

# UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

## TESIS

Vegetación y mamíferos del arroyo  
José en el sur de la Reserva de la  
Biosfera Montes Azules, Selva  
Lacandona, Chiapas.

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA

**CARLOS ALFREDO VILLALOBOS ESCOBAR**

Directora

Dra. JULIA CARABIAS LILLO  
FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM.

Asesores

Dr. OSCAR FARRERA SARMIENTO  
INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA UNICACH /  
JARDÍN BOTÁNICO F. MIRANDA-SEMAHN.

Biol. PAULINA ARROYO GERALA  
PROGRAMA DE MONITOREO DE MAMÍFEROS TERRESTRES  
NATURA Y ECOSISTEMAS MEXICANOS A. C.

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Junio de 2021.





Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas  
Fecha: 5 de Agosto de 2021

C. Carlos Alfredo Villalobos Escobar

Pasante del Programa Educativo de: Licenciado en Biología

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

Vegetación y mamíferos del arroyo José en el sur de la Reserva de la

Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona, Chiapas.

En la modalidad de Tesis Profesional

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Dr. José Antonio De Fuentes Vicente

Biól. Manuel Martínez Meléndez

Dr. Óscar Farrera Sarmiento

Firmas:

[Firma]  
[Firma]  
[Firma]

Ccp. Expediente.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la Dra. Julia Carabias por la dirección y revisión de este trabajo, además por su confianza y apoyo para llevarlo a cabo.

Al Dr. Oscar Farrera y a la Biol. Paulina Arroyo por su apoyo y asesoría brindada.

Al Dr. Eduardo Naranjo y al Biol. Manuel Martínez por compartir sus consejos y recomendaciones como comité revisor.

A los compañeros que me acompañaron en los diferentes recorridos de campo Nancy, Oscar, Eduardo, Joselin y también a Nacho aunque nunca me acompañó pero me ayudó en el proceso de titulación.

## **DEDICATORIA**

A mis padres por su gran esfuerzo que realizaron para apoyarme en todo mi proceso de estudio y en particular en este proyecto.

A Nancy por siempre estar en cada paso de este trabajo y no dejarme rendir, siempre insistiendo y regañándome.

# ÍNDICE

---

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	MARCO TEORICO.....	4
2.1.	Áreas Naturales Protegidas (ANP).....	4
2.2.	Ecosistemas ribereños.....	8
2.2.1.	Vegetación ribereña .....	8
2.2.3.	Mamíferos en la vegetación ribereña.....	9
III.	ANTECEDENTES.....	10
3.1.	Vegetación.....	10
3.2.	Mamíferos.....	11
IV.	OBJETIVOS .....	15
4.1.	Objetivo general:.....	15
4.2.	Objetivos específicos: .....	15
V.	ZONA DE ESTUDIO .....	16
VI.	MÉTODO .....	29
6.1.	Vegetación.....	29
6.1.1.	Análisis de resultados .....	31
6.2.	Mamíferos.....	32
6.2.1.	Fototrampeo .....	32
6.2.2.	Registro de huellas.....	32
6.2.4.	Análisis de resultados .....	33
VII.	RESULTADOS.....	35
7.1.	Vegetación.....	35
7.1.1.	Composición.....	35
7.1.2.	Estructura.....	37
7.1.3.	Agrupación de transectos por afinidades .....	46
7.1.4.	Perfil.....	49
7.2.	Mamíferos.....	51
7.2.1.	Fototrampeo .....	51
7.2.2.	Huellas.....	53
7.2.3.	Observación directa.....	53
7.3.	Relación vegetación-mamíferos .....	55

VIII.	DISCUSIÓN.....	57
8.1.	Vegetación.....	57
8.2.	Fauna .....	58
8.3.	Relación fauna vegetación .....	60
IX.	CONCLUSIONES.....	62
X.	PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES .....	63
XI.	REFERENCIAS DOCUMENTALES.....	64
XII.	ANEXOS .....	72

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Áreas naturales protegidas federales.....	5
Cuadro 2. Topografía del polígono de estudio.....	18
Cuadro 3. Clima del polígono de estudio.....	20
Cuadro 4. Suelos presentes en el polígono de estudio.....	22
Cuadro 5. Formato para registro de especies arbóreas.....	72
Cuadro 6. Formato para registro de especies vegetales no arbóreas.....	72
Cuadro 7. Formato para registro de fototrampeo.....	73
Cuadro 8. Formato para registro de huellas .....	73
Cuadro 9. Formato para registro de observación directa .....	74
Cuadro 10. Variables de vegetación utilizadas para la relación con los mamíferos.....	34
Cuadro 11: Coeficientes de correlación de Spearman de las variables de vegetación utilizadas para los modelos de abundancia .....	34
Cuadro 12: Listado de especies de plantas registradas en el arroyo José.....	35
Cuadro 13. Agrupación de las especies por sus valores de importancia .....	42
Cuadro 14. Especies de mamíferos registradas por la técnica de fototrampeo..	51
Cuadro 15. Listado de especies de mamíferos registradas en el cauce del arroyo “José” por las diferentes técnicas.....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Áreas naturales protegidas de la cuenca media del río Usumacinta.....	7
Figura 2. Localización del cuerpo de agua José dentro de la Reserva de la Biósfera Montes Azules (RBMA).....	17
Figura 3. Topografía de la zona sur de la RBMA.....	19
Figura 4. Clima presente en la zona sur de la RBMA.....	21
Figura 5. Suelos presentes en la zona sur de la RBMA.....	23
Figura 6. Tipo de rocas presentes en la zona sur de la RBMA.....	25
Figura 7. Tipo de vegetación y cuerpos de agua presentes en la zona sur de la RBMA.....	27
Figura 8. Transectos y cuadros de muestreo en el arroyo José.....	30
Figura 9. Especies arbóreas con valores mayores de densidad y abundancia.....	38
Figura 10. Especies arbóreas con valores mayores de Frecuencia Relativa...38	
Figura 11. Especies arbóreas con valores mayores de Área Basal Relativa...39	
Figura 12. Especies arbóreas con valores mayores de Cobertura Relativa....40	
Figura 13. Especies arbóreas con valores mayores de Importancia por Área Basal.....	41
Figura 14. Especies arbóreas con valores mayores de Importancia por Cobertura.....	43
Figura 15. Cobertura arbórea total por transecto.....	43
Figura 16. Especies arbóreas emergentes.....	44
Figura 17. Especies arbóreas en el dosel.....	45
Figura 18. Especies arbóreas del estrato medio.....	45
Figura 19. Especies arbóreas del estrato bajo.....	46
Figura 20. Agrupación de transectos mediante el análisis de Dendrograma....	47

Figura 21. Agrupación de transectos mediante el análisis de Correlación lineal...	49
Figura 22. Perfil de vegetación del arroyo "José" .....	50
Figura 23. Curva de acumulación de especies de mamíferos terrestres mediante la técnica de fototrampeo.....	52
Figura 24. Índice de Abundancia Relativa mediante la técnica de fototrampeo....	53
Figura 25. Modelo de granívoros frecuencia de captura/Dpeq.....	55
Figura 26. Modelo de granívoros frecuencia de captura/Altura.....	56

## RESUMEN

Los ecosistemas ribereños son la interfase entre los ecosistemas terrestres y los acuáticos. La vegetación ribereña o riparia estabiliza los márgenes de los ríos y arroyos, retiene y recicla nutrientes. Una gran variedad de animales, entre ellos muchos mamíferos terrestres, utilizan los sistemas acuáticos como fuente de alimentación y agua. En este estudio se caracterizó la vegetación y se determinó la presencia de mamíferos de talla mediana y grande asociados al arroyo “José” ubicado en la parte sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA). Como resultado se obtuvo que la vegetación a lo largo del cauce del José no es homogénea. El 10 % de la superficie que ocupa la vegetación ribereña carece de árboles, más de 95 % de su cobertura vegetal está dada por especies herbáceas y arbustivas resistentes a la insolación e inundación como *Piper sp*, *Urtica sp* y *Heliconia sp*. Su altura no rebasa los 4 m y se encuentran en zonas inundables. El 25 % de la superficie que ocupa la vegetación ribereña tiene pocas especies arbóreas: *Inga vera*, *Acacia usumacintesis*, *Ficus glabrata*, *Cecropia peltata* entre otras. Su cobertura no supera el 25 % y la altura no rebasa los 20 m. Las especies arbustivas y herbáceas fueron *Urtica sp*, *Hibiscus sp*, *Heliconia sp* y *Phragmites australis*. El 65 % de la superficie que ocupa la vegetación ribereña tiene gran riqueza de especies arbóreas, cuya cobertura máxima fue de 65 %. Las especies arbóreas que destacaron por su valor de importancia fueron: *Dialium guianensis*, *Schyzolobium parahybum*, *Terminalia amazonia*, *Brosimum costaricanum*, entre otras. Su altura superó 21 m. El área en donde nace el arroyo destacó por presentar el mayor número de especies. También fueron muy frecuentes o abundantes: *Inga vera*, *Acacia cornígera*, *Ampelocera hottlei* y *Psychotria chiapensis*, aunque con menor biomasa. Las especies herbáceas y arbustivas presentes a lo largo del cauce del arroyo son similares desde su origen hasta la desembocadura en el río Lacantún. En cuanto a los mamíferos, se registraron un total de 25 especies de las cuales 22 corresponden a las tallas mediana y grande. En general, ninguna especie de mamífero se vio afectada por las diferencias de la vegetación a lo largo del cauce, debido a que se trata de un arroyo de agua permanente que utilizan los mamíferos de paso.

# I. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas ribereños son la interfase entre los ecosistemas terrestres y los acuáticos, tienen agua de manera temporal o permanente que permite el intercambio de nutrientes entre el ambiente superficial y subterráneo, a lo cual se encuentran asociadas comunidades bióticas particulares y específicas en donde se desarrollan numerosos procesos ecológicos (González-Verdugo y Peñalosa-Rueda, 2015; Meli, Ruiz y Carabias, 2015). Estos ecosistemas tienen un papel fundamental en los procesos ecológicos dentro de los cuerpos de agua, a través de la fuerza de la corriente y los cambios morfológicos del cauce influyen en la deposición y erosión de sedimentos y en la vegetación ribereña (González-Verdugo y Peñalosa-Rueda, 2015).

La vegetación ribereña o riparia estabiliza los márgenes de los ríos y arroyos, regulan las crecientes de agua para evitar inundaciones, provee de hojarasca y de madera de gran tamaño a los cuerpos de agua, retiene y recicla nutrientes, modifica las condiciones microclimáticas, previene la erosión del suelo, ayuda a mejorar la calidad del agua y sostiene una amplia red como base para la subsistencia de un diverso ensamble de fauna acuática y terrestre (Díaz *et al.*, 2006; Meli, Ruiz y Carabias, 2015). El flujo de nutrientes de ecosistemas acuáticos a terrestres ofrece recursos para una gran abundancia de animales, por ello los ecosistemas ribereños son importantes porque salvaguardan recursos cruciales de los cuales muchos mamíferos dependen como fuente de alimentación y agua (Naiman, Decamps y Pollock, 1993; Xiang, Zhang y Richardson, 2016). Bajo este contexto, la pérdida de los cuerpos de agua puede afectar negativamente a la flora y fauna nativas.

Por otro lado, los arroyos y ríos mejor conservados en México son aquellos que se encuentran dentro de las áreas naturales protegidas, particularmente en las zonas en donde no existen asentamientos humanos. Por ser sitios generalmente aislados y poco accesibles se conoce poco sobre la biología, ecología e hidrología de los ecosistemas ribereños conservados. Es por esto que los estudios acerca de la vegetación ribereña son más enfocados a zonas que en algún punto del cauce de los cuerpos de agua ya han sido alterados por los humanos, (Camacho-Rico, Trejo y Bonfil, 2006; Padilla, Cuevas y Koch, 2008; Meli, Ruiz y Carabias, 2015) por lo que ya

no es vegetación primaria completamente; así también cambia la fauna que transita por estos lugares.

La descripción de los ecosistemas ribereños en buen estado de conservación se puede convertir en sistema de referencia para comprender de mejor manera los procesos ecológicos que ocurren en estos ecosistemas. Este conocimiento puede ser aplicado posteriormente en diversos estudios y acciones de conservación como son conocer el estado de salud de las poblaciones de fauna, detectar cambios ecológicos en el contexto del cambio climático, restaurar la vegetación natural y realizar la planeación de corredores biológicos ya que estos sitios proveen un hábitat potencial que permiten la conectividad de sitios fragmentados para el movimiento de mamíferos y de otras especies animales (Lees y Peres, 2007; Brown, Derting y Fairbanks, 2008; Zimbres, Peres y Machado, 2016; Meli y Carrasco-Carballido, 2011).

El conocimiento de los ecosistemas ribereños en la Selva Lacandona es importante porque es uno de los últimos relictos de selva tropical húmeda en México. Una de las Áreas Naturales Protegidas de mayor importancia es la Reserva de la Biósfera Montes Azules (RBMA), ubicada en la subcuenca del río Lacantún, que pertenece a la cuenca media del río Usumacinta (SEMARNAP, 2000; Saavedra *et al.*, 2015). Esta subcuenca tiene como componente principal el río Lacantún en el cual desembocan los ríos Chajul, Tzendales y Lacanhá y sus tributarios (arroyo Miranda, José, San Pablo, Danta, Lagarto y Puerto Rico entre muchos otros). Estos cuerpos de agua ayudan al funcionamiento del ecosistema ya que acarrean nutrientes, juegan un papel en el ciclo del agua, son una fuente de agua dulce esencial para la fauna nativa y las poblaciones humanas (Meli y Carrasco Carballido, 2011). Además, en los arroyos anidan y se reproducen la mayoría de los peces del río Lacantún (Ramírez-Martínez *et al.*, 2015). Por ello, es de suma importancia que estos ecosistemas permanezcan conservados y protegidos (Meli y Carrasco Carballido, 2011).

En la RBMA hay diferentes cuerpos de agua perenes de distintas extensiones, en los cuales se encuentra asociada vegetación riparia dominada por amate (*Ficus glabrata*), sauce (*Salix chilensis*), guatope (*Inga sp*), gusano de río (*Loanchoarpus sp*) frijolillo (*Pithecellobium arboreum*), *Licania platypus*, canacoite (*Bravaisia*

*intergerrima*), *Platanus mexicana* y *Taxodium muconatum* (SEMARNAP, 2000). Estos sitios con cuerpos de agua perenne no pierden su cauce durante la temporada de seca lo que provee recursos para la fauna durante todo el año (De la Torre, 2009).

