

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Totonicapán
Departamento de Ejercicio Profesional Supervisado
Ingeniería Forestal



Tesis:

Diversidad de especies nativas forestales y arbustivas del remanente del bosque ripario en el distrito de cultivo de palma de aceite Palma Maya:

Estudio realizado en finca Palma Maya de la empresa AGROACEITE, S.A. en el municipio de Génova Costa Cuca, departamento de Quetzaltenango.

Eduardo Misael Bulux Tzul
Carné: 201141314.

Totonicapán, Guatemala, noviembre de 2020.

Autoridades Universitarias.

RECTOR

MSC. Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos

Miembros del Consejo Directivo del Centro Universitario de Totonicapán

M.A. Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval	Director General
Ing. Erick Rocael de León Guzmán	Secretario del Consejo Directivo
M.A. Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez	Representante docente de la Facultad de Ingeniería
Dr. Julián Alejandro Saquimux Canastuj	Representante docente de la Facultad de Ciencias Médicas
Dr. Juan Carlos Godínez Rodríguez	Representante del Colegio de Abogados y Notarios de Guatemala.
Srita. Valeska Jimena Contreras Paz	Representante estudiantil de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
Sr. Erwin Esteban Molina Díaz	Representante estudiantil de la Facultad de Ciencias Económicas

Autoridades del Centro Universitario de Totonicapán

M.A. Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval	Director General
Ing. Erick Rocael de León Guzmán	Planificador Académico
Lic. Arnoldo René Castañón Ramírez	Coordinador Académico

Coordinación del Departamento de EPS

Licda. Fabiana Camila Tzul de Alvarado

Coordinadora del Departamento del Ejercicio Profesional Supervisado

Coordinador de la carrera

Ing. For. Jaime Javier Martínez Leiva

Ingeniería Forestal

Asesor (a)

Inga. Agrma. Mayra Patricia Cabrera González

Ref. D-I.MA.-CHAS/LIC.M.A/CUNTOTO

Número 001-2020

El Director del Centro Universitario de Totonicapán de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen de aprobación con referencia DICTAMEN DE TESIS No.11-2020 PLANIFICACIÓN ACADEMICA, emitido por el Planificador Académico del Centro Universitario de Totonicapán el Ingeniero Erick Rocael de León Guzmán, al informe final de tesis presentado por el estudiante universitario **EDUARDO MISAEL BULUX TZUL**, registro académico **No. 201141314**, de la carrera de **INGENIERIA FORESTAL**, informe titulado **“Diversidad de especies nativas forestales y arbustivas del remanente del bosque ripario en el distrito de cultivo de palma de aceite Palma Maya: Estudio realizado en finca Palma Maya, de la empresa AGROACEITE, S.A. en el municipio de Génova Costa Cuca, departamento de Quetzaltenango”**, para lo cual esta dirección **AUTORIZA** la impresión de cuatro (4) ejemplares del mismo y copia en electrónico (CD) del trabajo anteriormente descrito, mismos que deben entregarse a donde corresponde.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



M.A. Carlos Humberto Aroche Sandoval
Director
Centro Universitario de Totonicapán

cc. archivo

DICTAMEN DE TESIS NO. 11-2020
PLANIFICACIÓN ACADEMICA

Por este medio se informa que se tuvo a la vista el informe final de tesis del estudiante **EDUARDO MISAEL BULUX TZUL**, registro académico No. **201141314**, de la carrera de **Ingeniería Forestal**, titulado **“Diversidad de especies nativas forestales y arbustivas del remanente del bosque ripario en el distrito de cultivo de palma de aceite Palma Maya: Estudio realizado en finca Palma Maya, de la empresa AGROACEITE, S.A. en el municipio de Génova Costa Cuca, departamento de Quetzaltenango”**, contando con la asesoría, revisión y aprobación de la **Inga. Mayra Patricia Cabrera González**. Así mismo se tuvo a la vista el Dictamen de revisión emitido por la jefatura de la Biblioteca, con referencia Oficio Ref. No. TESIS/11-2020 de fecha 16 de noviembre de 2020, donde se informa que se ha cumplido con “observaciones en la redacción y estilo que deben estar acordes a un trabajo académico de grado exigidos por este Centro Universitario y la Universidad de San Carlos de Guatemala”, por lo cual se emite **DICTAMEN FAVORABLE** al trabajo mencionado.

Y para los usos que al interesado convenga, se extiende, firma y sella el presente a los dieciséis días del mes de noviembre de 2020.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”.



Ing. Erick Rocaél de León Guzmán
Planificador Académico

Totonicapán, 16 de noviembre de 2020

Ing. Erick Rocael de León Guzmán
Planificador Académico
Centro Universitario de Totonicapán

Respetable Planificador Académico

Por este medio me dirijo a usted con el propósito de informar que se presentó a la Jefatura de esta Biblioteca a revisión el **Informe de final de Tesis** del (la) estudiante **EDUARDO MISAEL BULUX TZUL**, Registro académico # **201141314**, titulado: **“Diversidad de especies nativas forestales y arbustivas del remanente del bosque ripario en el distrito de cultivo de palma de aceite Palma Maya: Estudio realizado en finca Palma Maya, de la empresa AGROACEITE, S.A. en el municipio de Génova Costa Cuca, departamento de Quetzaltenango”**, contando con la asesoría, revisión y aprobación del (la) **Inga. Agrma. Mayra Patricia Cabrera González**. Al mencionado informe se le efectuó observaciones en la redacción y estilo que deben de estar acordes a un trabajo académico de grado exigidos por este Centro Universitario y la Universidad de San Carlos de Guatemala, mismas que fueron atendidas por el (la) estudiante, por lo que solicito a usted se pueda emitir el **DICTAMEN FAVORABLE** para que éste (a) pueda continuar con las gestiones previas a su graduación.

Sin otro particular a la presente, me suscribo de Usted.

Atentamente,

F. 
Bib. Mario Santiago Pérez



“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Dedicatoria

A Dios	Por ser la fuente de sabiduría y entendimiento, quien con su misericordia y bendición me permite culminar con éxito una meta más.
A mis Padres	José Bulux y Graciela Tzul por su apoyo incondicional y ejemplo de perseverancia, por el amor brindado en las etapas de mi vida y por motivarme a lograr mis metas.
A mis hermanas	Gricelda, Victoria y Amanda por el apoyo incondicional proporcionado en los momentos necesarios y el cariño sincero y por motivarme a ser mejor persona.
A mis abuelos	Nicolás Bulux, María Socop, Félix Tzul y Catarina Baquix (†) por los consejos brindados.
A mi familia en general	Tíos, primos y demás familiares que son parte importante de mi vida por el apoyo proporcionado y por compartir alegrías y tristezas.
CUNTOTO / USAC	Por mi formación académica profesional, esperando que el trabajo de investigación realizado aporte y retribuya todo el conocimiento que el centro universitario me brindó.

Agradecimientos

A Dios	Por permitirme cumplir esta meta, que significa dedicación, esfuerzo y perseverancia para lograr este objetivo. Gracias Dios por tus bendiciones.
A mis padres	Por brindarme su apoyo e inculcarme valores, por guiar mi vida por la senda de la sabiduría, por el cariño brindado en los momentos de dificultad, les brindo todo este esfuerzo como obsequio a su amor brindado.
A mis hermanas	Por su compañía, por sus buenas intenciones y por compartir las alegrías, las dificultades. Gracias por todo.
A mi asesora	Inga. Agrma. Mayra Cabrera por brindarme el conocimiento y la asesoría técnica en la fase de planificación y ejecución de la investigación.
Agradecimiento especial	Al Ing. For. Sergio Gómez (†) por fomentarme la devoción a las ciencias forestales, motivarme a culminar mis metas y sobre todo por los consejos que me brindó para ser una mejor persona.
Docentes	Por brindar sus conocimientos, esfuerzos y dedicación en mi formación académica profesional en las ciencias forestales.
Al CUNTOTO	Por formarme en sus aulas y a los catedráticos que impartieron los conocimientos que me formaron en ciencias forestales.
A AGROACEITE, S.A.	Por brindarme el apoyo, los recursos y la oportunidad de desarrollar la presente investigación.
A cada persona	Que aportó y colaboró de alguna manera en el proceso de ejecución de la investigación.

Índice general

Contenido	Páginas
Hoja de respeto	
Carátula interna	
Hoja de Dictamen de Dirección	
Hoja de Dictamen de Planificación Académica	
Hoja de Dictamen de Biblioteca	
Dedicatoria	11
Agradecimientos	13
Índice general	15
Índice de tablas	19
Índice de figuras	20
Resumen	22
K'utb'al pa ri cha'ab' al K'iche'	23
Abstract	24
Introducción	26
Capítulo I	28
1.1 Marco contextual	28
1.1.1 Ubicación geográfica del área de estudio.	28
1.1.2 Zona de vida.	28
1.1.3 Región fisiográfica.	29
1.1.4 Hidrografía.	30
1.1.5 Clima.	30
1.1.6 Suelos.	30
1.2 Antecedentes	32
1.3 Marco teórico	41
1.3.1 Características del bosque tropical.	41
1.3.2 Bosque ripario.	42
1.3.3 Importancia ecológica de los bosques de ribera.	43
1.3.4 La estructura vertical.	43
1.3.5 La estructura horizontal.	44
1.3.6 Abundancia.	45

1.3.7	Abundancia absoluta.	45
1.3.8	Abundancia relativa.	45
1.3.9	Dominancia.....	45
1.3.10	Dominancia absoluta.	45
1.3.11	Dominancia relativa.	45
1.3.12	Frecuencia.....	46
1.3.13	Frecuencia absoluta.	46
1.3.14	Frecuencia relativa.	46
1.3.15	Índice de valor de importancia.	46
1.3.16	Comunidad vegetal.....	47
1.3.17	Biodiversidad.	47
1.3.18	Biodiversidad alfa.	48
1.3.19	Análisis estructural.....	48
1.4	Marco legal	50
Capítulo II		53
2.1	Planteamiento del problema	53
2.2	Objetivos	54
2.2.1	General.....	54
2.2.2	Específicos.	54
2.3	Hipótesis	55
2.4	Variables	55
2.4.1	Definición de variables.....	56
2.5	Alcance	59
2.5.1	Geográfico.....	59
2.5.2	Social.....	59
2.5.3	Temporal.	59
2.6	Límite	60
2.6.1	Financiero.....	60
2.6.2	Geográfico.....	60
2.6.3	Social.....	60
2.7	Aporte	60
2.7.1	Técnico.....	60
2.7.2	Social.....	60
2.7.3	Profesional.	61

Capítulo III	62
3.1 Metodología	62
3.1.1 Enfoque de la investigación.	62
3.1.2 Tipo de investigación.	62
3.1.3 Método.	62
3.1.4 Técnicas e instrumentos.	63
3.1.5 Consulta bibliográfica.	63
3.1.6 Observación dirigida.	63
3.1.7 Mediciones de parámetros dasométricos y ecológicos.	63
3.1.8 Muestreo.	64
3.1.9 Curva de acumulación de especies.	67
3.1.10 Ecuación de Clench.	69
3.1.11 Índice de Shannon.	72
3.1.12 Análisis estructural de la vegetación en las unidades de muestreo. ...	73
3.1.13 Recursos.	79
3.1.14 Talento humano.	79
3.1.15 Físicos.	79
3.1.16 Financiero.	80
Capítulo IV	81
4.1 Resultados	81
4.1.1 Datos generales del área de estudio.	81
4.1.2 Distribución de las unidades de muestreo.	81
4.1.3 Riqueza de especies del remanente del bosque ripario de la Finca Palma Maya.	82
4.1.4 Estimación de la riqueza de especies y esfuerzo de muestreo.	88
4.1.5 Análisis del índice de biodiversidad de Shannon.	90
4.1.6 Análisis de índice de similitud de Sorensen por unidades de muestreo.	92
4.1.7 Análisis estructural horizontal y vertical del remanente del bosque ripario.	96
4.1.8 Índice de valor de importancia I.V.I.	100
4.1.9 Coeficiente de mezcla (C.M.)	102
4.1.10 Descripción de los perfiles de la vegetación de las unidades de muestreo.	103
4.2 Comprobación de hipótesis	116

4.3 Interpretación de resultados	116
4.4 Discusión	117
Conclusiones	119
Recomendaciones	122
Referencias bibliográficas	125
Apéndices	130
Apéndice A. Boleta de registro de datos de las unidades de muestreo.	130
Apéndice B. Mapa de ubicación de finca Palma Maya	131
Apéndice C. Inventario de familias y especies registradas en el remanente del bosque ripario de finca Palma Maya.	132
Apéndice D. Tabla binaria de presencia - ausencia de las especies por unidad de muestreo.	133
Apéndice E. Tabla de índice de diversidad de Shannon por unidad de muestreo (parcela).	134
Apéndice F. Grafica de índices de diversidad de Shannon por unidad de muestreo (parcelas).	135
Apéndice G. Tabla y gráfica de distribución de individuos y porcentaje de individuos por clase diamétrica.	135
Apéndice H. Matriz de cálculo del índice de valor de importancia I.V.I. de las especies del remanente del bosque ripario.	136
Apéndice I. Tabla de registro de individuos por especies en las unidades de muestreo.	137
Apéndice J. Tabla de rangos del coeficiente de mezcla.	139
Apéndice K. Tabla de especies amenazadas con base a los apéndices de LEA y CITES	139
Apéndice L. Tabla del estrato arbóreo nombre científico y autor de las especies.	140
Apéndice M. Tabla del estrato arbustivo, nombre científico y autor de las especies.	141
Apéndice N. Fotografías de las actividades de campo.	142

Índice de tablas

Tabla 1. Coordenadas GTM del área de estudio, Finca Palma Maya	28
Tabla 2. Operacionalización de variables.	58
Tabla 3. Matriz para organizar la información y calcular el índice de Shannon.	73
Tabla 4. Matriz de cálculo de valor de importancia.	77
Tabla 5. Recurso humano.	79
Tabla 6. Recursos humanos.	79
Tabla 7. Recursos financieros.	80
Tabla 8. Inventario de familias, número de géneros, número de especies del remanente del bosque de ribera del río Rosario y Batzá.	83
Tabla 9. Índices de diversidad de Shannon.	90
Tabla 10. Matriz de cálculo del índice diversidad de Shannon.	91
Tabla 11. Tabla de criterio de similitud de Sorensen.	93
Tabla 12. Matriz de similitud de Sorensen.	93
Tabla 13. Índice de valor de importancia de las especies con dominancia ecológica del remanente del bosque ripario de finca Palma Maya.	100
Tabla 14. Matriz de coeficiente de mezcla de las unidades muestréales del remanente del bosque ripario de finca Palma Maya.	103

Índice de figuras

Figura 1. Curva de acumulación de especies.	68
Figura 2. Mapa de distribución de las unidades de muestreo del remanente del bosque ripario de finca Palma Maya.	81
Figura 3. Porcentajes (%) de las especies agrupadas por familia del remanente del bosque ripario de finca Palma Maya.	84
Figura 4. Porcentajes (%) de especies por género del remanente del bosque ripario de finca Palma Maya.	85
Figura 5. Porcentaje (%) de especies arbóreas y arbustivas del remanente del bosque ripario de finca Palma Maya.	87
Figura 6. Curva de acumulación de especies aplicando la ecuación de Clench del remanente del bosque ripario de finca Palma Maya.	89
Figura 7. Análisis de conglomerado, basado en datos de presencia – ausencia de especies en 10 unidades de muestreo del remanente del bosque ripario de finca Palma Maya.	95
Figura 8. Clases diamétricas del remanente del bosque ripario de finca Palma Maya.	96
Figura 9. Abundancia relativa de las especies registradas en el remanente del bosque ripario de finca Palma Maya.	97
Figura 10. Dominancia relativa (m ²) de las especies registradas en el remanente del bosque ripario de finca Palma Maya.	98
Figura 11. Frecuencia relativa de las especies registradas en el remanente del bosque ripario de finca Palma Maya.	99
Figura 12. Índice de valor de importancia (%) de las especies registradas en el remanente del bosque ripario de finca Palma Maya.	101
Figura 13. Perfil de planta de la estructura horizontal de las especies registradas en la unidad de muestreo 1.	104
Figura 14. Perfil de planta de la estructura horizontal de las especies registradas en la unidad de muestreo 2.	105
Figura 15. Perfil de planta de la estructura horizontal de las especies registradas en la unidad de muestreo 3.	106
Figura 16. Perfil de planta de la estructura horizontal de las especies registradas en la unidad de muestreo 4.	107

- Figura 17. Perfil de planta de la estructura horizontal de las especies registradas en la unidad de muestreo 5. 108
- Figura 18. Perfil de planta de la estructura horizontal de las especies registradas en la unidad de muestreo 6. 109
- Figura 19. Perfil de planta de la estructura horizontal de las especies registradas en la unidad de muestreo 7. 110
- Figura 20. Perfil de planta de la estructura horizontal de las especies registradas en la unidad de muestreo 8. 111
- Figura 21. Perfil de planta de la estructura horizontal de las especies registradas en la unidad de muestreo 9. 112
- Figura 22. Perfil de planta de la estructura horizontal de las especies registradas en la unidad de muestreo 10. 113
- Figura 23. Estructura de alturas del remanente del bosque ripario de finca Palma Maya. 114
- Figura 24. Alturas promedio de las especies del remanente del bosque ripario de finca Palma Maya. 115

Resumen

La investigación titulada “Diversidad de especies nativas forestales y arbustivas del remanente del bosque ripario en el distrito de cultivo de palma de aceite Palma Maya, AGROACEITE, S.A.” se ejecutó mediante el método de enfoque mixto (cualitativo – cuantitativo) tipo transversal y deductivo, cuyo objetivo fue explorar, describir y generar conocimientos sobre la diversidad y distribución de las especies forestales y arbustivas de las microcuencas de los ríos El Rosario y Batzá donde fueron instalados 10 unidades de muestreo con dimensiones de 50 x 10 metros (500 metros cuadrados m²)

En las unidades de muestreo se registró la riqueza arbórea y arbustiva mediante la presencia y ausencia de los especímenes, identificando 38 especies distribuidas en 33 géneros y 17 familias. Además, fueron registradas las variables estructurales de cada individuo (Altura del árbol, diámetro, área basal, ancho de copa) y la ubicación geográfica de los mismos.

Para determinar la calidad del muestreo realizado se aplicó el método de curva de acumulación de especies y la ecuación de Clench, se determinó un esfuerzo del 81 % y una pendiente del 0.57 mayor a uno, ello indica heterogeneidad en la distribución de las especies dentro de las unidades muestrales, lo cual se demuestra en el índice de similitud de Sorensen siendo el valor de 0.643 el más alto entre parcelas teniendo una significancia medianamente similares florísticamente (Tabla 12, Fig. 7). Mediante la aplicación del índice de Shannon para el remanente del bosque ripario se determinó que el valor es $H = 3.285$, indicando que el sitio de estudio tiene una diversidad media, basado en la distribución y presencia de las especies en las unidades de muestreo, respecto al índice de valor de importancia la especie con el mayor valor corresponde a: ***Ceiba pentandra*** (ceiba) con una proporción del 8,95 % y ***Brosimum alicastrum*** (ujuxte) con el 7.64 % basado en la abundancia, dominancia y frecuencia de cada especie.

Palabras clave: Guatemala, especies forestales. Guatemala, bosques ribereños, Bosques riparios. Palma de aceite.

K'utb'al pa ri cha'ab' al K'iche'

We tzukno'jchak ub'i jalajoj b'antajik rech wäch najtir uwäch káchélaj jel b'enché rech uk'axelaj ch'e chu chi tak nima rech uwäch ulew ruq' tikonem rech upa ch'eqepow'aj mayib' AGROACEITE, S.A. xkoj che we chak ri b'e'al tijonik b'eyal chak keb'ub'eyal b'e ukux chak jalajoj nab'e tanaj are ri ub'eyal solwach rukab'tanaj are ri chomanen, ri riq'tiji re chomanem jalajoj, jalb'anem rech man káx ub'anik ruq ri raybál ub'anik, rech kotone, ub'antaiik, uyaik' k'ak taq' etamab'al chomaniq, puwi ri jalajoj taq' jachanem wäch ri uwäch tak ché jel b'enche' jel tak b'ulb'ux k'iyib'al ja' rech ri nima' ri komon El Rosario ri Batzá jawi xb'anik lajaj junal jastaq rech ri kutunik' uketb'al rech uqajb'alil re 50 X 10 etokal (500 m²).

Rech ri lajaj junal kutumen riq ri q'énomal ri rech' b'ulbux che rachil ri b'enche' ruq ri k'olem, xuq'uje ri mamkólem taj ruk ri jalajojwach xukuje rik' taj jalajoj 38 wäch jawi ejachomen wi 33 ajawan ib' ruk 17 juja winak, xukuje b'an solonem rech ri jastak ri katzukuxiq rech ajilatz'ib'uwechikel le solb'alrij chak rech jujunal taq'winak.

Rech Imat'anem ri jelik ri solinik' xkoj ri ub'eyal chak ub'l re solonem jusetaj mulinem wäch, ri solma'eta'matäl rech Clench, xb'anq'tab'anik rech káxköl chak 81 % ruk rujun pajalinik'rech 0.57 ko sab'alaj junal nim unimal wäch junaj ruk' wa wekutunik kíb'ij ki ri junumajtanem ruk' sonseren ruk'ri jolinem 0.643 ri nim unimal che' uwech ulew ruk ri kari'k'ital uwech jalajoj jastak jelik k'olik uwäch xukuje ke junumatajik kech ub'eya'a uwachib'al urexal uwachulew.

Ruk rub'antajinak rukojik ri rech ucholajil re Shannon uloq ri uk'axwach ri k'achelaj chunakaj ri nimä re imat'anem ri uno'jkaslemal are $H = 3.285$ ub'ixbal jawi koliq rix rik'itajik ri ub'anik ri chak nim laj chomanem ko sab'alaj jalajoj uwäch nik'aj tanaj, ukuxal ri jachonik rech kólik k'i uwäch pa ri junal junamil re kutunemak, rech ri I.V.I le uwäch ruk ri nimalaj uno'jaslemal rech ri che': ***Ceiba pentandra*** (ceiba) ruk ri unimal ubantajik ri 8,95 % y ***Brosimum alicastrum*** (ujuxte) ruk ri rech ri 7.64 % sab'alaj uwachim rib ri ki k'oliq ruk ri k'ya'limul sab'alaj utur uwech ri uk'iyal rech jujun uwäch jalajoj wachibál.

Ri retal we chij. Rech ri jalajoj ri uwäch ub´antajik ri nim káchelaj, ruk´ rech unak´aj k´achelaj k´oli b´al unakaj nima´, xukuje ri k´iya´imul, utur uwech ri uk´iyal ruk ri wachinik´, ruk ri uno´j k´aslemal ruk ujunimal rech.

Abstract

The research entitled "Diversity of native forest and shrub species of the riparian forest remnant in the oil palm growing district Palma Maya, AGROACEITE, S.A." It was executed using the cross-sectional and deductive method of mixed approach (qualitative - quantitative), whose objective was to explore, describe and generate knowledge about the diversity and distribution of forest and shrub species in the micro-basins of the El Rosario and Batzá rivers where they installed 10 sampling units with dimensions of 50 x 10 meters (500 square meters m²)

In the sampling units, the tree and shrub richness was recorded through the presence and absence of the specimens, identifying 38 species distributed in 33 genera and 17 families. In addition, the structural variables of each individual (tree height, diameter, basal area, crown width) and the geographical location of the mimes were recorded.

To determine the sampling effort carried out, the species accumulation curve method and the Clench equation were applied, an effort of 81% and a slope of 0.57 greater than one were determined, this indicates heterogeneity in the distribution of the species within the sampling units, which is demonstrated in the Sorensen similarity index, the value of 0.643 being the highest index among shearwaters having a significance of moderately similar floristically (Table 12, figure 7). By applying the Shannon index for the remnant of the riparian forest, it was determined that the value is $H = 3,285$, indicating that the study site has a medium diversity, based on the distribution and presence of the species in the sampling units, with respect to IVI the species with the highest value corresponds to: ***Ceiba pentandra*** (ceiba) with a proportion of 8.95% and ***Brosimum alicastrum*** (ujuxte) with 7.64% based on the abundance, dominance and frequency of each species.

Keywords. Diversity of forest species, forest structure, riparian forests, riparian forests.

Introducción

Los bosques ribereños son ecosistemas caracterizados por su vinculación a la ribera de un río, generalmente constituidas como una franja de vegetación estrecha que se dispone a lo largo de los cursos de agua, ellos protegen las riberas de los ríos y evitan la erosión, además estas zonas albergan diversidad de especies (flora y fauna) y proveen un microclima que modera el ambiente acuático, incorporan nutrientes, los transforma, aportan detritus (forma de alimento) a las aves y especies acuáticas, asimismo ofrecen productos naturales que pueden ser aprovechados por el hombre.

Los bosques riparios de la costa sur de Guatemala se ubican dentro de la región tropical de acuerdo con la clasificación de Holdridge, constituida por bosques con una gran diversidad de flora y fauna. Los suelos de los bosques de ribera son exclusivamente de vocación forestal, pero por el crecimiento demográfico, el asentamiento de comunidades rurales y la expansión de la frontera agrícola se ve amenazada su conservación, debido a la demanda, explotación de los bienes y recursos que estos bosques proporcionan.

AGROACEITE, S.A. es una empresa dedicada al cultivo sostenible de palma de aceite, el cual implementa el programa de Conservación de Ecosistemas con la finalidad de proteger los bosques existentes en las fincas de cultivo. El programa se enfoca especialmente a la protección de los bosques de ribera, mediante acciones que promuevan la conservación de la vegetación nativa de la región, la finca de cultivo “Palma Maya” cuenta con aproximadamente 107 hectáreas (ha.) de bosque de ribera.

La investigación titulada “Diversidad de especies nativas forestales y arbustivas del remanente del bosque ripario en el distrito de cultivo de palma de aceite Palma Maya, AGROACEITE, S.A.” en el municipio de Génova Costa Cuca, Quetzaltenango, se enfocó en determinar la riqueza y distribución espacial de las especies forestales y arbustivas mediante la evaluación de la presencia – ausencia

de los especímenes en las unidades de muestreo establecidas en la zona de ribera de los ríos El Rosario y Batzá

El método utilizado en la investigación fue el mixto, transversal, deductivo y descriptivo con la cual se evaluó la diversidad de especies arbóreas y arbustivas, asimismo se caracterizó la estructura horizontal y vertical del bosque de ribera, se establecieron 10 parcelas de muestreo de 500 m² (10 x 50 metros) para la colecta de la información la cual consistió en la georreferenciación y registro de las especies, la medición de los diámetros (DAP), altura total y ancho de copa,

Se identificaron 38 especies (arbóreas y arbustivas) divididas en 33 géneros y 17 familias los que posteriormente fueron analizadas y así estimar la densidad, frecuencia, cobertura (absolutas y relativas), calcular los Índices de valor de Importancia (I.V.I.) de los especímenes, igualmente se determinó el índice de diversidad de Shannon (3.285) dicho valor indica una diversidad media en el área de estudio, para el índice de similitud de Sorensen el valor más alto es de 0.643 entre parcelas, asimismo se estimó el coeficiente de mezcla general (0.10), la distribución de clases diamétricas, caracterización vertical (distribución de alturas).

Las especies nativas identificadas con mayor índice de valor de importancia son: ***Ceiba pentandra*** (ceiba) 8.95 %, ***Brosimum alicastrum*** (ujuxte) 7.64 %, ***Roseodendron donnell-smithii*** Rose (palo blanco) 6.73 %, ***Inga spuria*** Humb & Bonpi (caspirol) 5.38 %, ***Bursera simaruba*** (palo jiote) 4.53 %, ***Inge vera*** (cuje) 4.48 %. Las familias con mayor porcentaje de especies registradas son las siguientes: Fabaceae 31.68 %, Malvaceae 10.53 %, Moraceae 10.53 %, Bignonaceae 7.89 %, Boraginaceae y Apocynaceae 6.26 %.

Capítulo I

1.1 Marco contextual

1.1.1 Ubicación geográfica del área de estudio

El área de estudio se localiza en el remanente del bosque de ribera en finca Palma Maya, municipio de Génova Costa Cuca, costa sur del departamento de Quetzaltenango, comprendida altitudes de 70 a 200 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). La finca tiene una extensión de 1,035.25 hectáreas (ha), en las coordenadas GTM (Guatemala Transversal de Mercator) de acuerdo con la Tabla 1, la vía de acceso es por la ruta del Pacífico CA, dirección a Retalhuleu, tomando el cruce de Miramar vía hacia el municipio de Flores Costa Cuca y Génova Costa Cuca, a aproximadamente 6 kilómetros (km) de la cabecera municipal de Génova.

La finca limita con las siguientes comunidades: Valparaíso, Campollo, Rayo del sol, Guadalupe y con fincas de caña de azúcar, ganadería y palma de aceite.

Tabla 1. Coordenadas GTM del área de estudio, Finca Palma Maya

Coordenadas de localización		
No.	X	Y
1	352680	1613771
2	347899	1610241
3	347587	1609632
4	351030	1609000
5	354306	1611234
6	355261	1613250

Fuente: Ambiente y Desarrollo Consultores, S.A, año 2011.

1.1.2 Zona de vida

El área de estudio se ubica en la zona de vida, según la clasificación de Holdridge en el Bosque Húmedo Tropical –bh-T-, cuyas características para la región de la costa sur son las siguientes: un patrón de lluvia entre 1,426 y 4,071 milímetros (mm), con un promedio de 2,199 mm de precipitación total anual, las temperaturas oscilan

entre 24 centígrados ($^{\circ}\text{C}$) a 28.1 $^{\circ}\text{C}$, siendo el valor promedio para todo el sistema ecológico de 25.65 $^{\circ}\text{C}$. y una evapotranspiración potencial promedio de 0.69. La topografía de la zona de vida varía de plana a accidentada, con elevaciones que van desde los 70 hasta 1,600 m.s.n.m.

La vegetación natural es una de las más ricas en su composición florística, sin embargo podemos citar como indicadores las siguientes especies: *Attalea rostrata* (corozo), *Terminalia oblonga* (Guayabo), *Enterolobium cyclocarpun* (conacaste), *Sickingia salvadorensis* (nazareno), *Triplaris melaenodendrum* (tabaco de monte), *Tabebuia donnell-smithii* (palo blanco), *Andira inermis* (arenillo), *Ceiba pentandra* (ceiba).

1.1.3 Región fisiográfica

El área de estudio se ubica en la región fisiográfica “pendiente volcánica reciente”, cuyas características incluyen formaciones volcánicas, así como material asociado que ha sido drenado o depositado hacia la costa sur, el material es principalmente de la época Cuaternaria, predominantemente la andesita.

Asimismo, se ubica dentro del gran paisaje “relleno volcánico del Tumbador-Coatepeque-Nuevo San Carlos”, el cual se encuentra en la parte sur de San Marcos, Quetzaltenango y norte de Retalhuleu, con una superficie plana ondulada, con pendientes del 3 al 8 % orientándose hacia el suroeste al igual que los ríos que lo cortan, con un tipo de patrón de drenaje subdendritico y subparalelo. La superficie está formada por el tipo de roca detritus lahárico y fluvial de origen volcánico con bloques de lava de diferente composición en una matriz fina cubierta de cenizas volcánicas.

Su morfogénesis se debe a los materiales laháricos y a los depósitos lodosos provenientes de las “tierras altas volcánicas de occidente” entre San Marcos y San Martín Sacatepéquez, pero sobre todo a las cubiertas de cenizas volcánicas que terminó de rellenar las depresiones y desarrollar suelos muy profundos

1.1.4 Hidrografía

El área se ubica en la microcuenca del río el Rosario y río Batzá, ambos pertenecientes a la subcuenca del río Tilapa I, localizados en la cuenca del río Ocosito, vertiente del Océano Pacífico, en la finca se localizan varios riachuelos que son afluentes que alimentan al río El Rosario y el río Batzá. La longitud total de ribera para los ríos El Rosario y Batzá es de 12 km, los cuales delimitan y atraviesan la finca Palma Maya.

1.1.5 Clima

De acuerdo con Ambiente y Desarrollo Consultores, (2011) el municipio de Génova Costa Cuca, Quetzaltenango presenta un clima generalmente cálido, con una precipitación media anual que oscila entre los 2,500 – 3,000 mm al año, datos obtenidos de estaciones meteorológicas de INSIVUMEH, la época de lluvia se marca entre los meses de mayo a octubre, presentando una disminución de la precipitación en los meses de noviembre a abril.

La temperatura media anual oscila entre los 26°C y 28°C; las temperaturas altas por arriba de la media se presentan en los meses de febrero a mayo y las temperaturas por debajo de la media se presentan en los meses de agosto a enero. La evapotranspiración potencial más alta se presenta en el mes de marzo (194 mm) mientras que el valor más bajo se presenta en los meses de noviembre y diciembre (143.2 mm).

1.1.6 Suelos

De acuerdo con Ambiente y Desarrollo Consultores (2011), los suelos están desarrollados sobre material Fluvio - Volcánico reciente a elevaciones medias, de suelos jóvenes, profundos y fértiles, con textura superficial Franco y Franco –

Arcillosa, ligeramente ácido, color oscuro y profundidad de 30 a 50 cm, los subsuelos son de textura Franco-Arcillosa a Franco, ligeramente ácidos, color café amarillento, de profundidad variable de 1 a 2 metros (m).

La serie de suelo de la finca es el Ixtan (Ix), cuyas características de perfil son las siguientes: suelos derivados de cenizas volcánicas color claro (aluvión), relieve plano, superficialmente color café oscuro, arcilloso plástico de 10 cm de espesor y el subsuelo color café rojizo, textura arcillosa, consistencia plástica y espesor de 60 a 75 cm. Son de drenaje lento, alta capacidad de abastecimiento de humedad, alta fertilidad y susceptibles a la erosión.

1.2 Antecedentes

La investigación realizada se fundamenta en estudios e investigaciones realizados en el ámbito de la caracterización de la diversidad florística y estructura de los bosques, cuyo propósito es obtener información relevante y confiable para estructurar la metodología a aplicar en la presente investigación.

Andrea Noelle Paiz Estévez en el año 2018, presentó su tesis de grado titulada “Caracterización de los bosques de ribera de cinco ríos del norte de Guatemala”, tesis de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala.

