma Ff=Va/Vc
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	86	18,15	0,73	0,23	0,04	0,71	0,71	1,00
<i>Cedrela odorata</i>	44	19,39	0,72	0,23	0,04	0,76	0,76	1,00
<i>Swietenia macrophylla</i>	10	20,5	1,19	0,38	0,11	2,25	36,31	0,06

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 4.2 se visualiza que la altura promedio de la especie *Pseudosamanea guachapele* (18,15 m), *Cedrela odorata* (19,39 m) y *Swietenia macrophylla* (10 m), éstas tienen un Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) promedio de 0,28 m, además, el promedio del área basal de las tres especies estuvo comprendido en 0,06 m². También se muestra el volumen, el cual la especie *Swietenia macrophylla* con 2,25 m³, también se visualizó que la especie *Pseudosamanea guachapele* obtuvo 0,71 m³ asimismo se expone el factor de forma, el cual la especie *Swietenia macrophylla* obtuvo un factor de forma de 0,06.

Los resultados tienen similitud con los de Silva (2014) quien indica que en los bosques de Belloto del norte (*Beilschmiedia miersii* (Gay) Kosterm) existieron 45 individuos/ha de plantas juveniles que presentaron un promedio de DAP superior a 10 cm lo que significa que son árboles en plena etapa de regeneración sexual, es decir que estos permiten la consecución de producción y crecimiento de más individuos de especies autóctonas de la zona de estudio. Dichos resultados son similares a los expuestos por Cobeña (2018) quien manifiesta que las variables dasométricas resultaron en promedio del DAP mayor a 10 cm indicando la existencia de individuos adultos jóvenes, lo que hace evidencia de que existe una regeneración de diferentes especies y también muestra que son bosques intervenidos por la especie humana.

- **Cálculo de parámetros ecológicos o estructurales de bosque**

En la tabla 4.3 se detalla las especies representativas de acuerdo al índice de valor de importancia (IVI), además, esta tabla exhibe también los resultados de la densidad absoluta y relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa para cada especie.

Tabla 4. 3. Cálculo de parámetros ecológicos o estructurales de bosque

Espece	Densidad absoluta $D=(NI)/(AM)$	Densidad relativa $DR=(NIE)/(NTI)*100$	Frecuencia relativa $Fr=(NPE)/(\sum fr)*100$	Dominancia relativa $DmR=(ABE)/(ABTE)*100$	Índice valor Importancia $IVI=DR+DmR+FR$
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,0086	60,99	50,00	20,74	131,73
<i>Cedrela odorata</i>	0,0045	31,91	35,71	20,74	88,36
<i>Swietenia macrophylla</i>	0,001	7,09	14,29	58,51	79,9

Fuente. Elaboración propia

La tabla 4.3 muestra que la densidad absoluta de las especies en estudio oscila en un promedio de 0,00470 siendo la especie *Pseudosamanea guachapele* con una densidad de 0,0086. Según indica Navarro et al. (2011) mantener densidades mayores a 0,55 no es recomendable, debido a que si se supera dicho valor se establecerá una mortalidad por competencia entre cada individuo. Entonces se puede afirmar que la densidad visualizada en el estudio es óptima para que las plantas no ejerzan una competencia entre cada una.

Además, la densidad relativa de la especie *Swietenia macrophylla* obtuvo un menor porcentaje con 7,09 y *Pseudosamanea guachapele* mostró un porcentaje de 60,99. La especie *Pseudosamanea guachapele* fue la que registró mayor frecuencia relativa con 50 y la *Swietenia macrophylla* obtuvo 14,29. La distribución de frecuencia de las especies se concertó en una distribución normal, debido a que los valores oscilaron entre el 0,14 a 0,5 g/cm³, de acuerdo con Álvarez et al. (2013) la distribución de frecuencia de las especies es simétrica cuando se ajusta a una distribución normal que se encuentra por 0,114 g/cm³.

Del total de los 25 subtransectos, la especie *Pseudosamanea guachapele* se observó en 20 subtransectos, la *Cedrela odorata* se registró en 16 y la *Swietenia macrophylla* en 7 subtransectos. El IVI se encuentra condicionado por el número y tamaño de los individuos dentro de la parcela, el patrón espacial y el tamaño de las unidades muestrales. De acuerdo a lo anterior según mencionan Campo y Duval (2014) la frecuencia relativa contribuye a reconocer el grado de uniformidad en la distribución de los individuos de cada especie, esto indica que

las especies que presentan un valor mayor son aquellos que poseen un patrón regular, es decir que los individuos se encuentran espaciados entre sí de manera más o menos regular, mientras que aquellas con valor bajo son características de un patrón agregado, lo que indica que los individuos están de dispersos.