La RBMA resguarda una alta diversidad biológica, dentro de la que destacan los mamíferos con 114 especies que representan el 24% de las especies que habitan en México (Medellín, 1994; De la Torre, 2009; Towns, 2013). Entre estas especies se encuentran algunas de las últimas poblaciones importantes de jaguar (*Panthera onca*), pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*) y tapir (*Tapirus bairdii*) del país, especies que se encuentran catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en peligro de extinción (Medellín, 1994; De la Torre y Medellín, 2011; Naranjo y Bodmer, 2007; Thornton *et al.*, 2020; SEMARNAT, 2010).

Dentro de la porción sur de RBMA se encuentra el arroyo José, uno de los tributarios que desemboca al río Lacantún, con origen en aguas de nacimiento kárstico (De la Torre, 2009). El arroyo José es importante en la cuenca debido a que cuenta con una calidad ambiental identificada como muy buena por los diversos estudios de especies indicadoras (peces, insectos acuáticos, moluscos, helmintos parásitos y algunos mamíferos como la nutria neotropical) realizados en el sitio (Soler, 2004; Ramírez-Martínez *et al.*, 2015). Para conocer con mayor profundidad la flora y fauna de estos cuerpos de agua en este trabajo se caracterizó la vegetación y los mamíferos terrestres asociados al cuerpo de agua “José”.

## II. MARCO TEORICO

México es el décimo primer país más poblado del mundo con cerca de 126 millones de habitantes (INEGI, 2020) de los cuales más de la mitad se encuentran en algún grado de pobreza económica. Esta situación demográfica aunada a las estrategias de explotación poco eficiente de los recursos naturales y sin una visión a largo plazo provoca una gran presión sobre los ambientes naturales, lo cual pone en riesgo la riqueza biológica del país (Ortega–Rubio, Pinkus-Rendón y Espitia-Moreno, 2015). Ante esta situación, una de las políticas que el gobierno mexicano ha aplicado para disminuir la destrucción de los ecosistemas naturales es la creación y manejo de las áreas naturales protegidas (ANP) (Ortega–Rubio, Pinkus-Rendón y Espitia-Moreno, 2015).

### 2.1. Áreas Naturales Protegidas (ANP)

Las áreas naturales protegidas (ANP) son las zonas del territorio nacional sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas (LGEEPA, 2012). Las ANP promueven oportunidades para el desarrollo regional sustentable, la recreación y la educación ambiental, y son sitios idóneos para la investigación científica. Las áreas naturales tienen un rol primordial en la conservación *in situ* de diversas especies. Afortunadamente, existen varias zonas protegidas en México establecidas en sitios con gran riqueza específica, así como otras en sitios donde se presentan especies endémicas, con lo que se garantiza la salvaguarda de un gran número de especies. Por ejemplo, las Reservas de la Biósfera de Los Tuxtlas (Veracruz) y el complejo de ANP en la Selva Lacandona (Chiapas) albergan un gran número de especies de mamíferos (Ortega–Rubio, Pinkus-Rendón y Espitia-Moreno, 2015).

Otro rol biológico importante de las ANP, es el de la disminución de las tasas de cambio de la cobertura vegetal original. Probablemente el ejemplo más evidente es el de la disminución de las tasas de deforestación encontradas dentro de las áreas

protegidas en comparación con la registrada fuera de ellas (Ortega–Rubio, Pinkus-Rendón y Espitia-Moreno, 2015).

Las ANP de Chiapas comprenden una superficie de 1,353,545 ha, que corresponden a 18.4 % del territorio estatal; de éstas, 17 ANP son de carácter federal (Cuadro 1) (Jiménez-González, 2013). Las ANP de carácter federal se crean mediante un decreto presidencial y están sujetas a un régimen jurídico específico de protección, conservación, restauración y desarrollo (De la Maza, 2015). Las ANP de carácter federal se clasifican en diferentes categorías de manejo que son Reservas de la Biosfera, Parques Nacionales, Monumentos Naturales, Áreas de protección de recursos naturales, Áreas de protección de flora y fauna, Santuarios y Áreas destinadas voluntariamente a la conservación (LGEEPA, 2012).

Cuadro 1. Áreas Naturales Protegidas Federales. Jiménez-González, 2013.

ANP	Categoría	Superficie (ha)
Montes Azules	Reserva de la Biosfera	331,200
La Sepultura	Reserva de la Biosfera	167,309
El Triunfo	Reserva de la Biosfera	119,117
La Frailescana	Área de Protección de Recursos Naturales	116,734
El Ocote	Reserva de la Biosfera	101,288
Lacantún	Reserva de la Biosfera	61,863
Cañón del Sumidero	Parque Nacional	21,789
Chan-Kin*	Área de Protección de Flora y Fauna	12,184
Lagos de Montebello	Parque Nacional	6,425
Volcán Tacana	Reserva de la Biosfera	6,377
Bonampak*	Monumento Natural	4,357
Nahá*	Área de Protección de Flora y Fauna	3,847
Metzabock*	Área de Protección de Flora y Fauna	3,368
Yaxchilán*	Monumento Natural	2,621
Palenque	Parque Nacional	1,771
Playa	Puerto Arista Santuario	63

\*Complejo de ANP presentes en la Selva Lacandona

En la Selva Lacandona se ubican siete ANP federales (Figura 1): la primera que se estableció fue la RBMA, posteriormente, a solicitud de la Comunidad Lacandona, se amplió la superficie de conservación en 1992 con el establecimiento del Monumento

Natural Bonampak; el Monumento Natural Yaxchilán; el Área de Protección de Flora y Fauna Chan-Kin, y la Reserva de la Biosfera Lacan-tun (De la Maza, 2015). De la misma forma se decretaron el Área de protección de Flora y Fauna Metzabok y el Área de protección de Flora y Fauna Nahá. Dicha solicitud se debió a la frecuente incursión de invasores, procedentes de los ejidos vecinos, la superficie total bajo protección en la Selva Lacandona, con estas siete ANP es de casi 420,000 hectáreas (De la Maza, 2015).

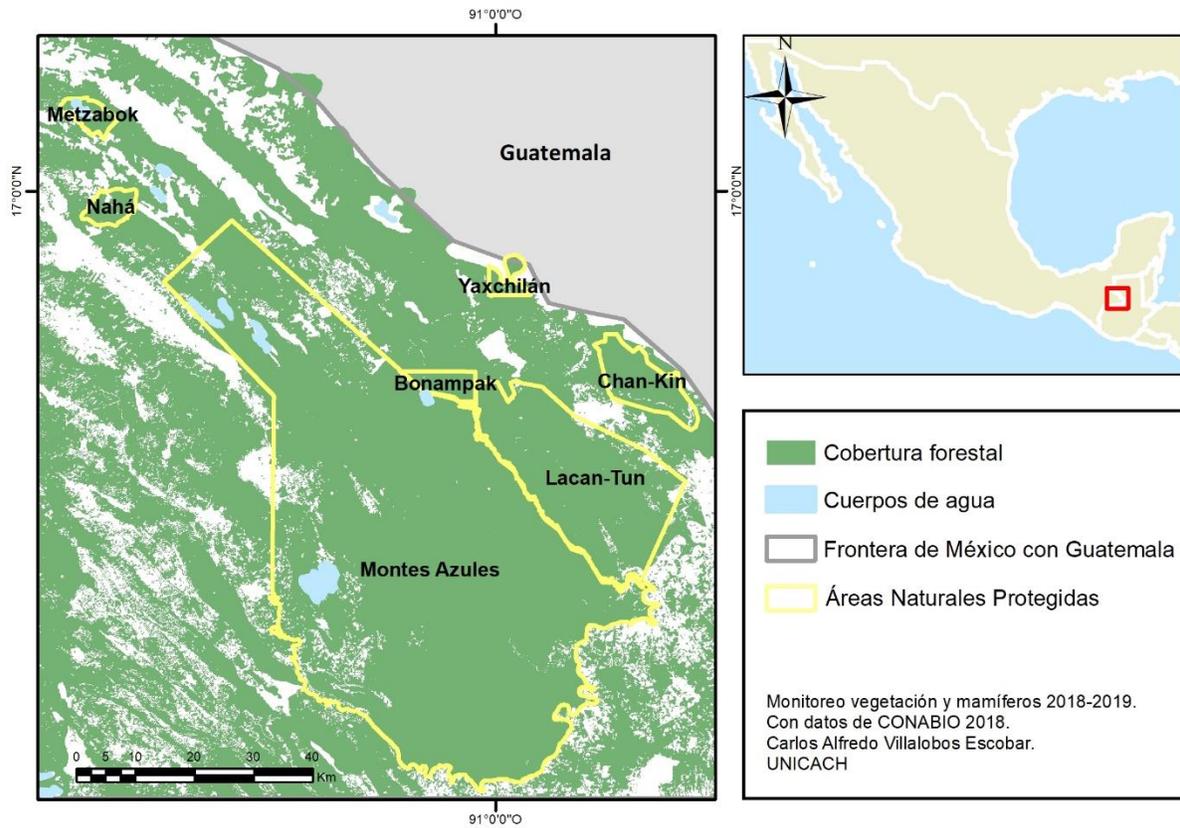


Figura 1. Áreas naturales protegidas de la cuenca media del río Usumacinta.

La zona de estudio para esta investigación está dentro de porción sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA). La RBMA cuenta con una extensión de 331,000 ha cubiertas por selvas perennifolias e importantes ecosistemas dulceacuícolas (De la Maza, 2011).

## **2.2. Ecosistemas ribereños**

Los ecosistemas ribereños constituyen una interfase entre ecosistemas terrestres y acuáticos y son el hábitat de una comunidad vegetal y animal particular, lo que constituye como ecosistemas de características únicas. Los ecosistemas ribereños sostienen una alta diversidad de especies de plantas y animales, entre otros organismos. Las comunidades vegetales de los sistemas ribereños incrementan la diversidad de flora y fauna de los ecosistemas donde se ubican. Además, la diversidad animal en las zonas ribereñas excede la diversidad vegetal (Meli, 2014).

### **2.2.1. Vegetación ribereña**

La vegetación ribereña es la vegetación que rodea los cuerpos de agua. La composición y estructura de las comunidades vegetales ribereñas condiciona tanto los procesos ecosistémicos como las condiciones biológicas de los cuerpos de agua. Estas comunidades han sido consideradas como un sistema continuo que redistribuye materiales a través del paisaje y en el que se presenta una gran variedad de interacciones terrestres y acuáticas (Camacho-Rico, Trejo y Bonfil, 2006).

La distribución y estructura de las comunidades ribereñas reflejan la heterogeneidad espacial y temporal, resultado de la interacción entre la hidrología, litología, topografía, clima, perturbaciones naturales y la historia de vida de los organismos. En particular, la riqueza de plantas vasculares varía considerablemente en el tiempo y en el espacio a lo largo de los márgenes de los ríos y arroyos. Ello es debido a que estos sistemas se han adaptado a distintos regímenes de movimiento de nutrientes, que resultan de diferentes combinaciones de elevación, procesos geomorfológicos y variedad de sustratos físicos (Meli, 2014).

### **2.2.3. Mamíferos en la vegetación ribereña**

Los mamíferos terrestres en las zonas ribereñas tienen una amplia fuente de recursos de alimentación y de fuente de agua, los cuales muchas especies de mamíferos aprovechan (Xiang, Zhang y Richardson, 2016). Además, la vegetación ribereña constituye un corredor para la dispersión y el movimiento de la fauna (Granados-Sánchez, López-Ríos y Hernández-Solano, 1999; Meli, Ruiz y Carabias, 2015), y puede actuar como conductor, filtro o barrera en el flujo de información entre los organismos. Por ejemplo, la vegetación puede absorber los sonidos, dificultar la visión y controlar el movimiento direccional de compuestos químicos (Meli, Ruiz y Carabias, 2015).

Es de suma importancia comprender la relación que tienen los mamíferos con los sitios ribereños, ya que este grupo desempeña papeles esenciales para el funcionamiento de los ecosistemas y su presencia en los sitios ribereños puede tener efectos sobre las dinámicas y estructura de este ecosistema (Naiman, Decamps y Pollock, 1993).

### III. ANTECEDENTES

#### 3.1. Vegetación

En la región de la Selva Lacandona se han realizado diversos estudios sobre vegetación y fauna que demuestran la gran diversidad de especies que componen los ecosistemas. Levy *et al.* (2006) contribuyeron a documentar la flora de los diferentes ambientes existentes en las tierras de Lacanhá-Chansayab de la Comunidad Lacandona y registraron 485 especies de plantas vasculares, pertenecientes a 355 géneros de 104 familias, las cuales representan 11.23% del total de especies estimado para la zona.

Carabias *et al.* (2015) describieron la estructura y composición de la vegetación en la parte sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA), registrando 2,349 individuos en 1.14 ha cuyo diámetro a la altura del pecho rebasó los 3.3 cm, y pertenecen a 276 especies de 57 familias. La selva alta perennifolia de esta región se caracteriza por la presencia de *Ampelocera hottlei* y otros árboles de los géneros *Brosimum*, *Protium* y *Guarea*. Cuando esta selva se establece en las planicies inundables los árboles del dosel alto alcanzan sus tallas máximas, que superan los 50 m; la densidad es baja porque el área basal (biomasa) es muy alta; se caracterizan por tener estratos bien formados, en donde dominan las especies de *Ficus* y *Brosimum*, y *Clarisa biflora* en el estrato alto y *Bravaisia integerrima* y *Bactris spp.*, en el estrato bajo.

Ramírez-Martínez *et al.* (2015) realizaron un estudio sobre la calidad de los ecosistemas acuáticos en la subcuenca del río Lacantún, obteniendo que la subcuenca del río Lacantún y sus tributarios, que se ubican en la porción sur de la RBMA, presentan una buena calidad ambiental, en especial los que se ubican dentro de la reserva, siendo este el caso del arroyo José.

A pesar de todos estos estudios son pocos los que se han realizado sobre la vegetación ribereña y su asociación con la fauna en la Selva Lacandona. Uno de ellos es el de Granados-Sánchez, López-Ríos y Hernández-Solano (1999) quienes realizaron un estudio de vegetación riparia en la parte norte de la RBMA. En la parte sur, Meli, Ruiz y Carabias (2015) describieron la vegetación ribereña de fragmentos

del río Lacantún y de arroyos tributarios de menor orden, algunos en condiciones conservadas y otros en proceso de regeneración. Demostraron que la vegetación de los fragmentos del río Lacantún es diferente, más rica y diversa, a la vegetación de los fragmentos de los arroyos de menor orden. En la vegetación conservada están presentes algunas especies típicas de selva madura, como *Dialium guianense*, *Cojoba arborea* y *Brosimum alicastrum*, mientras que en la vegetación secundaria las más importantes son especies típicamente pioneras, como *Croton schiedeanus*, *Albizia leucocalyx* y *Cecropia peltata*.