En la que especifica que para caracterizar los bosques de ribera de la región Norte de Guatemala, se midió la estructura y composición del estrato arbóreo (DAP \geq 10 cm) de ribera, distribuidos en 34 parcelas de 0.1 hectáreas ubicados en 5 ríos de estudio. Se registraron 3177 individuos correspondientes a 190 especies. La familia con mayor número de especies representada fue Fabaceae (33 spp 16 %), Moraceae y Myrtaceae (ambas con 8 spp, cada una 4 %), de las especies recolectadas son características de ribera y 32 % corresponde a especies comúnmente asociadas al bosque primario. Se realizaron curvas de acumulación de especies a nivel de río con el fin de sugerir un esfuerzo de muestreo adecuado para un estudio florístico completo y específico para estos bosques. El 41 % de las parcelas medidas sobrepasó el 70 % de la proporción esperada de especies y solamente un río se alcanzó esta proporción lo que sugiere aumentar el esfuerzo de muestreo al menos 15 parcelas por ríos de una hectárea, para obtener un inventario completo de la región, esto se debe a la gran cantidad de especies raras (con frecuencia muy baja) halladas en la región. El Índice de Valor de Importancia, identificado a asociaciones arbóreas particulares para cada río y en toda la región de estudio se determinó como dominantes a las especies ***Pachira aquatica*** (zapoton) 37.5, ***Terminalia buceras*** (pucte) 29.1 y ***Haematoxylum***

campechianum (tinto) 20.8 las tres especies comúnmente asociadas a ribera.

La información obtenida en este estudio brinda el soporte técnico para la aplicación de las curvas de acumulación de especies con el fin de determinar y sugerir un esfuerzo de muestreo adecuado para un estudio sobre la caracterización de la estructura de la vegetación. También indica la importancia del índice de valor de importancia (IVI) e índices de diversidad y dominancia y así determinar el predominio de las especies, las cuales serán aplicadas en esta investigación.

Erick Rene Palacios Villatoro, en el año 2013, presentó su tesis de grado titulado “Evaluación de la diversidad florística de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas de importancia socioeconómica y cultural en el área protegida volcán y laguna Chicabal, municipio de San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango”, tesis de la Facultad de Agronomía de la Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala.

En esta investigación se levantaron 58 parcelas, con la cual alcanzó la representatividad del muestreo, el comportamiento de la curva especie parcela se mantuvo con valores similares con el levantamiento de las últimas 7 parcelas, por lo que decidió por dejar como tamaño de la muestra 58 unidades de muestreo que equivale al 0.68 % del área total del bosque, basándose en el método de muestreo de las medias acumuladas, es decir, que las demás parcelas siguientes son similares a las ya levantadas porque se estabilizó la curva de la media acumulada de las unidades de muestreo.

En el área de estudio se encontraron un total de 179 especies vegetales, distribuidas en 66 familias en los diferentes estratos vegetales (árboles, arbustos y hierbas). 57 especies corresponden al estrato arbóreo el cual representa el 31.84 %, 58 especies se encuentran en el estrato arbustivo con un porcentaje de 32.40 % y el 35.75 % de especies vegetales se encuentran en el estrato herbáceo.

En esta investigación se evaluó la diversidad florística con énfasis en el estrato arbóreo y algunas especies arbustivas y herbáceas de importancia socioeconómica y cultural. En dicho estudio se realizó un muestreo del bosque utilizando el método estratificado preferencial para la distribución de las unidades de muestreo. Para esta vegetación se midieron algunos atributos de los individuos (Diámetro, alturas, cantidad de especies), los que fueron analizados posteriormente para estimar algunas variables como la densidad, frecuencia, cobertura tanto absolutas como relativas, y de esta manera se pudo calcular los índices de importancia. El tamaño de la muestra se determinó a partir de un premuestreo, con base al método de la media de medias acumuladas definido por *Lamprecht* (1990). Este método consistió en identificar y graficar las especies nuevas en cada unidad de muestreo, en el momento que la curva se estabilice es el número de parcelas ideal a muestrear.

Karinn Johanna Sandoval Cumes en el año 1999, presentó su tesis de grado titulada “Análisis estructural de la vegetación arbórea y sotobosque del Parque Nacional Laguna El Tigre, Petén, Guatemala”, ante la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Se analizaron las características y estructurales de la vegetación del Parque Nacional Laguna del Tigre. El diseño de muestreo comprendió en el establecimiento de cinco parcelas de 0.1 hectáreas (125 x 8 m) por cada punto de muestreo, se registraron todos los árboles mayores o iguales a 10 cm de DAP y las características estructurales de estos. La distribución de las especies describe a la vegetación como un continuo heterogéneo en el que físicamente se distinguen dos ensamblajes relacionados con la condición ambiental. Las especies más importantes en términos del Índice de Valor de Importancia –IVI- son las siguientes: *Haematoxylon campechianum* L. (tinto), *Terminalia buceras* L. (pucte), *Sabal murristana* (botan), *Brosimum alicastrum* Swartz (ramón), *Pouteria reticulata* (zapotillo). Presentó un alto número de individuos con diámetros de 10 cm y 30 cm, el máximo diámetro

registrado fue 130 cm correspondiente a ***Brosimum alicastrum Swartz*** (ramón). La altura media del dosel arbóreo osciló entre los 10 m y 15 m. pocos individuos sobrepasaron los 20 o 25 m. existiendo pocos árboles emergentes.

Dicha investigación aporta información relevante sobre la descripción y análisis de varias comunidades vegetales, desde el punto de vista estructural. Las características estructurales describen a una comunidad basada en atributos fisonómicos, mientras que las características florísticas lo hacen con base a atributos taxonómicos (Diversidad de especies).

Ambos componentes permiten conocer en mejor grado la distribución, arquitectura y comportamiento de la vegetación; el cual contribuye de manera significativa en la conformación de la metodología que se aplicará en esta investigación, especialmente en las variables a evaluar en la estructura de la vegetación y diversidad de especies.

María Alejandra Alfaro Pinto en el 2016, presentó su tesis de grado “Caracterización de las Comunidades Arbóreas en la Ribera del río Acomé, Escuintla, Guatemala, C.A.”, ante la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

La caracterización de las comunidades arbóreas en la ribera del río Acomé permitió identificar, por medio de un análisis de clasificación y ordenación de la vegetación mediante la instalación de parcelas rectangulares de 10 x 50 metros (500 m²) en la ribera del río. Se registraron los individuos a partir de un DAP mayor o igual a 10 cm con la finalidad de muestrear exclusivamente la vegetación arbórea. Para la ribera del río Acomé se reportaron 121 especies arbóreas, distribuidas en 94 géneros y 47 familias, de las 121 especies reportadas 69 estuvieron presentes dentro de las parcelas de muestreo lo que equivale al 57 % de las especies. El índice de valor de importancia para el río Acomé se distribuyó en estratos altitudinales (m.s.n.m.), catalogado de la siguiente manera: de 0 – 15 ***Rhizophora mangle***

L. (mangle rojo); de 15 – 50 ***Guazuma ulmifolia* Lam** (caulote); 50 – 200 ***Brosimum alicastrum* Swartz** (ramón); 200 – 546 ***Cecropia obtusifolia* Bertol** (guarumo).

El aporte del estudio citado se centra en las unidades de muestreo empleadas, el investigador utilizó parcelas rectangulares de 10 x 50 m, ubicados a la ribera de la unidad hidrológica, mismas que serán replicadas en los bosques ribereños a caracterizar en esta investigación.

Rafael Carlos Ávila Santa Cruz en el año 2004, presentó su tesis de grado “Estudio base para el programa de monitoreo de la vegetación en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá”, ante la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Se instalaron 12 unidades de muestreo, donde se registraron 664 especies, distribuidas en 73 familias. En términos de diversidad y abundancia florística las familias mayor representadas son: Asteraceae, Rubiaceae, Lauraceae, Euphorbiaceae, Cyperaceae, Fabaceae, Melastomaceae, Lamiaceae, Aracaceae, Clusiaceae, Moraceae y Mimosaceae. Los registros obtenidos en cada unidad de muestreo fueron ingresados al programa Excel (2000), donde se elaboró la base de datos. Para la elaboración del inventario de especies, se utilizó todos los registros del muestreo. El patrón ecológico fue analizado con datos de distribución, abundancia, composición y estructura de especies.

El estudio contribuye en información relevante respecto a la identificación de las familias y la diversidad de las especies, asimismo su categorización en relación con su distribución, abundancia y frecuencia, también mencionar el aporte sobre los métodos de análisis de los datos mediante los programas computacionales y la elaboración de los inventarios de especies.

Carlos Gustavo Chaves Campo y Sherley Andrea Rodríguez Espinoza, en el año 2012, presentan el estudio “Estructura y Composición Florística del Bosque Ribereño Subandino de la Subcuenca de Yumbillo, Yumbo (Valle del Cauca)”, ante la Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente de la universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Palmira Valle del Cauca, Colombia.

En el estudio se analizó la estructura y la composición florística del bosque ripario subandino en la subcuenca del río Yumbillo, municipio de Yumbo (Valle del Cauca), vertiente oriental de la Cordillera Occidental de los Andes, Colombia. Se establecieron 20 parcelas de 100 m², en el rango altitudinal 1500 – 2235 msnm, se registraron datos de individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP) \geq 10 cm, composición florística y estructura vertical y horizontal, mediante el cálculo de abundancia, frecuencia, dominancia e índice de valor de importancia (IVI).

La composición florística se constituye de 825 individuos distribuidos en 93 especies, 71 géneros y 50 familias botánicas. La especie de mayor peso ecológico fue el Truco (*Hyeronima sp*) y las de mayor frecuencia fueron el Truco (*Hyeronima scabrida*), el Roble (*Quercus humboldtii*) y el Higuerón de nacimiento (*Ficus apollinaris*). Los mayores valores de importancia correspondieron a las especies Truco (*Hyeronima scabrida*), Arrayán (*Myrcia sp*), Nacedero (*Trichanthera gigantea*), Otobo (*Dialyanthera lehemannii*) y Naranjuelo (*Lacistema aggregatum*). Se categorizó la estructura vertical en 3 estratos, 508 individuos en el I (3 y 16 m), 270 en el II (17 y 23 m) y 47 en el emergente (alturas superiores a 24 m).

El aporte del estudio citado se centra en las variables de medición forestal (DAP, altura) y las variables ecológicas (Composición florística, estructura vertical y horizontal), las variables mencionadas serán aplicadas a la presente investigación con el objetivo de caracterizar la composición florística arbórea y la estructura vertical y horizontal del bosque de ribera de finca Palma Maya.

José Alvis Gordo, en el año 2009, presentó su tesis de grado “Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popoyan, Cauca, Colombia”, ante la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

A partir del análisis de los datos se obtuvieron parámetros ecológicos de frecuencia, densidad y dominancia de las diversas especies, para posteriormente obtener el índice de valor de importancia (I.V.I.) para cada una de las especies. En la composición florística se encontraron un total de 5 familias con un total de 5 géneros. Se determinó que las especies con mayor índice de valor importancia son ***Eugenia jambos*** Pomorroso (81.38), ***Quercus humboldtii*** Roble (65.18), ***Nectandra perutilis*** Jigua (58.83), ***Persea coerulea*** Aguacatillo (56.90), entre otros.

Los indicadores para determinar la composición florística son muy importantes para establecer el índice de riqueza de especies, este estudio hace énfasis en la aplicación de los parámetros ecológicos frecuencia, densidad y dominancia de las diversas especies, para posteriormente obtener el índice del valor de importancia (I.V.I.), los cuales serán aplicados en el presente estudio.

José Luis Rodríguez Sosa, Alain Puig Pérez y Celso Pablo Leiva Magaña en el año 2017, presentan en la Revista Cubana de Ciencias Forestales el estudio “Caracterización estructural del bosque de galería de la estación experimental agroforestal de Guisa”, Universidad de Granma, Cuba.

El trabajo se realizó en el bosque de galería del arroyo Cupaynicú, perteneciente a la Estación Experimental Agroforestal Guisa, con el objetivo de caracterizar la estructura de este. Se levantaron aleatoriamente ocho parcelas de 500 m²; en ellas, se identificaron las especies, se midió la altura y el diámetro de estas. La flora fue analizada a través del origen de las especies y el histograma de frecuencias. La estructura del bosque se analizó a través de la estructura diamétrica y del Índice de Valor de Importancia

Ecológica. La riqueza del bosque ripario se evidenció con el registro de 25 familias, 40 géneros y 43 especies, así como el predominio de la familia Meliaceae seguida de Lauraceae, Mimosaceae y Sapindaceae, lo cual refleja el alto valor maderable, melífero y ecológico de la zona. Los árboles alcanzan 33 cm. de diámetro y los 18.27 m. de altura como promedio, aunque la presencia de árboles con 30 m. de altura es la más frecuente, lo cual denota una estructura irregular del bosque.

El estudio proporciona información relacionada con la metodología que se aplicará, el cual consistió en instalar parcelas de medición de 500 m², y la medición de los siguientes parámetros: Diámetro a la altura del pecho (DAP), altura de los árboles, asimismo realizaron un análisis de la flora mediante los indicadores de la estructura horizontal y vertical del bosque e índice de valor importancia (IVI), para determinar la riqueza del bosque.

Lara Jhosmar Orellana, en el año 2009, presentó su tesis de grado titulado “Determinación de índices de diversidad florística arbórea de las parcelas permanentes de muestreo del valle de Sacta”, ante la Facultad de Ciencias Agrícolas, Forestales y Veterinarias de la Universidad Mayor de San Simón, Bolivia, Bolivia.

Dicha investigación se realizó instalando 6 parcelas de muestreo, donde se efectuó el inventario, el propósito del trabajo fue el de determinar los índices de diversidad florística del bosque del valle de Sacta cuyos resultados son representativos para todo el bosque. Los resultados obtenidos para cada índice de la vegetación arbórea destacan: las familias con mayor diversidad fueron: Fabaceae, Myrthaceae, Sapotaceae, Moráceas, Annonaceae. La dominancia de las especies está representada por las siguientes especies: ***Anaxagorea spp, dolichocarpa, Iriartea deltoidea, Eschweilera coriacea, Bathysa obovata, Siparuna decipiens* y *Pseudolmedia laevis*.**

En este estudio hacen énfasis en la dominancia de las familias, el cual es una variable importante en la caracterización florística, ya que a través de este indicador se determina la dominancia de las familias de las especies que integran un bosque, para el caso de este estudio se evaluará y determinará mediante la abundancia, frecuencia y dominancia de las familias y especies que sean identificadas en los bosques de ribera de finca Palma Maya.

Manuel Morales Salazar en el año 2010, presentó su tesis de grado titulada, “Evaluación de la Composición Florística, Estructura, Productividad y Estado de Conservación de Bosques Secundarios y Maduros del Corredor Biológico Osa, Costa Rica.”, ante la Escuela de Ingeniería Forestal, del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica.

En este estudio se midieron 5955 individuos con diámetro ≥ 5 cm, distribuidos en 66 familias, 227 géneros y 435 especies, el 6 % (26 especies) del total de especies son endémicas.

Para los bosques en estudio, las principales especies comerciales identificadas fueron: *Vochysia ferruginea*, *V. guatemalensis*, *V. allenii*, *Laetia procera*, *Jacaranda copaia*, *Goethalsia meiantha*, *Hyeronima alchorneoides*, *Spondias mombin*, *Terminalia amazonia*, *Carapa nicaraguensis*, *Virola sebifera*, *V. koschnyi*, *Brosimum lactescens*, *B. utile*, *Simarouba amara*, *Pouteria laevigata*, *Symphonia globulifera*, *Tapirira myriantha*, *Tetragastris panamensis*, *Ficus insipida*, *Dialium guianensis*, *Peltogyne purpurea*, *Otoba novogranatensis*, entre otros.

El aporte de la investigación se centra en la identificación y taxonómica de las especies y clasificación por familias, variables importantes para la caracterización de la composición florística de un área. Para el presente estudio todas las especies registradas en las parcelas de medición serán identificadas con el nombre científico, nombre común y familias, del bosque de ribera de finca Palma Maya.

Massiel Zamora Avila, en el año 2010, presentó su tesis de grado “Caracterización de la Flora y Estructura de un bosque transicional Húmedo a Seco, Miramar, Puntarenas, Costa Rica”, ante la escuela de Ciencias Forestales del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica.

Se analizó la composición florística y estructural del bosque transicional húmedo a seco, Miramar, Puntarenas, Costa Rica. En el bosque se establecieron ocho parcelas permanentes de muestreo (PPM) con un área total de 2 ha; se midió altura total, diámetro, punto de inversión morfológica, posición de copa, forma de copa y presencia de lianas de individuos mayores a 10 cm de diámetro. Se encontraron 32 familias, 53 géneros y 69 especies dentro de las parcelas permanentes de muestreo. A través de las PPM se logró determinar un valor de área basal de 31,38 m²/ha, la presencia de 371,5 árboles/ha, un dosel que alcanza los 35 m de alto, para dar paso a un piso superior > 23 m de alto, un piso medio entre 11 m y 23 m y el piso inferior con una altura < 11 m.

La importancia de este estudio se centra en la determinación de la riqueza de especies del bosque estudiado, el cual será aplicado para este estudio mediante la utilización de parámetros que permitan establecer el valor de importancia de las especies que se identifiquen en las parcelas de medición que se establecerán en los bosques de ribera. La dominancia es un indicador importante para determinar que especie tiene el mayor número de individuos por ha, asimismo mediante la medición de las alturas de los individuos arbóreos registrados se podrá determinar los estratos verticales del bosque de ribera de finca Palma Maya.

1.3 Marco teórico

1.3.1 Características del bosque tropical

Un bosque tropical es una selva húmeda o selva alta perennifolia con una de las mayores riquezas naturales del planeta. El bosque tropical se caracteriza por presentar una estructura de vegetación compleja, con varios estratos arbóreos. En el sotobosque hay hierbas y arbustos, al igual que abundantes

plantas epífitas y trepadoras, este tipo de bosques se extienden por toda la franja terrestre entre el trópico de Cáncer y el trópico de Capricornio. Así, hay bosques tropicales en América, África, Asia y Oceanía.

El bosque tropical se caracteriza por una gran diversidad de plantas vasculares, animales, musgos, líquenes y hongos. En muchos de estos bosques hay una estructura bastante compleja de variados biotipos y múltiples estratos, con distintas adaptaciones asociadas las variaciones de la luz y la humedad.

Dentro de los biomas terrestres, el bosque tropical es el que alcanza la mayor diversidad biológica. La mayoría de los países megadiversos se encuentran en áreas tropicales o sus regiones de mayor diversidad se encuentran en esta zona.

Se ha señalado que una hectárea de bosque tropical llega a albergar hasta 2.250 especies de plantas, de las cuales 1.000 son árboles. Por otra parte, se presentan hasta casi 700 especies animales, siendo los insectos el grupo dominante. Esta diversidad es posible en las zonas tropicales debido a que existen condiciones de disponibilidad de agua y temperatura adecuada durante casi todo el año. A partir de estas condiciones básicas, la gran competencia que se genera permite que ninguna especie en particular predomine. (<https://www.lifeder.com/bosque-tropical/>, consultado junio de 2020).

1.3.2 Bosque ripario

Los bosques de galería son franjas de la vegetación más o menos estrechas que se disponen a lo largo de los cursos de agua. Estos cordones de vegetación también conocidos como bosques riparios, pueden tener una anchura de escasos metros o alcanzar distancias de hasta 300 metros

También la definen como zonas de transición entre ecosistemas acuáticos y terrestres que se distinguen por sus condiciones biofísicas, procesos ecológicos y comunidades biológicas, estas zonas tienen una marcada influencia sobre sistemas acuáticos tales como ríos, lagos y zonas de estuarios. Los bosques de ribera se diferencian de los ecosistemas acuáticos porque presentan dominancia de árboles, gramíneas o hierbas emergentes. Fajardo, Veneklaas, Obregón, Beaulieu, (2000) pág. 4.

Los bosques de ribera corresponden a vegetación de transición entre ecosistemas acuáticos y terrestres, que presentan características del suelo y comunidades vegetales únicas, adaptadas a las inundaciones periódicas Paiz, (2018) pág. 5.

1.3.3 Importancia ecológica de los bosques de ribera

Existen numerosas publicaciones en las cuales se mencionan las múltiples funciones que ejercen los bosques de ribera en los ecosistemas: la disposición de restos vegetales como troncos, raíces, hojarasca, genera cambios en la morfología del canal, redireccionando el flujo de agua, sorteando sedimentos reteniendo o modificando materiales. Estos restos originan hábitats para peces y macroinvertebrados en el río, protegen contra la erosión, puesto que estabilizan las riberas, evitan la sequía, retienen propágulos de plantas, lo cual facilita el establecimiento y la germinación de especies; son microambientes ricos en nutrientes. Los restos de vegetación ofrecen a pequeños mamíferos, -peces y aves- sitios de anidación y alimento y estabilización a las comunidades de invertebrados acuáticos y terrestres. Fajardo, Veneklaas, Obregón, Beaulieu, (2000) pág. 4.

1.3.4 La estructura vertical

Es el plano que constituyen la organización vertical del bosque, y se definen como las distribuciones que presentan las masas foliares en el plano vertical, o las distribuciones cuantitativas de las variables medidas en el plano vertical,

tal como la altura. El plano vertical del bosque se clasifica con base a perfiles (Finegan, 1993), y su estructura responde a las características de las especies que la componen y a las condiciones micro climáticas presentes en las diferentes alturas del perfil.

Se puede estudiar bajo diferentes concepciones o puntos de vista, de acuerdo con la naturaleza de los estudios. La primera tendencia asume una concepción de tipo dinámico, donde la naturaleza del dosel es cambiante, puesto que el bosque está creciendo en parches todo el tiempo, de tal forma que estos parches de distintos tamaños están en las diversas fases del ciclo de crecimiento del bosque. Whitmore, (1975). Una segunda tendencia, asume una concepción de tipo funcional, la cual considera que la estructura tridimensional del bosque determina la cantidad de espacio ocupado por los troncos, ramas, hojas de los árboles a diferentes niveles y en consecuencia, el microclima interno y la energía disponible para otros organismos, por lo cual, controla en gran medida la distribución de plantas inferiores como epifitas y de los animales, determinando la disponibilidad de sus fuentes alimenticias y sus posibilidades de locomoción y comunicación Richards, (1983). La tercera tendencia hace referencia a una concepción de tipo estructural propiamente dicha, donde los árboles del bosque se agrupan en diferentes estratos o pisos Otavo, (1994). Según Whitmore (1975), el término estratificación se usa más comúnmente para designar la separación de la altura total del árbol en varias capas, lo cual se hace extensivo a la separación de las copas de los árboles de un bosque.

1.3.5 La estructura horizontal

La estructura horizontal es la extensión de las especies arbóreas. Permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. Esta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema es el caso de las abundancias, frecuencias y

dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (I.V.I.).

1.3.6 Abundancia

Hace referencia al número de árboles por especie.

1.3.7 Abundancia absoluta

Se define como el número total de individuos por unidad de superficie pertenecientes a una determinada especie.

1.3.8 Abundancia relativa

Este concepto se fundamenta en la cantidad de individuos de una especie, sin que para ello se tenga en cuenta como están ubicados o distribuidos dentro del bosque o línea de muestreo. Como tal, representa la relación porcentual entre la abundancia absoluta de la especie (número de individuos) y el total de individuos registrados por la línea de muestreo CODECHOCO-IIAP, (2009) pág. 33.

1.3.9 Dominancia

Se define como la suma de las proyecciones horizontales de los individuos. Da una idea de la influencia que cada especie tiene sobre las demás, las que posean una dominancia relativamente alta posiblemente sean las especies mejor adaptadas a los factores físicos del hábitat.

1.3.10 Dominancia absoluta

Se calcula por la suma de las secciones normales de los individuos pertenecientes a cada especie.

1.3.11 Dominancia relativa

Representa el grado de cobertura de los árboles, expresado en el espacio ocupado por los mismos y se determina con la suma de proyecciones horizontales de las copas en el suelo. Este concepto es difícil de determinar en bosques tropicales, por lo cual se emplea en su reemplazo el área basal. Según Lamprecht (1990), las investigaciones han determinado una correlación lineal alta entre el diámetro de las copas y del fuste CODECHOCO-IIAP, (2009) pág. 33.

1.3.12 Frecuencia

Se refiere a la existencia o falta de una determinada especie en una subparcela.

1.3.13 Frecuencia absoluta

Se expresa en porcentaje (100% = existencia de la especie en todas las subparcelas).

1.3.14 Frecuencia relativa

Este índice analiza la distribución de cada especie en el bosque, sin tener en cuenta el número de árboles de esta. Su cálculo se hace a partir de la frecuencia absoluta, que expresa una relación porcentual entre el número de veces que aparece una especie en las subunidades (puntos de la línea de muestreo) y el número total de subunidades muestreadas por línea CODECHOCO-IIAP, (2009), pág. 32.

1.3.15 Índice de valor de importancia

Según Aguirre y Aguirre (1999) el índice de valor de importancia (I.V.I.), indica que tan importante es una especie dentro de la comunidad. Las especies que tienen el I.V.I. más alto significa entre otras cosas que es dominante ecológicamente: que absorbe muchos nutrientes, que ocupa mayor espacio

físico, que controla en un porcentaje alto la energía que llega a este sistema. Este índice sirve para comparar el peso ecológico de cada especie dentro del ecosistema, los valores resultantes pueden variar entre 0,0 a 1,0 ó de 0 a 100 %.

1.3.16 Comunidad vegetal

La comunidad vegetal se considera la unidad básica de estudio de las masas vegetales, la cual debe ser descrita florística y fisonómicamente. Las características fisonómicas son aquellas que se basan en los atributos estructurales funcionales y manifiestan la apariencia externa o fisonomía de la comunidad; mientras que las características florísticas describen a la comunidad con base a los atributos taxonómicos. García, (1998): Palacios, (2013) pág. 8.

1.3.17 Biodiversidad

Uno de los conceptos más simples de biodiversidad es el que se refiere a esta como la variedad de todas las formas de vida a todo nivel de integración de los organismos, desde moléculas de ADN hasta ecosistemas, presenta una definición más amplia la cual considera que dependiendo del contexto y la escala, la biodiversidad puede referirse a alelos o genotipos dentro de una población, a especies o formas de vida dentro de una comunidad biótica y a especies o ecosistemas a través del paisaje o de todo el planeta. Bull; Goodfellow y Slater, (1992): Kikkawa, 1990; Burton, (1992); Melo y Vargas, (2001). pág. 77.

Expresa que la diversidad biológica se refiere a la variedad y variabilidad entre los organismos vivos y los complejos ecológicos en los cuales estos participan. La diversidad puede definirse como el número de diferentes organismos y su frecuencia relativa. Para la diversidad biológica, estos organismos están asociados en muchos niveles, desde estructuras químicas que son la base

molecular de la herencia, hasta ecosistemas completos. De esta forma el término abarca genes, especies, ecosistemas y sus abundancias relativas. Marín, (1995); Melo y Vargas, (2001) pág. 77.

1.3.18 Biodiversidad alfa

Una primera aproximación la diversidad alfa corresponde a un concepto claro y de fácil uso, el número de especies presentes en un lugar, esta sencillez es engañosa, ya que el número de especies de un grupo indicador que se encuentra en un determinado punto puede variar mucho de un lugar a otro, aun dentro de un mismo tipo de comunidad y en un mismo paisaje. Moreno y Halffer, (2001); Sonco, (2013) pág. 9.

Para Whittaker, (1972), la diversidad alfa es la riqueza de especies de una muestra territorial y según Sugg, (1996) la diversidad alfa es el número de especies que viven y están adaptadas a un hábitat homogéneo, cuyo tamaño determina el número de especies por la relación área-especie, en la cual a mayor área mayor cantidad de especies.

Es la riqueza de especies de una muestra territorial o la riqueza de especies de la muestra de una comunidad. Sonco, (2013). pág. 9.

1.3.19 Análisis estructural

Los bosques tropicales pueden estudiarse desde el punto de vista de su organización, es decir, de la forma en que estén constituidos, en su arquitectura y las estructuras subyacentes, tras la mezcla aparentemente desordenada de los árboles y las especies, entendemos por tales, la geometría de las poblaciones y las leyes que rigen sus conjuntos en particular. La palabra estructura se ha empleado en diversos contextos para describir agregados que parecen seguir ciertas leyes matemáticas; así ocurre con las distribuciones de diámetros normales y alturas, la distribución espacial de árboles y especies, la diversidad florística y de las asociaciones; por consiguiente puede hablarse de

estructura de diámetros, de alturas, de copas, de estructuras espaciales, etc., por lo que resulta claro que el significado biológico de los fenómenos del bosque, expresados por formulaciones matemáticas, constituye la base fundamental de los estudios estructurales UNESCO, (1980); Melo y Vargas, (2001) pág. 37.

1.4 Marco legal

En el siguiente apartado se describen las bases legales que fundamentan la importancia del estudio, enfocado en la generación de conocimientos que puedan establecer técnicas para la conservación, protección y restauración de las zonas de ribera.

Constitución Política de la República de Guatemala, creado el 31 de mayo de 1985

Título II Capítulo II - Sección II Cultura Artículo 64. Patrimonio natural.

Se declara de interés nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la Nación. El Estado fomentará la creación de parques nacionales, reservas y refugios naturales, los cuales son inalienables. Una ley garantizará su protección y la de la fauna y la flora que en ellos exista.

El artículo 64 fomenta la protección y mejoramiento de los recursos naturales mediante el establecimiento de reservas naturales, para la creación de las reservas se debe de realizar investigaciones que orienten las acciones adecuadas para la conservación y protección, para este caso de estudio las zonas de ribera.

Decreto número 90-97 del Congreso de la República de Guatemala, Código De Salud, emitido el 02 de octubre de 1997

Libro II Título I - Capítulo IV Salud Y Ambiente - Sección II Agua Potable Artículo 84. Tala de árboles.

Se prohíbe terminantemente la tala de árboles, en las riberas de ríos, riachuelos, lagos, lagunas y fuentes de agua, hasta 25 metros de sus riberas. La transgresión a dicha disposición será sancionada de acuerdo a lo que establezca el presente Código.

La protección de los ecosistemas de ribera es de suma importancia para la conservación de las especies forestales y arbustivas, por tanto, la investigación a realizar tiene la finalidad de conocer la composición florística del bosque de ribera de finca Palma Maya.

Decreto número 101-96 del Congreso de la República de Guatemala, Ley Forestal, 31 de octubre de 1996

Título I Capítulo I - Artículo 1: Objeto de la ley.

Con la presente ley se declara de urgencia nacional y de interés social la reforestación y la conservación de los bosques, para lo cual se propiciará el desarrollo forestal y su manejo sostenible, mediante el cumplimiento de los siguientes objetivos:

- Conservar los ecosistemas forestales del país, a través del desarrollo de programas y estrategias que promuevan el cumplimiento de la legislación respectiva.
- Propiciar el mejoramiento del nivel de vida de las comunidades al aumentar la provisión de bienes y servicios provenientes del bosque para satisfacer las necesidades.

La conservación de los ecosistemas forestales juega un papel primordial en la preservación de la diversidad de especies, principalmente para los bosques riparios que son fuentes de bienes y servicios ambientales. Para establecer estrategias que contribuyan a conservar los bosques se debe de conocer la diversidad, estructura espacial, abundancia, dominancia, frecuencia e importancia ecológica de las especies para poder determinar las acciones a realizar, el presente estudio se enfoca en evaluar la diversidad de especies del ecosistema ripario de finca Palma Maya con la finalidad de caracterizar la estructura y determinar las especies que lo componen.

**Acuerdo Gubernativo 220-2011 Política Nacional de la Diversidad Biológica.
07 de julio de 2011**

Ejes temáticos y líneas de estratégicas – Eje 1, Conocimiento y valoración de la diversidad biológica; eje 2 Conservación y restauración de la diversidad biológica

Promover una gestión transversal y efectiva de la diversidad biológica de Guatemala, enfatizando su conservación y uso sostenible valorando a la misma como factor crucial en el desarrollo humano integral. Enfatizando en los ejes uno y dos de la política Conocimiento, Valoración, Conservación y Restauración de la Diversidad Biológica, cuyo objetivo es promover el conocimiento e investigación de la diversidad biológica y establecer mecanismos in situ y ex situ de conservación y restauración de la diversidad biológica en sus distintos componentes ecosistemas, especies y genes, teniendo en cuenta que ambos mecanismos y sus acciones deben ser complementarias entre sí.

De acuerdo con lo que dicta las leyes y políticas nacionales relacionadas con la conservación, restauración, creación de reservas y refugios naturales, en el caso de este estudio las especies arbóreas y arbustivas de las zonas de ribera, es indispensable la ejecución de investigaciones que generen conocimientos sobre la composición y diversidad florística de dichos ecosistemas. Esta investigación está orientada y fundamenta al eje temático uno “Conocimiento y Valoración de la Diversidad Biológica” en la línea estratégica “Investigación, Ciencia, Tecnología e Información” de la Política Nacional de Conservación de la Biodiversidad, la cual promueve la investigación y sistematización de información sobre la diversidad biológica.

Capítulo II

2.1 Planteamiento del problema

El bosque ripario en general se ve expuesto a la explotación y degradación, tal situación obedece principalmente a las actividades antropogénicas como la agricultura no sostenible, la extracción de subproductos como leña y alimentos, la invasión y construcción de asentamientos humanos u otras estructuras grises, son la principal causa de la alteración y degradación, de continuar esta situación se aceleraría la pérdida de la cobertura vegetal, amenazaría la conservación de los bosques riparios y propician la pérdida de la diversidad de la flora y fauna de estos ecosistemas.

En este contexto, la presente investigación se realizó de acuerdo a la situación actual del bosque ripario ubicado en el distrito de cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis*), finca Palma Maya propiedad de AGROACEITE, S.A. este ecosistema ha asumido un papel importante en la conservación de la biodiversidad en la zona de estudio (Finca Palma Maya), asimismo por la función de regulador de servicios ambientales tales como: reducción del exceso de nutrientes y sedimentos de escorrentía, mejorar la calidad del agua, resguardar la integridad ecológica de la fauna acuática y proporcionar hábitat a la fauna.

Los esfuerzos realizados por AGROACEITE, S.A. para la protección, conservación y recuperación del bosque ripario en finca Palma Maya están enfocados en la reforestación y enriquecimiento, mediante la reproducción y siembra de especies nativas maderables de la región (palo blanco, roble, cedro, caoba), basado en la observación y conocimiento empírico de la diversidad de la zona, dejando al margen especies nativas con importancia ecológica, asimismo estas actividades se ejecutan con características de plantaciones (distribución homogénea), sin considerar la abundancia, dominancia distribución e importancia ecológica, debido a la poca información sobre las características de diversidad y estructura del bosque de ribera de finca Palma Maya. Por lo tanto, es importante la

ejecución de la investigación mediante un método adecuado para el análisis de la caracterización estructural y de la biodiversidad de las especies arbóreas y arbustivas del bosque ripario de finca Palma Maya.

Es por ello que se plantean las siguientes preguntas:

¿Cuál es la diversidad y composición florística e índice de importancia de las especies nativas forestales y arbustivas que se encuentran en el remanente del bosque ripario de finca Palma Maya, Génova Costa Cuca, Quetzaltenango?