Las especies *Pseudosamanea guachapele* y *Cedrela odorata* muestran que son las especies con mayor cobertura, debido a que se encuentran en la mayoría de los subtransectos efectuados, es así que la primera especie se encuentra influenciada principalmente por el número de individuos del total del muestreo, mientras tanto la *Swietenia macrophylla*, tuvo un valor de dominancia influenciado por la cobertura.

El índice de valor de importancia de cada especie se representa en la figura 4.3, donde la especie *Pseudosamanea guachapele* obtuvo el valor (131,73) por lo cual tiene una mayor importancia dentro de la comunidad florística muestreada, este resultado muestra que la *Pseudosamanea guachapele* predomina en la zona de estudio, sin embargo, las especies *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla* no difieren una con otra.

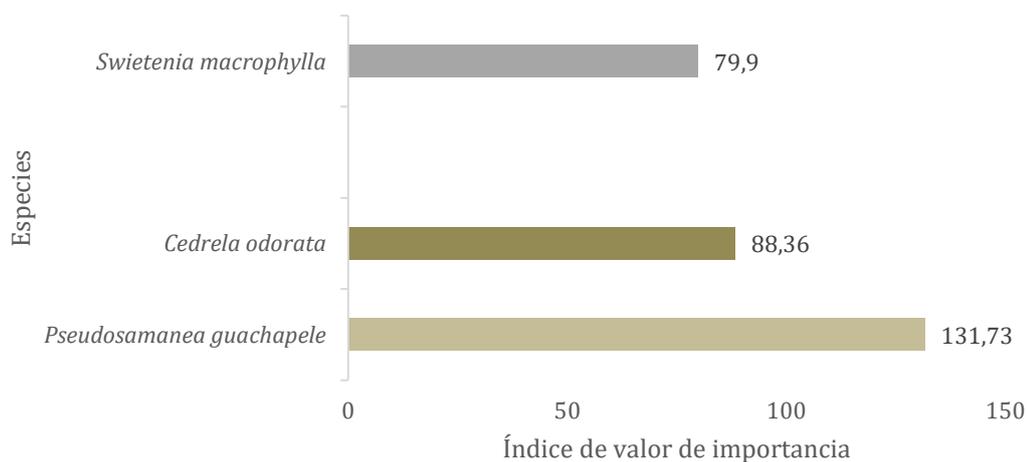


Figura 4. 3.. Índice de valor importancia de cada especie

- **Cálculo del índice de diversidad**

De acuerdo a los resultados expuestos en la tabla 4.4 el índice de diversidad de Simpson de las especies identificadas en el lugar de estudio, es de 0,17 lo que indica que es mayor la diversidad del hábitat, con lo que respecta al índice de diversidad de Shannon-Weaver fue de 0,85 es decir que existe una diversidad de especies alta.

Tabla 4. 4. Cálculo del índice de diversidad.

Índice de Diversidad	Valor
Dominancia_D	1
Simpson_1-D	0,17
Shannon- Weaver_ H	0,85

Fuente. Elaboración propia

Estos resultados concuerdan con los estudios de Noboa (2020), los datos de diversidad de especies obtenidos del índice de Shannon-Weaver se consideran relativamente bajos en todos los sitios, esto se debe a que todos están por debajo de 2, y el índice de Simpson en este estudio es una de sus posiciones separadas por más de 1 ($D = 0.059$), lo que indica una alta expectativa de que los dos individuos seleccionados al azar pertenezcan al grupo de la misma especie, ya que hay especies dominantes y más conocidas. .

- **Análisis de distribución espacial de especies**

El análisis de dispersión de especies, utilizando el índice cuantitativo de Morisita-Horn, se efectuó agrupando las especies registradas en los sitios de muestreo por cada estrato altitudinal, para compararlas entre sí.

Tabla 4. 5. Distribución espacial de especies con índice de Morisita-Horn

Estrato altitudinal (fustales)	Índice de Morisita-Horn
Inferior	2,13
Intermedio	6,72
Superior	1,72

Fuente. Elaboración propia

Según Ledo et al. (2018), la capacidad de detección de patrones espaciales de estos indicadores depende de la escala del modelo espacial y del tamaño de la unidad de muestra. De las tres muestras analizadas, el índice de Morisita muestra un cuadro compuesto en presencia de unidades muestrales muy pequeñas, exhibiendo valores relativamente estables y poca tendencia a la agregación para unidades muestrales más grandes que.