En otras regiones se han hecho estudios de la composición y estructura de la vegetación ribereña como la del río Tembembe por Camacho-Rico, Trejo y Bonfil, (2006). Ellos realizaron un análisis sobre la estructura y composición de la vegetación ribereña de la porción media-alta del río Tembembe, Morelos, México, donde registraron la altura, el diámetro, la cobertura y la identidad taxonómica de cada individuo. Registraron 74 especies y 516 individuos. La densidad promedio fue de 2,148 individuos por ha; el área basal promedio de 88.39 m<sup>2</sup> por ha y la altura promedio (de individuos con DAP 20 cm) de 10.5 m. Con base en análisis de clasificación distinguieron tres comunidades vegetales cuya distribución está asociada al gradiente altitudinal: la primera (G1) en la parte alta (1,700 - 1,650 msnm), con especies dominantes de afinidad neártica (como *Alnus acuminata*); la segunda (G2) en la parte media (1,640 - 1,340 msnm.), dominada por *Trema micrantha*; y la tercera (G3) en la porción baja (1,210 - 1,110 msnm), dominada por especies de afinidad neotropical, como *Daphnopsis salicifolia*.

### **3.2. Mamíferos**

Medellín (1994) realizó el primer inventario de la riqueza de mamíferos presentes en la Selva Lacandona el cual reporta que en el sitio habitan entre 112 y 116 especies de las cuales el 57 % son murciélagos. De este grupo de mamíferos hay: siete especies de tlacuaches (orden Didelphimorphia), 64 de murciélagos (orden Chiroptera), dos de monos (orden Primate), dos de oso hormiguero (orden Pilosa), dos de armadillos (orden Cingulata), una de conejo (orden Lagomorpha), una de musaraña (orden Scandentia), 17 de roedores (orden Rodentia), 13 de carnívoros (orden Carnivora),

dos de venados y dos de pecaríes (orden Artiodactyla), y la única especie de tapir (orden Perissodactyla) en México.

Dirzo y Miranda (1991) compararon la mastofauna por medio de huellas en dos sitios con diferente grado de perturbación, uno de ellos fue los Tuxtlas en Veracruz el cual tiene una alta presión por actividades humanas que ha resultado en la defaunación de mamíferos de talla grande. El otro sitio fue la RBMA. Encontraron que estos sitios comparten muchas, especies sin embargo, en RBMA se encuentran representadas especies de talla grande como el tapir, el pecarí de labios blancos, el pecarí de collar, el jaguar y el venado temazate. Posteriormente, Bolaños y Naranjo (2001) estimaron la densidad y abundancia del pecarí de collar, pecarí de labios blancos, tapir, temazate y venado cola blanca en la cuenca del río Lacantún, mediante observación directa y rastros de huellas. Las abundancias relativas obtenidas fueron de 0.10, 0.56, 0.33, 0.33 y 0.01 rastros/ km recorrido respectivamente. Mientras que las densidades estimadas para pecarí de labios blancos, pecarí de collar y tapir fueron similares a las registradas en otras localidades de Centro y Sudamérica. Más adelante, Naranjo y Bolaños (2003) compararon las estimaciones de abundancia y densidad de 12 especies de mamíferos en la selva lacandona. La abundancia relativa de huellas (n/km) se correlacionó positivamente con: la densidad poblacional (n grupos/km<sup>2</sup>) y el número de animales observados (n grupos/km).

Soler-Frost (2004) comparó la abundancia relativa de la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*) en cuatro arroyos de la Selva Lacandona, considerando 2 arroyos perturbados y 2 no perturbados. Obtuvo mayor abundancia relativa en uno de los arroyos no perturbados (arroyo Miranda) y hubo una mayor abundancia relativa en un arroyo perturbado (arroyo Lagarto) que en el otro arroyo no perturbado (José). 1 año más tarde, Azuara (2005) realizó uno de los primeros estudios de fototrampeo en México, en la parte sur de la RBMA donde registró 24 especies de mamíferos. Posteriormente, Naranjo y Bodmer (2007) reportaron para las comunidades de la parte sur de la RBMA, que las poblaciones persistentemente cazadas de pecarí de labios blancos y tapir se encontraban en peligro de extinción local, mientras que la caza de pecaríes de collar parecía ser sostenible.

De la Torre (2009) realizó un estudio al sur de la RBMA con fototrampeo y encontró que hay mayor abundancia de las principales presas del jaguar en sitios con vegetación riparia. Al mismo tiempo, Tejeda-Cruz *et al.* (2009) encontraron que el tapir y el pecarí de labios blancos son especialistas de la selva tropical que evitan los hábitats perturbados en la Selva Lacandona, mientras que el temazate, el pecarí de collar y el venado de cola blanca muestran diferentes grados de éxito en el uso de hábitats perturbados.

Falconi (2011) realizó un estudio sobre Densidad y Abundancia Relativa de aves y mamíferos en el sector sur de la RBMA y comunidades adyacentes de la Selva Lacandona. En el cual no encontró diferencias significativas en las abundancias y densidades de mamíferos entre los sitios dentro y fuera de la RBMA ni entre las estaciones seca y lluviosa. Las especies que presentaron mayores densidades fueron los monos aullador y araña (*Alouatta pigra* y *Ateles geoffroyi*), la ardilla gris (*Sciurus aureogaster*) y el pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*). Simultáneamente, Porras *et al.* (2011) analizaron la representatividad de los mamíferos medianos y grandes dentro y fuera de las áreas protegidas en México a escalas regional y local. A escala regional registraron 24 especies y a escala local registraron 18. No encontraron diferencias entre la riqueza de mamíferos dentro y fuera de las áreas protegidas en ambas escalas y también encontraron que las áreas protegidas tenían una influencia positiva en la riqueza de mamíferos.

Garmendia *et al.* (2013) reportan que en los mamíferos existe un gradiente de tolerancia al cambio de la cubierta forestal, desde especies altamente sensibles a aquellas que toleran o incluso se benefician del cambio de la cubierta forestal. Al mismo tiempo, Towns (2013) realizó un estudio en la parte sur de la RBMA para entender el efecto de las actividades humanas en las dinámicas poblacionales de mamíferos de talla mayor, en sus resultados mostró que las poblaciones de este grupo se encuentran en buen estado de conservación, sin embargo, para el venado temazate y el pecarí de collar encontró una mayor presión de cacería en sitios más cercanos a la cabecera municipal de Marqués de Comillas.

Arroyo (2018) reportó que el sur de la RBMA tiene una alta diversidad funcional de la comunidad de mamíferos y al compararla con sitios con diferentes instrumentos de conservación (otras ANP y Pago por Servicios Ambientales PSA), las poblaciones de especies de mayor tamaño corporal fueron más abundantes en este sitio las cuales son más sensibles a las actividades humanas. Más adelante, Naranjo (2019) realizó una evaluación de las variaciones y tendencias de la presencia, abundancia y usos de poblaciones de ungulados durante una década (2001-2012) en la Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA). Encontró variaciones en la abundancia (basadas en avistamientos directos) de todas las especies: el tapir disminuyó, mientras que el venado cola blanca, el pecarí de labios blancos, el pecarí de collar y el venado temazate aumentaron su abundancia.

En ésta región no hay estudios con un enfoque de relación de vegetación riparia y mamíferos. En otros sitios como en Argentina, Udrizar *et al.* (2008), realizaron un estudio acerca de los mamíferos del arroyo Perucho Verna. La presencia de mamíferos de mediano y gran porte (e. g. carnívoros, cérvidos y algunos roedores) la determinaron mediante transectos de observación directa, búsqueda de evidencias indirectas (principalmente huellas y heces) y encuestas verbales realizadas a pobladores.

Como ya se mencionó anteriormente son pocos los estudios acerca de la vegetación ribereña y no hay ninguno que describa esta vegetación y las especies de mamíferos que se vinculan a la vegetación ribereña en un área conservada como es el cuerpo de agua “José” en la Selva Lacandona.

## IV. OBJETIVOS

### 4.1. Objetivo general:

Caracterizar la vegetación y determinar la presencia de mamíferos de talla mediana y grandes asociados al cuerpo de agua “José” de la parte sur de la Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA).

### 4.2. Objetivos específicos:

- Determinar la estructura y composición florística presentes en la vegetación ribereña del cuerpo de agua.
- Describir la variación de la vegetación a lo largo del cuerpo de agua.
- Identificar las especies de mamíferos de talla mediana y grandes asociadas al cuerpo de agua.
- Relacionar las especies de mamíferos asociadas a cada tipo de vegetación.

## V. ÁREA DE ESTUDIO

La Reserva de la Biosfera Montes Azules (RBMA) se ubica en la cuenca del Río Lacantún. La RBMA se divide en dos grandes regiones: 1) La parte oeste y norte es una región montañosa cárstica que incluye algunas cañadas y valles de altitud media (1,000 a 1,500 m), y una meseta con lagos calcáreos que drenan subterráneamente. 2) La otra porción (sur y este) de la RBMA está compuesta por tierras bajas de limitado relieve y parcialmente inundables, cuya altitud varía desde los 80 a los 200 m sobre el nivel del mar, con algunos lomeríos (Towns, 2013).

Dentro de la porción sur de la RBMA nace el arroyo José (en las coordenadas X: 0718199; Y: 1783072) de afloramientos subterráneos de roca caliza y se alimenta de un escurrimiento permanente que fluye desde la serranía de El Chaquistero, además de otros escurrimientos intermitentes que se suman en su recorrido, Es un arroyo permanente (Figura 2), con una longitud de 6.7 km desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Lacantún.

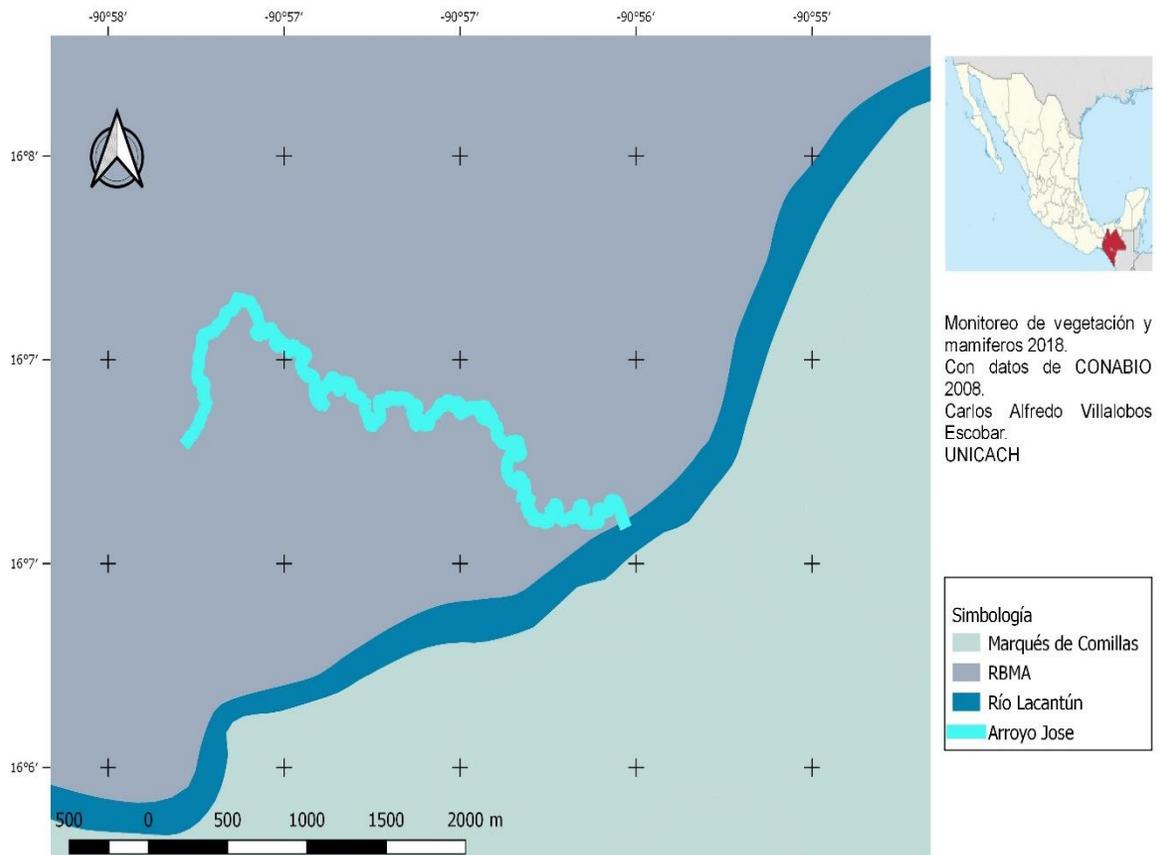


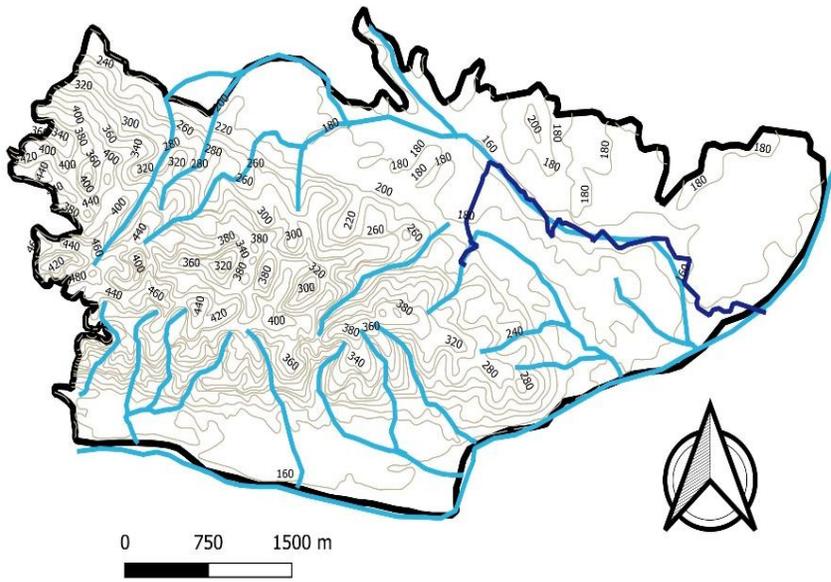
Figura 2. Localización del cuerpo de agua José dentro de la Reserva de la Biósfera Montes Azules (RBMA).