¿Cuál es la estructura horizontal y vertical, estructura diamétrica de las especies nativas forestales y arbustivas del remanente del bosque ripario de finca Palma Maya?

¿Cuál es la similitud de parcelas de acuerdo con la diversidad y composición de las especies ubicadas remanente del bosque ripario de los ríos El Rosario y Batzá?

2.2 Objetivos

2.2.1 General

- Caracterizar la diversidad florística, la estructural espacial e índice de importancia de las especies nativas forestales y arbustivas del remanente del bosque ripario de finca Palma Maya, Génova Costa Cuca, Quetzaltenango.

2.2.2 Específicos

- Determinar la diversidad y composición florística, la riqueza de especies e índice de valor de importancia las especies nativas forestales y arbustivas que componen el remanente del bosque ripario de los ríos El Rosario y Batzá.
- Establecer la estructura horizontal y vertical, estructura diamétrica de las especies nativas forestales y arbustivas del remanente del bosque ripario

mediante el registro y medición de las variables forestales (DAP, altura total, ancho de copa, área basal) de finca Palma Maya.

- Analizar la similitud de parcelas de acuerdo con la diversidad y composición de las especies arbóreas y arbustivas ubicadas remanente del bosque ripario de los ríos El Rosario y Batzá.

2.3 Hipótesis

Ho. La diversidad de especies en el remanente del bosque ripario de finca Palma Maya es menor al valor de 1.99 con base al índice de diversidad de Shannon

Ha. La diversidad de especies en el remanente del bosque ripario de finca Palma Maya es mayor al valor de 1.99 con base al índice de diversidad de Shannon

2.4 Variables

Las variables son las unidades de análisis a las cuales se le asignan valores, características, propiedades o atributos y deben ser susceptibles a medir. Las variables identificadas para la investigación son de tipo cuantitativo, medidas en cantidades, a su vez son variables cuantitativas continuas, son aquellas unidades de medición que pueden ser fraccionadas (características estructurales del bosque ripario: diámetros, alturas de dosel, ancho de copas y área basal) y variables cuantitativas discretas las cuales son aquellas unidades de medición que no pueden ser fraccionadas y son representadas sólo con números enteros (riqueza específica de especies, pendiente del terreno).

Asimismo, se identifican variables cualitativas, las cuales están representadas en orden del valor ecológico (simbiosis entre otras especies de fauna o flora), ambiental (integración de nutrientes y protección del suelo), el valor económico (calidad de la madera) de las especies nativas mediante la observación.

2.4.1 Definición de variables

2.4.1.1 *Diversidad florística*

Hace referencia al conjunto de especies que integran cualquier comunidad vegetal, implica establecer la presencia o ausencia de especies, o de otra manera sería el detalle de las distintas familias taxonómicas que la constituyen. En todo caso la florística es parte de la fitogeografía consagrada a inventar las entidades sistemáticas de una región.

2.4.1.2 *La diversidad estructural*

Considera la disposición u ordenamiento físico de los componentes en cada nivel de organización. Haciendo referencia a: la estructura genética, la distribución poblacional, fisionomía del hábitat, patrones del paisaje. Para el presente estudio la diversidad estructural se enfoca en la organización poblacional.

2.4.1.3 *Estructura horizontal del bosque*

La estructura horizontal se define como la evaluación y determinación de los valores de abundancia, dominancia, y la frecuencia relativa de las especies presentes en una comunidad biológica vegetal; así como las distribuciones de abundancia de árboles por clase diamétrica. Asimismo, se determina el índice valor de importancia ecológica de cada una de las especies mediante la sumatoria de la abundancia, dominancia y frecuencia relativa.

2.4.1.4 *Estructura vertical del bosque*

La estructura vertical se describe como las características los estratos del bosque y las especies dominantes observadas y/o registradas en cada uno de ellos, mediante una tendencia dinámica, donde la naturaleza del dosel es cambiante; funcional, la cual considera que la estructura tridimensional del bosque determina la

cantidad de espacio ocupado por los fustes, ramas, hojas de los árboles; y estructural, donde los árboles del bosque se agrupan en diferentes estratos o pisos, entendido comúnmente como separación de alturas totales de los árboles de un bosque.

2.4.1.5 *Índice de diversidad*

Los índices de diversidad son aquellos que describen lo diverso que puede ser un determinado lugar, considerando el número de especies (riqueza) y el número de individuos de cada especie.

2.4.1.6 *Indicadores topográficos*

Son todas aquellas características físicas del sitio de estudio tales como: el aspecto de la pendiente (plana, ondulada, accidentada o quebrada), porcentaje de la pendiente del sitio y elevación (m.s.n.m.).

2.4.1.7 Operacionalización de variables

Tabla 2. Operacionalización de variables.

Variable dependiente	Indicador	Sub indicador	Técnicas e instrumentos		Método de análisis
Diversidad florística del remanente del bosque ripario	Riqueza específica. Índice de diversidad Shannon.	No. de especies.	Conteo de especies.	Boleta de registro de especies.	Software Statistica
	Coeficiente de mezcla.	Distribución de individuos por especie.	Conteo de especies e individuos total	Boleta de registro de especies.	Factor de heterogeneidad florística.
	Índice de Clench.	Predicción de riqueza total de especies.	Acumulación de especies	Boleta de registro de especies.	Software Statistica. Ecuación de Clench
Variable independiente	Indicador	Sub indicador	Técnicas e instrumentos		Método de análisis
Diversidad estructural del remanente bosque ripario	Densidad abundancia. –	No. de individuos de una especie por Ha.	Conteo de especies.	Boleta de registro de especies.	Matriz de densidad
	Dominancia.	Grado de cobertura de una especie. Área basal.	Conteo de especies. Medición de DAP	Boleta de registro de especies y DAP	Matriz de dominancia. Cálculo del AB
	Frecuencia.	No. de parcelas donde se encuentra una especie.	Establecimiento de parcelas	Boleta de registro.	Matriz de frecuencia
	Índice de valor de importancia.	% de Importancia ecológica de las especies.	Conteo de especies.	Boleta de registro.	Matriz de IVI
	Estructura diamétrica.	DAP.	Medición de DAP	Cinta diamétrica Boleta de registro de especies y DAP	Distribución diamétrica
	Cobertura de copas.	Diámetro de copa	Medición de copa	Cinta métrica Boleta de registro de especies y copa	Matriz de copas
	Posición sociológica.	Altura total	Medición de alturas	Clinómetro Boleta de registro de especies y altura	Matriz de alturas
Indicadores topográficos y características visibles del suelo	Pendiente del terreno.	% de pendiente de la parcela.	Medición de pendiente	Clinómetro Boleta de registro	Registro de la pendiente
	Elevación del terreno	Elevación en metros sobre el nivel del mar	Determinación de altura	GPS	Registro de la altura
	Aspecto del sitio	Aspecto topográfico		Observación dirigida Boleta de registro	Registro de las características del terreno

Fuente: plan de investigación, elaboración propia, año 2020.

2.5 Alcance

2.5.1 Geográfico

La investigación se realizó en el remanente de bosque ripario, el cual se ubica en la ribera de los ríos El Rosario y Batzá en finca Palma Maya, en el municipio de Génova Costa Cuca, departamento de Quetzaltenango, exactamente en la Región IX, subregión IX-4 Coatepeque del Instituto Nacional de Bosques –INAB-.

Dicha investigación tendrá relevancia nacional, enfocado a la generación de información sobre la diversidad y estructura del bosque ripario existente en el país.

2.5.2 Social

La investigación se realizó en coordinación con la empresa AGROACEITE y personal de la empresa, los resultados e información obtenida en la ejecución de la indagación tendrá correlación y relevancia con las riberas de los ríos el Rosario y Batzá que estén ubicados en las áreas de influencia (comunidades) de finca Palma Maya.

Los resultados serán de relevancia ambiental para la formulación de estrategias de conservación y restauración de las áreas de ribera aledañas a las zonas de cultivo de palma y bosques de ribera intervenidos cercanos a las comunidades colindantes a finca Palma Maya

2.5.3 Temporal

La investigación fue realizada en un periodo de tiempo de ocho meses de febrero a septiembre en el año 2020, para su planificación, ejecución, análisis y presentación de resultados, asimismo tendrá un periodo de validez aproximado de cuatro a cinco años, esto se debe a la dinámica del bosque de ribera.

2.6 Límite

2.6.1 Financiero

La investigación fue financiada por el tesista en las diferentes etapas de la ejecución.

2.6.2 Geográfico

La investigación se realizó en el bosque ripario remanente ubicado en los límites legales de finca Palma Maya.

2.6.3 Social

La investigación sobre la diversidad de especies y estructura del bosque ripario no ha tenido relevancia en la zona, debido a la falta de conocimiento sobre la importancia que tiene este tipo de ecosistema forestal y sobre los servicios ambientales que proveen.

2.7 Aporte

2.7.1 Técnico

La investigación provee información sobre la diversidad de especies y estructura del bosque ripario remanente de finca Palma Maya, asimismo aporta datos relacionados con la importancia ecológica de las especies nativas.

2.7.2 Social

La investigación caracterizó el remanente del bosque ripario de finca Palma Maya con la finalidad de describir la dominancia e importancia de las especies nativas para formular estrategias que prioricen la reproducción de las especies presentes en los bosques riparios.

2.7.3 Profesional

La importancia del estudio se centraliza en conocer el índice de valor ecológico, la caracterización e identificación las especies nativas del bosque ripario remanente mediante la planificación del método, técnicas, enfoque y tipo de investigación aplicado con los procedimientos adecuados al método científico para alcanzar los objetivos planteados.

Capítulo III

3.1 Metodología

3.1.1 Enfoque de la investigación

La investigación realizada tiene un enfoque mixto, debido a que las variables a evaluar tienen características numéricas o cuantitativas, tales como: número de especies identificadas, diámetro del árbol, altura, diámetro de copa y entre otros. Asimismo, se describirán las características cualitativas de la estructura y composición de especies del bosque, la recolección de los datos se realizará mediante procedimientos estandarizados e instrumentos confiables, tales como: el establecimiento de las unidades de muestreo, medición de parámetros dasométricas, los cuales deberán ser analizados estadísticamente, asimismo la propuesta de investigación delimita y especifica el área de estudio (Finca Palma Maya, Bosque ripario remanente).

3.1.2 Tipo de investigación

La investigación es de tipo transversal, ya que, mediante la observación, recolección de datos y el análisis estadístico de los mismos, se describen las características de la diversidad y estructura del bosque de ribera, mediante un índice que indique la riqueza, la distribución horizontal y vertical de las especies nativas que conforman el ecosistema a estudiar. Este tipo de investigación es completamente descriptivo, con la finalidad de evaluar la frecuencia, dominancia y distribución de la diversidad de especies forestales y arbustivas de los ríos El Rosario y Batzá.

3.1.3 Método

El método utilizado en la investigación es el deductivo, ya que los datos se obtuvieron mediante una muestra estadísticamente representativa del bosque ripario, es decir que se generalizarán los datos recolectados y analizados de una

muestra representativa para toda la población en estudio (unidades de muestreo del total de bosque ripario remanente).

3.1.4 Técnicas e instrumentos.

Para la ejecución de la investigación se utilizaron las siguientes técnicas.

3.1.5 Consulta bibliográfica

Se recopiló la información mediante la consulta y revisión de documentos físicos y digitales tales como libros, tesis, artículos científicos folletos, páginas web para recopilar y complementar la información necesaria que permitió desarrollar las características del proceso de obtención de la información y darle un soporte técnico a la investigación del bosque ripario.

3.1.6 Observación dirigida

Se realizaron recorridos con colaboradores de la finca para identificar las zonas con remanente de bosque de ribera, asimismo para delimitar y ubicar las unidades de muestreo para la recolección de datos que fueron analizados para la caracterización de la diversidad de especies forestales y arbustivas de los ríos El Rosario y Batzá de finca Palma Maya.

3.1.7 Mediciones de parámetros dasométricos y ecológicos

Consistió en la medición de los diámetros, alturas, cobertura de copa de todas las especies forestales y arbustivas, asimismo la identificación de las especies presentes, dichas mediciones se realizaron mediante técnicas adecuadas e instrumentos específicos, las mediciones se ejecutaron en cada una de las unidades de muestreo establecidas en la ribera de los ríos El Rosario y Batzá.

3.1.7.1 Análisis de datos

Se analizaron los datos recolectados en campo con la finalidad de interpretar y generar la información relacionada con las características de diversidad del bosque

ripario remanente, el análisis se realizó de manera ordenada, clasificada y categorizada mediante procedimientos estandarizados.

3.1.7.2 *Software Stimates 9.10*

Es una herramienta muy útil para realizar curvas de acumulación y estimaciones de la riqueza esperada de acuerdo con modelos. Este programa toma los datos provenientes de un sistema de muestreo estandarizado, trabaja de forma aleatoria toda la información y realiza cálculos del número de especies observadas y especies esperadas utilizando estimadores y considerando las desviaciones estándar provenientes del proceso de aleatorización, con este software se realizará el análisis estadístico y cálculo de representatividad de esfuerzo de muestreo.

3.1.7.3 *Boleta de campo*

Instrumento que se utilizó para registrar los datos de las variables que se recabaron en las unidades de muestreo (diámetros, alturas, ancho de copa, nombre común, coordenadas, ubicación y No. de parcela) (Apéndice A).

3.1.8 Muestreo

Las muestras se tomaron en las zonas con cobertura de bosque ripario remanente, se seleccionó las áreas que representen una zona de muestra potencial, donde se establecieron parcelas rectangulares de 10 x 50 m, las cuales fueron las unidades de muestreo.

3.1.8.1 *Tipo de muestreo*

El tipo de muestreo que se utilizó es el no probabilístico intencional el cual consistió en elegir las áreas y elementos a juicio del investigador, este tipo de muestreo permitió seleccionar casos característicos de la población a estudiar, limitando la muestra en este caso al bosque ripario remanente de la finca Palma Maya. Este tipo de muestreo se utiliza en escenarios en los que la población en estudio es muy variable.

3.1.8.2 Criterio de aplicación

La población de estudio lo constituyó el bosque ripario de los ríos El Rosario y Batzá ubicados en finca Palma Maya (107.39 ha), la muestra del estudio corresponde al estrato arbóreo (árboles con diámetro a la altura del pecho –DAP- mayor o igual a 10 cm), asimismo el estrato arbustivo, la información se recopiló en las unidades de muestreo (parcelas) establecidos en el remanente del bosque ripario.

3.1.8.3 Unidad de muestreo

Las unidades de muestreo son los dispositivos utilizados en la recolección de datos en campo durante la ejecución de la investigación, consiste en un conjunto de 10 parcelas instaladas paralelamente a la ribera de los ríos El Rosario (82.8 ha) y Batzá (24.59 ha), el cual permitió evaluar la estructura y composición del bosque ripario remanente.

Las unidades de muestreo (parcelas rectangulares) tendrán las siguientes dimensiones de 10 m de ancho x 50 m de largo, de 0.05 hectáreas (500 m²), las parcelas se instalaron de forma paralela a la orilla del río, procurando tomar en cuenta ambos lados del río. La ubicación de las unidades de muestreo se determinó de acuerdo con los siguientes criterios:

- Ubicación y delimitación de parches de bosque ripario adecuados para establecer las unidades de muestreo.
- Accesibilidad a los parches de bosque.

Se instalaron 10 unidades de muestreo (parcelas) distribuidos de acuerdo con el criterio de proporción de área de las microcuencas en lo que se refiere al área total de la población en estudio. El número de unidades de muestreo (parcelas) establecidos por microcuenca es la siguiente, río El Rosario 8 parcelas (77.1 %) y

río Batzá 2 parcelas (22.9 %). En cada unidad de muestreo se le registraron las coordenadas UTM, altitud y pendiente del terreno.

3.1.8.4 *Medición y registro de datos de los estratos arbóreo y arbustivo*

Consistió en la medición de todos los individuos del estrato arbóreo con diámetro igual o mayor 10 cm a una altura de 1.30 m. del suelo o diámetro a la altura del pecho (DAP), mediante una cinta diamétrica, asimismo se midieron las alturas totales con un clinómetro y una cinta métrica a una distancia de 15 metros del árbol que se midió y se anotaron los porcentajes de pendientes que indique el clinómetro o hipsómetro en la base y ápice del árbol, para calcular el diámetro de copa se utilizó una cinta métrica, y se identificaron las especies de cada individuo por medio de nombre científico y común, consulta en guías de identificación de especies, toda la información se registró en la boleta de campo. Además, se midieron todos los individuos del estrato arbustivo presentes en la unidad de muestreo, midiendo el diámetro nivel del suelo, su altura total, diámetro de copa e identificación de la especie del individuo.

La identificación de las especies forestales y arbustivas del área en estudio se realizó mediante el siguiente método:

- Consulta a comunitarios. Consistió en la observación y serie de preguntas sobre las características particulares de la especie y conocimiento empírico local e identificar en campo de acuerdo con el nombre común.
- Clave dicotómica. Consistió en la comparación de las características de las muestras botánicas colectadas en campo con un documento que describa las claves dicotómicas y características visibles de la especie nativas.

3.1.8.5 *Estructura de especies*

Consistió en estimar el número y abundancia de los individuos de cada especie expresada como la cantidad de tipos (especies y familias). Los cuales se distribuyeron en jerarquías de abundancia, desde las especies que contabilicen más individuos a las especies que contabilicen menos individuos.

Se determinó la diversidad alfa para cada punto de muestreo, mediante los siguientes índices.

3.1.9 Curva de acumulación de especies

La curva de acumulación de especies representa el número de especies acumuladas en el inventario frente al esfuerzo de muestreo empleado, el cual es una metodología importante para estandarizar las estimaciones de riquezas obtenidas en distintos trabajos de inventario. Además, permiten obtener resultados más fiables en análisis posteriores. Es una herramienta muy útil para planificar el esfuerzo de muestreo que se debe realizar en el trabajo de inventario.

La curva de acumulación de especies incorpora nuevas especies a un inventario que se realice, relacionada con un esfuerzo de muestreo. Cuanto mayor sea el esfuerzo de muestreo, mayor será el número de especies colectadas. Al principio se colectan especies comunes y la adición de especies al inventario se produce rápidamente, por lo tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada. A medida que prosigue el muestreo, las especies raras e individuos de especies provenientes de otros lugares, son los que hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende. El momento en el que está pendiente desciende a cero corresponde, teóricamente, con el número total de especímenes que podemos encontrar en la zona estudiada, con los métodos utilizados y durante el tiempo en el que se llevó a cabo el muestreo” Jiménez, 2003).

Conviene tener presente que un inventario real no llega a completarse nunca, por lo que la estimación final del número de especies depende de la resolución temporal y espacial que empleemos en el muestreo; es fundamental que las

estimaciones de riqueza especifiquen el área y periodo temporal de recogida de muestras.

Las curvas de acumulación permiten:

- Dar fiabilidad a los inventarios de especies y posibilitar su comparación.
- Una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables.
- Extrapolar el número de especies observadas en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona.

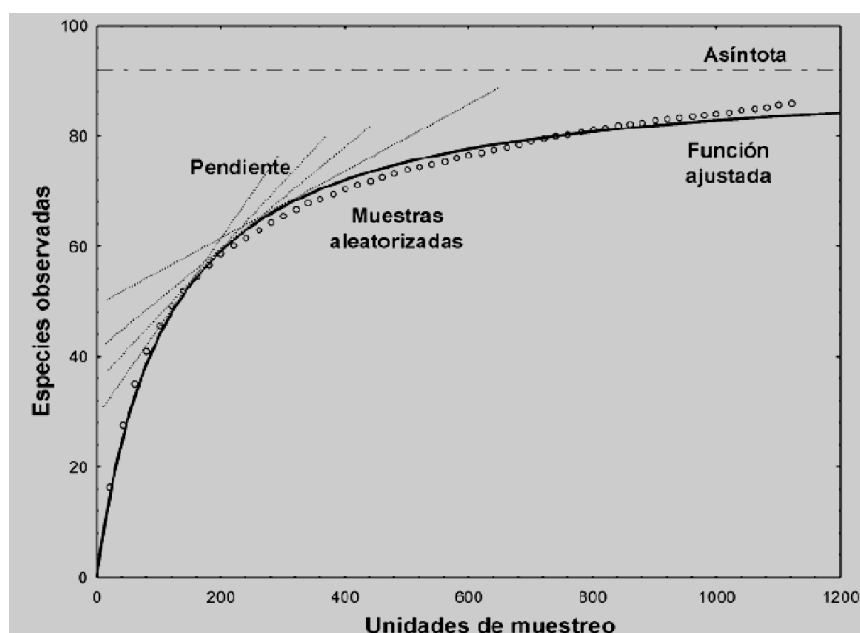


Figura 1. Curva de acumulación de especies.

Fuente. Jiménez, año 2003.

En el eje X se muestra el esfuerzo de muestreo efectuado (n , unidades de esfuerzo). El eje Y representa el número de especies encontradas para cada nivel de muestreo dado (S_n).

Al construir una curva de acumulación de especies lo primero que debe decidir es la manera en la de cuantificar es el esfuerzo de muestreo, por lo que es preferible expresar el esfuerzo como unidades de muestreo (ver en punto 3.1.5.), en donde esta unidad representa un conjunto complementario de métodos diferentes de muestreo, es posible agrupar estos datos en unidades más o menos equivalentes de esfuerzo de manera exitosa para poder evaluar así el inventario resultante.

Una vez decidida la unidad de esfuerzo que se va a emplear, la curva de acumulación de especies se construye representando el incremento en el número de especies añadidas al inventario según aumenta el esfuerzo de muestreo realizado. Para evaluar la calidad de la muestra se debe encontrar una función que describa la curva de acumulación, siendo la más utilizada la función o ecuación de Clench

3.1.10 Ecuación de Clench

Esta ecuación determina “la probabilidad de encontrar nuevas especies aumentará (hasta un máximo) de acuerdo con el tiempo que se pase en el campo y la intensidad de muestreo, es decir, que entre más tiempo se pase colectados datos en campo, la probabilidad de añadir nuevas especies al inventario disminuye, (Soberon y Llorente, 1993). Asimismo, predice la riqueza total de un sitio como el valor del número de especies, donde una curva de acumulación de especies alcanza la asíntota, se calcula como la relación a/b .

La ecuación de acumulación de especies se fundamenta de métodos adecuados para la colecta de información, que permitan la predicción de la riqueza específica de un determinado lugar. Es el modelo más utilizado en la determinación de riqueza de especies y ha demostrado un buen ajuste en la mayoría de las situaciones reales para la mayoría de los taxones. Su expresión matemática es la siguiente:

Ecuación 1.

$$S_n = \frac{a * n}{1 + b * n}$$

Donde:

a = Tasa de incremento de nuevas especies.

b = Pendiente de la curva.

n = Unidades de esfuerzo de muestreo.

S_n = Número medio de especies.

Una segunda opción es utilizar la pendiente de la curva en cada punto. El valor de esta pendiente determina la tasa de entrada de nuevas especies en el inventario con la unidad de esfuerzo elegida.

Conforme el inventario se vaya completando, se hace cada vez menos frecuente registrar la presencia de una especie nueva, por lo que la pendiente de la curva decrece. Cuando la pendiente vaya disminuyendo, será necesario un esfuerzo de muestreo cada vez mayor para añadir un número significativo de especies nuevas al inventario, y por lo tanto, el balance entre el esfuerzo adicional y el número de especies nuevas se va haciendo cada vez menos favorable. Las especies aún por encontrar serán probablemente especies localmente raras, o individuos errantes en fase de dispersión, procedentes de poblaciones estables externas a la unidad del territorio estudiado.”

Para la ecuación de Clench, y empleando como unidad de esfuerzo los individuos o registros de una base de datos, el inventario puede considerarse suficientemente fiable, a pesar de ser aún incompleto, cuando la pendiente se hace aproximadamente <0,1. La pendiente de la curva se puede calcular fácilmente como la de la recta tangente en cada punto, es decir, la primera derivada de la función ajustada. Para realizar un ajuste mediante estimación no lineal Simplex-QuasiNewton empleado en el software Stimates v. La expresión de la derivada de la ecuación de Clench es:

Ecuación 2.

$$P_n = a / (1+b*n)^2$$

Se determinó la proporción teórica de las especies arbóreas registradas empleando la siguiente ecuación:

Ecuación 3.

$$S\% = S_n / (a/b).$$

Donde:

S% = Proporción teórica de las especies.

S_n = Riqueza de especies observadas.

Se estimó el esfuerzo de muestreo necesario para registrar las especies arbóreas y arbustivas mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 4.

$$n_q = S\% / [b \cdot (1-S\%)]$$

Donde:

n_q = Esfuerzo de muestreo.

A medida que avanzamos en el proceso de inventariado se hace más complicado encontrar las especies que faltan. Por tanto, el esfuerzo de muestreo necesario para encontrar más especies se eleva a medida que la curva se acerca la asíntota, lo que nos obliga a llegar a un compromiso entre el esfuerzo que se puede invertir en el trabajo de inventariado y la proporción de especies encontradas. Esta planificación es útil para maximizar los resultados en función de los costes del muestreo.

En general, para la ecuación de Clench y con el número de individuos o de registros en una base de datos como unidad de esfuerzo, a partir de proporciones superiores al 70 % la asíntota de la estimación de la riqueza se hace estable.

3.1.11 Índice de Shannon

Este índice se basa en la teoría de la información y por tanto en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies).

Este índice fue desarrollado para medir la cantidad de información que se puede transmitir, donde p_i representa la proporción (abundancia relativa) de cada especie en la población y \log es la abreviatura del logaritmo natural o base "e" = 2.7182, la cual es la más utilizada actualmente.

La sumatoria es sobre las "S" especies ($i = 1, 2, \dots, S$) de la población. " n_i " es el número de individuos de la especie "i" y "N" la población total de la colección de muestra, entonces $p_i = n_i / N$. el tamaño de la población (N) se calcula sumando los individuos de todas las especies, es decir N.

Este índice se representa normalmente con una H y se expresa con un número positivo que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía en 1 y 5.

Ecuación 5.

$$H = -\sum P_i * \ln P_i$$

Donde:

H = Índice de Shannon-Wiener.

P_i = Proporción de la muestra de la especie i (Ar).

\ln = Logaritmo natural.

La información se ordenará en la siguiente tabla:

Tabla 3. Matriz para organizar la información y calcular el índice de Shannon.

Especie	Número Individuos	$P_i = n_i/N$	$Ln.P_i$	$P_i * Ln p_i$
Especie #	n_i			
Total de spp.	N			$-\sum P_i * Ln P_i$

Fuente: Paiz A, año 2018

La sumatoria de $P_i * Ln p_i$ es el resultado del índice y los valores del resultado se interpretan de acuerdo al siguiente cuadro.

Valores	Significancia
0.5 – 1.99	Diversidad baja
2.0 – 3.49	Diversidad media
>3.5	Diversidad alta

3.1.12 Análisis estructural de la vegetación en las unidades de muestreo

El análisis estructural de una comunidad vegetal, se realiza con el propósito de valorar sociológicamente una muestra y establecer su categoría de asociación.

Consistió en el análisis de la organización de la estructura horizontal y vertical del bosque de ribera de la finca, así determinar el predominio ecológico y estimar la importancia de cada especie registrada en el sitio.

3.1.12.1 Estructura horizontal de la vegetación

La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. Esta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema, es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el índice de valor de importancia (I.V.I.).

3.1.12.1.1 Abundancia

Hace referencia al número de individuos por hectárea y por especie en relación con el número total de individuos. Se distingue la abundancia absoluta (número de individuos por especie) y la abundancia relativa (proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema).

Ecuación 6.

$$Aa = \frac{ni}{ha}$$

Donde:

Aa = Abundancia absoluta

ni/ha = Número de árboles por hectárea de la especie i.

Ecuación 7.

$$Ar\% = \frac{ni}{N} \times 100$$

Donde:

ni = Número de individuos de la iésima especie.

N = Número de individuos totales de la muestra.

3.1.12.1.2 Frecuencia

Permite determinar el número de parcelas en que aparece una determinada especie, en relación con el total de parcelas inventariadas, o existencia o ausencia de una determinada especie en una parcela. La abundancia absoluta se expresa como un porcentaje (100 % - existencia de la especie en todas las parcelas), la frecuencia relativa de una especie se determina como su porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies.

Ecuación 8.

$$Fa = \frac{Pi}{Pt} \times 100$$

Donde:

Fa = Frecuencia absoluta.

Pi = Número de parcelas en que la especie *i* está presente.

Pt = Número total de parcelas.

Ecuación 9.

$$Fr \% = \frac{Fai}{\Sigma Fa} \times 100$$

Donde:

Fr = Frecuencia relativa (%).

Fai = Frecuencia absoluta de la *i*ésima especie.

ΣFa = Sumatoria de las frecuencias en el muestreo.

3.1.12.1.3 Dominancia

Se relaciona al grado de cobertura de las especies como manifestación del espacio ocupado por ellas y se determina como la suma de las proyecciones horizontales de las copas de los árboles en el suelo. Debido a que la estructura vertical de los bosques naturales tropicales es bastante compleja, la determinación de las proyecciones de las copas de los árboles resulta difícil y a veces imposible realizar, por esta razón se utiliza las áreas basales, debido a que existe una correlación lineal alta entre el diámetro de la copa y el fuste.

Bajo este esquema la dominancia absoluta es la sumatoria de las áreas basales de los individuos de una especie sobre el área específica y expresada en metros cuadrados y la dominancia relativa es la relación expresada en porcentaje entre la dominancia absoluta de una especie cualquiera y el total de las dominancias absolutas de las especies consideradas en área inventariada.

Ecuación 10.

$$Da = \frac{Gi}{Gt}$$

Donde:

Gi = Área basal en m² para la iésima especie.

Gt = Área basal en m² de todas las especies.

Ecuación 11.

$$Dr \% = \frac{DaS}{DaT} \times 100$$

Donde:

Dr % = Dominancia relativa.

DaS = Dominancia absoluta. De una especie.

DaT = Dominancia absoluta de todas las especies.

3.1.12.1.4 Índice de valor de importancia

Formulado por Curtis & Mc Intoch (1951), es posiblemente el más conocido, se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa. Permite comparar el peso ecológico de cada especie dentro del bosque. El valor del IVI similar para diferentes especies registradas en el inventario sugiere una igualdad o semejanza del bosque en su composición, estructura, calidad de sitio y dinámica.

Ecuación 12.

$$IVI = Ar\% + Dr\% + Fr\%$$

Donde:

IVI = Índice de Valor de Importancia.

Ar = Abundancia relativa.

Dr = Dominancia relativa.

Fr = Frecuencia relativa.

La siguiente matriz fue utilizada para organizar la información y calcular los parámetros estructurales de la vegetación.

Tabla 4. Matriz de cálculo de valor de importancia.

Especie	Parcelas			Total de individuos	G	Da	Dr %	Fa	Fr %	Da	Dr %	IVI	IVI %

Fuente: Paiz A, año 2018.

3.1.12.1.5 Coeficiente de Mezcla (CM)

Es el indicador de la homogeneidad o heterogeneidad del bosque, relacionando el número de especies y el número de individuos totales ($S: N$ ó S / N).

El Cociente de Mezcla permite tener una idea general de la intensidad de mezcla, es decir, de la forma como se distribuyen los individuos de las diferentes especies dentro del bosque. Los valores del cociente de mezcla dependen fuertemente del diámetro mínimo de medición y del tamaño de la muestra, por lo cual, solo se debe comparar ecosistemas con muestreos de igual intensidad.

Ecuación 13.

$$CM = \frac{S}{N} = \frac{\frac{S}{S}}{\frac{N}{S}}$$

Donde:

S = Número total de especies en el muestreo.

N = Número total de individuos en el muestreo.

3.1.12.2 Estructura vertical de la vegetación

Se define como la distribución de los individuos a lo alto del perfil, esta distribución responde a las características de las especies que la conforman y a las condiciones microclimáticas que varían al moverse de arriba abajo en el perfil del

bosque radiación, temperatura, viento, humedad relativa, evapotranspiración y concentración de CO₂.

La estructura vertical del bosque es importante, ya que permite identificar los estratos del bosque y las especies dominantes y/o registradas en cada uno de ellos, así como las clases de alturas. Los estratos se refieren a la compleja superposición de capas de las copas de árboles y arbustos, están conformados por grupos de individuos que han encontrado un lugar adecuado para satisfacer sus necesidades energéticas, y expresa plenamente su modelo arquitectural.

3.1.12.3 *Diagrama de perfil*

Fue introducido por Davis & Richards en 1933, es la herramienta más utilizada para la evaluación de la estructura vertical de los bosques; dicho diagrama intenta una representación bidimensional de una estructura tridimensional que es el bosque, conformado por fajas estrechas. Se construye con base en mediciones exactas de la posición y altura de todos los árboles de la parcela, así como de la amplitud y profundidad de sus copas a partir de una altura mínima inferior arbitraria o de un diámetro mínimo de medición. Los perfiles permiten caracterizar las principales formaciones tropicales y sus clases de arquitectura. Por lo tanto, describen la morfología de la vegetación con una precisión aceptable, un perfil solo representa una fracción del bosque, el cual cambia en el tiempo y en el espacio.

3.1.13 Recursos

Los recursos utilizados durante la ejecución de la investigación son los siguientes:

3.1.14 Talento humano

Tabla 5. Recurso humano.

Descripción	Cantidad
Tesista	1
Asesor	1
Equipo de trabajo	3

Fuente: elaboración propia, año 2020.

3.1.15 Físicos

Tabla 6. Recursos humanos.

Descripción	Cantidad	Descripción	Cantidad
Bosque ripario	107.39 ha	Tablero	1
GPS	1	Cuaderno de campo	1
Brújula	1	Cámara digital	1
Clinómetro	1	Lápiz	2
Cinta métrica	2	Machete	3
Cinta diamétrica	2	Estacas	100
Boleta de registro	100	Mapa	1
Computadora	1	Transporte	1

Fuente: elaboración propia, año 2020.

3.1.16 Financiero

Tabla 7. Recursos financieros.