Resultados similares tienen las investigaciones de Blach et al. (2010) quienes indican que el patrón agregado se explica por tener presencia de lluvias constantes con vientos fuertes que originan la caída de los árboles, además, Martínez (2006) manifiesta que el patrón agregado se relaciona con las características topográficas y edáficas, sin embargo, se sugiere que la dispersión de las semillas es baja.

Además, estos valores son cercanos a los encontrados por Montañez et al. (2010), quienes evaluaron la distribución espacial de las especies arbóreas a lo largo de la columna de altura en bosques de altura, donde se registraron cinco (5) especies que representan un mayor grado de agrupamiento apical para el análisis a escala completa con Ip: *Tibouchina lepidota* (Bonpl.) Baill, *Quercus humboldtii* Bonpl, *Brunellia sibundoya* Cuatre, *Protium tovarense* Pittier y *Guettarda crispiflora* Vahl.

4.3. EVALUACIÓN DE LA COMPETENCIA INTERESPECÍFICA ENTRE GUACHAPELÍ (*Pseudosamanea guachapele* K), CAOBA (*Swietenia macrophylla* K) Y CEDRO (*Cedrela odorata* L), BOSQUE TROPICAL SIEMPREVERDE PIEMONTANO DEL CERRO MIL PESOS DE QUIROGA

En la figura 4.4 se muestra que las competencias entre especies se denota que el *Pseudosamanea guachapele* es la dominante en el cerro Mil Pesos, por ser la especie con mayor número de individuos encontrados en área de estudio, además se observa que el *Cedrela odorata*, sigue esta competencia, y queda rezagado el *Swietenia macrophylla*, por tener un número menor de individuo por especie, este nivel de competencia se agudiza y centra sus características por

la condición ambiental de luz que hace que las copas de las especies busquen la luz y exista competencia.

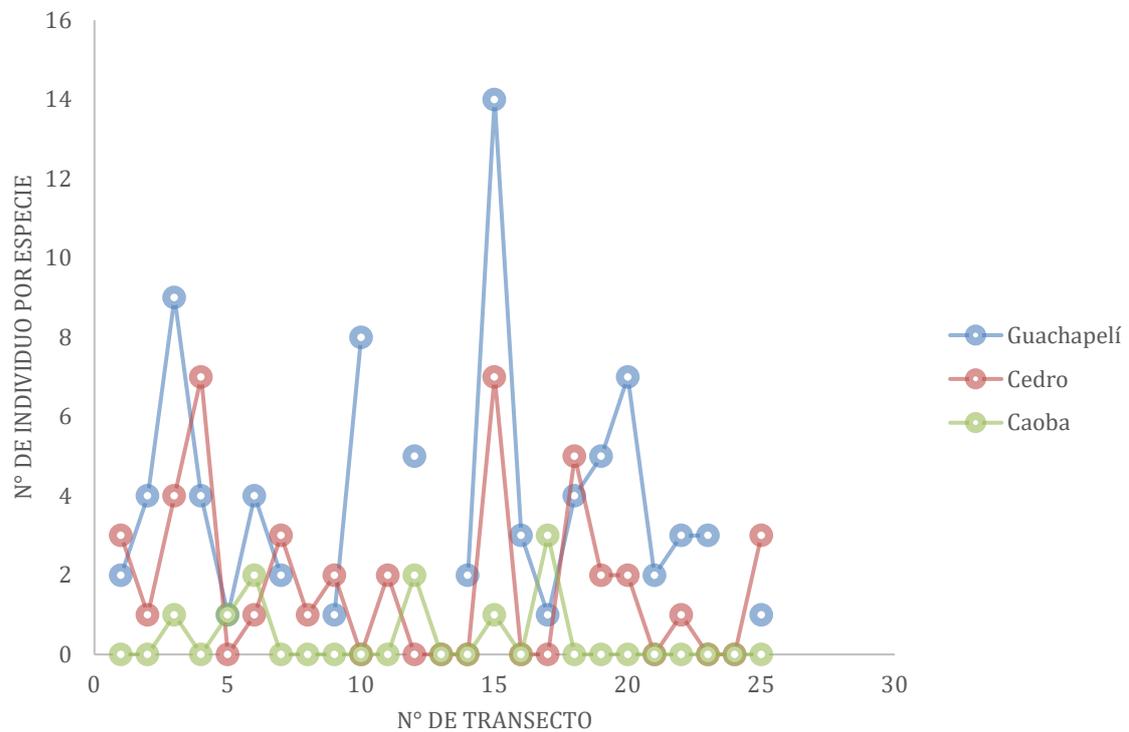


Figura 4. 4. Competencia Interespecífica de las especies en estudio.