## Topografía

El arroyo José fluye por un gradiente altitudinal que va de los 160 a los 220 msnm. Forma parte de una red hidrológica que nace en las elevaciones de 220 msnm de la serranía conocida como Chaquistero. El río Lacantún, en donde desemboca, constituye una barrera natural con las zonas habitadas del municipio de Marqués de Comillas (Figura 3) (Cuadro 2).

Cuadro 2.-Topografía del polígono de estudio en la zona sur de la RBMA.

Característica Topográfica	Red Hidrológica	Contrastes de población	Carreteras y caminos	Servicios	Relación Temática
Cota: 160, cota 200, cota 240, cota 360, cota 460	Río Lacantún y arroyos intermitentes y perennes.	-	-	-	La distribución de la vegetación ribereña y de los mamíferos se ve influenciada por las distintas elevaciones de la zona de estudio.



**LEYENDA**

- arroyo jose
- red\_hidro
- curva\_nivel\_50
- poly\_estudio

Elaboración:  
 Base de mapa: INEGI ED E15D87  
 SERIE II 2013.  
 DISEÑO: CARLOS ALFREDO  
 VILLALOBOS ESCOBAR.  
 MONITOREO VEGETACIÓN Y  
 MAMIFEROS 2018-2019.

Fecha de Elaboración: 23 de mayo de 2019.

geografico	elevacion	tipo	codigo	cali_repr	carta	identifica	objectid	st_length_
CURVA DE NIVEL	460	OTRO	3302	DEFINIDA	E15D87	225741102	14333690	0.00443304211
CURVA DE NIVEL	460	OTRO	3302	DEFINIDA	E15D87	225741103	14333691	0.01057646715
CURVA DE NIVEL	460	OTRO	3302	DEFINIDA	E15D87	225741104	14333692	0.00311415619
CURVA DE NIVEL	460	OTRO	3302	DEFINIDA	E15D87	225741105	14333693	0.02576415327
CURVA DE NIVEL	440	OTRO	3302	DEFINIDA	E15D87	225741106	14333694	0.00123876643



Universidad de Ciencias  
y Artes de Chiapas

Figura 3. Topografía de la zona sur de la RBMA.

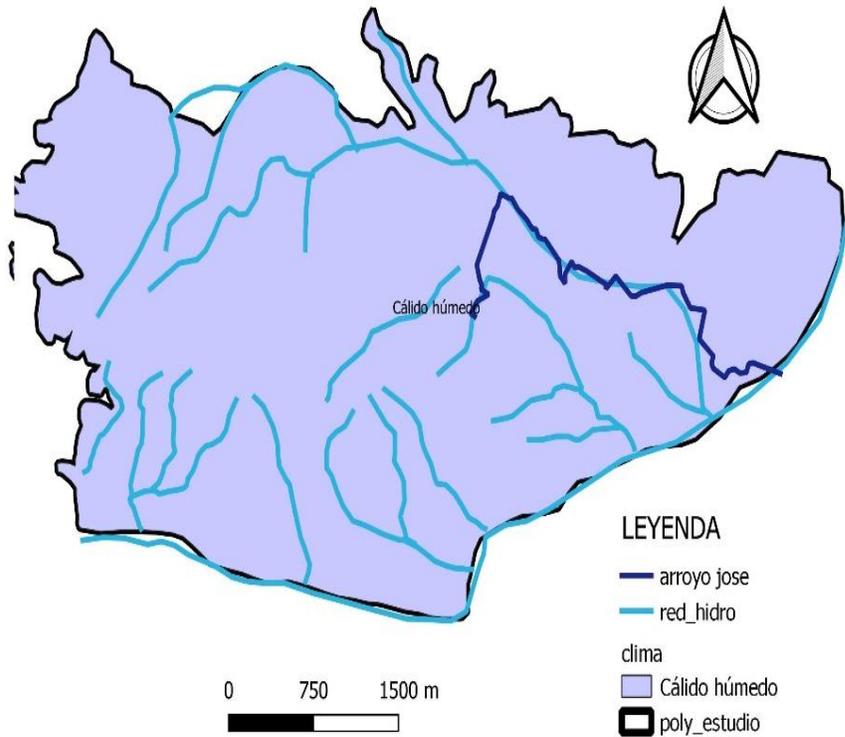
## Clima

El clima presente de acuerdo con INEGI, 1984 es Cálido húmedo (Figura 4), con variaciones en el porcentaje de lluvia invernal Am (entre 5 y 10.2%), Am(f) (mayor de 10.2%) y A(f) (mayor de 18%), según su ubicación (Saavedra, López y Castellanos, 2015).

La temperatura media anual presenta un rango de entre 19.2 y 26.7°C, dependiendo de la altitud y no presenta variaciones anuales importantes. La precipitación media anual presenta un rango de entre 1 890 y 4 300 mm, según la cota de altitud. La distribución de las lluvias a lo largo del año tiene un patrón monomodal con una estación seca bien definida entre los meses de enero a abril y una estación húmeda que va de mayo a diciembre (Cuadro 3) (Saavedra, López y Castellanos, 2015).

Cuadro 3.-Clima del polígono de estudio.

Temperaturas	Precipitación media anual	Distribución de las lluvias
Temperatura máxima: 26.7 °C	1890-3000 mm	Enero-abril estación seca.
Temperatura mínima: 19.2 °C		Mayo-diciembre estación húmeda.



Elaboración:  
 Base de mapa: INEGI ED E15-12  
 SERIE VI 1984.  
 DISEÑO: CARLOS ALFREDO  
 VILLALOBOS ESCOBAR.  
 MONITOREO VEGETACIÓN Y  
 MAMIFEROS 2018-2019.

Fecha de Elaboración: 24 de mayo de  
 2019.

**LEYENDA**

- arroyo jose
- red\_hidro
- clima
- Cálido húmedo
- poly\_estudio



OBJECTID	AREA	PERIMETER	FINAL2_	FINAL2_ID	CONT_FIN_	CONT_FIN_I	CLAVE	FC	TIPO_N	TIPO_C	SHAPE_area	SHAPE_len
1535	9127182000	1058718	1536	1535	1536	2083	Am	22004	11	Cálido húmedo	9126146412.84	1058694.21172

Figura 4. Clima presente en la zona sur de la RBMA.

## Edafología

De acuerdo con INEGI, 2007 los tipos de suelo predominantes en la parte sur de la RBMA son litosol y nitosol Eurico (Figura 5), sus características de cada tipo de suelo se expresan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Suelos presentes en el polígono de estudio.

Grupo de suelo	Característica
Litosol	Suelos muy delgados, su espesor es menor de 10 cm, descansa sobre un estrato duro y continuo, tal como roca, tepetate o caliche.
Nitosol-Eurico	Los Nitisoles o Nitosoles son suelos rojos tropicales profundos, bien drenados y con un horizonte subsuperficial arcilloso nítico.

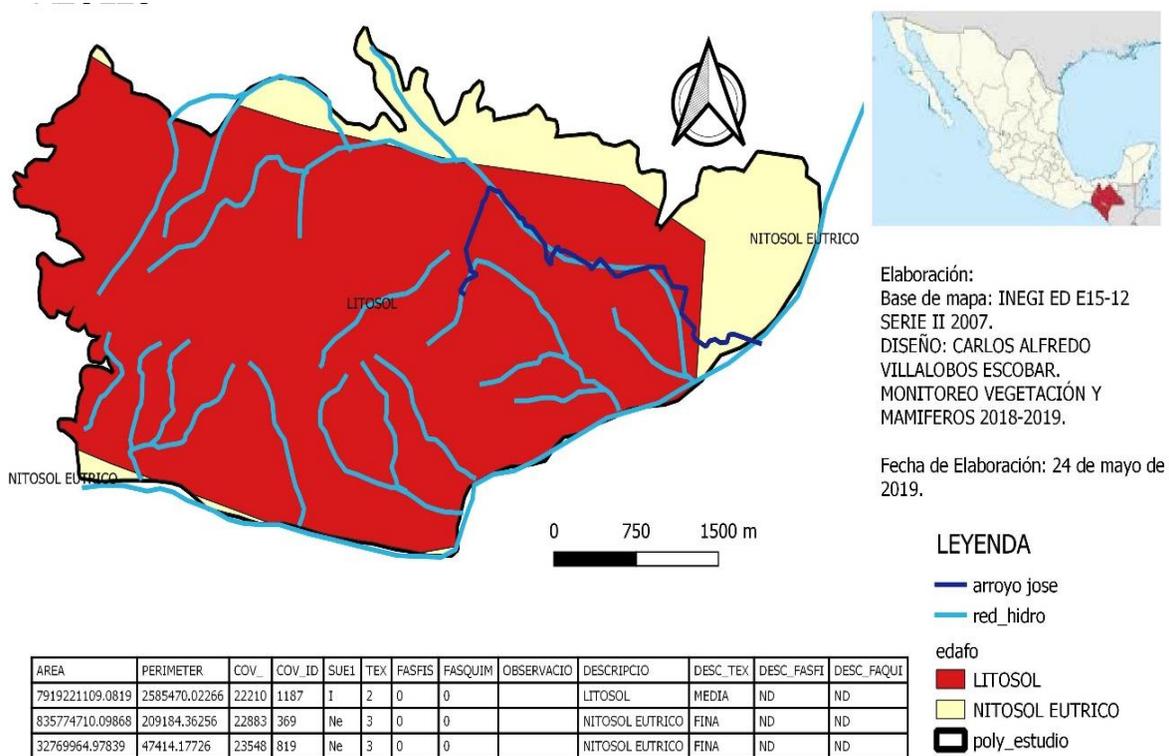
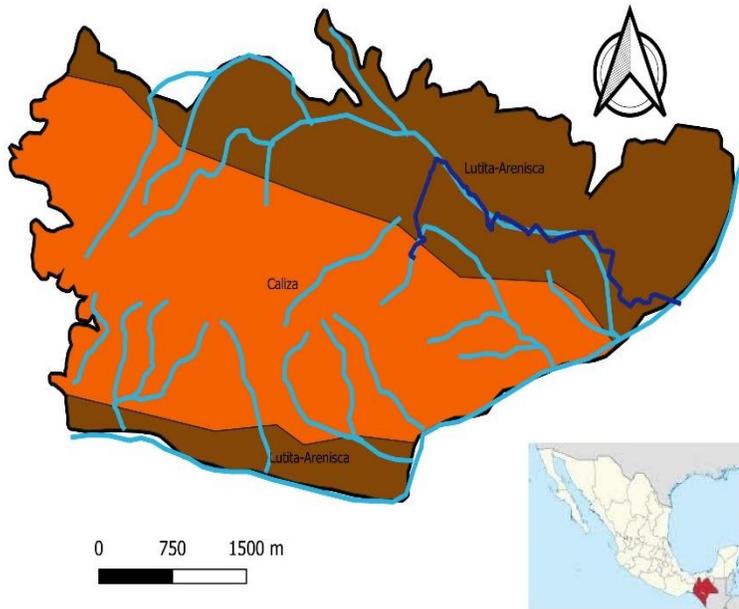


Figura 5. Suelos presentes en la zona sur de la RBMA.

## Geología

Las rocas presentes en la parte sur de la RBMA de acuerdo con INEGI, 1984 son calizas que pertenecen al mesozoico y lutita-arenisca pertenecientes al cenozoico (Figura 6).



LEYENDA

- arroyo jose
- red\_hidro
- geologia
- Caliza
- Lutita-Arenisca
- poly\_estudio

Elaboración:  
 Base de mapa: INEGI ED E1512  
 SERIE I 1984.  
 DISEÑO: CARLOS ALFREDO  
 VILLALOBOS ESCOBAR.  
 MONITOREO VEGETACIÓN Y  
 MAMIFEROS 2018-2019.

Fecha de Elaboración: 23 de mayo de  
 2019.



AREA	PERIMETER	E1512PG	E1512PG ID	CLAVE	FC	ENTIDAD	CLASE	TIPO	ERA	DIV_ERA	SISTEMA	UNION_SIST	SERIE	UNION_SER
1381450232.8	680968.873	6	5	Te(lu-ar)	7067	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Sedimentaria	Lutita-Arenisca	Cenozoico	N/A	Paleógeno	N/A	Eoceno	N/A
6156640472.5	1509488.806	7	6	Ks(cz)	7287	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Sedimentaria	Caliza	Mesozoico	N/A	Cretácico	N/A	Cretácico superior	N/A
39333702.8	61850.77	72	71	Te(lu-ar)	7067	UNIDAD CRONOESTRATIGRÁFICA	Sedimentaria	Lutita-Arenisca	Cenozoico	N/A	Paleógeno	N/A	Eoceno	N/A

Figura 6. Tipo de rocas presentes en la zona sur de la RBMA.

## Vegetación y cuerpos de agua

La vegetación de acuerdo con la información generada por INEGI, 2017 es Selva Alta Perennifolia (SAP) para la parte sur de la RBMA (Figura 7). La selva alta perennifolia de esta región se caracteriza por la presencia de *Ampelocera hottlei*, *Dialium guianense*, *Cojoba arborea* y otros árboles de los géneros *Brosimum*, *Ficus*, *Protium*, y *Guarea*, en el estrato alto y *Bravaisia integerrima* y *Bactris spp.*, en el estrato bajo (Miranda, 1963; Carabias *et al.* 2015; Meli, Ruiz y Carabias, 2015). Con respecto a los cuerpos de agua se cuentan con arroyos intermitentes y perennes, así como con el río Lacantún, que es el perteneciente a la cuenca media del Usumacinta.