Fase	Rubro	Materiales y herramientas	Cantidad	Costo unitario Q.	Días	Total Q.
Fase de gabinete inicial	Talento humano	Encargados institucionales	1			
		Personal de apoyo	4			
		Actores que interviene en la investigación	0			
		Asesoría interna	1		20	
		Investigador	1	500.00	30	
	Elaboración del plan de investigación	Computadora	1	5000.00	20	5000.00
		Paquete de office (Word 2013)	1	200.00	20	200.00
		Impresora	1	500.00	3	500.00
		Resma de papel bond	10	30.00	3	300.00
		Lápiz, lapicero y tablero	5	40.00	20	200.00
	Visitas al área de estudio	Cámara fotográfica	1	3000.00	20	3000.00
		GPS	1	1500.00	20	1500.00
Transporte	Combustible (galones)	5	21.00	20	2100.00	
Fase de campo	Mano de obra	Jornales (ejecución)	80	98.00	20	7840.00
	Transporte	Renta de vehículo.				
		Combustible (galones)	6	21.00	20	2520.00
	Instrumentos de medición	Cinta diamétrica	1	200.00	20	200.00
		Cinta métrica	2	200.00	20	400.00
		Clinómetro	1	1500.00	20	1500.00
		Brújula	1	1200.00	20	1200.00
		GPS	1	1500.00	20	1500.00
	Alimentación		5	15.00	20	1500.00
	Almuerzo		5	20.00	20	2000.00
	Refacción		5	10.00	20	1000.00
	impresiones	Boleta de registro	50	1.00		50.00
Fase final de gabinete	Sistematización de resultados	Software Stimates y Estatica.	2	Licencia libre	20	360.00
		Paquete office (Word y Excel 2013)	1	200.00	20	200.00
		Internet	1	250.00	30	250.00
	Resultados de la investigación	Copias de Informe final	10			500.00
	Informe final	Encuadernado	10			200.00
	Imprevistos	5 % del gasto total				1434.00
				Total.		35454.00

Fuente: elaboración propia, año 2020.

Capítulo IV

4.1 Resultados

4.1.1 Datos generales del área de estudio

El remanente de bosque de ribera (107.39 ha) muestreado se ubica en finca Palma Maya, en las microcuencas del río el Rosario y río Batzá, pertenecientes a la cuenca del río Ocosito, en el municipio de Génova Costa Cuca, departamento de Quetzaltenango (Ver apéndice B).

4.1.2 Distribución de las unidades de muestreo

Las 10 unidades de muestreo (10 x 50 m, de 500 m²) fueron distribuidas de acuerdo a la proporción de área de la microcuenca. El número de parcelas establecidas por microcuenca es la siguiente: río El Rosario 8 parcelas (77.1 %) y río Batzá 2 parcelas (22.9 %). Ver figura 2.

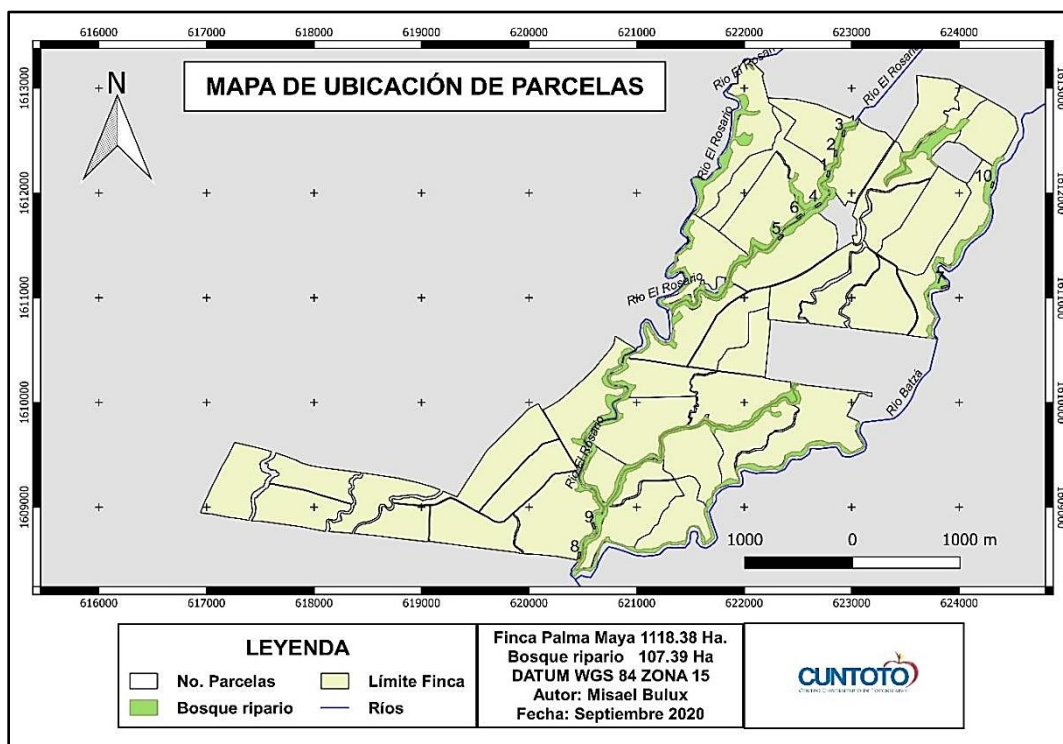


Figura 2. Mapa de distribución de las unidades de muestreo del remanente del bosque ripario de finca Palma Maya.

Fuente: elaboración propia con el software Qgis, septiembre 2020.

4.1.3 Riqueza de especies nativas del remanente del bosque ripario de finca Palma Maya

La riqueza de especies depende de la ubicación geográfica del sitio, asimismo por las variaciones climáticas (temperatura, precipitación, disponibilidad de luz) que se presentan de un sitio a otro (Leiva, 2001). De acuerdo al muestreo realizado en el remanente del bosque de ribera de los ríos El Rosario y Batzá ubicados en finca Palma Maya, donde se establecieron 10 parcelas (unidades de muestreo), se registraron 38 especies (estratos arbóreos y arbustivos) agrupados en 33 géneros y 17 familias (ver Tabla 8).

Las familias con mayor número de especies son las siguientes: **Fabaceae** con 12 especies registradas representando el 31.58 % de los especímenes identificados y 10 géneros agrupados, seguido por las familias **Malvaceae** y **Moraceae** ambas con 4 especies registradas representando el 10.53 % del total de especies identificadas y 3 géneros agrupados, en la familia **Bignoniaceae** se registraron 3 especies conformando el 7.89 % con tres géneros agrupados, en la familia **Apocynaceae** con dos géneros agrupados y **Boraginaceae** con un género agrupado, pero en ambas familias se identificaron 2 especies representando el 5.26 % del total de especies registradas, siendo estas las familias más importantes y representativas del remanente del bosque de ribera de finca Palma Maya.

El resto de las familias registran una especie y un género agrupado, representando el 2.63 % del total de las especies identificadas.

Los 10 géneros registrados en la familia **Fabaceae** son los siguientes: **Acacia**, **Bauhinia**, **Diphysa**, **Erythrina**, **Gliricidia**, **Inga**, **Leucaena**, **Platymiscium**, **Schizolobium** y **Tamarindus**. Para la familia **Malvaceae** los géneros identificados son: **Ceiba**, **Guazuma** y **Sterculia**. Para la familia **Moraceae** los géneros registrados son: **Brosimum**, **Castilla** y **Ficus** y la familia **Bignoniaceae** los géneros identificados son: **Handroanthus**, **Roseodendron** y **Tabebuia**. Son las cuatro familias más diversas del remanente del bosque ripario.

Tabla 8. Inventario de familias, número de géneros y de especies del remanente del bosque de ribera del río Rosario y Batzá.

Familia	No. Géneros	% Géneros	No. Especies	% Especies
Fabaceae	10	30.30	12	31.58
Malvaceae	3	9.09	4	10.53
Moraceae	3	9.09	4	10.53
Bignoniaceae	3	9.09	3	7.89
Apocynaceae	2	6.06	2	5.26
Boraginaceae	1	3.03	2	5.26
Anacardiaceae	1	3.03	1	2.63
Annonaceae	1	3.03	1	2.63
Bixaceae	1	3.03	1	2.63
Bombacaceae	1	3.03	1	2.63
Burseraceae	1	3.03	1	2.63
Euphorbiaceae	1	3.03	1	2.63
Leguminosae	1	3.03	1	2.63
Meliaceae	1	3.03	1	2.63
Myristicaceae	1	3.03	1	2.63
Polygonaceae	1	3.03	1	2.63
Urticaceae	1	3.03	1	2.63
Total	33	100.00	38	100.00

Fuente: elaboración propia con base a los datos obtenidos en campo, septiembre 2020

En la figura 3, se observa la proporción de las familias en función a las especies que agrupan, donde se determina que la familia **Fabaceae** tiene el mayor número de especímenes identificados en el muestreo, representando el 31.58 %, seguido de la familia **Malvaceae** y **Moraceae** con el 10.53 % de las especies muestreadas, la familia **Bignoniaceae** con 7.89 % y la familia **Apocynaceae** y **Boraginaceae** ambos con el 5.26 % de las especies identificadas en el muestreo.

Para las familias **Anacardiaceae**, **Annonaceae**, **Bixaceae**, **Bombacaceae**, **Burseraceae**, **Euphorbiaceae**, **Leguminosae**, **Meliaceae**, **Myristicaceae**, **Polygonaceae**, **Urticaceae** tienen una proporción del 2.63 % para cada una, registrando una sola especie por familia.

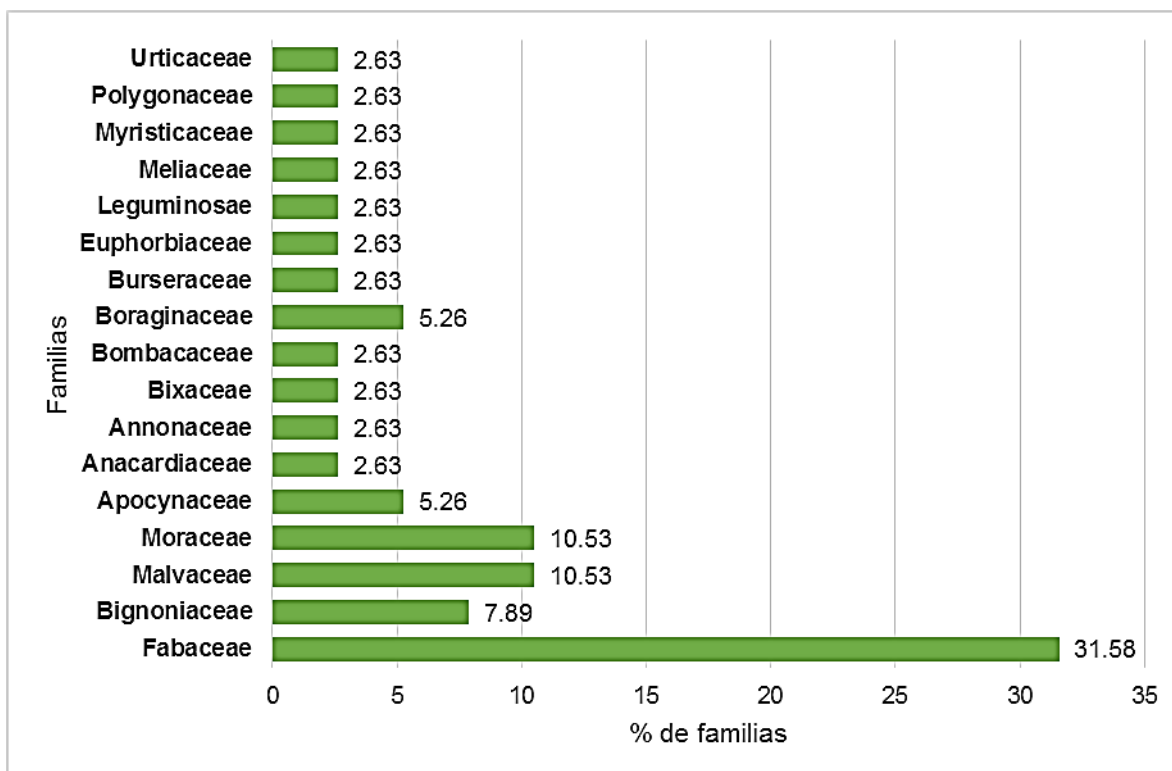


Figura 3. Porcentajes (%) de las especies agrupadas por familia del remanente del bosque ripario de finca Palma Maya.

Fuente: elaboración propia con base a los datos obtenidos en campo, septiembre 2020.

De acuerdo a la figura 4, de los 33 géneros identificados en el remanente del bosque de ribera de los ríos El Rosario y Batzá, se determinó que existen 8 géneros con mayor porcentaje de acuerdo al número de veces registrados (≥ 15 especímenes) en las unidades de muestreo (parcelas rectangulares), de las cuales 6 géneros son nativos de la región y dos géneros introducidos, los cuales son: **Inga** con un porcentaje del 15.63 % del total de individuos registrados, seguido por el género **Roseodendron** representando el 9.97 %, **Tamarindus** (género introducido) con una proporción de 7.82 %, **Guazuma** acumulando el 6.74 %, el género **Bursera** representando el 5.93 %, **Hevea** (género introducido) con un porcentaje de 4.85 % y los géneros **Lonchocarpus** y **Brosimum** con una proporción del 4.04 %.

Los géneros **Ceiba** y **Leucena** representan el 3,77 %, **Cecropia** y **Cordia** con el 3.23 % acumulado, **Schezobium** y **Pachira** con un porcentaje del 2.96 %

respectivamente, **Cedrela** y **Ficus** con una proporción del 2.16 %. Los géneros con menor proporción acumulada son: **Sterculia** con el 1.62 %, **Spondias**, **Erythryna** y **Virola** con un porcentaje del 1.35 %, **Bixa**, **Tabebuia**, **Castilla**, **Platymiscium** y **Tabernaemontana** con el 1.08 %, **Coccoloba**, **Bauhinia**, **Handroanthus**, **Diphysa**, **Gliricidia** y **Guatteria** con un porcentaje del 0.81 %, **Acacia** con el 0.54% y **Aspidosperma** con el 0.27 % del total de individuos registrados.

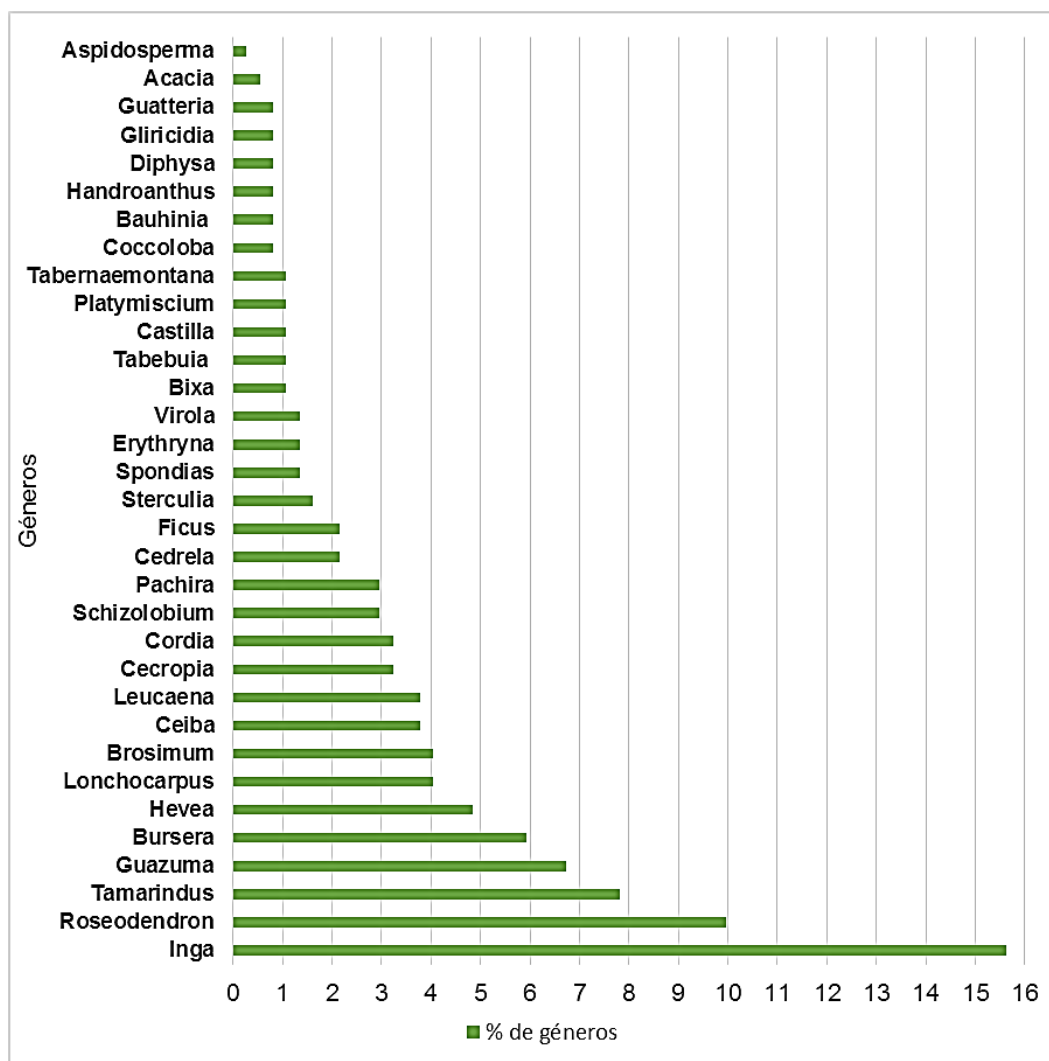


Figura 4. Porcentajes (%) de especies por género del remanente del bosque ripario de finca Palma Maya.

Fuente: elaboración propia con base a los datos obtenidos en campo, septiembre 2020.

De acuerdo a la figura 5, Las especies más representativas dentro del remanente del bosque ripario de los ríos El Rosario y Batzá son las siguientes (Ver apéndice C, categorización taxonómica): **Roseodendron donnell-smithii** Rose con una

proporción del 9.97 % de los especímenes identificados en el muestreo, seguido de ***Tamarindus indica*** (especie no nativa) con un acumulado de 7.82 %, ***Inga vera*** con un porcentaje del 7.28 %, ***Inga spuria*** Humb & Bonpi con el 7.01 % del acumulado, ***Guazuma ulmifolia*** representando el 6,74 % de los individuos registrados, ***Bursera simaruba*** con 5.93 %, todos con registros ≥ 20 individuos por especie.

La especie ***Hevea brasiliensis*** (especie introducida) tiene una proporción del 4.85 %, ***Brosimum alicastrum*** y ***Lonchocarpus guatemalensis*** ambos con un acumulado del 4.04 %, ***Leucaena diversifolia*** con 3.77 %, ***Cecropia peltata*** con un acumulado de 3.23 %, ***Pachira acuatica*** y ***Schizolobium parahyba*** ambos representando el 2.96 %, con registros ≥ 10 individuos por especie.

Las especies con menor representatividad en el muestreo (< 10 individuos registrados) son las siguientes: ***Cordia alliodora*** con el 2.23 %, ***Cedrela odorata*** y ***Ceiba aesculifolia*** ambos con porcentaje del 2.16 %, ***Ceiba pentandra*** y ***Sterculia apetala*** con una proporción del 1.62 %, ***Erythrina berteroana***, ***Inga endulis***, ***Spondias mombin*** y ***Virola koschnyi*** con un acumulado 1.35 % para cada especie, ***Bixa arborea***, ***Castilla elastica***, ***Ficus isipida***, Willd, ***Ficus nymphaeifolia***, Mill, ***Platymiscium dimorphandrum***, ***Tabebuia rosea*** y ***Tabernaemontana donnell-smithii*** Rose con el 1.08 % porcentaje, ***Bauhinia unguolata***, ***Coccoloba barbandensis***, ***Cordia gerascanthus***, ***Diphysa americana***, ***Gliricidia sepium***, ***Guatteria anomala***, ***Handroanthus chrysanthus*** con una proporción por especie del 0.81 %, ***Acacia hindsii*** con 0.54 % y ***Aspidosperma magalocarpom*** con 0.27 % del muestreo realizado.

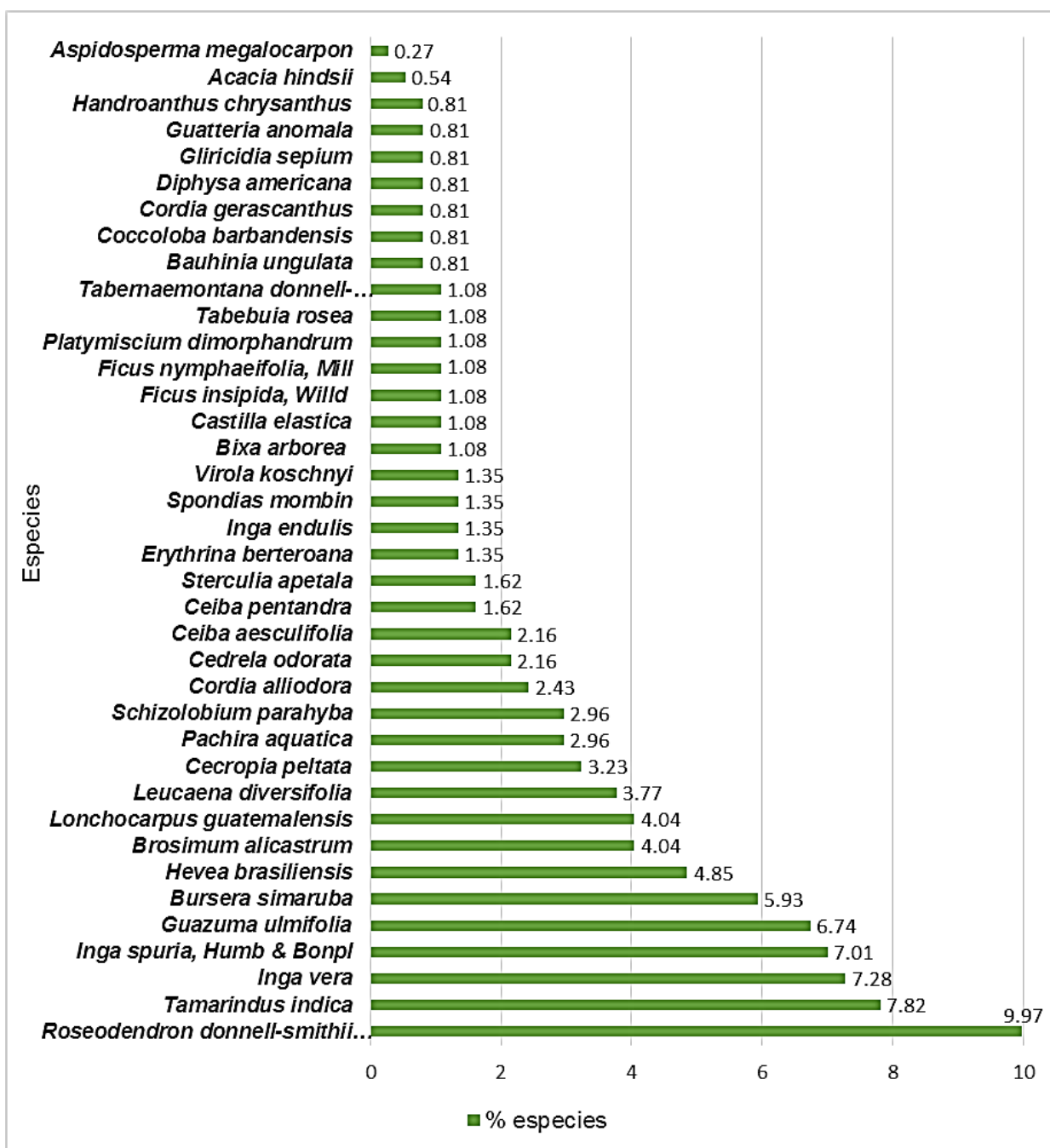


Figura 5. Porcentaje (%) de especies arbóreas y arbustivas del remanente del bosque ripario de finca Palma Maya

Fuente: elaboración propia con base a los datos obtenidos en campo, septiembre 2020.

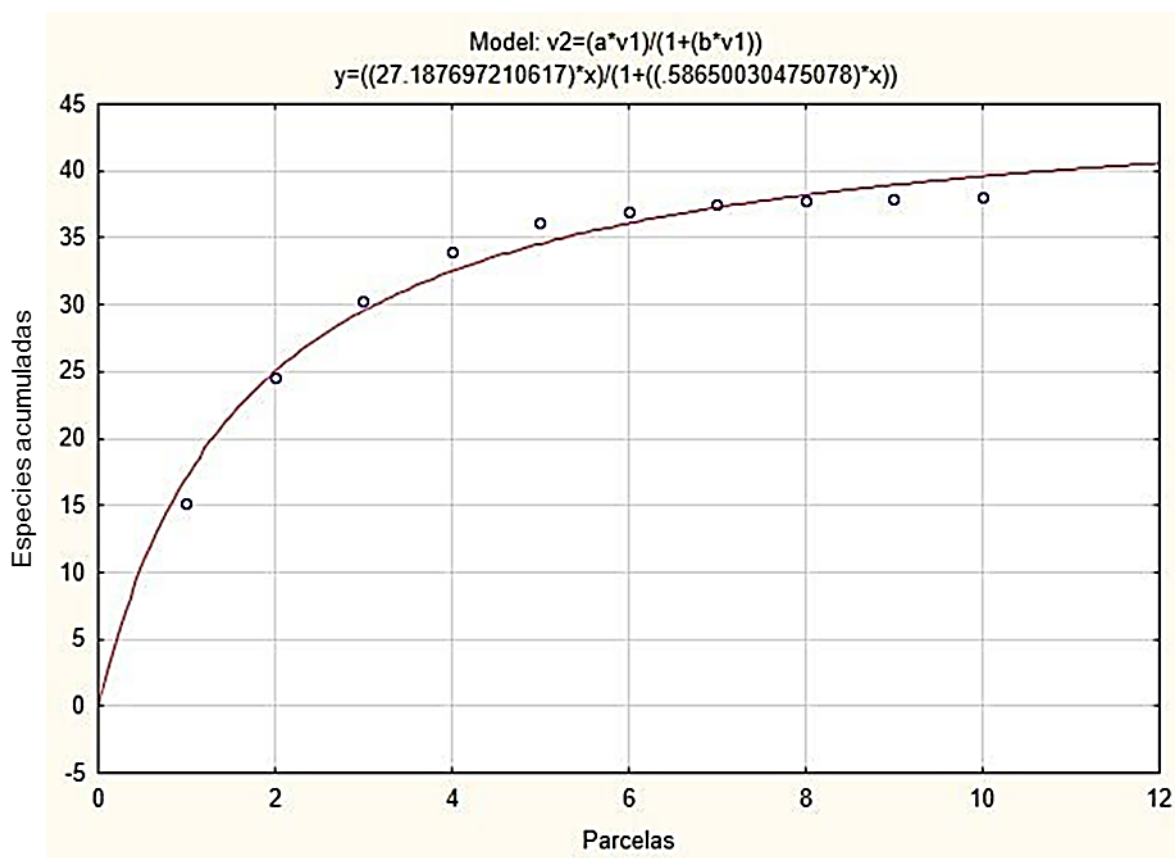
4.1.4 Estimación de la riqueza de especies y esfuerzo de muestreo

Para la estimación del esfuerzo de muestreo realizado en el remanente del bosque ripario de finca Palma Maya, se aplicó el método de curva de acumulación de especies y la ecuación de Clench para garantizar la confiabilidad de los datos registrados en el muestreo ejecutado. La ecuación de Clench es el modelo más utilizado y ha demostrado un buen ajuste en la mayoría de las situaciones reales y para con la mayoría de los taxones. A. Jiménez-Valderde & J. Hortal, (2003).

Con el método se determinó un esfuerzo de muestreo realizado del 81 %, para la ecuación de Clench con el número de individuos registrados en una base de datos como unidad de esfuerzo, a partir de proporciones superiores al 70% las estimaciones de la riqueza se hacen estables A. Jiménez-Valderde & J. Hortal, (2003), por lo tanto, se deduce que el esfuerzo de muestreo ejecutado es confiable. El resultado de la pendiente es de 0.57, siendo mayor al 0.1 establecido por la metodología, lo cual indica que no se ha estabilizado la asíntota, lo cual genera una pendiente alta, ello indica heterogeneidad en la distribución de las especies registradas dentro de las unidades de muestreo, es decir que la presencia de las especies dentro de las parcelas de muestreo es inconstante, ya que el registro y el análisis de los datos se basa en la presencia y ausencia de las especies registradas dentro de la parcela (Ver apéndice D).

De acuerdo a los parámetros **a** (27.1877), **b** (0.5865) generado de los datos analizados en el paquete estadístico se estimó la cantidad de 32 parcelas de muestreo para alcanzar un 95 % de esfuerzo en el muestreo, esto implica establecer 22 unidades de muestreo (parcelas) adicionales que aumentaría un 14 % la información del inventario de especies, si estableciendo 10 parcelas se obtuvo un esfuerzo de muestreo del 81 %, para añadir un número significativo de especies al inventario se debe de realizar un esfuerzo de muestreo cada vez mayor, por lo tanto, el balance entre los costes (esfuerzo adicional) y las ganancias (número de nuevas especies) se va haciendo cada vez menos favorable, esto se debe a que las especies que pueden faltar aún por encontrar son probablemente especies

localmente raras, o individuos en fase de dispersión, procedentes de poblaciones estables externas a la unidad del territorio estudiada (Moreno & Halffter, 2000). Asimismo se realizó una evaluación y comparación del coeficiente R^2 (medida descriptiva de la proporción de varianza; sus valores van de 0 a 1, el más próximo a 1 mejor se ajusta a la función de los datos), A. Jiménez-Valderde & J. Hortal, (2003), por consiguiente se obtuvo como resultado un valor del 0.98 cercano a 1, por lo tanto indica un ajuste adecuado de la función de los datos.



Calidad del inventario %	Pendiente	Riqueza de especies	Número de esfuerzo de muestreo 80%	Predicción de número de esfuerzo de muestreo 95%	Predicción de especies	R^2	R
0.81	0.57	38	10	32	46	0.98	0.97

Figura 6. Curva de acumulación de especies aplicando la ecuación de Clench del remanente del bosque ripario de finca Palma Maya

Fuente: elaboración propia con base a los datos obtenidos en campo, septiembre 2020.

4.1.5 Análisis del índice de biodiversidad de Shannon

Este índice pretende integrar toda la información basándose de dos factores: el número de especies presentes y las frecuencias relativas de las mismas, en un solo número H , que usualmente cae entre 0.5 y 3.5 de acuerdo a la tabla 9. Laura, (2006).

Tabla 9. Índices de diversidad de Shannon.

Tipo de diversidad	Valores
Diversidad baja	0.5 – 1.99
Diversidad media	2.0 – 3.49
Diversidad alta	>3.5

Fuente: Laura, año 2006.

Para realizar el análisis del índice de biodiversidad se utilizó la matriz de cálculo de índice de Shannon ver tabla 10, mediante la sumatoria de las (S) especies identificadas (38 especies) de la población. (n_i) que es el número de individuos de la especie (i) y (N) la población total de la colección de muestra 371 ejemplares, el tamaño de la población (N) se calculó sumando los individuos de cada especie.

Se determinó que el índice de Shannon para el remanente del bosque ripario de finca Palma Maya corresponde al $H = 3.285$ el valor resultante refleja que el sitio de estudio tiene una diversidad media, basado en la distribución y presencia de las especies en las unidades de muestreo, se deduce que la ubicación de las especies y los individuos registrados dentro de las parcelas es de forma heterogénea tomando como referencia las siguientes especies: *Bursera simaruba* con 22 individuos en 8 parcelas siendo la especie con mayor presencia en las unidades de muestreo y con abundancia relativa del 0.059; *Roseodendron donnell-smithii* Rose registrando 37 individuos en 4 unidades de muestreo y abundancia relativa del 0.100; *Aspidosperma megalocarpon* registrado un individuo en una parcela y una abundancia relativa del 0.003.

Tabla 10. Matriz de cálculo del índice diversidad de Shannon.

Nombre común	Nombre científico	ni	Pi=n/N	Ln(pi)	Pi(LnPi)	Pi(LnPi)
Palo blanco	<i>Roseodendron donnell-smithii</i> Rose	37	0.100	-2.305	-0.230	0.230
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	29	0.078	-2.549	-0.199	0.199
Cuje	<i>Inga vera</i>	27	0.073	-2.620	-0.191	0.191
Caspirol	<i>Inga spuria</i> , Humb & Bonpi	26	0.070	-2.658	-0.186	0.186
Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	25	0.067	-2.697	-0.182	0.182
Palo Jiote	<i>Bursera simaruba</i>	22	0.059	-2.825	-0.168	0.168
Hule	<i>Hevea brasiliensis</i>	18	0.049	-3.026	-0.147	0.147
Chaperno	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	15	0.040	-3.208	-0.130	0.130
Ujuxte	<i>Brosimum alicastrum</i>	15	0.040	-3.208	-0.130	0.130
Espino	<i>Leucaena diversifolia</i>	14	0.038	-3.277	-0.124	0.124
Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	12	0.032	-3.431	-0.111	0.111
Plumillo	<i>Schizolobium parahyba</i>	11	0.030	-3.518	-0.104	0.104
Zapoton	<i>Pachira aquatica</i>	11	0.030	-3.518	-0.104	0.104
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	9	0.024	-3.719	-0.090	0.090
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	8	0.022	-3.837	-0.083	0.083
Pompojuche	<i>Ceiba aesculifolia</i>	8	0.022	-3.837	-0.083	0.083
Castaño	<i>Sterculia apetala</i>	6	0.016	-4.124	-0.067	0.067
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	6	0.016	-4.124	-0.067	0.067
Cuxin	<i>Inga endulis</i>	5	0.013	-4.307	-0.058	0.058
Jobo	<i>Spondias mombin</i>	5	0.013	-4.307	-0.058	0.058
Palo Pito	<i>Erythrina berteroana</i>	5	0.013	-4.307	-0.058	0.058
Sangre de perro	<i>Virola koschnyi</i>	5	0.013	-4.307	-0.058	0.058
Achiote	<i>Bixa arborea</i>	4	0.011	-4.530	-0.049	0.049
Amate	<i>Ficus insipida</i> , Willd	4	0.011	-4.530	-0.049	0.049
Cojon	<i>Tabernaemontana donnell-smithii</i>	4	0.011	-4.530	-0.049	0.049
Hormigo	<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	4	0.011	-4.530	-0.049	0.049
Hule cimarron	<i>Castilla elastica</i>	4	0.011	-4.530	-0.049	0.049
Mata palo	<i>Ficus nymphaeifolia</i> , Mill	4	0.011	-4.530	-0.049	0.049
Roble	<i>Tabebuia rosea</i>	4	0.011	-4.530	-0.049	0.049
Nombre común	Nombre científico	ni	Pi=n/N	Ln(pi)	Pi(LnPi)	Pi(LnPi)
Cortez	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	3	0.008	-4.818	-0.039	0.039
Guachipilin	<i>Diphysa americana</i>	3	0.008	-4.818	-0.039	0.039
Laurelillo	<i>Cordia gerascanthus</i>	3	0.008	-4.818	-0.039	0.039
Palo de zope	<i>Guatteria anomala</i>	3	0.008	-4.818	-0.039	0.039

Papaturro	<i>Coccoloba barbandensis</i>	3	0.008	-4.818	-0.039	0.039
Pata venado	<i>Bauhinia unguolata</i>	3	0.008	-4.818	-0.039	0.039
Yaite	<i>Gliricidia sepium</i>	3	0.008	-4.818	-0.039	0.039
Ixcanal	<i>Acacia hindsii</i>	2	0.005	-5.223	-0.028	0.028
Chichico	<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	1	0.003	-5.916	-0.016	0.016
Total		N 371			-3.285	3.285

Fuente: elaboración propia con base a los datos obtenidos en campo, septiembre 2020.