De acuerdo con los estudios de Arnoni et al. (2020) la especie *Araucaria angustifolia* por ser la más dominante en dos bosques del sur de Brasil tuvo una competencia interespecífica mayor, debido a su dominancia en el área de estudio, coincidiendo con esto, se encuentra los estudios de Rodríguez (2009) en sembríos de maíz (*Zea mays*) y habas (*Vicia faba*) como los maíces son sembrados en mayor cantidad, compiten por agua, nutrientes, tierra y luz solar, por ello son los de mayor producción.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se identificaron un total de 140 individuos distribuidos en 86 de la especie *Pseudosamanea guachapele*, 44 de *Cedrela odorata*, y 10 de *Swietenia macrophylla*, en un área de 400 m², en los bosques tropicales siempreverde piemontano, los estratos arbóreos frenan la entrada de luz solar y esto dificulta el crecimiento de especies de menor tamaño.
- Los parámetros dasométricos indican que existen árboles en etapa de regeneración, es decir que los individuos se encuentran en constante reproducción, además por medio de los parámetros ecológicos indican que las especies estudiadas no ejercen competencia entre cada una de ellas, asimismo el índice de diversidad de Simpson indica que es mayor la diversidad del hábitat, mientras que el de Shannon-Weaver muestra que existe una diversidad de especies alta. Por su parte la distribución espacial de las especies tuvo un patrón agregado, siendo predominante los fustales intermedios con 6,72 es decir que esta distribución depende de las características del terreno en estudio, principalmente de la luz solar.
- En la competencia interespecífica entre especies es predominante en *Pseudosamanea guachapele* K, ya que es dominante en el cerro Mil Pesos, esto se debe a que abarcó mayores individuos encontrados en el área de estudio, por tal razón, este nivel de competencia se agudiza y centra sus características por las condiciones ambientales del lugar.

5.2. RECOMENDACIONES

- Desarrollar programas de reforestación en el cerro Mil Pesos con la finalidad de conservar las especies nativas de importancia ambiental, entre ellas las de esta investigación, enfocados en la sostenibilidad del ecosistema y las especies que habitan el lugar.
- Establecer lazos entre las instituciones educativas y la comunidad, con el fin de instaurar estrategias de conservación y realicen un registro de las especies de flora y fauna que habitan en el cerro Mil Peso.
- Que la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López, dentro de su programa de vinculación con la comunidad efectúen proyectos que beneficien a la conservación del cerro Mil Pesos, como el proyecto denominado SOS (Salvemos Nuestras Especies).

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, Z., Flores, P., Escobar, J., Quilumba, Y., Sangoquiza, A., y Soria, E. (2020). Bosques del Ecuador. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/476532603/Libro-Los-Bosques-de-Ecuador>
- Aguirre, Z. (2013). Guía metodológica para medir la biodiversidad. Tesis. Área agropecuaria y de recursos naturales renovables carrera de ingeniería forestal. Universidad Nacional De Loja.
- Allen, K., Dupuy, J. M., Gei, M. G., Hulshof, C., Medvigy, D., Pizano, C., Salgado-Negret, B., Smith, C. M., Trierweiler, A., Van Bloem, S. J., Waring, B. G., Xu, X., & Powers, J. S. (2017). Will seasonally dry tropical forests be sensitive or resistant to future changes in rainfall regimes? *Environmental Research Letters*, 12(2), 023001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa5968>
- Alvarado, D. P., y Otero Ospina, J. T. (2015). Distribución espacial del bosque Siempreverde Piemontano tropical en el valle del cauca, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 20(3), 141–153. <https://doi.org/10.15446/abc.v20n3.46703>
- Álvarez, E., Benítez, D., Velásquez, C., y Cogollo, Á. (2013). Densidad básica del fuste de árboles del bosque seco en la costa Caribe de Colombia. *Intrópica: Revista del Instituto de Investigaciones Tropicales*, 8(1), 17-28.
- Arévalo, R. L., y Hernández, R. (2004). Efecto de la absorción de humedad en las propiedades físico - Mecánicas de la madera de caoba (*Swietenia Macrophylla King*). *Colombia Forestal*, 8(17), 110. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2004.1.a08>
- Armendáriz, A., Hamilton, P., Christiane, M., y Robles, C. (2011). Análisis de la herpetofauna de los bosques Siempreverde Piemontanos y de transición de la reserva biológica Tito Santos. Jama, EC. Escuela Politécnica Nacional