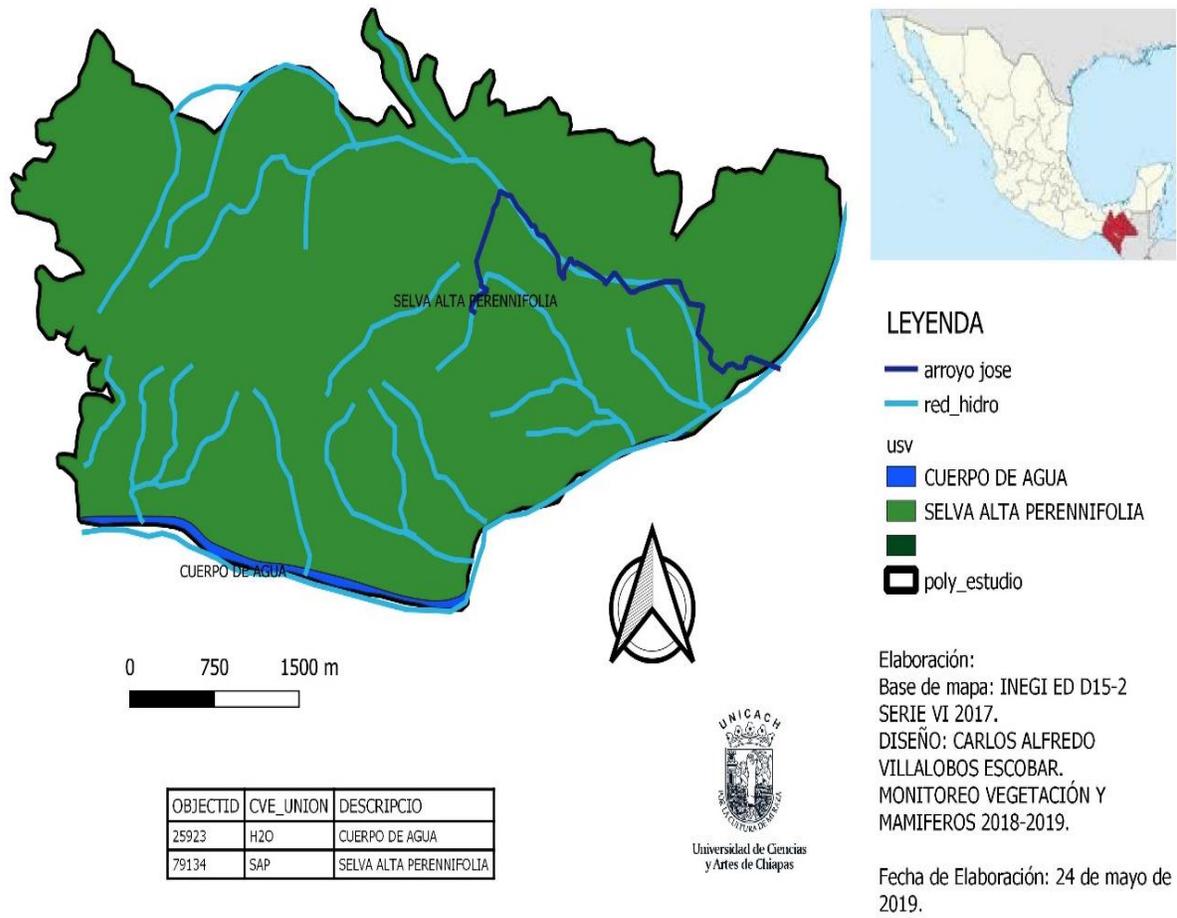


Figura 7. Tipo de vegetación y cuerpos de agua presentes en la zona sur de la RBMA.

## Mamíferos

Las especies de mamíferos más frecuentes según Towns *et al.* 2015 son *Tapirus bairdii*, *Mazama temama*, *Panthera onca*, *Leopardus pardalis* y *Cuniculus paca*. Mientras que los menos frecuentes son *Procyon lotor*, *Conepatus semistriatus*, *Puma yagouaroundi*, *Tamandua mexicana* y *Didelphis marsupialis* entre otros.

## VI. MÉTODO

El estudio se llevó a cabo sobre el cauce del cuerpo de agua “José”, localizado dentro de la parte sur de la Reserva de la Biósfera de Montes Azules (RBMA) de la Selva Lacandona, perteneciente al municipio de Ocosingo, frente a terrenos del ejido Boca de Chajul, Marqués de Comillas. Con el fin de obtener datos de la temporada de lluvias y de secas se realizó de agosto de 2018 a julio de 2019.

### 6.1. Vegetación

Para el muestreo de vegetación se utilizó el método empleado por Carabias *et al.* (2015) modificado. Se ubicaron 22 transectos longitudinales de 50 m de largo por 10 m de ancho (500 m<sup>2</sup>) cada uno sobre la orilla del cuerpo de agua y alternando en los dos lados. Entre cada transecto se estableció una distancia de 250 m. Dichos transectos se dividieron en cuadros de 10 por 10 m (100 m<sup>2</sup>). Es decir, cada uno de los transectos se dividió en 5 cuadros de 10x10 m cada cuadro (Figura 8). En cada cuadro se determinó la estructura de la vegetación midiendo todos los individuos de árboles con un perímetro  $\geq 15$  cm, se estimó la altura máxima de cada planta leñosa, se identificó la especie por medio de flores y frutos y en los casos donde no se encontró presencia de árboles debido a que es un bajital o humedal, se registraron las especies dominantes, la altura promedio aproximada de la vegetación, y el porcentaje de la cobertura total (Cuadro 6). Cada transecto fue georreferenciado con ayuda de un GPS marca Garmin.

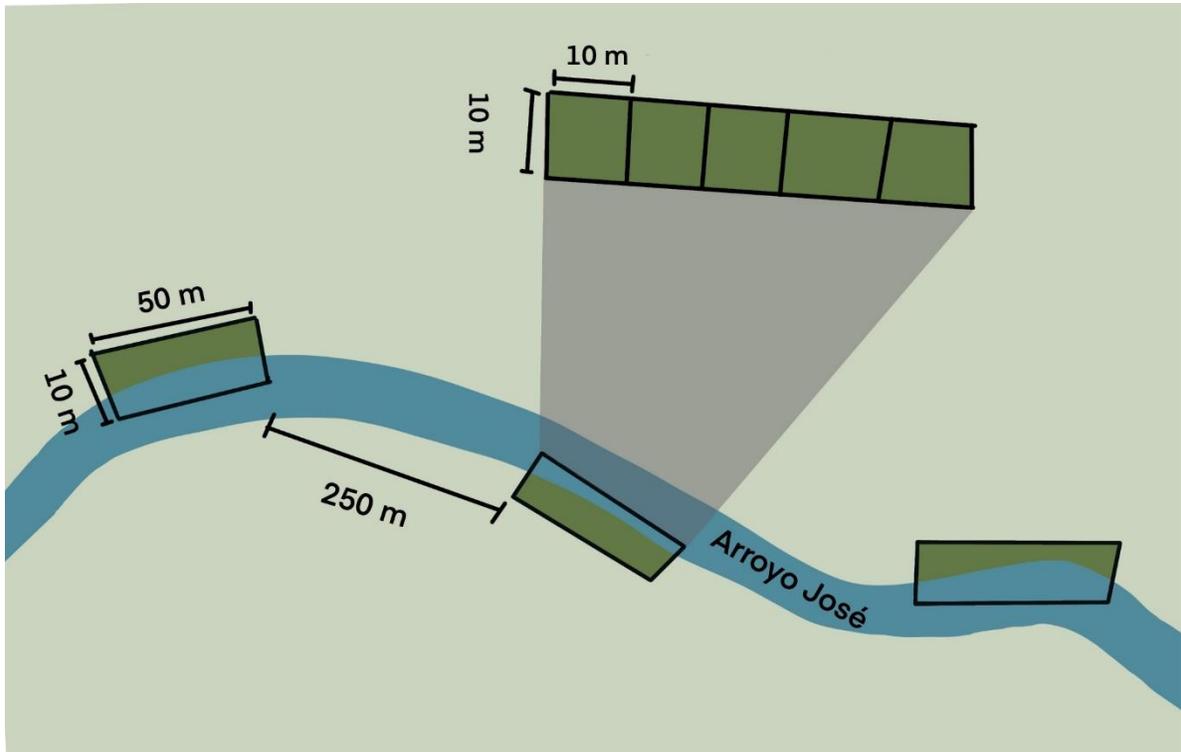


Figura 8. Transectos y cuadros de muestreo en el arroyo José

### 6.1.1. Análisis de resultados

Para el análisis de los resultados se utilizó también el método utilizado por Carabias *et al.* (2015) modificado. Se determinó: a) Densidad. Corresponde al número de individuos de cada especie por unidad de área. Para calcular la Densidad relativa se utilizó la fórmula  $D_{rel} = D_{(sp)} / D_{(tot)} * 100$ , donde  $D_{(sp)}$  es la densidad de cada especie y  $D_{(tot)}$  es la densidad total de especies; b) la frecuencia (número de cuadros en los que aparece la especie). Para calcular la frecuencia relativa se utilizó la fórmula  $F_{rel} = F_{(sp)} / F_{(tot)} * 100$ , donde  $F_{(sp)}$  es la frecuencia de cada especie y  $F_{(tot)}$  es la frecuencia total de especies; c) el área basal, que refleja una medida indirecta de biomasa, se calculó como la superficie de una circunferencia  $Ab = \pi r^2$  por especie a partir del perímetro medido de cada individuo, para obtener el área basal relativa mediante la ecuación  $Ab_{rel} = Ab_{(sp)} / Ab_{(tot)} * 100$  donde  $Ab_{(sp)}$  es el área basal de cada especie y  $Ab_{(tot)}$  es el área basal total de especies; d) la cobertura relativa mediante la ecuación  $Cob_{rel} = Cob_{(sp)} / Cob_{(tot)} * 100$ , donde  $Cob_{(sp)}$  es la cobertura por especie y  $Cob_{(tot)}$  es la cobertura total de las especies. Esto se obtuvo mediante un diámetro promedio entre las coberturas mayor y menor ( $Dx = DM + Dm / 2$ ), donde DM es el diámetro mayor y Dm es el diámetro menor; e) el valor de importancia relativo para cada especie ( $VIR = F_{rel} + D_{rel} + Ab_{rel} + Cob_{rel}$ ). Para estimar la altura máxima del dosel, se seleccionaron los 10 individuos con los valores más elevados de altura de cada parcela. A partir de éstos se estimó la altura promedio.

Se elaboró la lista de especies para obtener la riqueza y se calculó el índice de biodiversidad de Shannon-Wiener ( $H' = \sum p_i * \ln p_i$ ) donde  $\sum$  es la sumatoria de  $p_i$  y  $p_i$  y se refiere a la proporción de individuos de la especie  $i$  (la  $i$ ésima parte). Además, se compararon los datos obtenidos entre transectos para determinar variaciones entre ellos y con otros trabajos realizados en el área de estudio y en otras selvas tropicales.

Se hizo una base de datos de frecuencia, densidad, dominancia y valores de importancia por individuo, posteriormente mediante el paquete "BiodiversityR" (Kindt y Coe, 2005), se construyó la agrupación de los transectos por afinidad, mediante un dendrograma que es un diagrama en forma de árbol para representar la jerarquía de categorías según el grado de similitud y características compartidas (Diccionario

médico-biológico, histórico y etimológico, 2006). Así mismo, se utilizó el porcentaje de cobertura arbórea y la riqueza de especies por transecto y se realizó una correlación lineal en excel. Finalmente se construyó un perfil de vegetación con ayuda de la estructura y la composición florística, apoyándose del programa Photoshop.

## **6.2. Mamíferos**

### **6.2.1. Fototrampeo**

El muestreo se llevó a cabo mediante cinco estaciones de fototrampeo. En cada estación se colocó una cámara fotográfica que se activa con un sensor de movimiento y calor, colocadas de manera sistemática a lo largo del cauce del cuerpo de agua “José” en puntos donde se identifiquen rastros o huellas. Las cámaras se sujetaron a un árbol a una altura de 50 cm del suelo y las estaciones estuvieron separadas entre sí al menos por un kilómetro. Dichas estaciones fueron georreferenciadas con un GPS. Se anotó en una hoja de registro la posición geográfica de la cámara y tipo de vegetación aledaña a la cámara, fecha y hora de colocación y el número de transecto en la cual fue colocada (Cuadro 7). Se asignó un número de registro a cada cámara y se revisaron mensualmente.

### **6.2.2. Registro de huellas**

Se realizaron recorridos a lo largo del cuerpo de agua en búsqueda de huellas y excretas de mamíferos terrestres medianos y grandes enfocados en los transectos marcados para vegetación. En este estudio se consideraron las especies que presentaron una masa corporal mayor a 100 g (Medellín, 1994). Una vez localizadas las huellas se procedió a realizar su medición (Cuadro 8) para su identificación con ayuda del manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México (Aranda, 2012).

### **6.2.3. Observación directa**

En los mismos recorridos en la búsqueda de huellas se registraron las especies de mamíferos terrestres medianos y grandes que se observaron de manera directa o visual sobre alguno de los transectos de estudio, la distancia aproximada a la que se encontró del cuerpo de agua, posición geográfica y hora de observación (Cuadro 9).

#### 6.2.4. Análisis de resultados

La información obtenida se sistematizó en una base de datos con los datos de colecta de cada evento. Por cada evento fotográfico o de video capturados, se identificó la especie, fecha y hora de actividad, sitio de colecta y si se trataba de un evento dependiente o independiente. Para este estudio se consideró como evento independiente a solo una fotografía o video de la especie capturada en la estación de foto-trampeo en un intervalo de 24 horas, asumiendo que los eventos fotográficos repetidos de la especie durante este periodo de tiempo en esa estación de foto-trampeo se tratan del mismo individuo (Azuara 2005; Rovero, Jones y Sanderson, 2005). Para el análisis de datos se utilizaron únicamente los eventos independientes.

Se determinó la abundancia relativa utilizando índice de abundancia relativa (IAR).

El índice se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$IAR = n/E \times 1000 \text{ días-trampa}$$

Dónde n es el número de eventos independientes por especie y E es el esfuerzo de muestreo que en el caso de estudios de fototrampeo se trata de los días que estuvieron activas las estaciones de fototrampeo multiplicado por el número de estaciones, es decir los días-trampa.

Se determinaron las especies de mamíferos de talla mediana y grande asociados al cuerpo de agua (la riqueza) por extrapolación, se construyeron las curvas de acumulación de especies observadas y se modeló el conteo de nuevas especies con respecto al esfuerzo de muestreo, donde el valor de la riqueza estimada es la asíntota de la curva. Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

Al inicio, se registran especies comunes, y la adición de especies al inventario se produce rápidamente; por tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada. A medida que continúa el muestreo son las especies raras, así como los individuos de especies provenientes de otros lugares, los que incrementan el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

Para relacionar las especies de mamíferos asociados a cada tipo de vegetación se utilizaron las variables de vegetación que se muestran en el Cuadro 10:

Cuadro 10. Variables de vegetación utilizadas para la relación con los mamíferos.