Se analizaron los datos de las unidades de muestreo para calcular el índice de diversidad de las diez parcelas (P1, P2, P3... P10) establecidas el remanente del bosque ripario de finca Palma Maya, se determinó que la P6 tiene el mayor índice de diversidad 2.98, seguido de la P10 con un índice de 2.67 y la P1 con un índice de 2.63 siendo las tres parcelas con una diversidad media de acuerdo a la tabla 7, y la P8 siendo la unidad de muestreo con menor índice de 1.56 indicando diversidad baja. (Ver Apéndice E y F).

4.1.6 Análisis del índice de similitud de Sorensen por unidades de muestreo

Los índices de similitud son utilizados, especialmente para comparar comunidades con atributos similares (diversidad Beta). Sin embargo, también son útiles para otro tipo de comparaciones, por ejemplo, para comparar las comunidades de plantas de estaciones diferentes o micro sitios (diversidad Alfa). El índice de Sorensen es el más utilizado para el análisis de comunidades y permite comparar dos unidades mediante la presencia / ausencia de especies en cada una de ellas. Mostacedo, (2000).

Para el estudio se empleó el índice de Sorensen para comparar la similitud de unidades de muestreo y determinar si existe variación con base en la composición de las especies registradas. Los datos son analizados con base en la presencia – ausencia de las especies dentro de las unidades de muestreo, la identificación de las unidades de muestreo similares florísticamente se realizó mediante la siguiente tabla de criterio.

Tabla 11. Tabla de criterio de similitud de Sorensen.

Criterio	Rango	Significancia
No similares	0 - 0.33	Disímil o diferencia florística
Medianamente similares	0.34 - 0.66	Medianamente similares florísticamente
Muy similares	0.67 - 1.0	Similares florísticamente

Fuente: Moreno, año 2001.

Tabla 12. Matriz de similitud de Sorensen.

Matriz de similitud de Sorensen										
No. Parcelas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
P1	1.000	0.467	0.571	0.533	0.467	0.488	0.563	0.083	0.486	0.412
P2	0.467	1.000	0.452	0.538	0.308	0.486	0.429	0.200	0.364	0.400
P3	0.571	0.452	1.000	0.387	0.452	0.429	0.545	0.320	0.474	0.457
P4	0.533	0.538	0.387	1.000	0.308	0.486	0.500	0.000	0.182	0.200
P5	0.467	0.308	0.452	0.308	1.000	0.486	0.643	0.100	0.424	0.333
P6	0.488	0.486	0.429	0.486	0.486	1.000	0.462	0.194	0.591	0.537
P7	0.563	0.429	0.545	0.500	0.643	0.462	1.000	0.000	0.343	0.188
P8	0.083	0.200	0.320	0.000	0.100	0.194	0.000	1.000	0.370	0.417
P9	0.486	0.364	0.474	0.182	0.424	0.591	0.343	0.370	1.000	0.541
P10	0.412	0.400	0.457	0.200	0.333	0.537	0.188	0.417	0.541	1.000

Fuente: elaboración propia con base a los datos obtenidos en campo, septiembre 2020.

De acuerdo a la Matriz de similitud de Sorensen (tabla 12), se determinó la similitud y disimilitud entre las unidades de muestreo, identificando las significancias siguientes: las parcelas (P5 y P7) compartiendo 9 especies registradas representando el 0.643 medianamente similares florísticamente, asimismo las parcelas (P9 y P6) con especies compartidas y una proporción de similitud de 0.591, igualmente las parcelas (P3 y P1) compartiendo 9 especies y un índice de similitud de 0.571 %, también las parcelas (P2 y P4) compartiendo 7 especies y

representando el 0.538 % de similitud, siendo estas cuatro comunidades medianamente similares florísticamente. Las disimilitudes o diferencias florísticas se registran entre las parcelas (P1 y P8) con una especie compartida y una proporción de similitud del 0.083, igualmente la parcela (P4 y P8), (P7 y P8) no comparten ninguna especie y la proporción es de 0. Esto indica que no existen unidades muestrales completamente idénticas, es decir que no hubo homogeneidad en cuanto al registro de las especies, ya que el valor de similitud entre parcelas no se acercó a 1.

En la figura 7 se observa el análisis de conglomerado donde se muestra la distribución de las parcelas agrupadas sobre el eje vertical y sobre el eje horizontal se identifican los valores de similitud entre parcelas. El punto de similitud se analizó basándonos en el correspondiente valor de correlación. En la gráfica 5 se determina a través del análisis de conglomerado, formando cuatro comunidades medianamente similares florísticamente en el rango de 0.538 – 0.643, lo cual indica que la que la diversidad de especies es heterogéneo en el remanente del bosque ripario, y la presencia de los especímenes y la composición de las especies es diferente en cada unidad de muestreo. (Ver apéndice D).

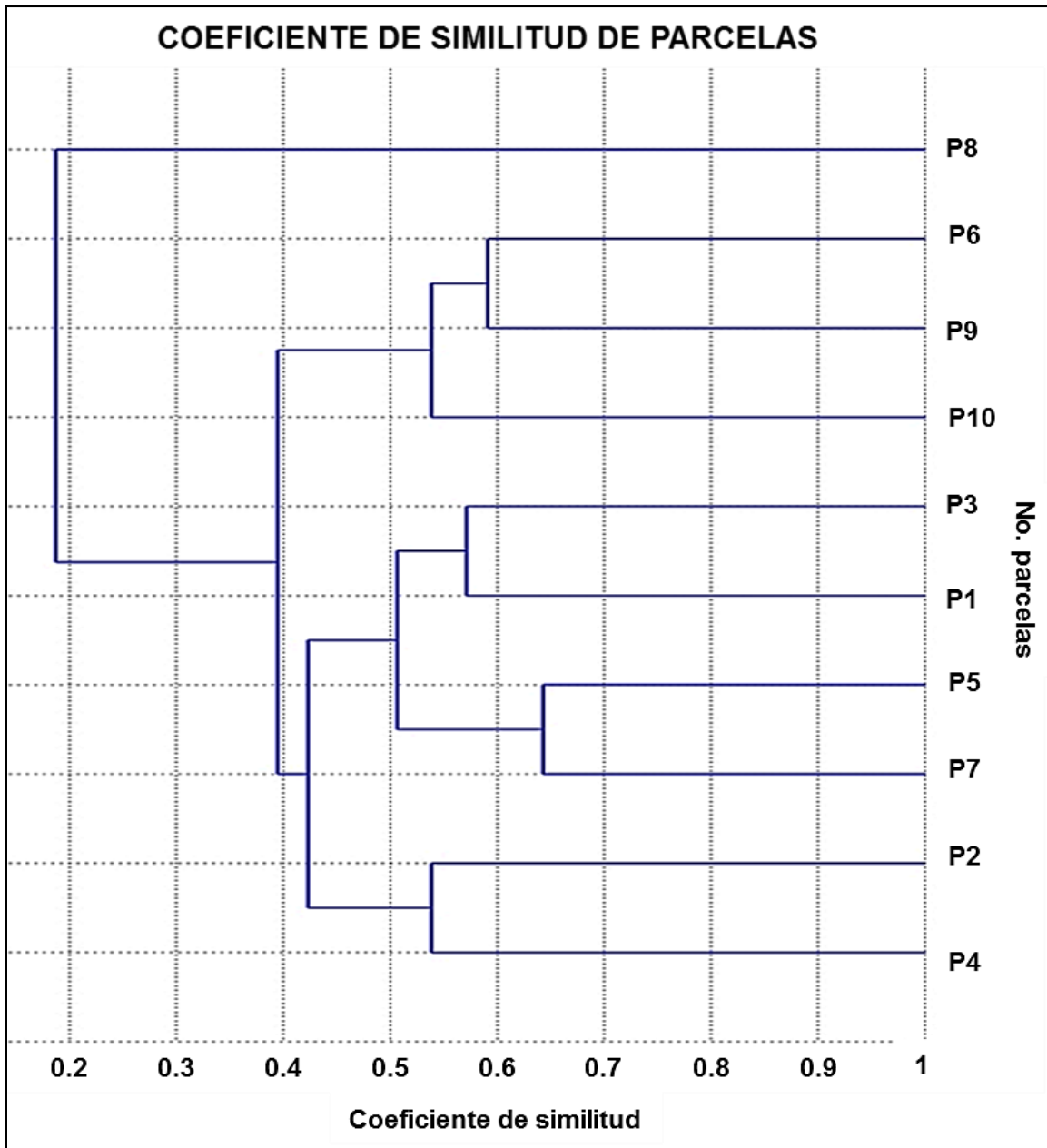


Figura 7. Análisis de conglomerado, basado en datos de presencia – ausencia de especies en 10 unidades de muestreo del remanente del bosque ripario de finca Palma Maya.

Fuente: elaboración propia con base a los datos obtenidos en campo, septiembre 2020.

4.1.7 Análisis estructural horizontal y vertical del remanente del bosque ripario

A partir del análisis de los datos se determinaron los parámetros ecológicos de abundancia, dominancia y frecuencia, para posteriormente calcular el índice de valor de importancia (I.V.I).

4.1.7.1 Distribución diamétrica

En la figura 8 se observan los valores de DAP ≥ 10 cm alcanzando una medida máxima de 220 cm y una media de 19.70 cm. De los 371 individuos registrados, el 68.19 % se encuentra en la clase diamétrica de 10 – 19.99 cm, el 18.87 % se ubica en rango de 20 – 29.99, mientras que la categoría 30 – 39.99 comprende el 5.93 % de los individuos registrados, la clase diamétrica de 40 – 49.99 registra el 2.96 %, el rango 50 – 59.99 tiene una proporción de 1.35 % y 60 – 69.99 con 1.62 %. Las clases diamétricas con menos proporciones e individuos registrados son: 70 – 79.99 con una proporción 0,81 % y el rango ≥ 100 con un porcentaje 0.27 %. Para las categorías 80 – 89.99 y 90 – 99.99 no se registraron individuos. (Ver apéndice G).

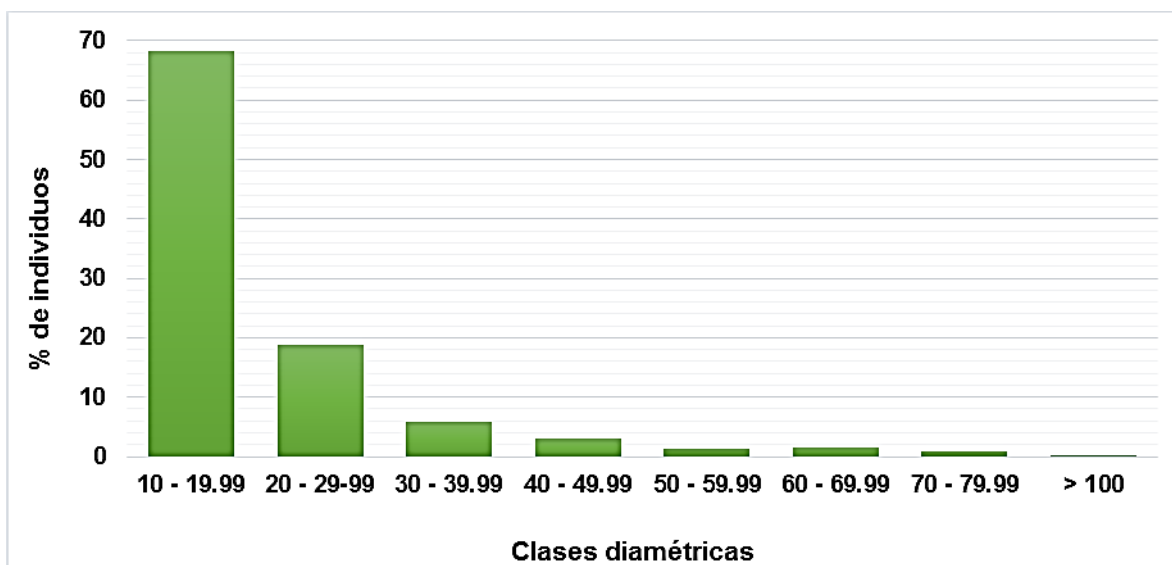


Figura 8. Clases diamétricas del remanente del bosque ripario de finca Palma Maya.
Fuente: elaboración propia con base a los datos obtenidos en campo, septiembre 2020

4.1.7.2 Abundancia de especies

Del total de las especies registradas en el remanente del bosque ripario se determinó que seis son las más abundantes: *Roseodendron donnell-smithii* Rose con un porcentaje del 9.97 %, seguido de *Tamarindus indica* con el 7.82 % de representatividad, *Inga vera* con una proporción del 7.28 %, *Inga spuria*, Humb & Bonpl representando el 7.01 %, *Guazuma ulmifolia* con 6.74 %; y la especie menos abundante es *Aspidosperma megalocarpon* con el 0.27 % de la abundancia total. Ver figura 9.

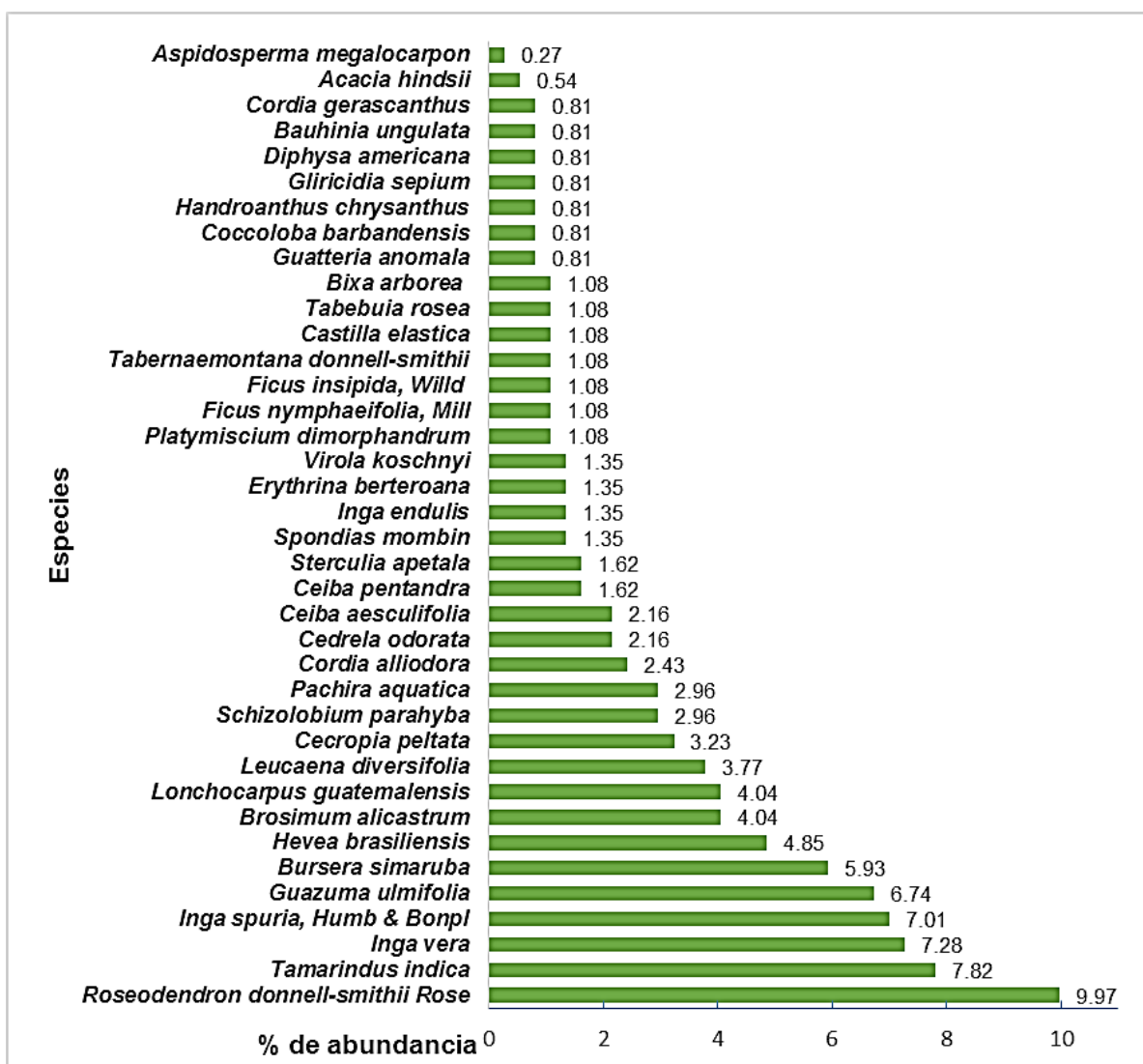


Figura 9. Abundancia relativa de las especies registradas en el remanente del bosque ripario de finca Palma Maya.

Fuente: elaboración propia con base a los datos obtenidos en campo, septiembre 2020.

4.1.7.3 Dominancia de especies

Para la dominancia relativa se determinó que cinco especies son las más dominantes en función al área basal (m^2), dichas especies son las siguientes: ***Ceiba pentandra*** con el 22.04 % de representatividad, ***Brosimum alicastrum*** con una proporción del 13.78 %, ***Hevea brasiliensis*** con 9.81 %, ***Roseodendron donnell-smithii*** Rose con porcentaje del 7.65 %, ***Inga spuria***, Humb & Bonpi con 5.30 % y la especie menos dominante es ***Aspidosperma megalocarpon*** con el 0.04 % de la dominancia total de las especies. Ver figura 10.

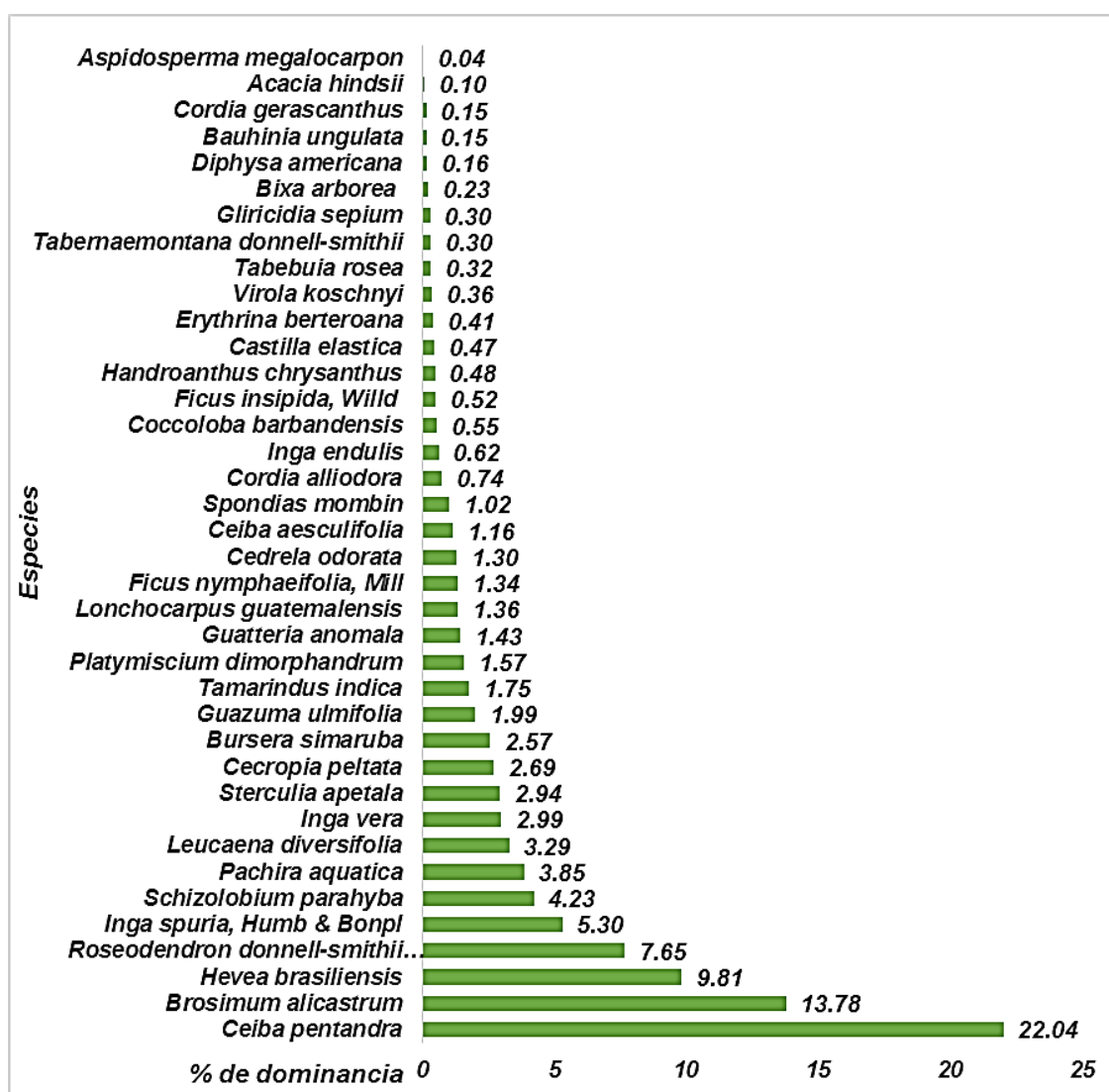


Figura 10. Dominancia relativa (m^2) de las especies registradas en el remanente del bosque ripario de finca Palma Maya.

Fuente: elaboración propia con base a los datos obtenidos en campo, septiembre 2020.

4.1.7.4 Frecuencia de especies

Se determinó que las especies con mayor frecuencia de registro son las siguientes: ***Brosimum Alicastrum***, ***Bursera simaruba*** con una proporción de 5.10 % para ambas especies, ***Tamarindus indica*** con 4.46 %, ***Inga spuria*** Humb & Bonpi, ***Cecropia peltata*** y ***Cedrela odorata*** representando 3.82 % para cada una. Las especies con menos frecuencia son: ***Guatteria anomala***, ***Cordia gerascanthus***, ***Acacia hindsii*** con una proporción del 1.27 % y ***Aspidosperma magalocarpon*** con 0.64 % de frecuencia registrada.

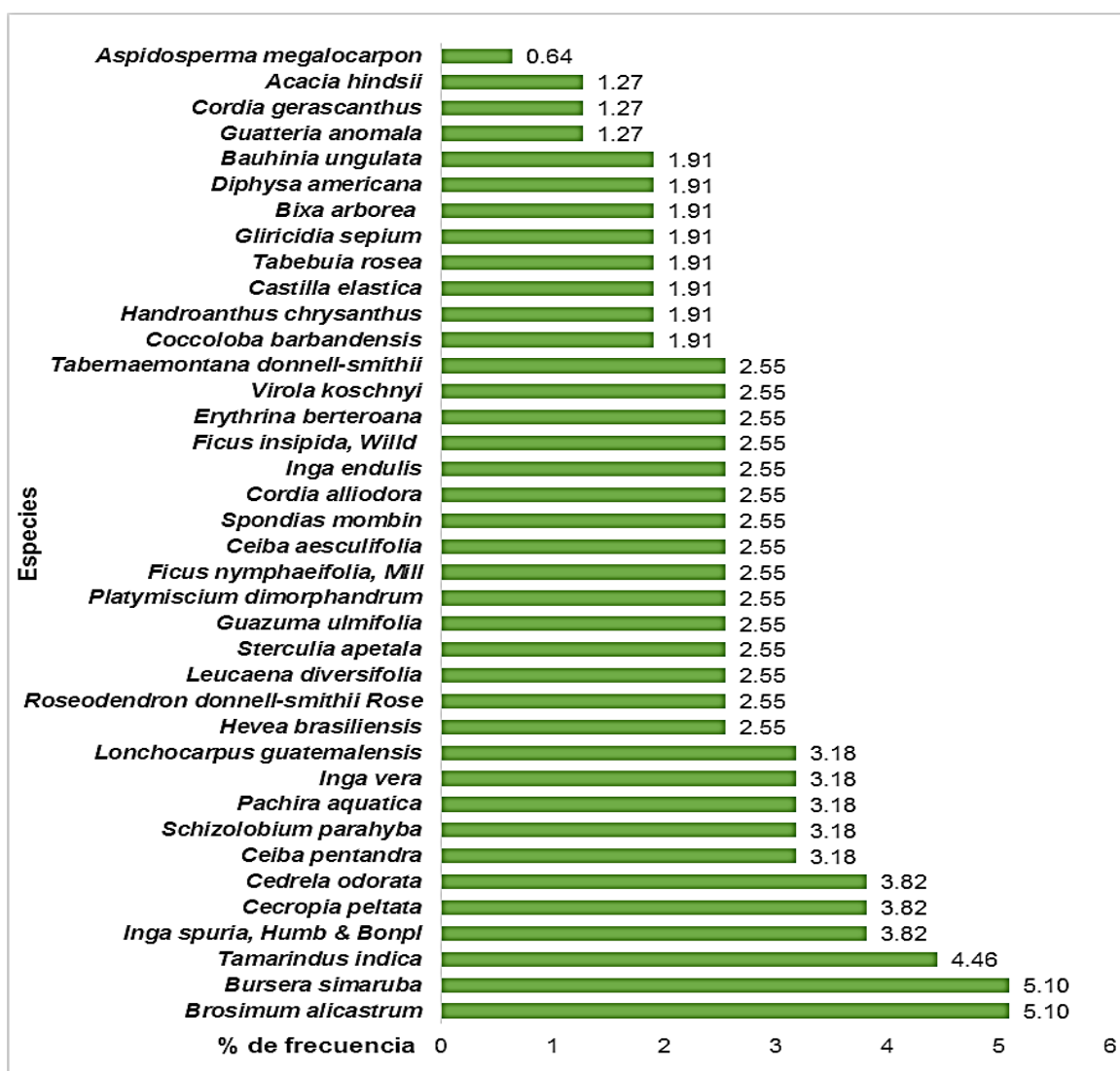


Figura 11. Frecuencia relativa de las especies registradas en el remanente del bosque ripario de finca Palma Maya.

Fuente: elaboración propia con base a los datos obtenidos en campo, septiembre 2020.

4.1.8 Índice de valor de importancia I.V.I.

De acuerdo a Chinchilla (1994) citado por Manzanero C.M.A. (1999); Palacios, (2013), el rango de I.V.I. para considerar a una especie como dominante es de 4.89 %, en el caso de este estudio se incluirán las especies que sobrepasen el rango del I.V.I. de 4.50 %. Las especies que presentan los valores comprendidos dentro del rango de 4.50 % se presentan en el cuadro siguiente:

Tabla 13. Índice de valor de importancia de las especies con dominancia ecológica del remanente del bosque ripario de finca Palma Maya.

Nombre científico	Ar %	Dr %	Fr %	IVI %
<i>Ceiba pentandra</i>	1.62	22.04	3.18	8.95
<i>Brosimum alicastrum</i>	4.04	13.78	5.10	7.64
<i>Roseodendron donnell-smithii</i> Rose	9.97	7.65	2.55	6.72
<i>Hevea brasiliensis</i>	4.85	9.81	2.55	5.74
<i>Inga spuria</i> , Humb & Bonpi	7.01	5.30	3.82	5.38
<i>Tamarindus indica</i>	7.82	1.75	4.46	4.68
<i>Bursera simaruba</i>	5.93	2.57	5.10	4.53

*Ar = Abundancia relativa; Dr = Dominancia relativa; Fr = Frecuencia relativa

Fuente: elaboración propia con base a los datos obtenidos en campo, septiembre 2020.

De acuerdo a la tabla 13 la especie con mayor dominancia ecológica es la ***Ceiba pentandra*** con un valor de I.V.I. del 8.95 % se debe a que su dominancia relativa (% del área basal m²) es la más alta 22.04 %, ***Brosimum alicastrum*** representando el 7.64 % al igual que la especie anterior presenta una dominancia relativa alta del 13.78 %, ***Roseodendron donnell-smithii*** Rose con una proporción del I.V.I. de 6.72 % su abundancia relativa es la más alta 9.97 %, ***Hevea brasiliensis*** (especie introducida) con un índice del 5.54 % y una dominancia relativa de 9.81 %, es importante mencionar que la presencia de este espécimen dentro del remanente del bosque de ribera se debe a que anteriormente la cobertura de cultivo de la finca era el hule; ***Inga spuria***, Humb & Bonpi con 5.38 %, ***Tamarindus indica*** con una proporción del 4.68 % y ***Bursera simaruba*** con un índice del 4.53 %. El I.V.I. de las especies no mencionadas se observan en la gráfica 10 y en la matriz general del índice de valor de importancia. (Ver apéndice H).

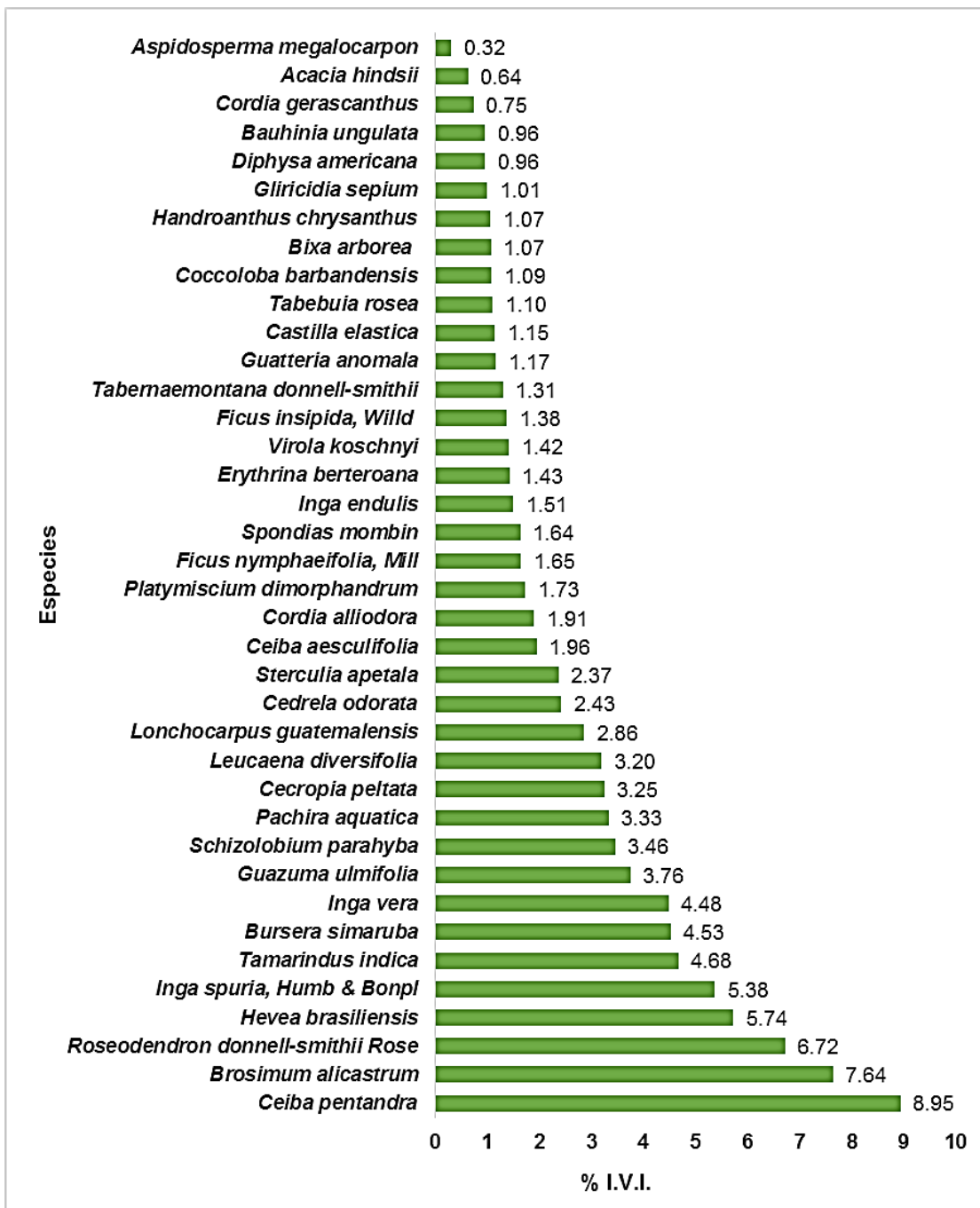


Figura 12. Índice de valor de importancia (%) de las especies registradas en el remanente del bosque ripario de finca Palma Maya.

Fuente: elaboración propia con base a los datos obtenidos en campo, septiembre 2020.

Relacionando la abundancia y la frecuencia de las especies se observó que estas no se distribuyen homogéneamente dentro de las parcelas inventariadas, sino que se agrupan en manchas o conglomerados de forma heterogénea, frecuentes

en la naturaleza debido a variaciones ambientales relativamente pequeñas pero importantes para los individuos que integran la población. De acuerdo a la FAO los bosques naturales tropicales son muy heterogéneos y están conformados por una gran diversidad de especies.

4.1.9 Coeficiente de mezcla (C.M.)

Sagobal (1980), Lamprecht (1990) citan que los bosques tropicales poseen un alto número de especies por unidad de superficie, normalmente el coeficiente de mezcla alcanza valores del orden $1/5$ y $1/10$ lo cual significa que cada especie en promedio está presente solo con 5 a 10 individuos por hectárea (ver apéndice I).

El factor de heterogeneidad florística (C.M.), se obtuvo dividiendo el número de especies encontradas (38 *sp*) entre el total de árboles de las muestras de cada tipo (371 individuos), obteniendo una cifra que representa el promedio de cada especie., se utilizó el factor para medir la intensidad de mezcla de las especies.

Se determinó que el coeficiente de mezcla general para el remanente del bosque ripario de finca Palma Maya es de 0.10, representado en fracción es igual a $1/10$, lo cual indica que de cada especie registrada presentará 10 individuos en promedio por hectárea.

De igual manera se realizó el cálculo de C.M. por unidad de muestreo. En la tabla 14 se observa el registro de los valores del C.M. para cada parcela (P1, P2, P3... P10), los resultados son los siguientes: P1 con un valor de 0.49 y P 10 con 0.52, promediado a $1/2$, por cada especie se registran 2 individuos; P2 con C.M. del 0.59, P5 con 0.54 de 1 a 2 individuos por especie; P3 con un índice de 0.45, P4 con 0.46 y P7 con C.M. de 0.43, de 2 a 3 individuos por especie; P6 con C.M. de 0.69 indicando que de cada especie identificada solamente presenta un individuo dentro de la unidad de muestreo; P9 con C.M. del 0.29 indica que de cada especie se observan de 3 a 4 individuos; P8 con índice de 0.19, indicando que se registran 5 individuos por especie.