- Arnoni, E., Guimarães, C., Schneider, P., Hess, A., Liesenberg, V., & Tagliapietra, C. (2020). Modelado de índices de competencia para *Araucaria angustifolia* en dos sitios en el sur de Brasil. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-92002020000100065&script=sci_arttext
- Barros, V., Melo, A., Santos, M., Nogueira, L., Frosi, G., y Santos, M. G. (2020). Different resource-use strategies of invasive and native woody species from a seasonally dry tropical forest under drought stress and recovery. *Plant Physiology and Biochemistry*, 147, 181–190. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.12.018>
- Bernal, R., Gradstein, S.R. y Celis, M. (eds.). 2015. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Campo, A., y Duval, V. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. *Anales de Geografía*, 1 - 18.
- Cavers, S., Navarro, C., y Lowe, A. J. (2003). Chloroplast DNA phylogeography reveals the colonization history of a Neotropical tree, *Cedrela Odorata*, in Mesoamerica. *Molecular Ecology*, 12(6), 1451–1460. <https://doi.org/10.1046/j.1365-294x.2003.01810.x>
- Cobeña, M. (2018). Caracterización de especies forestales en el refugio de vida silvestre Pacoche. [Tesis de pregrado Universidad Tecnológica Equinoccial]. Repositorio digital de la Universidad Tecnológica Equinoccial https://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/20617/1/9696_1.pdf
- Cornejo, X. (2015). Las especies emblemáticas de flora y fauna de la ciudad de Guayaquil y de la provincia del Guayas, Ecuador. *Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales*, 56-71
- Dünisch, O., Montóia, V., y Bauch, J. (2003). Dendroecological investigations on *Swietenia macrophylla* King and *Cedrela odorata* L. (Meliaceae) in the

central Amazon. *Trees*, 17(3), 244–250. <https://doi.org/10.1007/s00468-002-0230-2>

Echeverry, R. (2011). *Plantas nativas en el jardín botánico Alejandro Von Humboldt de la Universidad de Tolima-Ibagué*. Ibagué: Universidad de Tolima.

Franco, N. (2017). Estudio de diagnóstico, caracterización, inventario de flora y fauna y de biodiversidad en áreas protegidas de la jurisdicción de la CAR. Obtenido de <https://www.car.gov.co/uploads/files/5f5bb241b2746.pdf>

Frosi, G., Barros, V., Oliveira, M., Santos, M., Ramos, D., Maia, C., y Santos, M. G. (2016). Symbiosis with AMF and leaf Pi supply increases water deficit tolerance of woody species from seasonal dry tropical forest. *Journal of Plant Physiology*, 207, 84–93. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2016.11.002>

García, J. (2000). Métodos estadísticos empleados en los artículos originales publicados sobre tabaquismo en cuatro revistas médicas Españolas (1985-1996). *Revista Española de Salud Pública*, 74(1).

Guerra Martínez, F., García Romero, A., y Martínez Morales, M. (2020). Evaluación de la resiliencia ecológica de los bosques tropicales Siempreverde Piemontanos: Una aproximación multiescalar. *Madera y Bosques*, 26(3). <https://doi.org/10.21829/myb.2020.2631983>

Hernández, F., Navarro, C., Peña, R., & Nájera, A. (2017). Patrón de distribución espacial de las especies arbóreas de la región de El Salto, Durango. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales Vol. 9 (47)*, 1 - 18.

Herrera, I. (2019). Ocurrencia de hongos de micorriza arbuscular en caoba (*swietenia macrophylla*), Ucayali. Obtenido de <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3458/49609.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Homenick, Ms. (2018, March 7). Bibliographic research: Definition, types, techniques. Life Persona. <https://www.lifepersona.com/bibliographic-research-definition-types-techniques>

- Hubbell, S. (2001). The unified neutral theory of biodiversity and biogeography (MPB-32). Princeton University Press.
- Imaña-Encinas, J. (2017). Identificación de los diámetros dasométricos de Hohenadl, Weise, Sistema alemán, Lorey, Urich y Hartig. *Revista Forestal Mesoamericana* Kurú, 14(35), 76. <https://doi.org/10.18845/rfmk.v14i35.3155>
- Instituto Alexander Von Humboldt (IAVH). (2019). Bosque Siempreverde Piemontano Colombia: biodiversidad y gestión. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. 32 p.
- Instituto Nacional de Bosques Guatemala. (2017). Cedro (*Cedrela odorata*). Obtenido de http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2802/Technical/CEDROD.pdf
- Jacobs, M., Rais, A., y Pretzsch, H. (2020). Analysis of stand density effects on the stem form of Norway spruce trees and volume miscalculation by traditional form factor equations using terrestrial laser scanning (TLS). *Canadian Journal of Forest Research*, 50(1), 51–64. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2019-0121>
- Jiménez, D. (2017). Generación de indicadores florísticos para el monitoreo de la restauración ecológica en áreas degradadas del bosque siempreverde montano de la cordillera oriental de los andes del sur (bsmn02). Tesis de grado previo a la obtención del título de ingeniero forestal. Universidad nacional de Loja. Ec. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/19052>
- Juárez, Y. (2014). Dasometría. *Diseño y dibujos*. https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/76185/mod_folder/content/0/DASOMETRIA_Apuntes_de_Clase_y_Guia_de_Ac.pdf?forcedownload=1