Variables
Densidad de árboles pequeños (menores a 10 cm de diámetro) (Dpeq)
Densidad de árboles grandes (Mayores a 10 cm de diámetro) (Dgde)
Riqueza de especies (R)
Diversidad de especies (H)
Altura promedio de árboles (Altura)
Porcentaje de cobertura arbórea (Cob)

Se revisó si había correlación con el coeficiente de correlación de Spearman (Cuadro 11) que es una prueba no paramétrica cuando se desea medir la relación entre dos variables y no se cumple el supuesto de normalidad en la distribución de tales valores (Barreto, 2011) y se descartaron combinaciones de modelos con r menor a 0.7.

Cuadro 11: Coeficientes de correlación de Spearman de las variables de vegetación utilizadas para los modelos de abundancia.

	R	COB	H	Dpeq	Dgde	Altura
R	<b>1.00</b>	<b>0.81</b>	0.67	<b>0.75</b>	<b>0.96</b>	0.22
COB	<b>0.81</b>	<b>1.00</b>	0.67	<b>0.71</b>	<b>0.81</b>	0.22
H	0.67	0.67	<b>1.00</b>	0.59	0.59	0.16
Dpeq	<b>0.75</b>	<b>0.71</b>	0.59	<b>1.00</b>	<b>-0.74</b>	0.18
Dgde	<b>0.96</b>	<b>0.81</b>	0.59	<b>0.74</b>	<b>1.00</b>	0.16
Altura	0.22	0.22	0.16	-0.18	0.16	<b>1.00</b>

Se realizaron Modelos Lineales Generalizados GLM. Se agruparon especies por gremio trófico y se utilizó su frecuencia de captura como una tasa de visita a los sitios como variable de respuesta y las variables de vegetación como variables de predicción. Se construyeron los modelos y se utilizó el Criterio de Información de Akaike para muestras pequeñas (AICc) para seleccionar el modelo con mejor ajuste, todo con ayuda del paquete “glmulti” (Calcagno, 2013).

## VII. RESULTADOS

### 7.1. Vegetación

#### 7.1.1. Composición

En los 22 transectos muestreados (1.1 ha) se registraron 330 individuos de árboles pertenecientes a 24 familias, 50 géneros y 61 especies. Las familias con mayor número de especies fueron *Fabaceae* (14), *Moraceae* (7), *Malvaceae* (6) y *Rubiaceae* (5). A su vez, los géneros con mayor número de especies fueron *Inga* (4), *Acacia*, *Brosimum*, *Ficus*, *Guarea*, *Pouteria*, *Psychotria* y *Spondias* (2) y todos los demás géneros tienen solo 1 especie (Cuadro 12). En lo que corresponde a arbustos se registraron 33 individuos que pertenecen a 5 familias, 6 géneros y 6 especies; mientras que hierbas se registraron 6 familias, 6 géneros y 7 especies (Cuadro 12).

Cuadro 12. Listado de especies de plantas registradas en el arroyo José.

Familia	Especie	Nombre común	Clasificación por formas de crecimiento (árbol (A), arbusto (a), hierba (h))	Especies en la NOM-059-semarnat-2010
<i>Acanthaceae</i>	<i>Bravaisia integerrima</i>	Cien pies, canacoite	A	X
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Spondias mombin</i>	Ciruelo	A	
	<i>Spondias radlkoferi</i>		A	
<i>Annonaceae</i>	<i>Sapranthus palanga</i>	Platanillo	a	
<i>Apocynaceae</i>	<i>Tabernaemontana donnell-smithii</i>	Huevo de toro	A	
<i>Arecaceae</i>	<i>Attalea liebmannii</i>	Corozo		
<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera simaruba</i>	Mulato	A	
	<i>Protium copal</i>	Copal	A	X
<i>Calophyllaceae</i>	<i>Callophylun brasilense</i>	Bari	A	X
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella americana</i>	Pata de cabra	A	
	<i>Licania platypus</i>	Sonzapote	A	
<i>Combretaceae</i>	<i>Terminalia amazonia</i>		A	
<i>Costaceae</i>	<i>Costus sp.</i>		h	
<i>Euphorbiaceae</i>	Sp 3.		a	
	<i>Acacia cornígera</i>	Cornezuelo	a	
<i>Fabaceae</i>	<i>Acacia usumacintensis</i>		A	
	<i>Cojoba arborea</i>	Frijolillo	A	
	<i>Dialium guianensis</i>	Guapaque	A	

	<i>Erythrina americana</i>	Colorín	A	
	<i>Inga jinicuil</i>	Jinicuil	A	
	<i>Inga oerstediana</i>	Churi	A	
	<i>Inga punctata</i>	Guash	A	
	<i>Inga vera</i>	Huatope	A	
	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Palo de gusano	A	
	<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	Hormiguillo	A	
	<i>Pterocarpus rohrii</i>	Llora sangre	A	
	<i>Schyzolobium parahybum</i>	Plumillo	A	
	<i>Vatairea lundellii</i>	Amargoso	A	X
Heliconiaceae	<i>Heliconia sp.</i>		h	
Lauraceae	<i>Licaria capitata</i>	Aguacatillo	A	
	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	A	
	<i>Hibiscus sp.</i>		h	
Malvaceae	<i>Luehea speciosa</i>	Algodoncillo	A	
	<i>Pachira acuatica</i>	Zapote de agua	A	
	<i>Quararibea funebris</i>	Molinillo	A	
	<i>Trichospermum mexicanum</i>		A	
Melastomataceae	<i>Miconia sp.</i>		a	
	<i>Mouriri myrtilloides</i>		a	
	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	A	X
Meliaceae	<i>Guarea glabra</i>		A	
	<i>Guarea excelsa</i>	Cedrillo	A	
	<i>Swietenia humilis</i>	Caobilla	A	
	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	A	
	<i>Brosimum costaricanum</i>		A	
	<i>Castilla elastica</i>	Hule	A	
Moraceae	<i>Ficus glabrata.</i>	Amate	A	
	<i>Ficus sp.</i>		A	
	<i>Maclura tinctoria</i>	Mora	A	
	<i>Trophis racemosa</i>	Ramoncillo	A	
Myristicaceae	<i>Virola koschnyi</i>	Volador	A	
	<i>Piper aduncum</i>		A	
Piperaceae	<i>Piper auritum</i> (hierba santa)	Hierba santa	h	
	<i>Piper sp.</i>		h	
Poaceae	<i>Phragmites australis</i>	Caña brava	h	
	<i>Blepharidium guatemalense</i>	Popistle	A	
Rubiaceae	<i>Posoqueria sp.</i>	Jícara de montaña	A	

	<i>Psychotria chiapensis</i>		A
	<i>Psychotria sp.</i>		A
	<i>Randia armata</i>		a
<i>Rutaceae</i>	<i>Zanthoxylum microcarpum</i>	Concha lagarto	A
	<i>Casearia arborea</i>		A
<i>Salicaceae</i>	<i>Casearia sylvestris</i>	Rajador	A
	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce	A
	<i>Pouteria durlandii</i>		A
<i>Sapotaceae</i>	<i>Pouteria rufotomentosa</i>		A
<i>Ulmaceae</i>	<i>Ampelocera hottlei</i>	Luin	A
<i>Urticaceae</i>	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	A
	<i>Urtica sp.</i>	Mala mujer	h
<i>Violaceae</i>	<i>Orthion subsessile</i>		A

Diversidad. La diversidad según el índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) fue de 3.61 lo que indica que se trata de una zona de alta biodiversidad.

### 7.1.2. Estructura

Con respecto a la vegetación arbórea los parámetros medidos nos arrojan la siguiente información:

Densidad relativa. Las especies más destacadas por su densidad fueron: *Protium copal*, *Guarea excelsa*, *Dialium guianensis*, *Guarea glabra*, *Pouteria durlandii*, *Brosimum costaricanum*, *Cecropia peltata*, *Inga vera*, *Ampelocera hottlei* y *Acacia cornigera* (Figura 9). El conjunto de estas especies aporta 47.47 % de la densidad total.

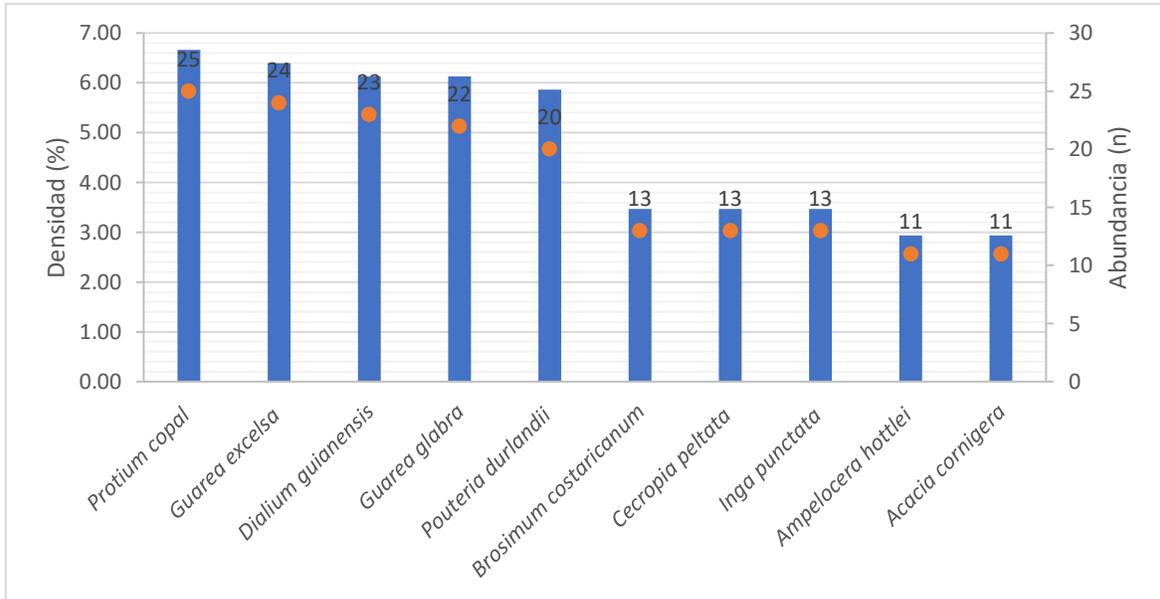


Figura 9. Especies arbóreas con valores mayores de Densidad relativa (barra azul) y abundancia (punto anaranjado).

Frecuencia relativa. Las especies arbóreas que se distribuyeron de manera más amplia en las parcelas de muestreo, por lo que obtuvieron los valores de frecuencia más altos, fueron: *Pouteria durlandii*, *Spondias mombin*, *Protium copal*, *Guarea excelsa*, *Guarea glabra*, *Cecropia peltata*, *Psychotria chiapensis*, *Brosimum alicastrum*, *Dialium guianensis* e *Inga vera* (Figura 10). El conjunto de estas especies aporta 38.5 % de la frecuencia total.

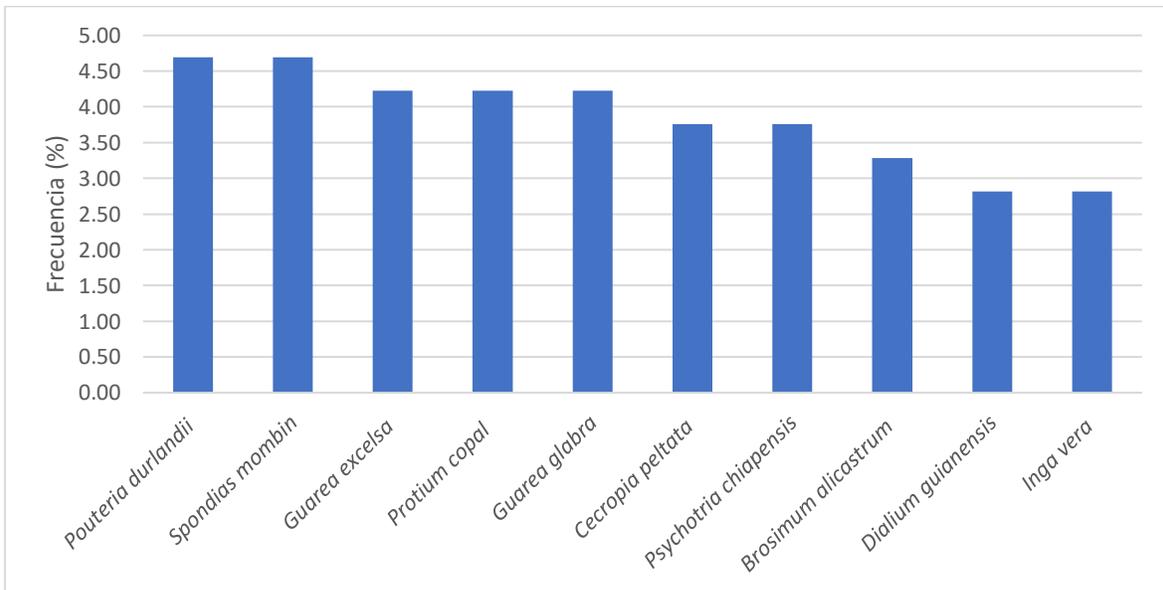


Figura 10. Especies arbóreas con valores mayores de Frecuencia Relativa.

Área basal relativa. Las especies con mayor Área basal relativa fueron: *Ceiba pentandra*, *Terminalia amazonia*, *Spondias mombin*, *Ficus glabrata*, *Schyzolobium parahybum*, *Brosimum costaricanum*, *Brosimum alicastrum*, *Licania platypus*, *Dialium guianensis* y *Bravaisia intergerrima* (Figura 11). El conjunto de estas especies aporta 68 % del Área basal total.