Tabla 14. Matriz de coeficiente de mezcla de las unidades muestréales del remanente del bosque ripario de finca Palma Maya.

No. Parcelas	Especies acumuladas	Individuos acumulados	CM
P1	17	35	0.49
P2	19	32	0.59
P3	18	40	0.45
P4	13	28	0.46
P5	13	24	0.54
P6	24	35	0.69
P7	15	35	0.43
P8	7	40	0.18
P9	20	69	0.29
P10	17	33	0.52

Fuente: elaboración propia con base a los datos obtenidos en campo, septiembre 2020.

4.1.10 Descripción de los perfiles de la vegetación de las unidades de muestreo

4.1.10.1 Perfil estructural horizontal

Según Manzanero (2003), las características edafológicas y climatológicas y estrategia de dispersión de las especies y la dinámica del bosque determinan la estructura horizontal que se refiere a la cobertura del estrato leñoso sobre el suelo, esta cuantificación es reflejada por la distribución de los individuos.

El perfil de planta de las parcelas nos ilustra la disposición espacial y cobertura de copa de los árboles de las distintas especies registradas dentro de las unidades de muestreo.

A continuación se presentan los perfiles de planta de las 10 parcelas de muestreo establecidas en el remanente del bosque ripario de finca Palma Maya.

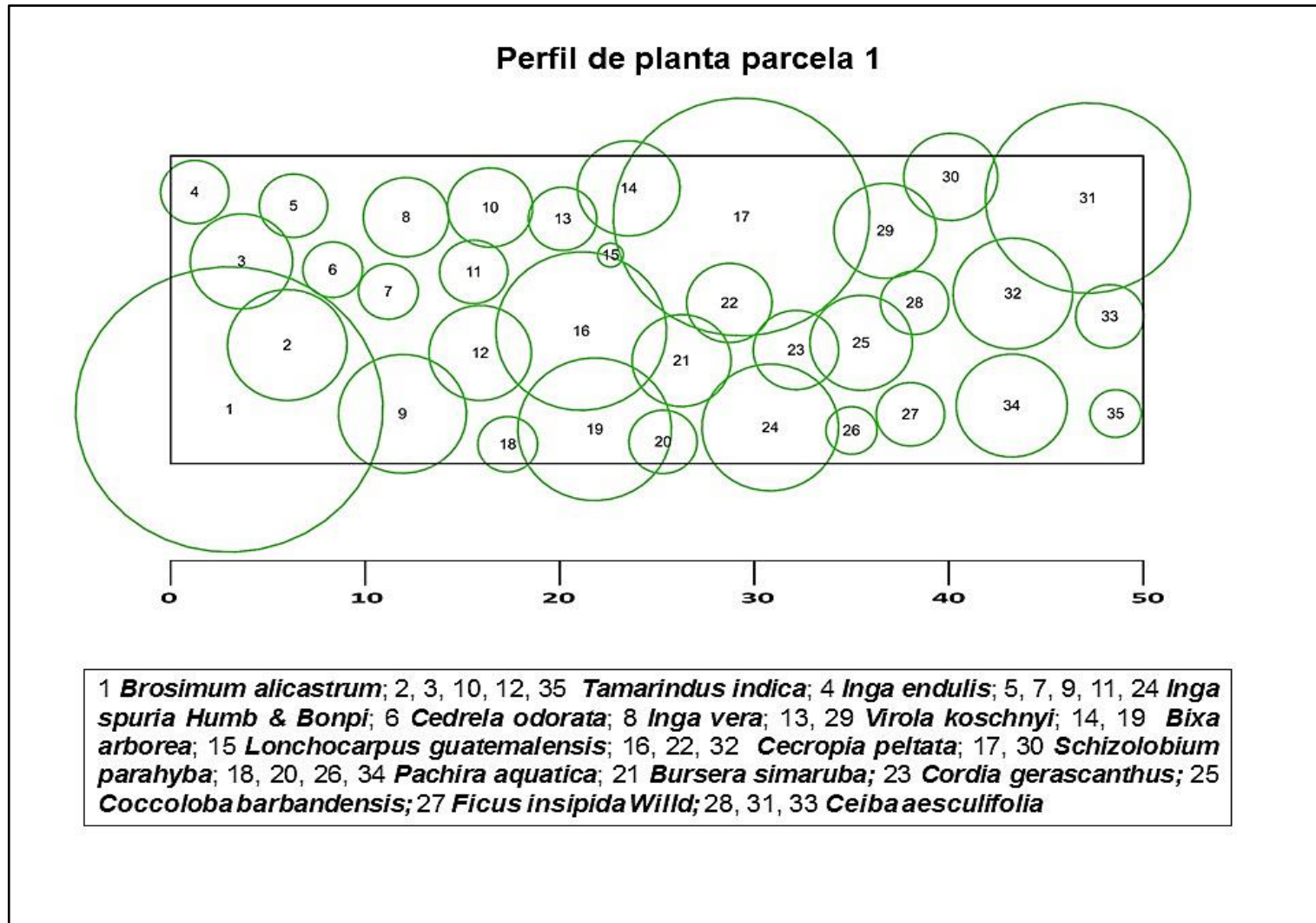


Figura 13. Perfil de planta de la estructura horizontal de las especies registradas en la unidad de muestreo 1.

Fuente: elaboración propia con base a los datos obtenidos en campo, septiembre 2020.

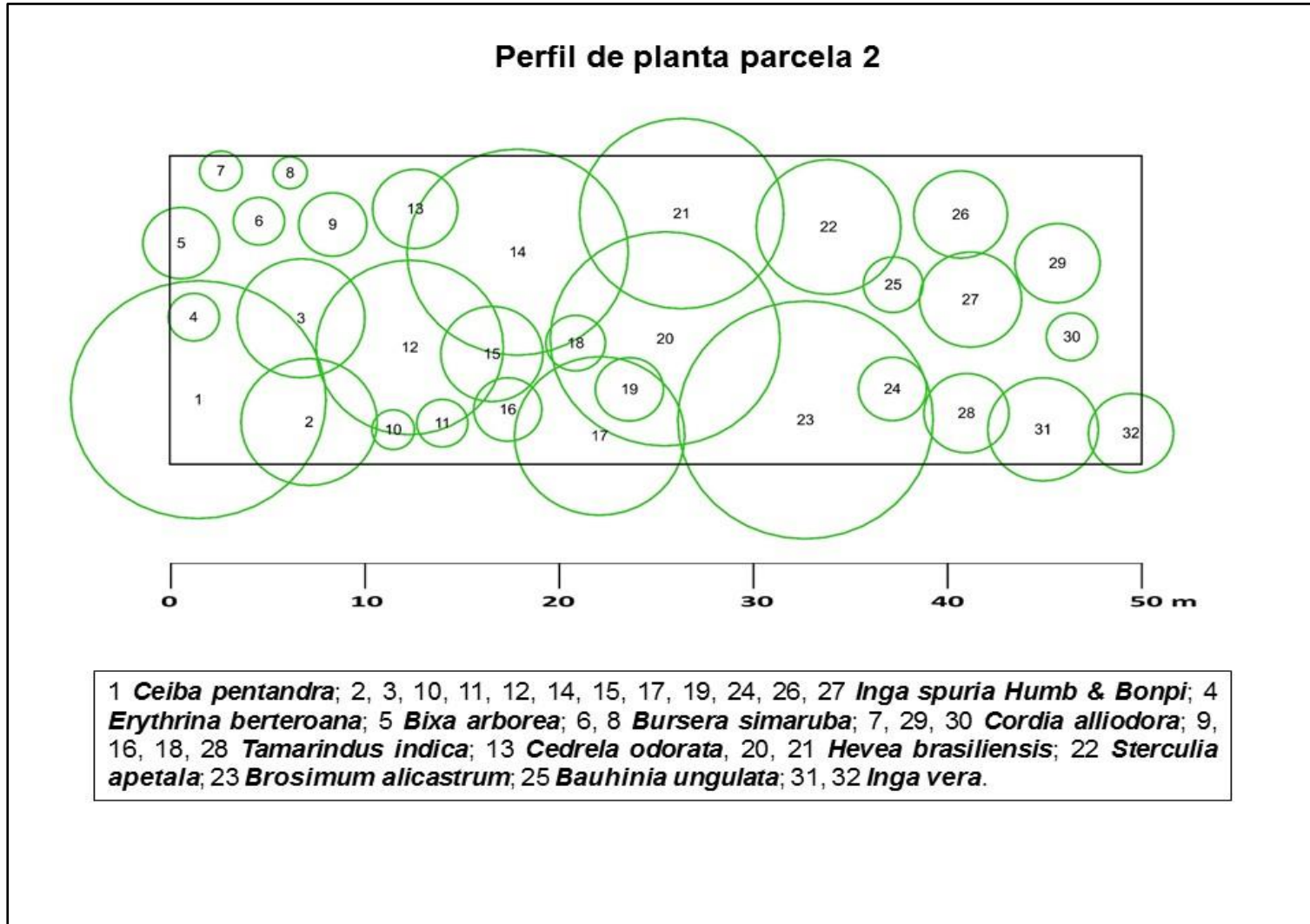


Figura 14. Perfil de planta de la estructura horizontal de las especies registradas en la unidad de muestreo 2.

Fuente: elaboración propia con base a los datos obtenidos en campo, septiembre 2020.

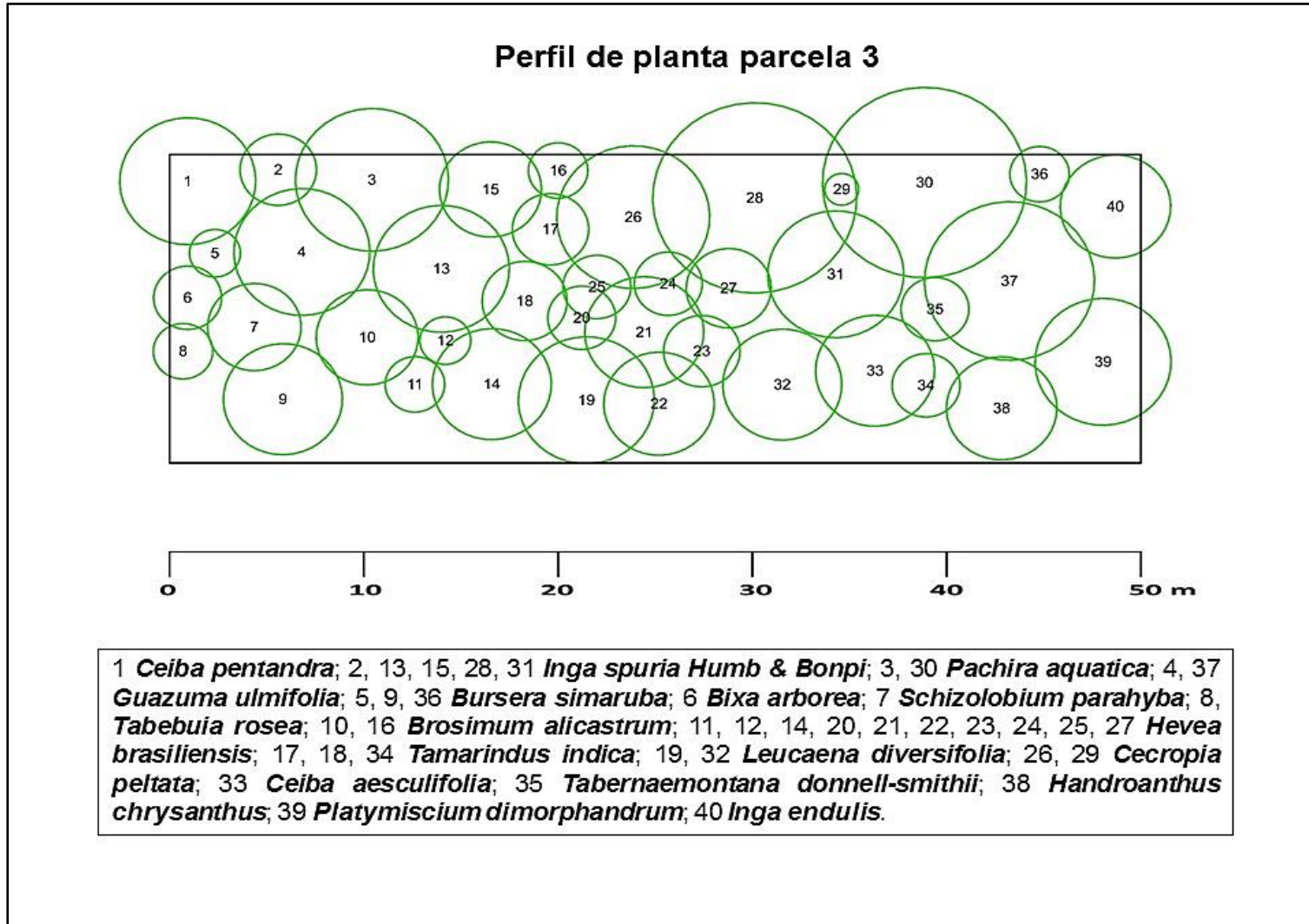


Figura 15. Perfil de planta de la estructura horizontal de las especies registradas en la unidad de muestreo 3.

Fuente: elaboración propia con base a los datos obtenidos en campo, septiembre 2020.

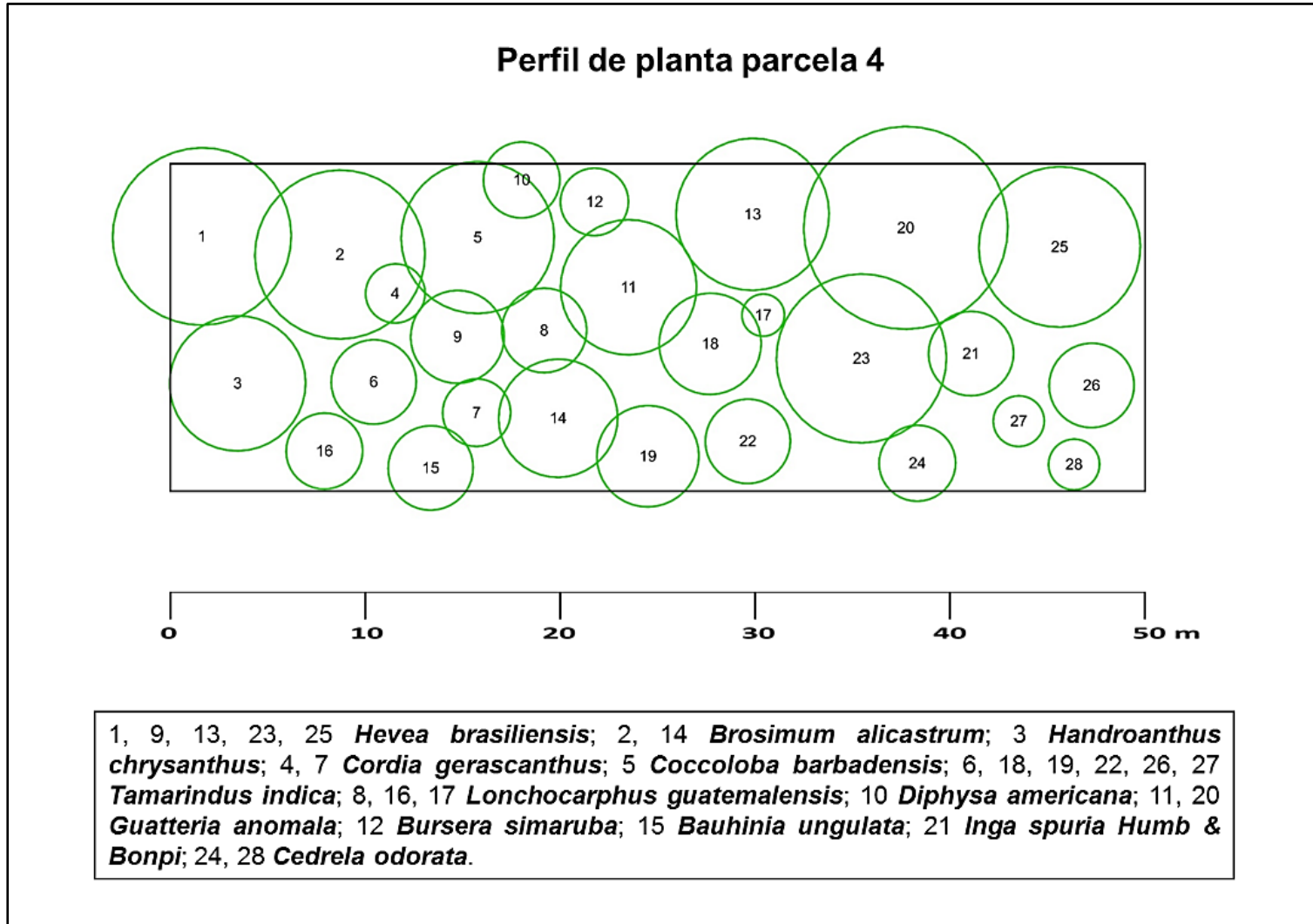


Figura 16. Perfil de planta de la estructura horizontal de las especies registradas en la unidad de muestreo 4.

Fuente: elaboración propia con base a los datos obtenidos en campo, septiembre 2020.

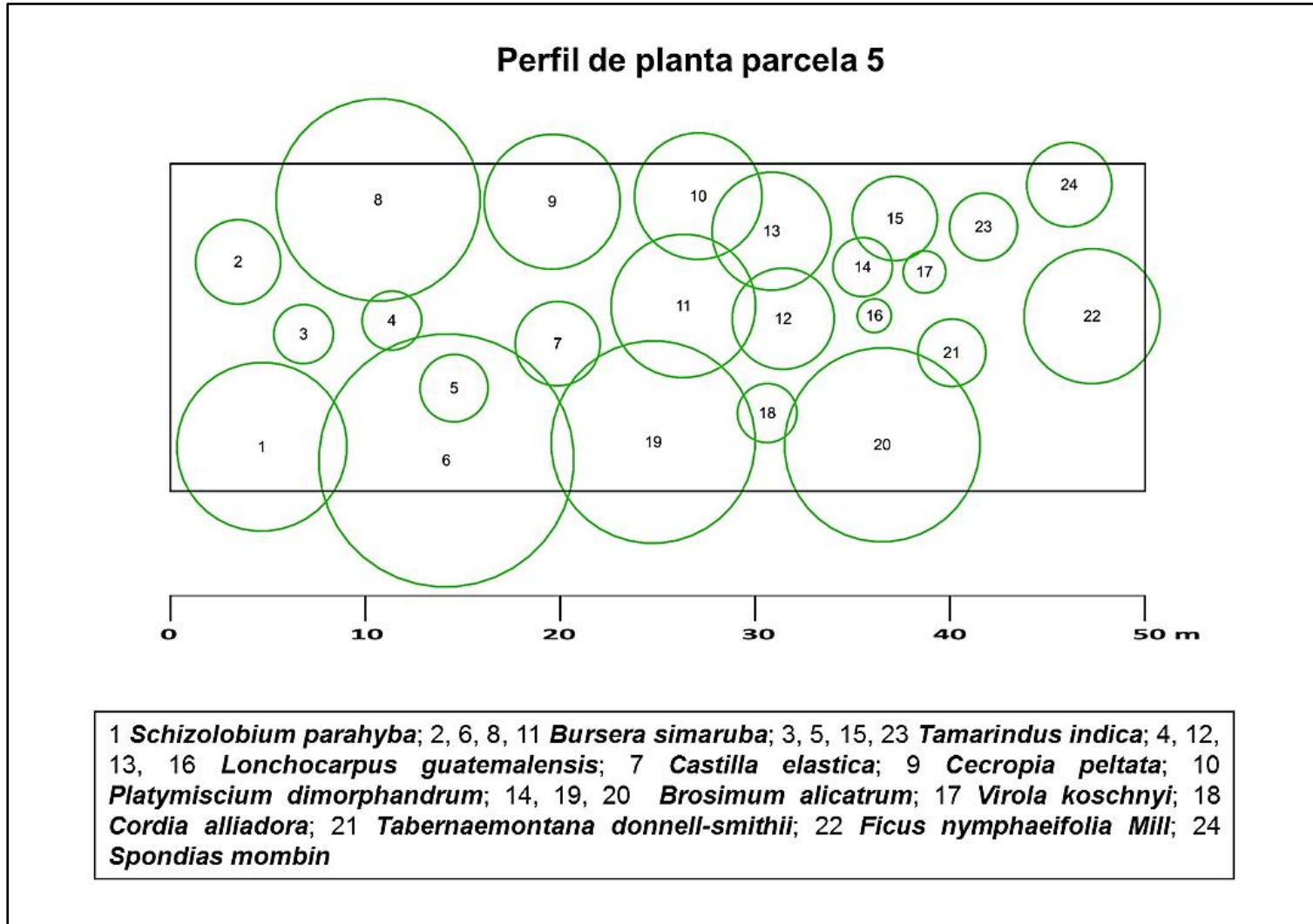


Figura 17. Perfil de planta de la estructura horizontal de las especies registradas en la unidad de muestreo 5.

Fuente: elaboración propia con base a los datos obtenidos en campo, septiembre 2020.

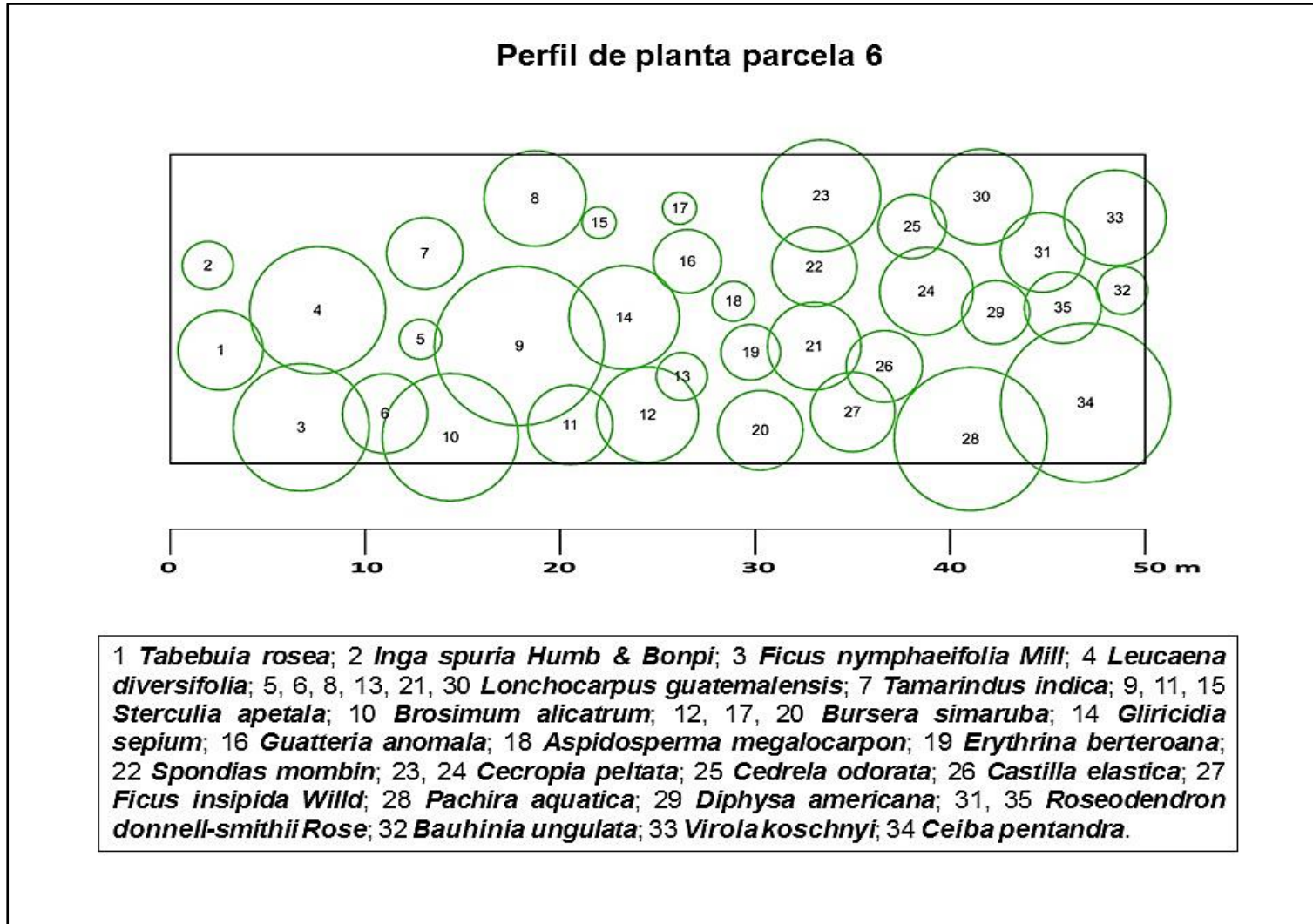


Figura 18. Perfil de planta de la estructura horizontal de las especies registradas en la unidad de muestreo 6.

Fuente: elaboración propia con base a los datos obtenidos en campo, septiembre 2020.

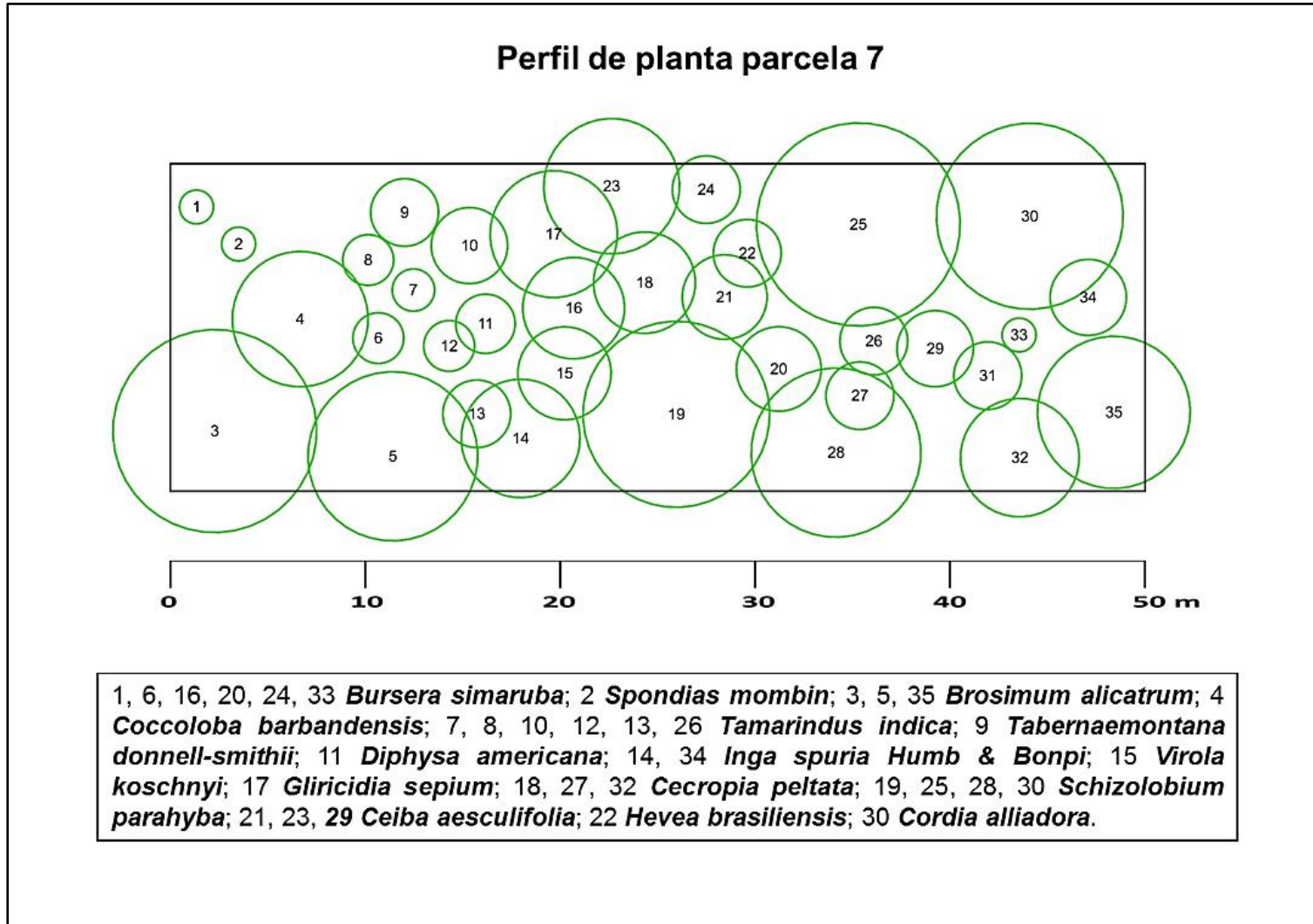


Figura 19. Perfil de planta de la estructura horizontal de las especies registradas en la unidad de muestreo 7.

Fuente: elaboración propia con base a los datos obtenidos en campo, septiembre 2020.

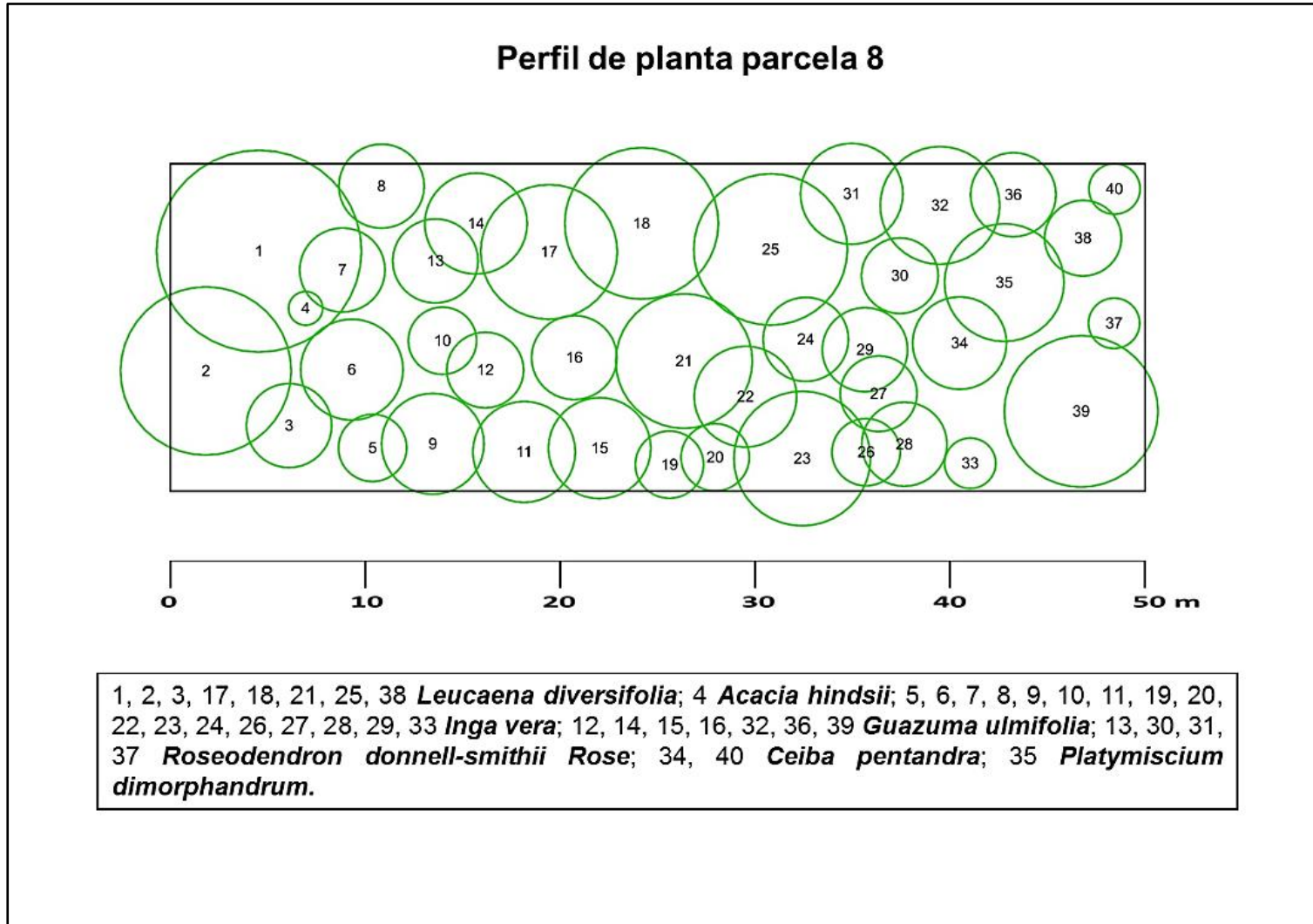


Figura 20. Perfil de planta de la estructura horizontal de las especies registradas en la unidad de muestreo 8.

Fuente: elaboración propia con base a los datos obtenidos en campo, septiembre 2020.