- Ledo, A., Condés, S., y Montes, F. (2018). Revisión de índices de distribución espacial usados en inventarios forestales y su aplicación en bosques tropicales. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v19n1/a17v19n1>
- Mata, C., Manríquez Morán, N., Octavio Aguilar, P., Sánchez Rojas, G. (2015). Geographical distribution of the species: A concept review. *Acta Universitaria*, 25(2), 3–19. <https://doi.org/10.15174/au.2015.690>
- Meakem, V., Tepley, A., Gonzalez, E., Herrmann, V., Muller, H., Wright, S., Hubbell, S., Condit, R., y Anderson-Teixeira, K. (2017). Role of tree size in moist tropical forest carbon cycling and water deficit responses. *New Phytologist*, 219(3), 947–958. <https://doi.org/10.1111/nph.14633>
- Melo-Cruz, O., Fernandez Mendez, F., Villanueva Tamayo, B., Rodriguez Ministerio de Turismo del Ecuador. (2018). Cerro Mil Pesos. Obtenido de <https://www.turismo.gob.ec/?s=cerro+mil+pesos>
- Molina, S. (2017). El método de análisis y síntesis y el descubrimiento de Neptuno. *Estudios de Filosofía*, 55, 30-53.
- Monarrez-Gonzalez, J., Gonzalez, M., Marquez, M., Gutierrez, P., y Perez-Verdin, G. (2020). Effect of forest management on tree diversity in temperate ecosystem forests in northern Mexico. *PLOS ONE*, 15(5), e0233292. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233292>
- Montes, D. (2018). Métodos de Análisis Estadístico. Obtenido de <https://www.pgconocimiento.com/metodos-de-analisis-estadistico/>
- Moreno, D., Montes, F., Sánchez, M., Alberdi, I., Sánchez de dios, R., Cañellas, I., y Hernández, L. (2016). Cambios en la distribución y abundancia de especies forestales a partir del Inventario Forestal Nacional [Review of Cambios en la distribución y abundancia de especies forestales a partir del Inventario Forestal Nacional]. *Foresta*, 66, 64–68.
- Motz, K., Sterba, H., y Pommerening, A. (2010). Sampling measures of tree diversity. *Forest Ecology and Management*, 260(11), 1985–1996. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.08.046>.
- Navarro, M. 2015. Diagnóstico del estado actual de *Swietenia macrophylla* King (caoba) en los bosques manejados de Quintana Roo, México:

perspectivas para su manejo. Tesis doctoral. Ecología tropical. Universidad Veracruzana. Centro de Investigaciones Tropicales. Veracruz, México.

Navarro Cárcamo, C., Herrera, M. A., Drake Aranda, F., y Donoso, P. J. (2011). Diagrama de manejo de densidad y su aplicación a raleo en bosques de segundo crecimiento de *Drimys winteri* en el sur de Chile. *Bosque (Valdivia)*, 32(2), 175-186.

Newman, D. (2016). El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales. *Laurus*, vol. 12, núm. Ext, 2006, pp. 180-205 Universidad Pedagógica Experimental Libertador Caracas, Venezuela.

Noboa, S. (2020). Evaluación de la composición y estructura del bosque semideciduo en el sector El Cerrito Bajo del recinto Sasay, Santa Ana. Obtenido de http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2658/1/NOBOA_VELEZ_SANTIAGO_ROBERTO.pdf

Noguera, J., González, B., Castro, M., y Garth, Ali.(2002) Dinámica de crecimiento de dos especies forestales del bosque Siempreverde Piemontano deciduo del refugio de vida silvestre Chacocente. *La Calera*, 2 (2). pp. 29-32. ISSN 1998-7846

Ortega, G., y Roth, A. (2014). Participación y deliberación comunitaria en el análisis de políticas públicas sobre bienes comunes y ambientales. *Revista Perspectivas de Políticas Públicas*, (7), 127. doi: 10.18294/rpp.2014.667

Peng, Y., Fan, M., Song, J., Cui, T., y Li, R. (2018). Assessment of plant species diversity based on hyperspectral indices at a fine scale. *Scientific Reports*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-23136-5>