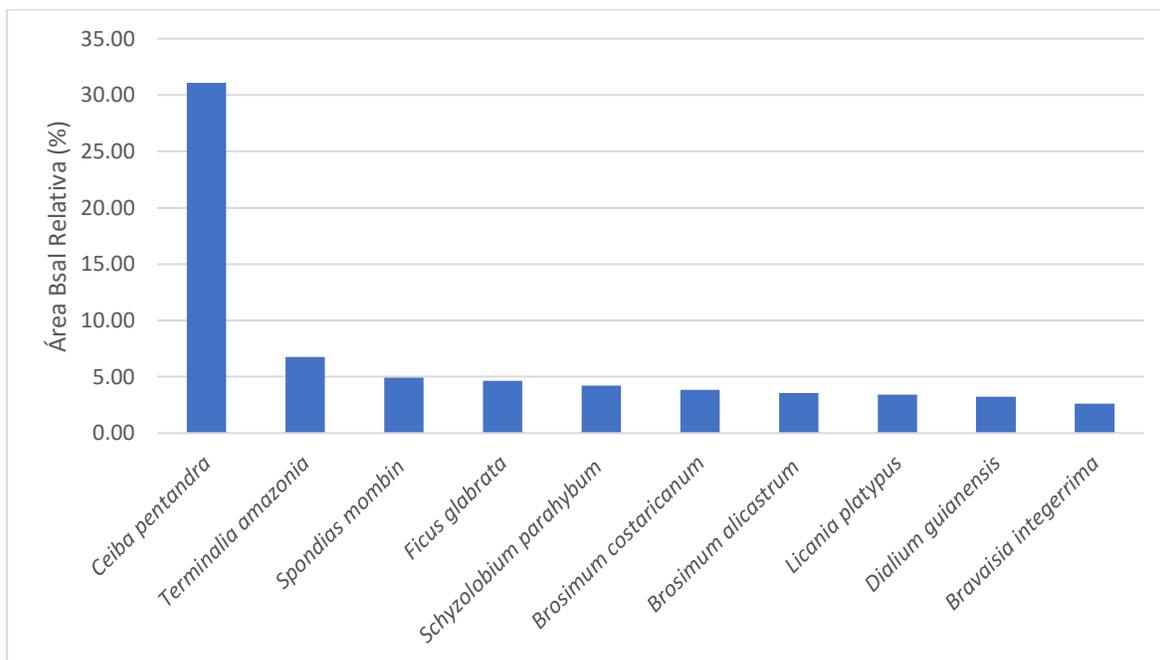


Figura 11. Especies arbóreas con valores mayores de Área basal relativa.

Cobertura relativa. Las especies que presentaron una mayor cobertura fueron: *Dialium guianensis*, *Schyzolobium parahybum*, *Brosimum costaricanum*, *Ceiba pentandra*, *Guarea excelsa*, *Pouteria durlandii*, *Bravaisia intergerrima*, *Brosimum alicastrum*, *Spondias mombin* y *Ficus glabrata* (Figura 12). El conjunto de estas especies aporta 48.83% de la cobertura total.

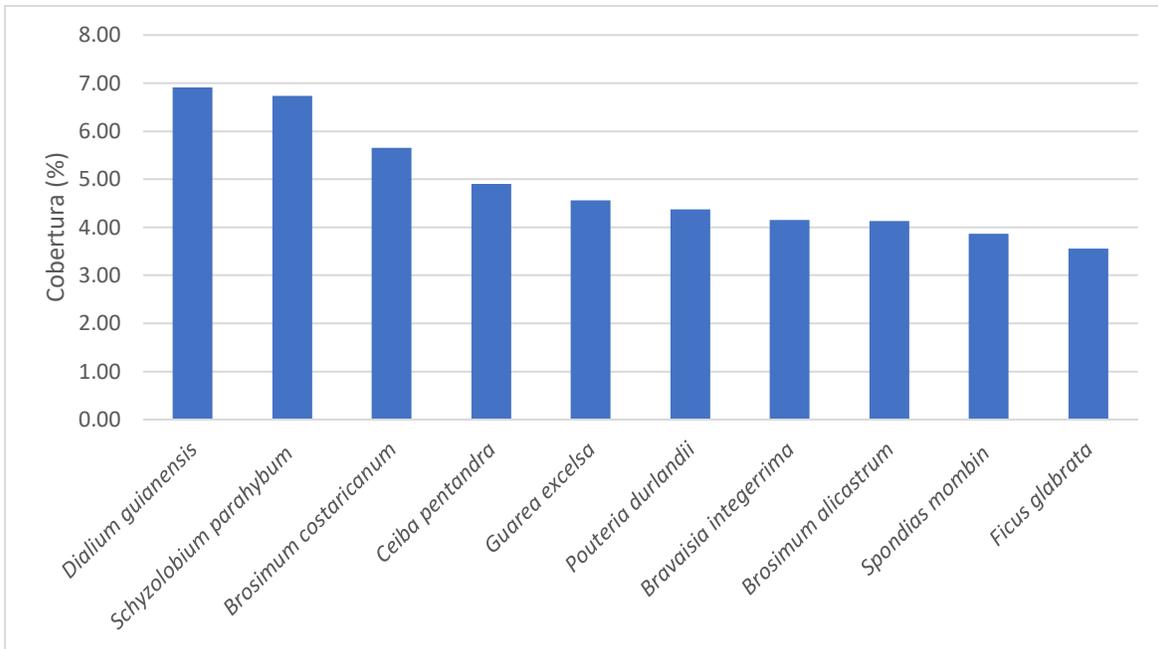


Figura 12. Especies arbóreas con valores mayores de Cobertura relativa.

Valor de importancia relativa utilizando el área basal (Vlab). Las especies de mayor Vlab fueron: *Ceiba pentandra*, *Terminalia amazonia*, *Spondias mombin*, *Ficus glabrata*, *Schyzolobium parahybum*, *Brosimum costaricanum*, *Brosimum alicastrum*, *Licania platypus*, *Dialium guianensis* y *Bravaisia intergerrima* (Figura 13). El conjunto de estas especies aporta 68.20 % del Vlab.

Valor de importancia relativa por su cobertura (VICob). Las especies con mayor VICob fueron: *Dialium guianensis*, *Guarea excelsa*, *Pouteria durlandii*, *Protium copal*, *Guarea glabra*, *Schyzolobium parahybum*, *Spondias mombin*, *Brosimum costaricanum*, *Cecropia peltata* y *Brosimum alicastrum* (Figura 14). El conjunto de estas especies aporta 127.55 % de VICob.

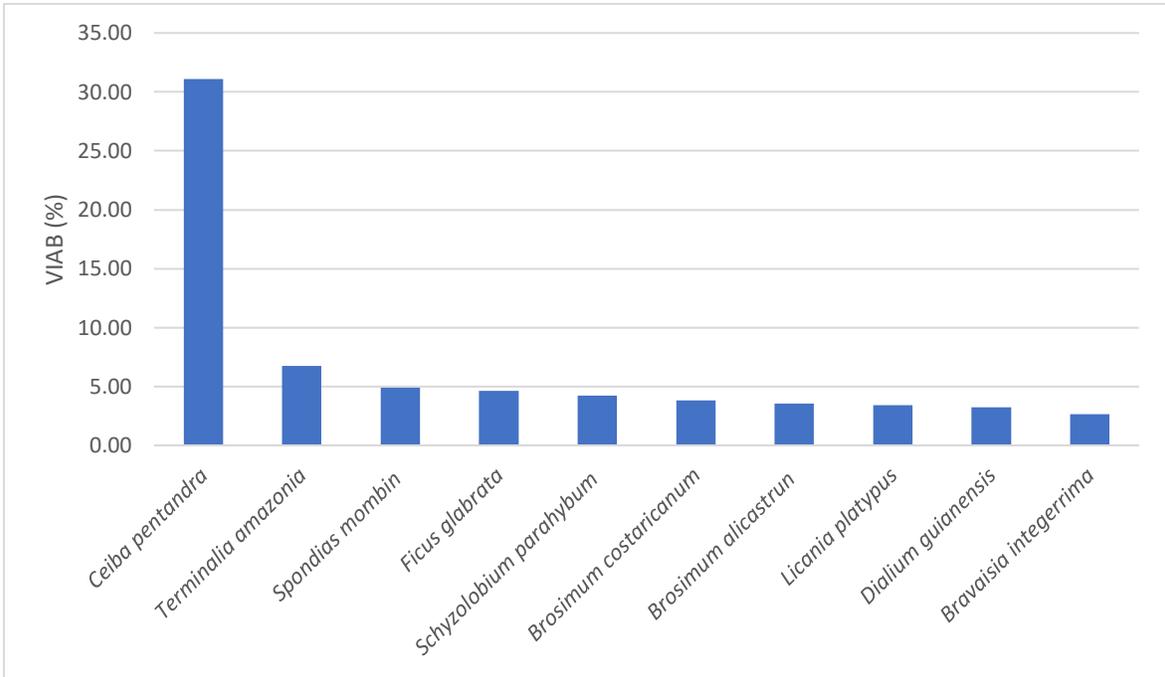


Figura 13. Especies arbóreas con mayor Valores de importancia relativa por Área basal.

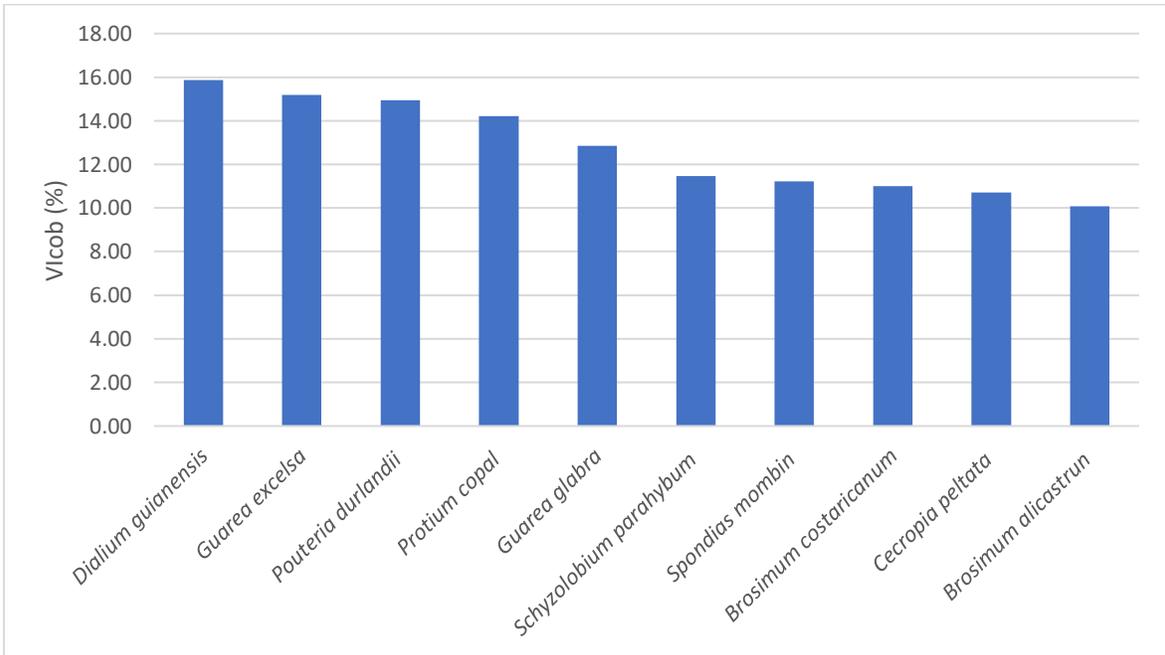


Figura 14. Especies arbóreas con mayor Valores de importancia relativa por Cobertura.

Integrando esta información de los parámetros mencionados se formaron 4 grupos como se puede apreciar en el Cuadro 13, los cuales se clasificaron de la siguiente manera:

1) Las que dominan por su Valor de Importancia relativo por Área basal (VI ab) y su Valor de importancia relativo por Cobertura (VI Cob). Las especies de este grupo fueron *Dialium guianensis*, *Brosimum costarricanum*, *Spondias mombin*, *Brosimum alicastrum*, *Schyzolobium parahybum* y *Bravaisia intergerrima*.

2) Por su Valor de importancia por Cobertura (VI Cob). Las especies de este grupo fueron *Guarea excelsa*, *Pouteria durlandii*, *Protium copal*, *Cecropia peltata* y *Guarea glabra*.

3) Por su Valor de Importancia por Área Basal (VI ab). Las especies que corresponden a este grupo fueron *Lycania platipus*, *Terminalia amazonia*, *Ceiba pentandra* y *Ficus glabrata*.

4) Por su Densidad (D) o Frecuencia (F) o ambas. Las especies pertenecientes a este grupo fueron *Inga vera*, *Acacia cornígera*, *Ampelocera hottlei* y *Psychotria chiapensis*.

Cuadro 13. Agrupación de las especies por sus valores de importancia.

Especies	D	F	Ab	Cob	VI ab	VI Cob
<i>Dialium guianensis</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Brosimum costarricanum</i>	X		X	X	X	X
<i>Spondias mombin</i>		X	X	X	X	X
<i>Brosimum alicastrum</i>		X	X	X	X	X
<i>Schyzolobium parahybum</i>			X	X	X	X
<i>Bravaisia intergerrima</i>			X	X	X	X
<i>Guarea excelsa</i>	X	X		X		X
<i>Pouteria durlandii</i>	X	X		X		X
<i>Protium copal</i>	X	X		X		X
<i>Cecropia peltata</i>	X	X		X		X
<i>Guarea glabra</i>	X	X		X		X
<i>Lycania platipus</i>			X		X	
<i>Terminalia amazonia</i>			X		X	
<i>Ceiba pentandra</i>			X	X	X	
<i>Ficus glabrata</i>			X	X	X	
<i>Inga vera</i>	X	X				
<i>Acacia cornigera</i>	X					
<i>Ampelocera hottlei</i>	X					
<i>Psychotria chiapensis</i>		X				

## Cobertura arbórea total por transectos

Los transectos que presentaron mayor cobertura arbórea son el 1, 3, 4, 5, 9, 17 y 20 y los que presentaron una menor o nula cobertura arbórea fueron los transectos 2 y 21 (Figura 15).

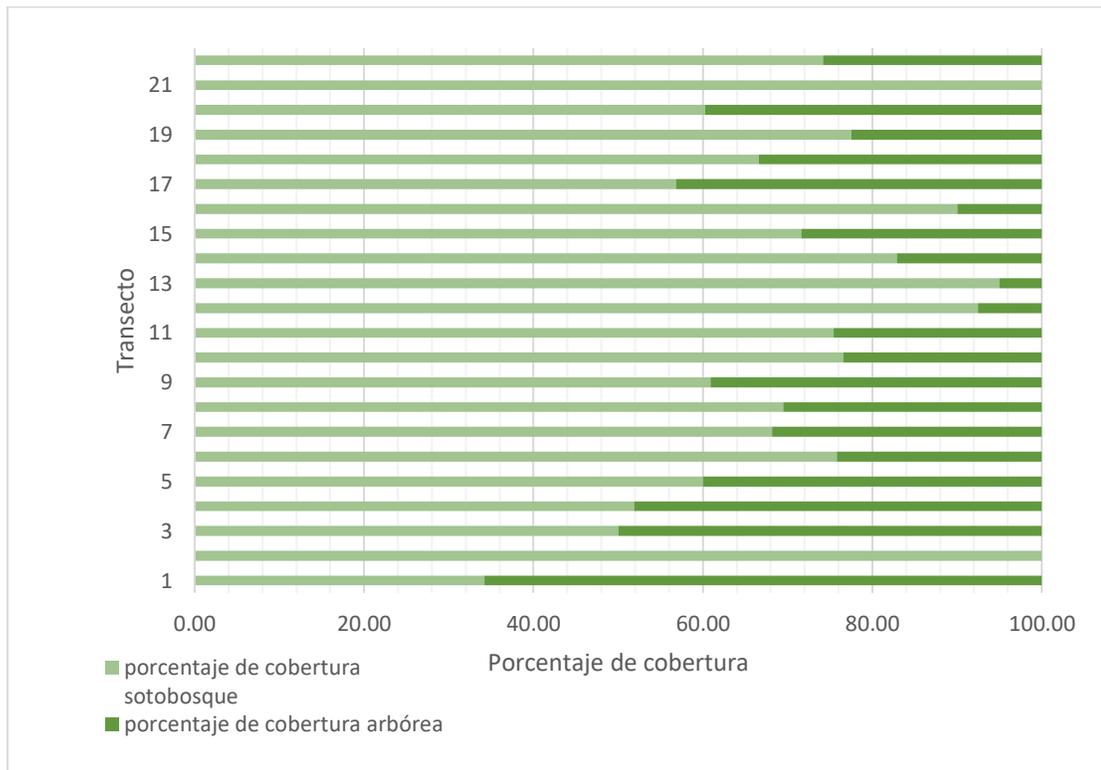


Figura 15. Cobertura arbórea total por transecto.