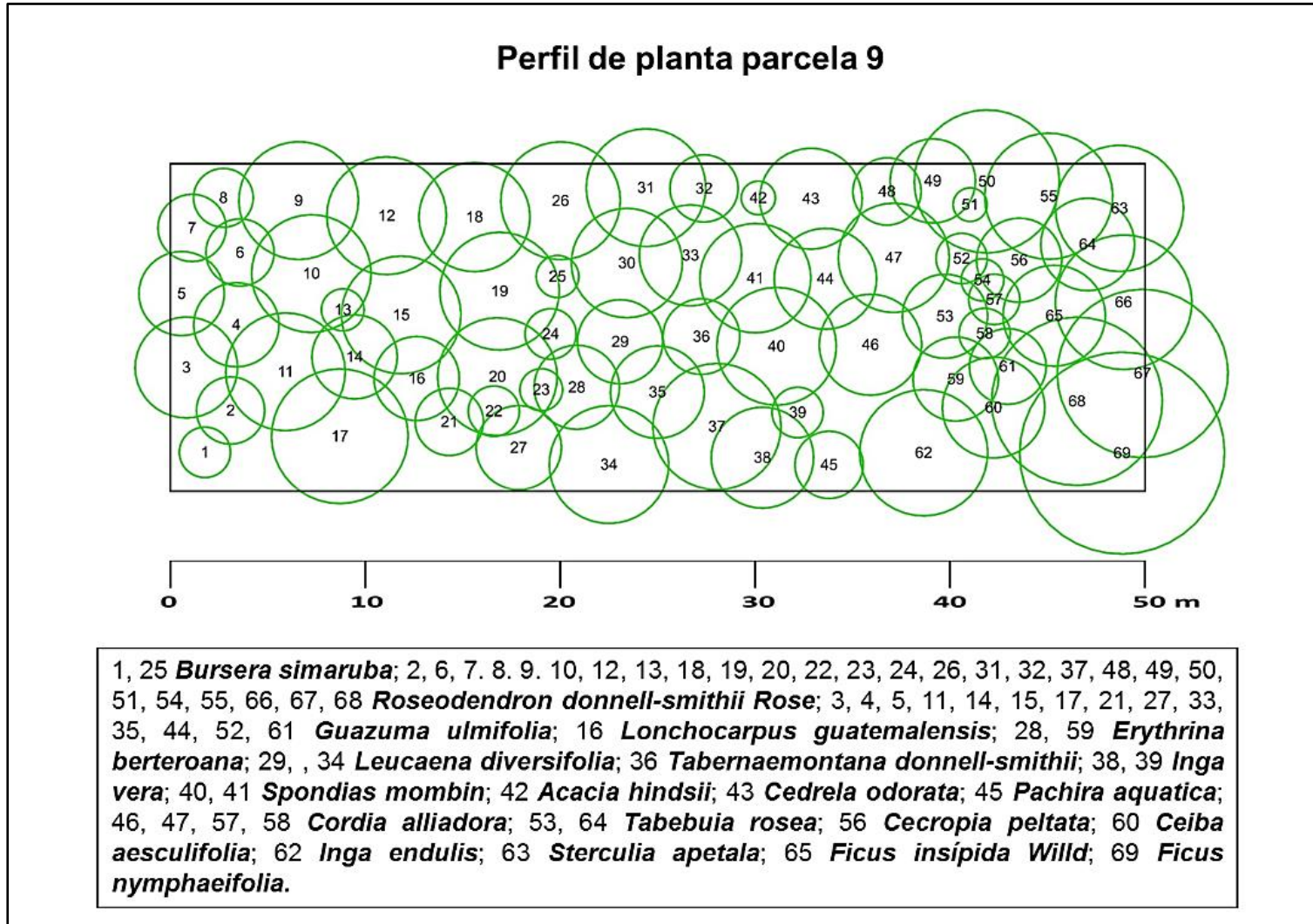


Figura 21. Perfil de planta de la estructura horizontal de las especies registradas en la unidad de muestreo 9.

Fuente: elaboración propia con base a los datos obtenidos en campo, septiembre 2020.

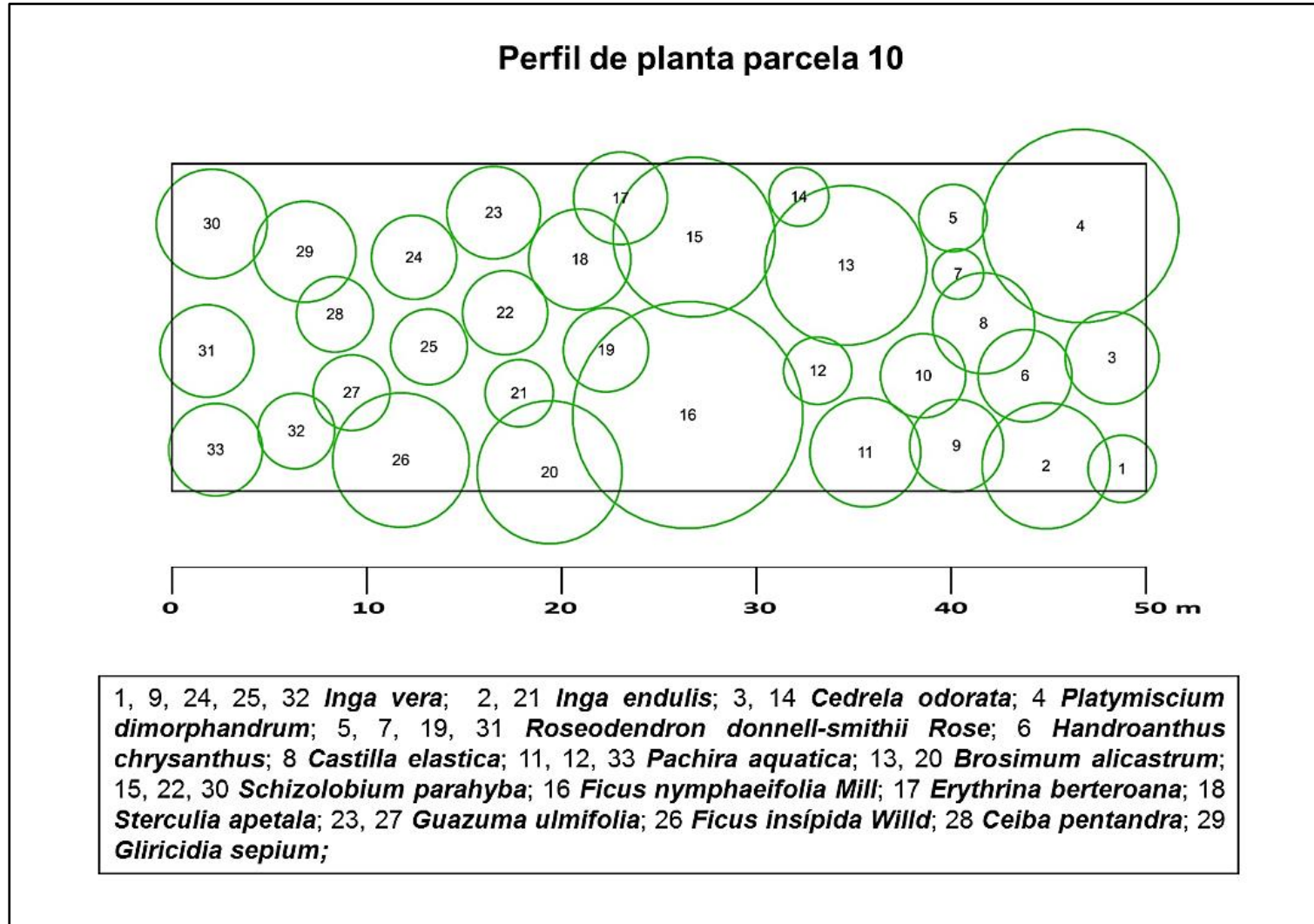


Figura 22. Perfil de planta de la estructura horizontal de las especies registradas en la unidad de muestreo 10.

Fuente: elaboración propia con base a los datos obtenidos en campo, septiembre 2020.

4.1.10.2 Estructura vertical del remanente de bosque ripario

En la gráfica 23 se observa la distribución de los árboles en cuanto a su altura, se determinó que el 54.72 % (203) de los árboles alcanzan alturas entre los 3.5 a 9.99 m, mientras que 39.89 % (148) de los especímenes registrados se concentran en alturas entre 10 a 19.99 m, y el 5.39 % (20) de los árboles se agrupan en alturas entre 20 a 29.99 m.

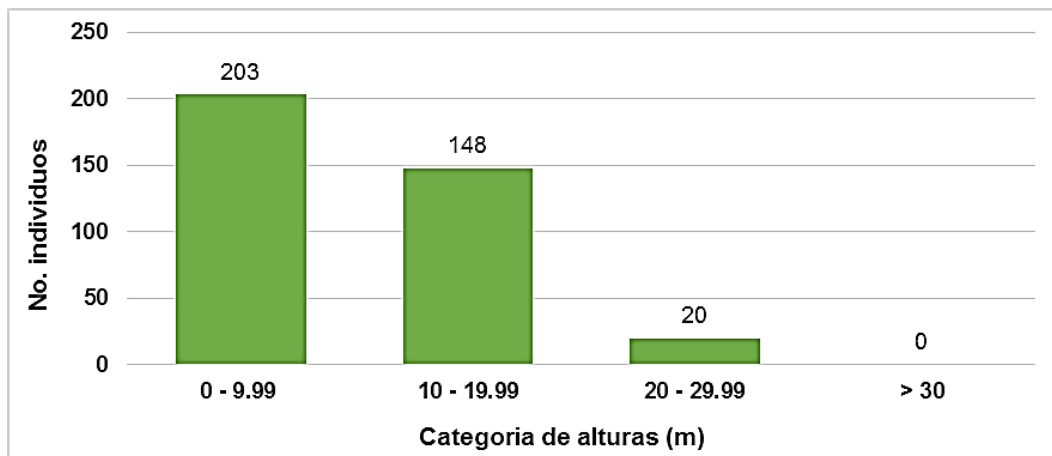


Figura 23. Estructura de alturas del remanente del bosque ripario de finca Palma Maya.
Fuente: elaboración propia con base a los datos obtenidos en campo, septiembre 2020

De acuerdo a lo observado en la gráfica, se establece que a partir de los 20 m. se considera como la altura dominante, en esta categoría se encuentra la especie *Platymiscium dimorphandrum* con un promedio de 20.63 m. La altura emergente o estrato codominante se agrupa en las alturas de 15 - 19.99 m, en esta categoría lo constituyen las especies *Schizolobium parahyba* 17.64 m; *Guatteria anomala* 16.33 m, *Brosimum alicastrum* 16.27 m. Asimismo se establece el estrato medio el cual se agrupa en la categoría 10 – 14.99 m, las especies representativas para este estrato son las siguientes: *Sterculia apetala* con un promedio de altura de 14.67 m; *Leucaena diversifolia* con 13.32 m; *Ceiba pentandra* con una altura media de 13.25 m. El estrato bajo lo comprende la categoría 3.5 – 9.99 m, las especies representativas que lo integran son las siguientes: *Lonchocarpus guatemalensis* altura media de 9.90 m; *Tabebuia rosea* con 9.88 m de altura media; *Pachira acuatica* con 9.86 m. de altura promedio, Ver figura 24.

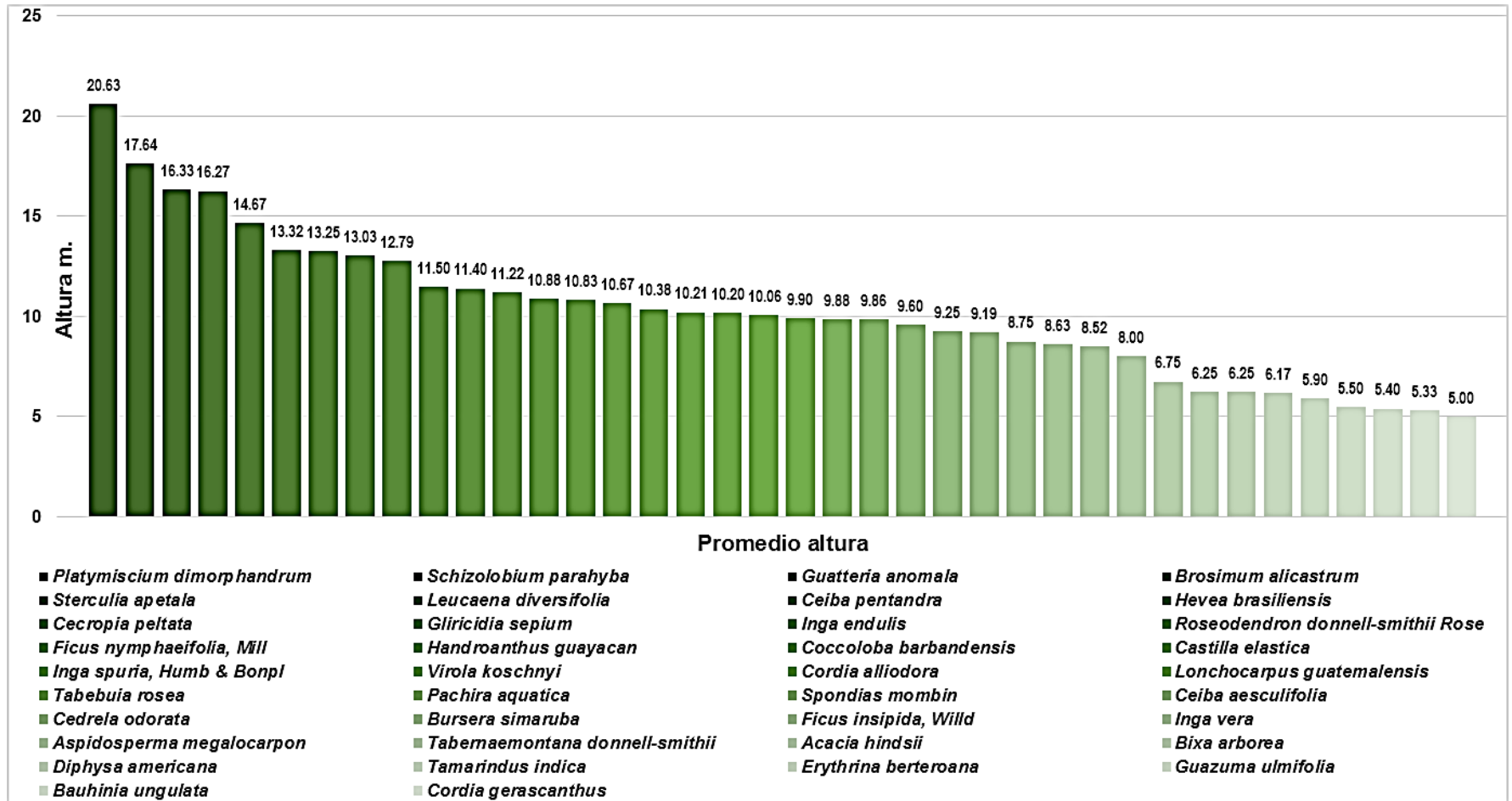


Figura 24. Alturas promedio de las especies del remanente del bosque ripario de finca Palma Maya.

Fuente: elaboración propia con base a los datos obtenidos en campo, septiembre 2020

4.2 Comprobación de hipótesis

Ho. La diversidad de especies en el remanente del bosque ripario de finca Palma Maya es menor o igual al valor de 1.99 con base al índice de diversidad de Shannon

Ha. La diversidad de especies en el remanente del bosque ripario de finca Palma Maya es mayor al valor de 1.99 con base al índice de diversidad de Shannon

Mediante el cálculo del índice de diversidad de Shannon se comprobó que el valor de **H** es de 3.285 siendo mayor al valor asignado en la Ho. (≤ 1.99), por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa (≥ 1.99) y se rechaza la hipótesis nula, debido a que el índice de Shannon indica que el remanente del bosque ripario de finca Palma Maya tiene una diversidad media de especies nativas.

4.3 Interpretación de resultados

Con base a los datos obtenidos en las 10 unidades de muestreo se trató de determinar si la variable “diversidad de especies del remanente del bosque ripario” es ≤ 1.99 o ≥ 1.99 de acuerdo al cálculo del índice de diversidad de Shannon.

El índice de Shannon calcula la diversidad de un sitio en función de la acumulación de especies mediante el registro de la presencia o ausencia de los especímenes en las unidades de muestreo y la distribución de cada especie respecto al total de individuos del inventario. Se realizó una predicción con el paquete estadístico Stimates y se estimó la cantidad de 46 especies a registrar en la reserva del bosque ripario al 0.95 y en el inventario realizado (0.81 calidad) se registraron 38 especies en 10 unidades de muestreo (82.6 % de la predicción), lo cual indica que el valor calculado con el índice de Shannon es confiable.

El índice calculado tiene un valor de 3.285, el cual es ≥ 1.99 por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa y se determina de acuerdo a la tabla 7 que el remanente del bosque ripario de finca Palma Maya tiene una diversidad media, de acuerdo al análisis realizado en la matriz de cálculo del índice de Shannon (Tabla 8, pág. 82).

4.4 Discusión

Estimación de muestreo.

Se distribuyeron 10 unidades de muestreo a lo largo de la ribera de los ríos El Rosario y Batzá donde se recolectó la información para el análisis estadístico realizado con el software Stemates, se determinó que el esfuerzo de muestreo es del 82 %, con una pendiente de 0.57 mayor a 0.1 y R^2 igual a 0.98, con 38 especies identificadas, el cálculo de la predicción fue de 46 especies a identificar y 32 parcelas a instalar con un esfuerzo de muestreo al 95 %.

Preguntas de investigación

Para el remanente del bosque ripario de las microcuencas de los ríos El Rosario y Batzá ubicadas en finca Palma Maya se determinó que la riqueza de especies forestales y arbustivas es la siguiente: para el estrato arbustivo se identificaron las especies; ***Acacia hindsii*** (Ixcanal), ***Guazuma ulmifolia*** (Caulote), ***Tabernaemontana donnell-smithii*** (Cojon) las dos últimas especies mencionadas en ocasiones superan los tres metros de altura alcanzando un estrato arbóreo bajo. Para el estrato arbóreo se mencionan las más representativas: ***Brosimum alicastrum*** (Ujuxte), ***Bursera simaruba*** (Palo jiote), ***Inga spuria***, Humb & Bonpi (Caspirol), ***Inga vera*** (Cuje), ***Roseodendron donnell-smithii*** Rose (Palo blanco). Asimismo se identificaron dos especies introducidas ***Hevea brasiliensis*** (Hule) y ***Tamarindus indica*** (Tamarindo).

Las especies nativas con el índice de importancia ecológica (I.V.I.) representativas son las siguientes: ***Ceiba pentandra*** (Ceiba) 8.95 %, ***Brosimum alicastrum*** (Ujuxte) 7.64 %, ***Roseodendron donnell-smithii*** Rose (Palo blanco) 6.72 %, ***Inga spuria***, Humb & Bonpi (Caspirol) 5.38 %, ***Bursera simaruba*** (Palo Jiote) 4.53 %.

La distribución de clases diamétricas quedó establecida de la forma siguiente: de 10 – 19.99 concentra el 68.19 % con un total de 254 individuos, los diámetros de

20 – 29.99 con un porcentaje del 18.87 % y 70 árboles, de 30 – 39.99 con el 5.93 % y un total de 22 especímenes y de 40 – 49.99 con un acumulado de 2.96 % con 11 individuos acumulados, el resto de clases diamétricas tiene una proporción menor al 2 % y acumulando < 10 individuos, ver figura 7. Asimismo, se determinó las clases de altura quedando establecido de la manera siguiente: en el rango de 0 – 9.99 m de altura se concentra el 54.72 % de los individuos (203), de 10 – 19.99 m con un porcentaje del 39.89 % (148 individuos) y de 20 – 29.99 m representa el 5.39 % con 20 árboles. La especie dominante en altura es *Platymiscium dimorphandrum* (Hormigo) con un promedio de altura de 20.63 m.

Al aplicar el índice de Sorensen para determinar la similitud entre las unidades de muestreo se determinó que al menos cuatro parcelas muestrales presentan una similitud media con un valor de 0.643 indicando una similitud media entre unidades de muestreo, se deduce que al menos 4 pares de parcelas tienden a tener características o condiciones medianamente similares en función a la diversidad de especies.

Aspectos cualitativos de remanente del bosque ripario

Varios de los géneros identificados dentro del remanente del bosque ripario juegan un papel ecológico relevante en la dinámica simbiótica entre flora y fauna, otras tienen y dan un valor económico al bosque por su importancia en la obtención de bienes, servicios y beneficios tales como: alimentos, madera, combustible y servicios ambientales.

La familia **Fabaceae** presentan la propiedad de enriquecer o incrementar las condiciones de fertilidad de los suelos, por medio del mecanismo de fijación de nitrógeno atmosférico (**N**) por medio de la quimiosíntesis de las moléculas orgánicas, a través de un proceso simbiótico con bacterias fijadoras de N del género *Rhizobium*, donde la planta provee el nicho ecológico y la fuente de carbono. Los géneros identificados en el área de estudio que integran esta familia son: **Acacia**, **Bauhinia**, **Diphysa**, **Erythrina**, **Gliciridia**, **Inga**, **Leucaena**, **Platymiscium**, **Schizolobium**, **Tamarindus**.

Las especies del género **Ficus**, se consideran como un elemento significativo en los bosques tropicales “*keyystone species*” para el mantenimiento de la diversidad de los ecosistemas en donde prosperan, puesto que para la dispersión de los siconos maduros (frutos) deben ser ingeridos y diseminados por una amplia gama de frugívoros, lo cual representa una importante fuente de alimentos para muchas especies de aves y mamíferos (Ibarra, Cornejo, Gonzales, Piedra, Luna. 2012). Las especies identificadas en el remanente del bosque ripario son ***Ficus insipida*** (amate) y ***Ficus nymphaeifolia*** (mata palo).

Los géneros **Inga**, **Gliricidia**, **Pachira**, **Brosimum** contribuyen en la protección y conservación riberas de los ríos, esto se debe a la morfología de las raíces que forman una estructura que da soporte a los suelos de las riberas, asimismo son una fuente importante de alimento para la fauna local.

Los géneros **Platymiscium**, **Handroanthus**, **Roseodendron**, **Tabebuia**, **Cordia** y **Cedrela** debido a las características peculiares de su madera (preciosas) dan un valor económico al remanente del bosque ripario, estas maderas son demandadas por su calidad y utilizadas en la fabricación de muebles, construcción, instrumentos musicales como la marimba (instrumento nacional de Guatemala).

Se identificaron dos géneros introducidos en el remanente del bosque ripario **Tamarindus** y **Hevea**, siendo el género Hevea el que mayor impacto tiene sobre el remanente del bosque ripario de acuerdo al I.V.I. calculado, tiene una proporción de 9.81 % (con base al área basal) de dominancia, asimismo alcanzando una cobertura de copa de hasta 10 m de ancho y teniendo un promedio de 6.80 m. dichos datos indican una mayor probabilidad de prendimiento de la regeneración natural de esta especie y reduciendo la posibilidades de regeneración para las especies nativas con menor I.V.I.

Conclusiones

- Las características de diversidad y estructura de la vegetación (arbórea y arbustiva) del remanente del bosque ripario de finca Palma Maya está constituido por 36 especies nativas y 2 especies introducidas, concentrados en 17 familias y 33 géneros. Con base a las 38 especies registradas se

determinó el índice de diversidad de Shannon con un valor calculado de 3,285 determinando una diversidad media para el área de estudio. Respecto a la estructura horizontal del bosque se determinó que la clase diamétrica 10 – 19.99 cm acumula el mayor número de individuos 253 individuos, y en cuanto a la estructura vertical nos indica que el área de estudio está constituido mayormente por árboles (203) agrupados en alturas de 3 a 9.99 m y en la categoría 10 a 19.99 m se concentran 148 árboles. La especie con mayor índice de valor de importancia identificado es ***Ceiba pentandra*** (ceiba) con un I.V.I. calculado de 8.95.

- Dentro del remanente del bosque ripario se identificaron 38 especies, 35 son del estrato arbóreo y 3 del estrato arbustivo, agrupados en 17 familias y 33 géneros, 36 especies identificadas son nativas y se registraron 2 especies introducidas ***Hevea Brasiliensis*** (hule), ***Tamarindus indica*** (tamarindo). Las familias representativas con base en la agrupación de especies son: **Fabaceae** (12), **Moraceae** (4), **Malvaceae** (4) y **Boraginaceae** (3). Los géneros con mayor proporción de acuerdo a la acumulación de especies son las siguientes; **Inga** (15.63 %), **Roseodendron** (9.97 %), **Guazuma** (6.74 %) y **Bursera** (5.93 %). Las especies nativas representativas en el bosque de riberas son: ***Roseodendron donnel-smithii*** Rose (palo blanco), ***Inga vera*** (cuje), ***Inga spuria*** Humb & Bonpi (caspirol), ***Guazuma ulmifolia*** (caulote), ***Bursera simaruba*** (palo jiole).

El índice de diversidad de Shannon calculado para el remanente del bosque ripario se obtuvo mediante el registro de la presencia de las especies dentro de las unidades de muestreo, la abundancia (No. individuos), el valor resultante es de $H = 3.285$ indicando una diversidad media (diversidad alfa) para el área de estudio, con un total de 38 especies identificada, 17 familias registradas y 33 géneros acumulados.

Con el índice de valor de importancia se determinó el peso ecológico de las especies nativas dentro del remanente del bosque ripario: ***Ceiba pentandra*** con 8.95 %, ***Brosimum alicastrum*** (ujuxte) 7.64 %, ***Roseodendron***

donnell-smithii Rose 6.72 %, ***Inga spuria*** Humb & Bonpi con 5.38 %, ***Tamarindus indica*** con 4.68 % y ***Bursera simaruba*** 4.53 %.

Asimismo se identificaron especies con un I.V.I. bajo, incluidos en el listado de especies amenazadas (LEA) de la Comisión de Áreas Protegidas CONAP, descritas de acuerdo a la categoría asignada en la LEA. (Apéndice K).

- Respecto a la estructura horizontal del remanente del bosque ripario, se determinó que las especies nativas con mayor frecuencia son: ***Brosimum Alicastrum*** y ***Bursera simaruba*** con una proporción de 5.10 %, ***Inga spuria*** Humb & Bonpi, ***Cecropia peltata*** (guarumo) y ***Cedrela odorata*** (cedro) representando 3.82 % para cada una. Las especies nativas más abundantes son: ***Roseodendron donnell-smithii*** Rose con un porcentaje del 9.97 %, ***Inga vera*** con 7.28 %, ***Inga spuria***, Humb & Bonpi representando el 7.01 %, ***Guazuma ulmifolia*** con 6.74 % y las especies nativas dominantes son: ***Ceiba pentandra*** con el 22.04 % de representatividad, ***Brosimum alicastrum*** 13.78 %, ***Roseodendron donnell-smithii*** Rose 7.65 %, ***Inga spuria*** Humb & Bonpi con 5.30 %.

Se determinó que el coeficiente de mezcla general para el remanente del bosque ripario de finca Palma Maya es de 0.10, representado en fracción es igual a 1/10, lo cual indica que de cada especie registrada presentará 10 individuos en promedio por hectárea,

La acumulación de individuos más alta con base a las clases diamétricas se concentra el rango de 10 – 19.99 cm con total 371 individuos (68.19 %), en el rango de 20 – 29.99 cm se registran 70 árboles (18.87 %), 30 - 39.99 cm con 22 individuos (5.93 %), 40 - 49.99 cm se registraron 11 individuos (2.96 %), 50 - 59.99 cm con 5 árboles (1.35 %), 60 - 69.99 cm y 6 individuos (1.62 %), 70 - 79.99 cm con 3 individuos (0.81 %) y > 100 cm con 1 individuo (0.27 %). Se deduce que el bosque ripario está compuesto en mayor porcentaje por individuos con diámetro menor al 20 cm.

El porcentaje mayor de acumulación de individuos por categoría de altura es de 54.72 % (203 individuos) concentrado en el rango de 0 – 9.99 metros, indicando un bosque constituido por árboles en fase de desarrollo en altura; el rango de 10 – 19.99 m con el 39.89 % (148) y el 5.39 % (20) se agrupan en alturas entre 20 a 29.99 m.

- El índice de similitud de Sorensen con el valor más representativo es 0.643 (64.3 %) de semejanza, cotejo entre las parcelas 5 y 7. Se realizaron 41 pares de comparación entre las unidades de muestreo y por lo menos el 70.73 % de las combinaciones (29 pares combinados) están en el rango de significancia “medianamente similar florísticamente” y el 29.26 % (12 pares combinados) se ubican en el rango “disímil o diferencias florísticas”, por lo tanto se determina que existe una semejanza media entre las unidades de muestreo establecidas en el remanente de bosque ripario.
- Se identificaron varios géneros con relevancia ecológica dentro del remanente del bosque ripario siendo los siguientes: **Inga**, **Gliciridia**, **Schizolobium** pertenecientes a la familia de Fabaceae, **Ficus**, **Cecropia**, **Pachira**, importantes para la protección y recuperación de suelos y fuentes de alimentos para la fauna. Los géneros **Tabebuia**, **Roseodendron**, **Cedrela**, **Platymiscium** dan un valor económico al bosque ripario por la calidad de su madera. Se identificó un género exótico **Hevea** que puede tener un impacto relevante en la dinámica de las especies nativas del remanente del bosque ripario.

Recomendaciones

Con base a los resultados obtenidos en la investigación se proponen las siguientes recomendaciones.

- En caso de realizar una ampliación de la información de la diversidad de especies, se recomienda establecer 22 unidades de muestreo con el propósito de identificar nuevas especies y aumentar el esfuerzo de muestreo al 95 %.

Para obtener un inventario completo de las especies arbóreas y arbustivas del remanente del bosque ripario es importante considerar aspectos como la disposición de las unidades de muestreo y heterogeneidad del paisaje, asimismo el grado de fragmentación del bosque y variables que pueden influir directamente en la distribución de las especies y en la representatividad de las muestras.

- De acuerdo al índice de diversidad de Shannon calculado, se determinó ($H = 3.285$) que el área estudiada tiene una diversidad media, por lo tanto se recomienda ampliar la información florística del bosque ripario y corroborar si el valor del índice calculado puede ser mayor y establecer si la diversidad de especies vegetales puede ser alta.
- Se recomienda para un próximo estudio incluir los tipos de vegetación siguientes: herbáceas, lianas, epifitas, helechos y especies arbóreas no registradas que podrían estar dentro del listado de especies amenazadas y determinar su valor de importancia ecológica.

Asimismo se recomienda realizar una evaluación de la regeneración natural de las especies nativas del remanente del bosque de ribera de finca Palma Maya y determinar la dominancia, frecuencia, abundancia e índice de valor de importancia.

- Se recomienda ampliar el número de unidades de muestreo y realizar una distribución homogénea de las mismas en el remanente del bosque ripario y

determinar si existe un coeficiente próximo a 1 para comprobar si hay similitud florísticamente entre parcelas,

- Con base al registro de la especie ***Hevea brasiliensis*** (hule) dentro del remanente del bosque ripario se recomienda estimar la densidad y volumen de dicho espécimen y establecer un plan de aprovechamiento forestal selectivo.
- Se recomienda establecer acciones de conservación, protección, restauración y reproducción con base a las cualidades ecológicas de las especies nativas y especies raras y amenazadas “listado de especies amenazadas - CONAP” identificadas dentro de las unidades de muestreo.

Referencias bibliográficas

- Acosta VH, Araujo PA, Iturre MC. (2006). *Características Estructurales de las Masas, Sociología Vegetal y Fitogeografía Forestal*. Colombia. CL. Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Forestales. 33 p. Obtenido de <https://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/SD-22-Caracteres-estructurales-ACOSTA.pdf>
- Acuerdo Gubernativo 220-2011 *Política Nacional de la Diversidad Biológica*. Obtenido de <https://www.marn.gob.gt/Multimedios/422.pdf>
- Alvis J. (2005). *Análisis Estructural de un Bosque Natural Localizado en Zona Rural del Municipio de Popoyan*. Colombia. CO. Universidad del Cauca. Obtenido de <https://docplayer.es/19082355-Analisis-estructural-de-un-bosque-natural-localizado-en-zona-rural-del-municipio-de-popoyan.html>
- Aguirre Z. (2013). *Guía de Métodos Para Medir la Biodiversidad*. Loja. Ecuador. EC. Universidad Nacional de Loja. 71 p. Obtenido de <https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/guia-para-medir-la-biodiversidad-octubre-7-2011.pdf>
- Alfaro A. (2016). *Caracterización De Las Comunidades Arbóreas En La Ribera Del Río Acomé, Escuintla, Guatemala, C.A.* Tesis Lic. Guatemala. GT. USAC (Universidad San Carlos de Guatemala). 112 p.
- Arriaga JB, Lemus JC. (2006). *Guía Para la Elaboración del Diseño de Investigación*. Quetzaltenango. Guatemala. GT. USAC (Universidad de San Carlos de Guatemala). 5 ed. 86 p.
- Camacho M. (2000). *Parcelas Permanentes de Muestreo en Bosque Natural Tropical, Guía Para el Establecimiento y Medición*. Turrialba. Costa Rica. CR. CATIE –Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 52 p. <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/3290/Par>

[celas permanentes de muestreo.pdf;jsessionid=38B109DD9D69E4A0145FFD7386BCC0A5?sequence=1](https://www.cijc.org/es/NuestrasConstituciones/GUATEMALA-Consti-tucion.pdf?jsessionid=38B109DD9D69E4A0145FFD7386BCC0A5?sequence=1)

CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas). (2009). *Lista de especies amenazadas de Guatemala - LEA – y listado de especies de flora y fauna silvestres CITES de Guatemala*. Documento técnico 67 (02-2009). 2da. Edición. GT. 119 p.

Constitución Política de la República de Guatemala. Obtenido de <https://www.cijc.org/es/NuestrasConstituciones/GUATEMALA-Consti-tucion.pdf>

Decreto número 90-77 del Congreso de la República de Guatemala, *Código De Salud*. Obtenido de http://www.cicad.oas.org/fortalecimiento_institucional/legislations/pdf/gt/decreto_congresional_90-97.pdf

Decreto número 101-96 del Congreso de la República de Guatemala, *Ley Forestal*. Obtenido de <https://asisehace.gt/media/LeyForestal.pdf>

Fajardo A, laas V, Obregón S, Beaulieu N, (1998). *Los Bosques de Galería, Guía para su Apreciación y su Conservación*. CIAT –Centro Internacional de la Agricultura Tropical-. 65 p. Obtenido de http://infobosques.com/portal/wp-content/uploads/2017/07/Los_bosques_de_galeria.pdf

Guerra D, Valdez C, Orozco D, Fuentes H. (2016). *Guía para la identificación de especies de árboles y arbustos comunes en el agropaisaje de Guatemala*. USAC – Universidad San Carlos de Guatemala. GT. 193 p. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/400786491/Guia-para-la-identificacion-de-especies-de-arboles-y-arbustos-comunes-en-el-agropaisaje-de-Guatemala-pdf>

- Ibarra G, Cornejo G, Castañeda N, Piedra M, Luna A. (2012). *El género Ficus L. (Moraceae) en México*. Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México. MX. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/263672326_El_genero_Ficus_L_Moraceae_en_Mexico
- INAB (Instituto Nacional de Bosques). (2000). *Manual para Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso*. Aplicación de una metodología para tierras de la república de Guatemala. Guatemala. GT. 96 p. Obtenido de http://portal.inab.gob.gt/images/centro_descargas/manuales/Clasificaci%C3%B3n%20de%20tierras%20por%20capacidad%20de%20uso.pdf
- INAB (Instituta Nacional de Bosques), FAO/FFF (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura). (2016). *Guía técnica de las especies forestales más utilizadas para la producción de leña de Guatemala*. Serie técnica GT-009 (2016). GT. 66 p. Obtenido de http://portal.inab.gob.gt/images/centro_descargas/industria_comercio_forestal/Gu%C3%ADa%20de%20Especies%20Forestales%20para%20Le%C3%B1a.PDF
- Jiménez A. Hortal J. (2003). *Las Curvas de Acumulación de Especies y la Necesidad de Evaluar la Calidad de los Inventarios Biológicos*. Boletín de Revista Ibérica. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/228612369_Las_curvas_de_acumulacion_de_especies_y_la_necesidad_de_evaluar_la_calidad_de_los_inventarios_biologicos
- Lara O. (2009). *Determinación de Índices de Diversidad Florística Arbórea en las Parcelas Permanentes de Muestreo del Valle de Sacta*. Cochabamba. Bolivia. BO. Universidad Mayor de San Simón. 40 p. Obtenido de <https://silo.tips/download/universidad-mayor-de-san-simon-5>

- MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación). (2001). *Mapa Fisiográfico Geomorfológico de la República de Guatemala a escala 1:250,000-Memoria Técnica*. GT. 103 p. Obtenido de <https://www.maga.gob.gt/download/fisiografia.pdf>
- Moreno E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&A –Manuales y Tesis, SEA. (1ra ed). Zaragoza. España. ES. 83 p. Obtenido de <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
- Mostacedo B, Fredericksen TS. (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Santa Cruz. BL. El País. 82 p. Obtenido de <http://www.bio-nica.info/biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf>
- OFI (Oxford Forestry Institute), CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). (2003). *Árboles de Centroamérica, manual para extensionistas*. CR. 1077 p. Obtenido de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/a11445e/a11445e.pdf>
- Palacios ER. (2013). *Evaluación De La Diversidad Florística de las Especies Arbóreas, Arbustivas y Herbáceas de Importancia Socioeconómica y Cultural en el Área Protegida Volcán y Laguna Chicabal, municipio de San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango*. Tesis Lic. Huehuetenango. GT. CUNOROC – Universidad San Carlos de Guatemala. 107 p.
- Paiz A. (2018). *Caracterización de los Bosques de Ribera de Cinco Ríos del Norte de Guatemala*. Tesis Lic. Guatemala. GT. USAC –Universidad San Carlos de Guatemala. 69 p. Obtenido de <https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/Tesis/B282.pdf>
- Pérez G, Rosito J, Maas R, Gándara G. (2018). *Ecosistemas de Guatemala, basado en el sistema de clasificación de zonas de vida*. GT. IARNA – URL (Instituto de investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad de la Universidad Rafael Landívar). 113 p. Obtenido de

<http://www.infoiarna.org.gt/wp-content/uploads/2019/02/Ecosistemas-de-Guatemala-final.pdf>

Rodríguez, J, Pérez, A., Leyva, P. (2019), *Caracterización Estructural del Bosque de Galería de la Estación Experimental Agroforestal de Guisa*. Obtenido de <http://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/311/>

Sandoval J. (1999). *Análisis Estructural De La Vegetación Arbórea Y Sotobosque Del Parque Nacional Laguna Del Tigre Petén, Guatemala*. Tesis Lic. Guatemala. GT. USAC –Universidad San Carlos de Guatemala. 61 p.