Peñalver, A. (2018). Evaluación del efecto de tratamientos pre germinativos en semillas de Guachapelí (*Albizia guachapele*) en el cantón Guayaquil, provincia del Guayas. Obtenido de

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/10207/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-132.pdf>

- Peñalver, A. (2018). Evaluación del efecto de tratamientos pre germinativos en semillas de Guachapelí (*Albizia guachapele*) en el cantón Guayaquil, provincia del Guayas. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/10207/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-132.pdf>
- Potters, G., Pasternak, T., Guisez, Y., Palme, K., y Jansen, M. (2007). Stress-induced morphogenic responses: Growing out of trouble? *Trends in Plant Science*, 12(3), 98–105. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2007.01.004>
- Powers, J. S., Feng, X., Sanchez-Azofeifa, A., y Medvigy, D. (2018). Focus on tropical dry forest ecosystems and ecosystem services in the face of global change. *Environmental Research Letters*, 13(9), 090201. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aadeec>
- Rekalde, I., Vizcarra, M., y Macazaga, A. (2013). La observación como estrategia de investigación para construir contextos de aprendizaje y fomentar procesos participativos. *Educación XX1*, 17(1). <https://doi.org/10.5944/educxx1.17.1.10711>
- Reynaga, M. (2013). Situación del Perú a nivel mundial en relación al bosque natural. <http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/difusion/Tallares/6-Criterios-medicion-arbol-en-Pie%20.pdf>
- Rodríguez, A. (2009). Factores por los que se puede entablar competencia entre plantas de igual o distinta especie. <https://cienciasycosas.com/2009/05/28/factores-por-los-que-se-puede-entablar-competencia-entre-plantas-de-igual-o-distinta-especie/>
- Rodríguez, A., y Pérez, A. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista Escuela de Administración de negocios*, 1-26.
- Salmerón, A., Geadá, G., y Fagilde, M. (2017). Propuesta de un índice de diversidad funcional: Aplicación a un bosque semideciduo micrófilo de

- Cuba Oriental. Bosque (Valdivia), 38(3), 457–466.
<https://doi.org/10.4067/s0717-92002017000300003>
- Sánchez, F., Valdez, J., Hernández de la Rosa, P., y Beltrán, L. (2019). Distribución y correlación espacial de especies arbóreas por gradiente altitudinal en la Selva Lacandona, Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 10(54). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i54.590>
- Sánchez, M., Fierros, A., Velázquez, A., De los Santos Posadas, H., Aldrete, A., y Cortés, E. (2018). Estructura, riqueza y diversidad de especies de árboles en un bosque tropical caducifolio de Morelos. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(46). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i46.115>
- Santos, N. (2016). Hábitat lumínico, estructura, diversidad y dinámica de los bosques Siempreverde Piemontanos tropicales del alto magdalena. *Colombia Forestal*, 20(1), 19.
<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2017.1.a>
- Silva, H. (2014). Análisis de la distribución espacial de los árboles en los bosques de belloto del norte (*beilschmiedia miersii (gay) kosterm.*) en el Cordón de Cantillana, Región Metropolitana, Chile (Doctoral dissertation, Universidad de Chile).
https://investigacion.conaf.cl/archivos/repositorio_documento/2018/11/03_3_2012-TESIS.pdf
- Shao, H., Chu, L., Jaleel, C., y Zhao, C. (2008). Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. *Comptes Rendus Biologies*, 331(3), 215–225. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2008.01.002>
- Trejo, I., y Dirzo, R. (2002). Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests. *biodiversity and conservation*, 11(11), 2063–2084.
<https://doi.org/10.1023/A:1020876316013>
- Types of sampling: Sampling methods with examples. (2018, April 9). QuestionPro. <https://www.questionpro.com/blog/types-of-sampling-for-social-research/>

- Universidad Continental. (2017). Guía de trabajo de ecología. Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/2746/5/DO_UC_EG_MT_UC0251_2017_I.pdf
- Verdugo, E. (2017). Estructura y diversidad arbórea en un gradiente altitudinal de un bosque mesófilo. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/15938/1/1080290163.pdf>
- Vidal, P. (2017). Firewood and hearths: Middle Palaeolithic woody taxa distribution from El Salt, stratigraphic unit Xb (Eastern Iberia). *Quaternary International*, 457, 74–84. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.07.040>
- Yu, M., Cruz, J., Li, M., y Masoumi, A. (2021). A multiperiod competitive supply chain framework with environmental policies and investments in sustainable operations. *European Journal of Operational Research*. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.07.028>

ANEXOS

Anexo 1. Especies registradas en el área de estudio por transecto, circunferencia y altura.