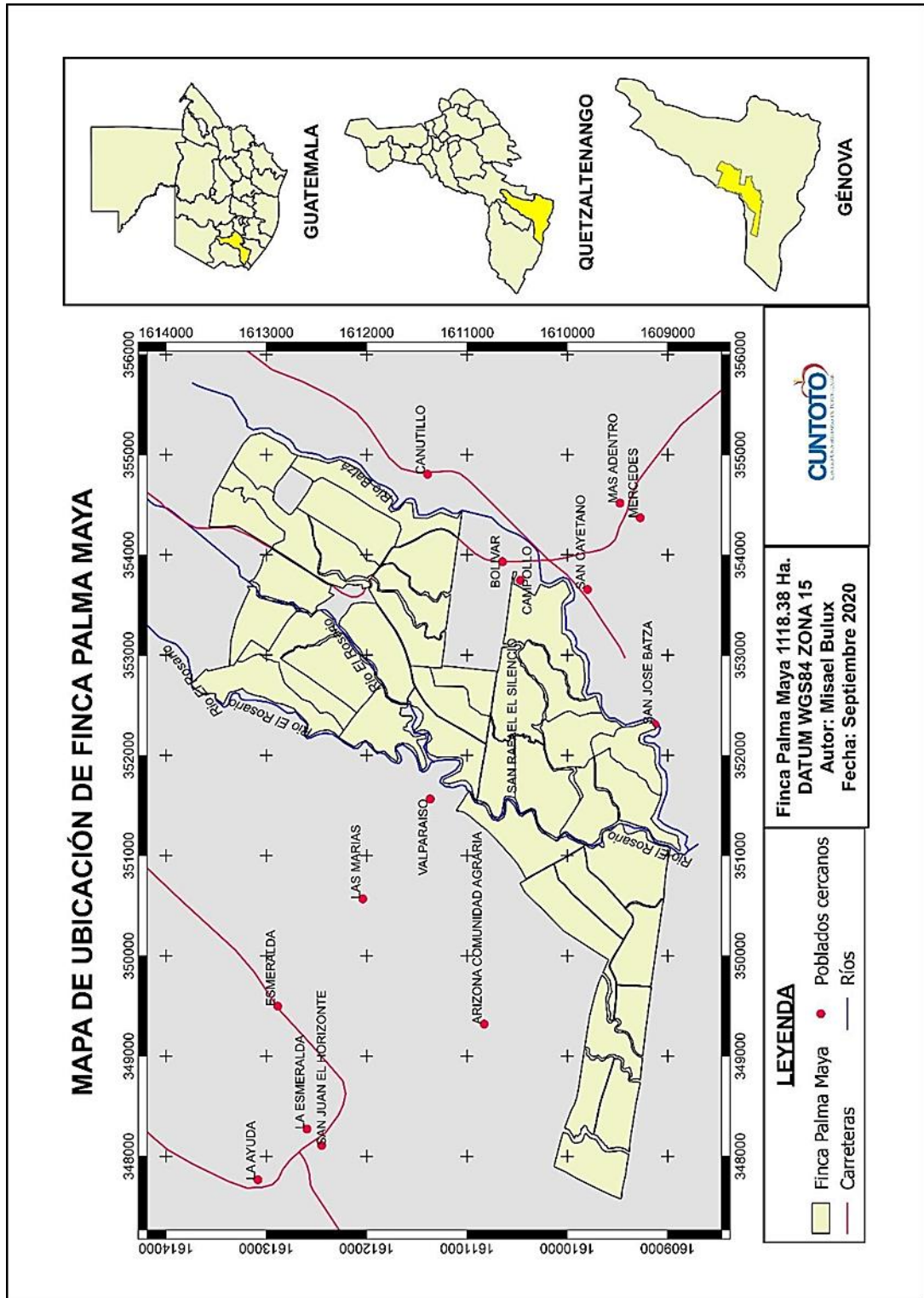
Sonco R. (2013). *Estudio de la Diversidad Alfa y Beta en Tres Localidades de un Bosque Montano en la Región de Madidi, La Paz Bolivia*. Tesis Lic. Bolivia. BO. Universidad Mayor de San Andrés. 116 p. Obtenido de http://www.mobot.org/PDFs/research/madidi/Sonco_2013_Thesis.pdf

Vargas R, Melo O. (2003). *Evaluación Ecológica y Silvicultural de Ecosistemas Boscosos*. Colombia. CL. Universidad del Tolima. 235 p. Obtenido de <https://www.yumpu.com/es/document/read/14197807/evaluacion-ecologica-y-silvicultural-de-ecosistemas-boscosos>

Von Humboldt A. _____. *Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad*. CL. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos. Obtenido de <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31419/63.pdf?sequence=1>

Zamora M. (2010). *Caracterización de la Flora y Fauna y Estructura de un Bosque Transicional Húmedo A Seco, Miramar, Puntarenas, Costa Rica*. Tesis Lic. Costa Rica. CR. 91 p. obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/60991546.pdf>

Apéndice B. Mapa de ubicación de finca Palma Maya



Apéndice C. Inventario de familias y especies registradas en el remanente del bosque ripario de finca Palma Maya.

Familia	Géneros	Nombre científico	Nombre común.	Hábito	
Fabaceae	Acacia	<i>Acacia hindsii</i>	Ixcanal	Arbusto	
	Bauhinia	<i>Bauhinia unguolata</i>	Pata venado	Árbol	
	Diphysa	<i>Diphysa americana</i>	Guachipilin	Árbol	
	Erythrina	<i>Erythrina berteroana</i>	Palo pito	Árbol	
	Gliricidia	<i>Gliricidia sepium</i>	Yaite	Árbol	
	Inga		<i>Inga endulis</i>	Cuxin	Árbol
			<i>Inga spuria</i> , Humb & Bonpi	Caspirol	Árbol
			<i>Inga vera</i>	Cuje	Árbol
	Leucaena	<i>Leucaena diversifolia</i>	Espino	Árbol	
	Platymiscium	<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	Hormigo	Árbol	
Schizolobium	<i>Schizolobium parahyba</i>	Plumillo	Árbol		
Tamarindus	<i>Tamarindus indica</i>	Tamarindo	Árbol		
Malvaceae	Ceiba	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Pompojuche	Árbol	
		<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	Árbol	
	Guazuma	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	Arbusto	
	Sterculia	<i>Sterculia apetala</i>	Castaño	Árbol	
Moraceae	Brosimum	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ujuxte	Árbol	
	Castilla	<i>Castilla elastica</i>	Hule cimarrón	Árbol	
	Ficus	<i>Ficus insipida</i> , Willd	Amate	Árbol	
		<i>Ficus nymphaeifolia</i> , Mill	Mata palo	Árbol	
Bignoniaceae	Handroanthus	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	Cortes	Árbol	
	Roseodendron	<i>Roseodendron donnell-smithii</i> Rose	Palo blanco	Árbol	
	Tabebuia	<i>Tabebuia rosea</i>	Matiliguatate	Árbol	
Apocynaceae	Aspidosperma	<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	Chichico	Árbol	
	Tabernaemontana	<i>Tabernaemontana donnell-smithii</i>	Cojon	Ar/arb	
Boraginaceae	Cordia	<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	Árbol	
		<i>Cordia gerascanthus</i>	Laurelillo	Árbol	
Anacardiaceae	Spondias	<i>Spondias mombin</i>	Jobo	Árbol	
Annonaceae	Guatteria	<i>Guatteria anomala</i>	Palo Zope	Árbol	
Bixaceae	Bixa	<i>Bixa arborea</i>	Achiote	Árbol	
Bombacaceae	Pachira	<i>Pachira aquatica</i>	Zapoton	Árbol	
Burseraceae	Bursera	<i>Bursera simaruba</i>	Palo jiote	Árbol	
Euphorbiaceae	Hevea	<i>Hevea brasiliensis</i>	Hule	Árbol	
Leguminosae	Lonchocarpus	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Chaperno	Árbol	

Familia	Géneros	Nombre científico	Nombre común.	Hábito
Meliaceae	Cedrela	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	Árbol
Myristicaceae	Virola	<i>Virola koschnyi</i>	Sangre de perro	Árbol
Polygonaceae	Coccoloba	<i>Coccoloba barbandensis</i>	Papaturro	Árbol
Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumo	Árbol

Apéndice D. Tabla binaria de presencia - ausencia de las especies por unidad de muestreo.

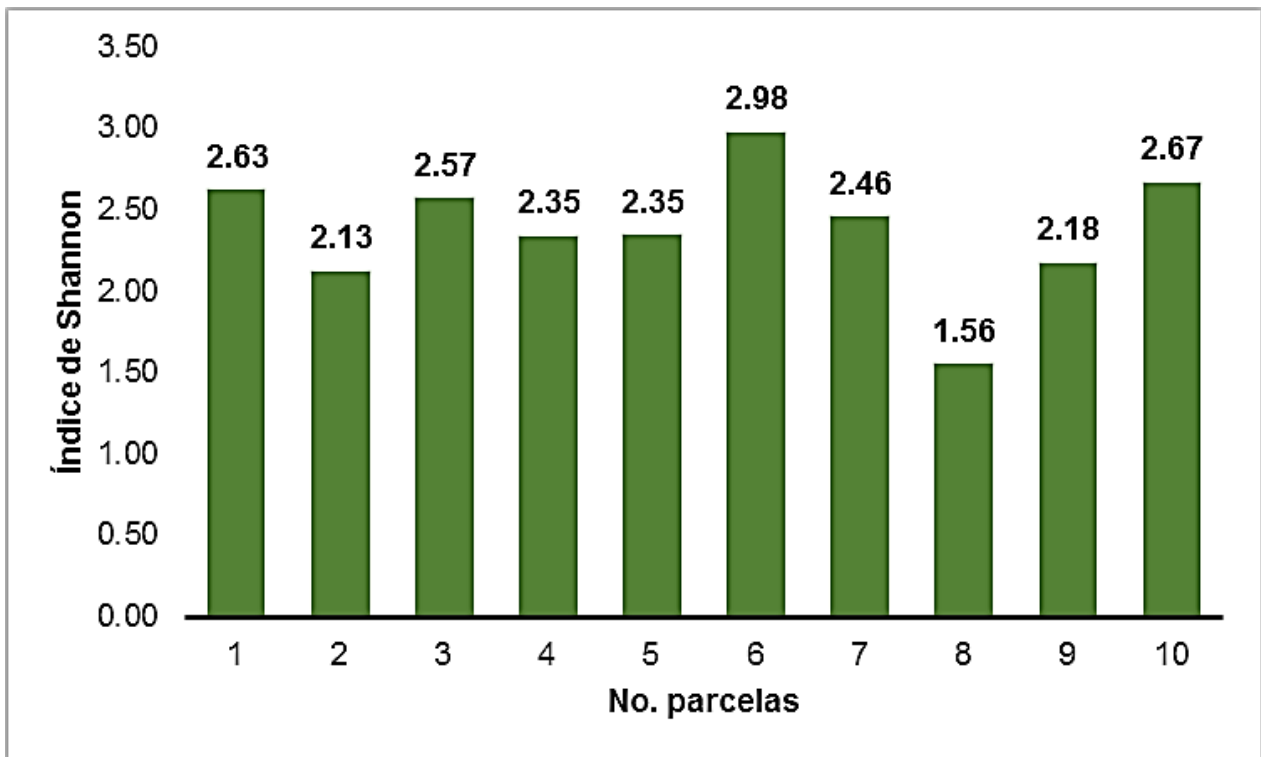
Nombre científico	Parcelas de muestreo										Registros por sp
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Bursera simaruba</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	8
<i>Brosimum alicastrum</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	8
<i>Tamarindus indica</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	7
<i>Inga spuria</i> , Humb & Bonpi	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	6
<i>Cedrela odorata</i>	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	6
<i>Cecropia peltata</i>	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	6
<i>Ceiba pentandra</i>	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	5
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	5
<i>Inga vera</i>	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	5
<i>Schizolobium parahyba</i>	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	5
<i>Pachira aquatica</i>	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	5
<i>Ficus insipida</i> , Willd	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	4
<i>Sterculia apetala</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	4
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	4
<i>Tabernaemontana donnell-smithii</i>	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	4
<i>Inga endulis</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4
<i>Leucaena diversifolia</i>	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	4
<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	4
<i>Hevea brasiliensis</i>	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	4
<i>Spondias mombin</i>	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	4
<i>Cordia alliodora</i>	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	4
<i>Ficus nymphaeifolia</i> , Mill	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	4
<i>Roseodendron donnell-smithii</i> Rose	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	4
<i>Erythrina berteroana</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	4
<i>Ceiba aesculifolia</i>	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	4
<i>Virola koschnyi</i>	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	4

Nombre científico	Parcelas de muestreo										Registros por sp
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Bixa arborea</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Handroanthus guayacan</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	3
<i>Diphysa americana</i>	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	3
<i>Castilla elastica</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	3
<i>Coccoloba barbandensis</i>	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	3
<i>Bauhinia unguolata</i>	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	3
<i>Tabebuia rosea</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	3
<i>Gliricidia sepium</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	3
<i>Acacia hindsii</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
<i>Cordia gerascanthus</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
<i>Guatteria anomala</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2
<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Registros de sp por parcelas	17	13	18	13	13	24	15	7	20	17	

Apéndice E. Tabla de índice de diversidad de Shannon por unidad de muestreo (parcela).

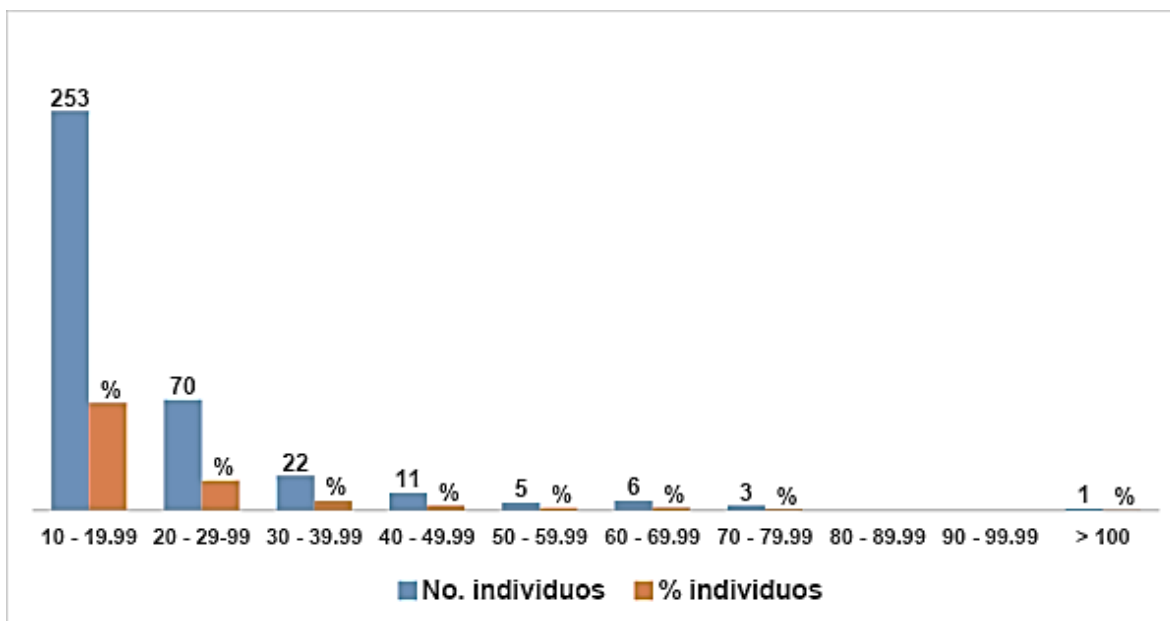
No parcela	No especies	No. Individuos	Índice Shannon
1	17	35	2.63
2	13	32	2.13
3	18	40	2.57
4	13	28	2.35
5	13	24	2.35
6	24	35	2.98
7	15	35	2.46
8	7	40	1.56
9	20	69	2.18
10	17	33	2.67

Apéndice F. Grafica de índices de diversidad de Shannon por unidad de muestreo (parcelas).



Apéndice G. Tabla y gráfica de distribución de individuos y porcentaje de individuos por clase diamétrica.

Clase diamétrica (cm)	No. individuos	% individuos
10 - 19.99	253	68.19
20 - 29.99	70	18.87
30 - 39.99	22	5.93
40 - 49.99	11	2.96
50 - 59.99	5	1.35
60 - 69.99	6	1.62
70 - 79.99	3	0.81
80 - 89.99	0	0.00
90 - 99.99	0	0.00
> 100	1	0.27
Total	371	100.00



Apéndice H. Matriz de cálculo del índice de valor de importancia I.V.I. de las especies del remanente del bosque ripario.

Nombre científico	Ar%	Dr%	Fr %	IVI %
<i>Ceiba pentandra</i>	1.62	22.04	3.18	8.95
<i>Brosimum alicastrum</i>	4.04	13.78	5.10	7.64
<i>Roseodendron donnell-smithii</i> Rose	9.97	7.65	2.55	6.72
<i>Hevea brasiliensis</i>	4.85	9.81	2.55	5.74
<i>Inga spuria</i> , Humb & Bonpi	7.01	5.30	3.82	5.38
<i>Tamarindus indica</i>	7.82	1.75	4.46	4.68
<i>Bursera simaruba</i>	5.93	2.57	5.10	4.53
<i>Inga vera</i>	7.28	2.99	3.18	4.48
<i>Guazuma ulmifolia</i>	6.74	1.99	2.55	3.76
<i>Schizolobium parahyba</i>	2.96	4.23	3.18	3.46
<i>Pachira aquatica</i>	2.96	3.85	3.18	3.33
<i>Cecropia peltata</i>	3.23	2.69	3.82	3.25
<i>Leucaena diversifolia</i>	3.77	3.29	2.55	3.20
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	4.04	1.36	3.18	2.86
<i>Cedrela odorata</i>	2.16	1.30	3.82	2.43
<i>Sterculia apetala</i>	1.62	2.94	2.55	2.37
<i>Ceiba aesculifolia</i>	2.16	1.16	2.55	1.96

Nombre científico	Ar%	Dr%	Fr %	IVI %
<i>Cordia alliodora</i>	2.43	0.74	2.55	1.91
<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	1.08	1.57	2.55	1.73
<i>Ficus nymphaeifolia</i> , Mill	1.08	1.34	2.55	1.65
<i>Spondias mombin</i>	1.35	1.02	2.55	1.64
<i>Inga endulis</i>	1.35	0.62	2.55	1.51
<i>Erythrina berteroana</i>	1.35	0.41	2.55	1.43
<i>Virola koschnyi</i>	1.35	0.36	2.55	1.42
<i>Ficus insipida</i> , Willd	1.08	0.52	2.55	1.38
<i>Tabernaemontana donnell-smithii</i>	1.08	0.30	2.55	1.31
<i>Guatteria anomala</i>	0.81	1.43	1.27	1.17
<i>Castilla elastica</i>	1.08	0.47	1.91	1.15
<i>Tabebuia rosea</i>	1.08	0.32	1.91	1.10
<i>Coccoloba barbandensis</i>	0.81	0.55	1.91	1.09
<i>Bixa arborea</i>	1.08	0.23	1.91	1.07
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	0.81	0.48	1.91	1.07
<i>Gliricidia sepium</i>	0.81	0.30	1.91	1.01
<i>Diphysa americana</i>	0.81	0.16	1.91	0.96
<i>Bauhinia unguolata</i>	0.81	0.15	1.91	0.96
<i>Cordia gerascanthus</i>	0.81	0.15	1.27	0.75
<i>Acacia hindsii</i>	0.54	0.10	1.27	0.64
<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	0.27	0.04	0.64	0.32
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

Apéndice I. Tabla de registro de individuos por especies en las unidades de muestreo.

Nombre científico	No. parcelas										Total general
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Acacia hindsii</i>								1	1		2
<i>Aspidosperma megalocarpon</i>						1					1
<i>Bauhinia unguolata</i>		1		1		1					3
<i>Bixa arborea</i>	2	1	1								4
<i>Brosimum alicastrum</i>	1	1	2	2	3	1	3			2	15
<i>Bursera simaruba</i>	1	2	3	1	4	3	6		2		22
<i>Castilla elastica</i>					1	1				2	4

Nombre científico	No. parcelas										Total general
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>Cecropia peltata</i>	3		2		1	2	3		1		12
<i>Cedrela odorata</i>	1	1		2		1			1	2	8
<i>Ceiba aesculifolia</i>	3		1				3		1		8
<i>Ceiba pentandra</i>		1	1			1		2		1	6
<i>Coccoloba barbandensis</i>	1			1			1				3
<i>Cordia alliodora</i>		3			1		1		4		9
<i>Cordia gerascanthus</i>	1			2							3
<i>Diphysa americana</i>				1		1	1				3
<i>Erythrina berteroana</i>		1				1			2	1	5
<i>Ficus insipida</i> , Willd	1					1			1	1	4
<i>Ficus nymphaeifolia</i> , Mill					1	1			1	1	4
<i>Gliricidia sepium</i>						1	1			1	3
<i>Guatteria anomala</i>				2		1					3
<i>Guazuma ulmifolia</i>			2					7	14	2	25
<i>Handroanthus Chrysanthus</i>			1	1						1	3
<i>Hevea brasiliensis</i>		2	10	5			1				18
<i>Inga endulis</i>	1		1						1	2	5
<i>Inga spuria</i> , Humb & Bonpi	5	12	5	1		1	2				26
<i>Inga vera</i>	1	2						17	2	5	27
<i>Leucaena diversifolia</i>			2			1		8	3		14
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	1			3	4	6			1		15
<i>Pachira aquatica</i>	4		2			1			1	3	11
<i>Platymiscium dimorphandrum</i>			1		1			1		1	4
<i>Roseodendron donnell-smithii</i> Rose						2		4	27	4	37
<i>Schizolobium parahyba</i>	2		1		1		4			3	11
<i>Spondias mombin</i>					1	1	1		2		5
<i>Sterculia apetala</i>		1				3			1	1	6
<i>Tabebuia rosea</i>			1			1			2		4
<i>Tabernaemontana donnell-smithii</i>			1		1		1		1		4
<i>Tamarindus indica</i>	5	4	3	6	4	1	6				29
<i>Virola koschnyi</i>	2				1	1	1				5
Total general	35	32	40	28	24	35	35	40	69	33	371

Apéndice J. Tabla de rangos del coeficiente de mezcla.

Rango en fracción	Rangos en decimal	Indicador
1/1	1.00	Un individuo por especie en una hectárea
1/2	0.50	Dos individuos por especie en una hectárea
1/3	0.33	Tres individuos por especie en una hectárea
1/4	0.25	Cuatro individuos por especie en una hectárea
1/5	0.20	Cinco individuos por especie en una hectárea
1/6	0.17	Seis individuos por especie en una hectárea
1/7	0.14	Siete individuos por especie en una hectárea
1/8	0.13	Ocho individuos por especie en una hectárea
1/9	0.11	Nueve individuos por especie en una hectárea
1/10	0.10	Diez individuos por especie en una hectárea

Apéndice K. Tabla de especies amenazadas con base a los apéndices de LEA y CITES

Nombre científico	Familia	Apéndice LEA	Apéndice CITES
<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	II	
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Leguminosaeae	II	
<i>Leucaena diversifolia</i>	Fabaceae	II	
<i>Cecropia peltata</i>	Urticaceae	II	
<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	II	III
<i>Ficus nymphaeifolia</i> , Mill	Moraceae	II	
<i>Bauhinia unguolata</i>	Fabaceae	II	
<i>Coccoloba barbandensis</i>	Polygonaceae	II	
<i>Guatteria anomala</i>	Annonaceae	II	
<i>Inga vera</i>	Fabaceae	III	
<i>Ceiba pentandra</i>	Malvaceae	III	
<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	Fabaceae	III	
<i>Diphysa americana</i>	Fabaceae	III	
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	Bignonaceae	III	

Apéndice L. Tabla del estrato arbóreo, nombre científico y autor de las especies.

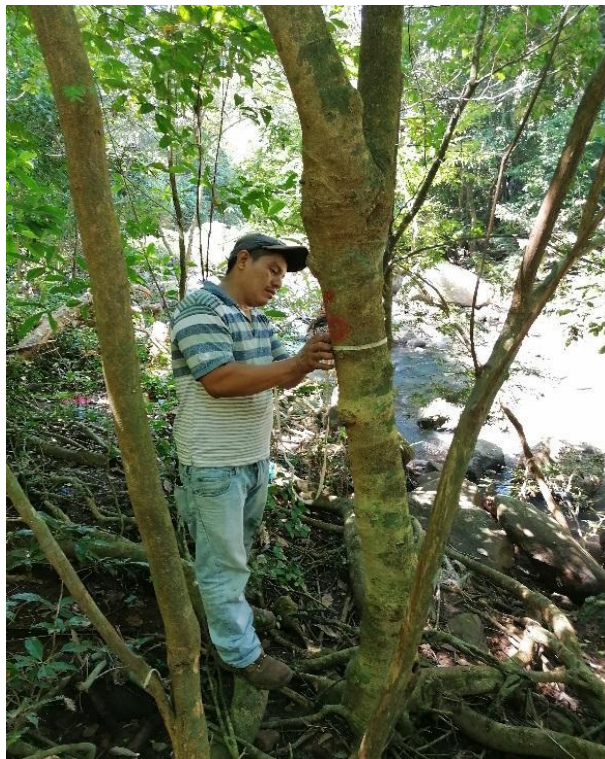
Estrato arbóreo.			
Habito	Nombre común	Nombre científico	Autor
Árbol	Achiote	<i>Bixa arborea</i>	Huber
Árbol	Amate	<i>Ficus insipida</i>	Willd
Árbol	Caspirol	<i>Inga spuria</i>	Humb & Bonpl
Árbol	Castaño	<i>Sterculia apetala</i>	Jacquín. H. Karsten
Árbol	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Linneo
Árbol	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	Linneo
Árbol	Chaperno	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Benth
Árbol	Chichico	<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	Muller
Árbol	Cortes	<i>Handroanthus guayacan</i>	(Seeman.) S.O.Grose
Árbol	Cuje	<i>Inga vera</i>	Willd
Árbol	Cuxin	<i>Inga endulis</i>	Mart
Árbol	Espino	<i>Leucaena diversifolia</i>	(Lamarck.) Dewit
Árbol	Guachipilin	<i>Diphysa americana</i>	(Miller.) M.Sousa
Árbol	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	Linneo
Árbol	Hormigo	<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	(J.D.Smith) Donn.Sm.
Árbol	Hule	<i>Hevea brasiliensis</i>	Muller
Árbol	Hule cimarron	<i>Castilla elastica</i>	Cervantes
Árbol	Jobo	<i>Spondias mombin</i>	Linneo
Árbol	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	(Ruiz & Pav.)Oken
Árbol	Laurelillo	<i>Cordia gerascanthus</i>	Linneo
Árbol	Mata palo	<i>Ficus nymphaeifolia, Mill</i>	Mill
Árbol	Palo blanco	<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	Rose
Árbol	Palo de zope	<i>Guatteria anomala</i>	R.E.Fr.
Árbol	Palo Jiote	<i>Bursera simaruba</i>	Linneo, Sarg.
Árbol	Palo pito	<i>Erythrina berteroana</i>	Urban.
Árbol	Papaturro	<i>Coccoloba barbandensis</i>	Jacquín
Árbol	Pata de venado	<i>Bauhinia unguolata</i>	Linneo
Árbol	Plumillo	<i>Schizolobium parahyba</i>	Vellozo. S.F. Blake
Árbol	Pompojuche	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Kunth. Britten & Baker F.
Árbol	Matiliguate	<i>Tabebuia rosea</i>	Bertoloni
Árbol	Sangre de perro	<i>Virola koschnyi</i>	Ward

Habito	Nombre común	Nombre científico	Autor
Árbol	Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	Linneo
Árbol	Ujuxte	<i>Brosimum alicastrum</i>	Swartz
Árbol	Yaite	<i>Gliricidia sepium</i>	Jacquin. Kunth
Árbol	Zapoton	<i>Pachira aquatica</i>	Aublet

Apéndice M. Tabla del estrato arbustivo, nombre científico y autor de las especies.

Estrato arbustivo.			
Habito	Nombre común	Nombre científico	Autor
Arbusto	Ixcnal	<i>Acacia hindsii</i>	Benth
Arbusto / árbol	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Lamarck
Arbusto / árbol	Cojon	<i>Tabernaemontana donnell-smithii</i>	Rose

Apéndice N. Fotografías de las actividades de campo.



1.



2.

Figuras 1, 2. Levantamiento de datos en las unidades de muestreo: medición del DAP, tipificación de la especie en campo.

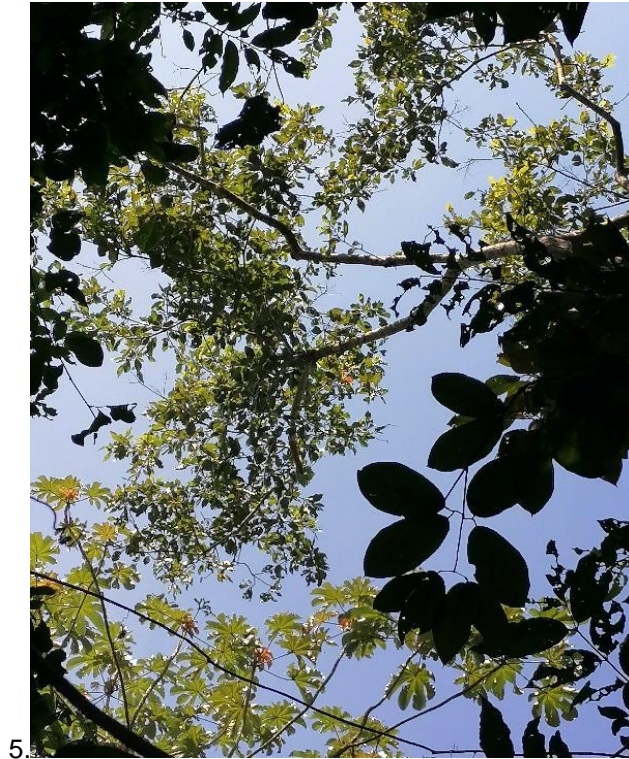


3.



4.

Figuras 3, 4. Toma de coordenadas de los árboles registrados, personal que colaboró en la tipificación de las especies en campo.

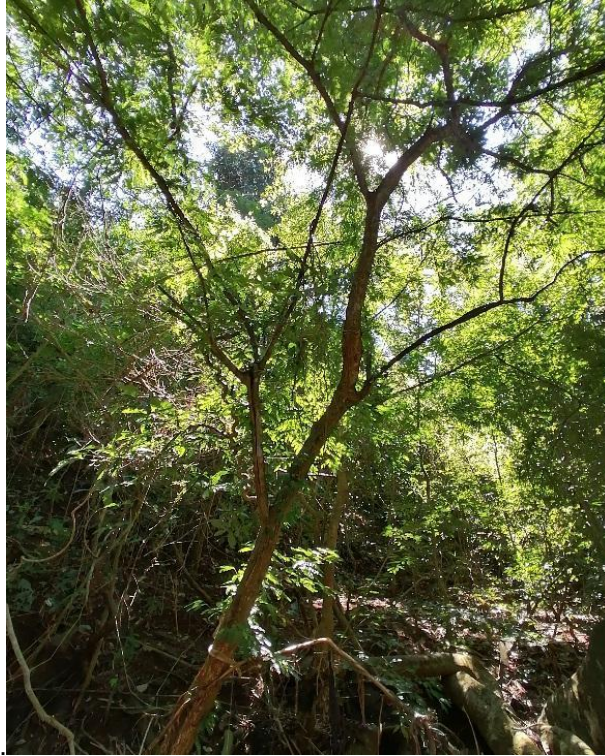


5.



6.

Figuras 5, 6. Copas dominantes del remanente del bosque ripario, se observan las siguientes especies: ***Cecropia peltata***, ***Inga spuria*** y ***Schizolobium parahyba***.



7.



8.

Figura 7. Ejemplar de la especie *Tamarindus indica*. Figura 8. Ejemplar de la especie *Brosimum alicastrum*.



9.



10.

Figura 9. Ejemplar de la especie *Bursera simaruba*. Figura 10. Ejemplar de la especie *Schizolobium parahyba*.



Figura 11. Talento humano en actividad de recolección de datos en las unidades de muestreo del remanente del bosque ripario de finca Palma Maya.