	N de individuo	Especie	Nombre científico	Circ. (m)	Altura del árbol (m)	
ST 1	2	Guachapelí	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1,02	15	
		Guachapelí	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1,45	17	
	3	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0,98	19	
		Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	1,34	22	
		Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	1,23	20	
	0	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	0	0	
	ST 2	4	Guachapelí	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1,09	21
Guachapelí			<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,97	17	
7		Guachapelí	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,95	16	
		Guachapelí	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1,00	19	
		Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	1,05	19	
		Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	1,25	22	
		Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	1,01	18	
ST 3	2	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0,96	17	
		Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	1,24	22	
	1	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	1,17	21	
		Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	1,05	19	
		Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	0	0	
	ST 4	2	Guachapelí	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1,00	19
			Guachapelí	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1,17	21
2		Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	1,23	21	
		Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	1,16	20	
0	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	1,65	23		
ST 5	8	Guachapelí	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,98	17	
		Guachapelí	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1,34	23	
	0	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	0	0	
		Guachapelí	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,86	16	
ST 6	4	Guachapelí	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1,15	21	
		Guachapelí	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,90	17	
	8	Guachapelí	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1,22	23	
		Guachapelí	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1,09	18	
		Guachapelí	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1,24	22	
	0	Guachapelí	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1,15	21	
		Guachapelí	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1,23	22	
Cedro		<i>Cedrela odorata</i>	0	0		
1	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	0,93	18		

		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,99	19
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,97	18
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1,00	20
		Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0,96	18
		Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0,92	17
	7	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0,96	18
		Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0,97	18
		Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0,83	16
		Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0,98	19
		Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0,91	18
	2	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	1,05	21
		Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	1,02	19
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,97	18
ST 7	3	Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,85	17
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,89	17
	1	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	1,25	21
	0	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	0	0
ST 8	1	Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1,04	19
	0	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	1,26	22
	0	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	0	0
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0	0
ST 9	0	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0	0
	0	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	0	0
	0	Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0	0
		Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0,99	20
ST 10	3	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0,86	20
		Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0,97	18
	0	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	0	0
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,87	18
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,98	20
ST 11	4	Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,79	17
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1,00	21
	1	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	1,00	21
	2	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	1,03	19
		Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	1,34	22
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,96	18
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,92	17
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,96	18
ST- 12	9	Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,97	18
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,83	16
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,98	19

		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,91	18
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1,05	21
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1,02	19
	0	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0	0
	0	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	0	0
	1	Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,97	19
ST 13	0	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0	0
	1	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	1,23	21
	0	Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0	0
		Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0,96	18
ST 14	4	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0,97	18
		Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0,83	16
		Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0,96	18
	0	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	0	0
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,93	18
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,97	18
	5	Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,99	19
ST 15		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,97	18
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1,00	20
	1	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	1,03	20
		Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	1,24	21
	3	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	1,16	20
		Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	1,31	21
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,97	18
ST 16	2	Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,97	18
	0	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0	0
	0	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	0	0
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,87	18
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,98	20
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,79	17
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1,00	21
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1,00	21
S17	14	Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1,03	19
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1,34	22
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,96	18
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,92	17
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,96	18
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea</i>	0,97	18

			<i>guachapele</i>		
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,83	16
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,98	19
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,91	18
		Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	1,05	21
	3	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	1,02	21
		Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	1,01	20
	0	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	0	0
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,87	18
	3	Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,98	20
ST 18		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,79	17
	1	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	1,00	21
	0	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	0	0
	0	Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1,03	19
ST 19	2	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	1,34	22
		Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0,96	18
	0	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	0	0
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,92	17
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,76	16
	5	Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,94	17
ST 20		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,87	16
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,98	18
	0	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0	0
	0	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	0	0
ST 21	0	Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0	0
	0	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0	0
	0	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	0	0
ST 22		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,87	16
	2	Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,76	15
		Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	1,03	19
		Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	1,34	22
	5	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0,96	18
		Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0,92	17
		Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0,96	18
	0	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	0	0
ST 23		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,86	17
	3	Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,84	17
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,97	18
	0	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0	0
	0	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	0	0
ST 24	7	Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1,09	21

		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,97	17
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,95	16
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1,00	19
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1,05	19
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1,25	22
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	1,01	18
	2	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0,96	17
		Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0,98	18
	0	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	0	0
ST 25		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,87	18
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,84	17
	4	Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,92	18
		Guachapeli	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	0,89	17
	2	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	1,02	21
		Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	1,00	20
	0	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	0	0

Anexo 2. Reconocimiento de la zona de estudio

Anexo 3. Cuantificación de las especies arbóreas en estudio