Como puede observarse en la figura 15, a mayor cobertura arbórea, menor cobertura del sotobosque y viceversa.

## Altura

Las especies encontradas en el muestreo fueron agrupadas según la altura máxima que cada una alcanzó. Se definieron 4 estratos: emergente, cuando alcanzaron alturas mayores a 36 metros; dosel, las que alcanzaron entre 21 y 35 metros; estrato medio las que se ubican entre los 16 y 20 metros; y estrato bajo, aquellas que se encontraron por debajo de 15 metros.

Emergentes:

Las especies emergentes fueron: *Ceiba pentandra*, *Pterocarpus rohrii* y *Terminalia amazonia* (Figura 16).

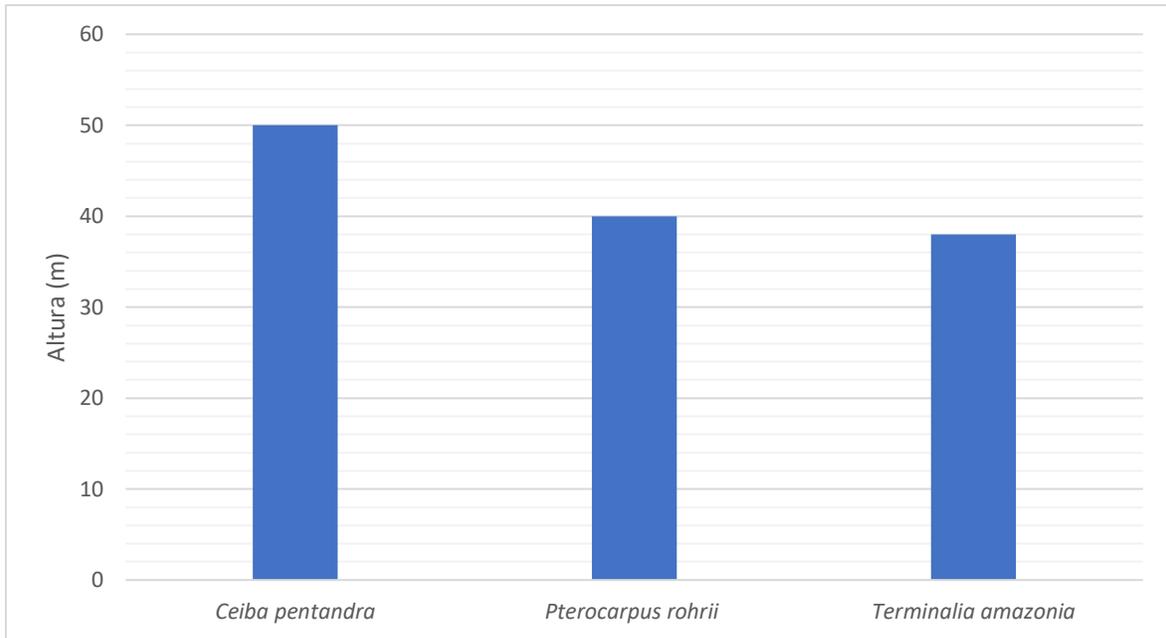


Figura 16. Especies arbóreas emergentes.

#### Dosel:

Las especies arbóreas correspondientes al dosel fueron *Cojoba arbórea*, *Schyzolobium parahybum*, *Brosimum alicastrum*, *Licania platypus*, *Dialium guianensis*, *Brosimum costaricanum*, *Castilla elastica*, *Ampelocera hottlei*, *Terminalia amazonia*, *Platymiscium dimorphandrum*, *Ficus glabrata*, *Spondias mombin* y *Lonchocarpus guatemalensis* (Figura 17).

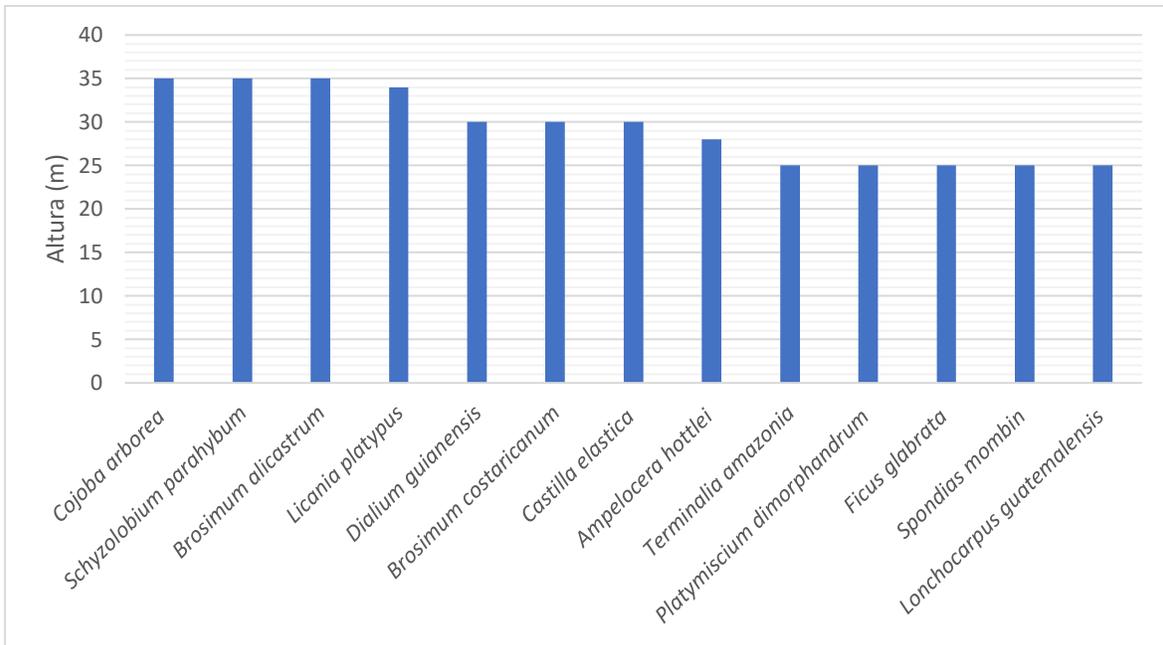


Figura 17. Especies arbóreas en el dosel.

#### Estrato medio:

Las especies arbóreas del estrato medio *Cecropia peltata*, *Inga oerstediana*, *Trichospermum belotia*, *Acacia usumacintesis*, *Inga punctata*, *Quararibea funebris*, *Bravaisia intergerrima* y *Protium copal* (Figura 18).

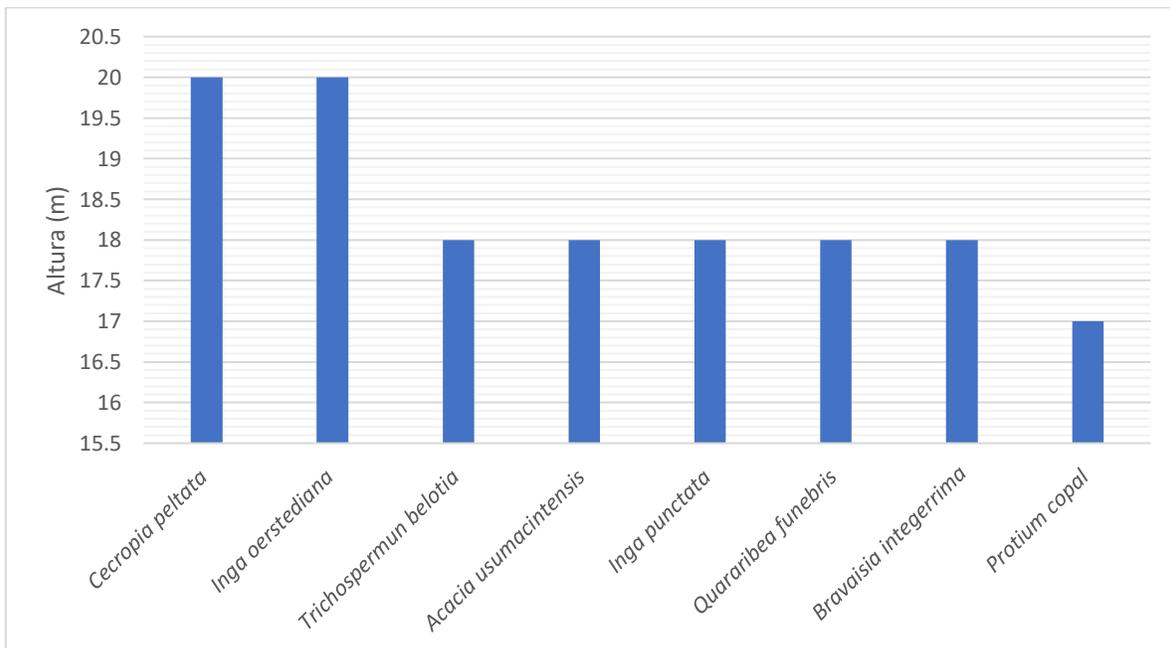


Figura 18. Especies arbóreas del estrato medio.

Estrato bajo:

Las especies arbóreas del estrato bajo fueron *Acacia cornígera*, *Tabernaemontana donnell-smithii*, *Guarea glabra*, *Pouteria durlandii*, *Guarea excelsa*, *Blepharidium guatemalense*, *Hirtella americana*, *Psychotria chiapensis*, *Mouriri myrtilloides* y *Erythrina americana* (Figura 19).

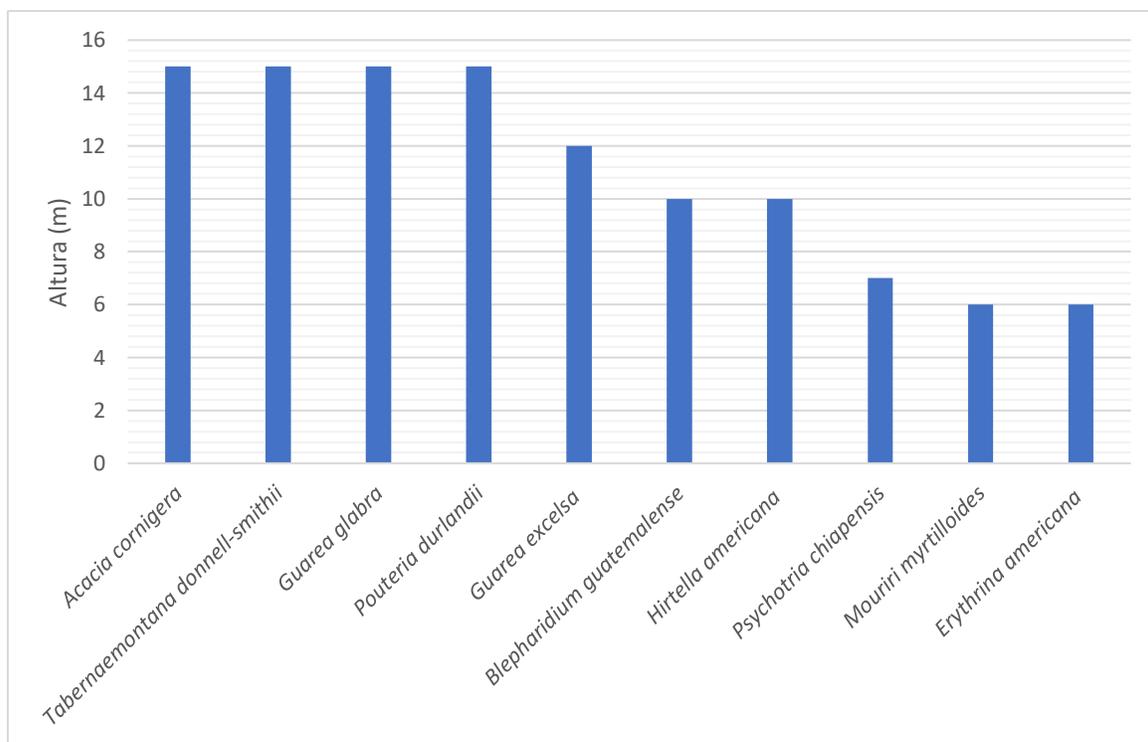


Figura 19. Especies arbóreas del estrato bajo.

### 7.1.3. Agrupación de transectos por afinidades

Los resultados del análisis del dendrograma indicaron que los transectos a lo largo del cauce del arroyo “José” difieren entre sí, a pesar de compartir especies entre ellos. Se forman 3 clados como se muestra en la Figura 20.

Clado 1: En este clado se agruparon los transectos 22, 19 y 13. Se caracteriza por contener cada transecto 2 especies. Se comparte *Cecropia peltata* o *Inga vera*.

Clado 2: En este clado se agruparon los transectos 14, 16 y 12, contienen hasta 4 especies. Comparten *Inga vera*.

Clado 3: En este clado se agruparon el resto de los transectos 5,11,7,15,8,17,20,18,10,6,4,9,3 y 1, donde el número de especies por transecto es mayor a 5. Las especies más compartidas de este grupo fueron *Pouteria durlandii*, *Spondias mombin*, *Guarea glabra*, *Protium copal* y *Guarea excelsa*. El caso particular de los transectos 4, 9, 3 y 1 se puede colocar como un subgrupo que comparte las especies anteriormente mencionadas con los demás transectos, pero estos 4 transectos contienen un mayor número de especies, superando las 18.

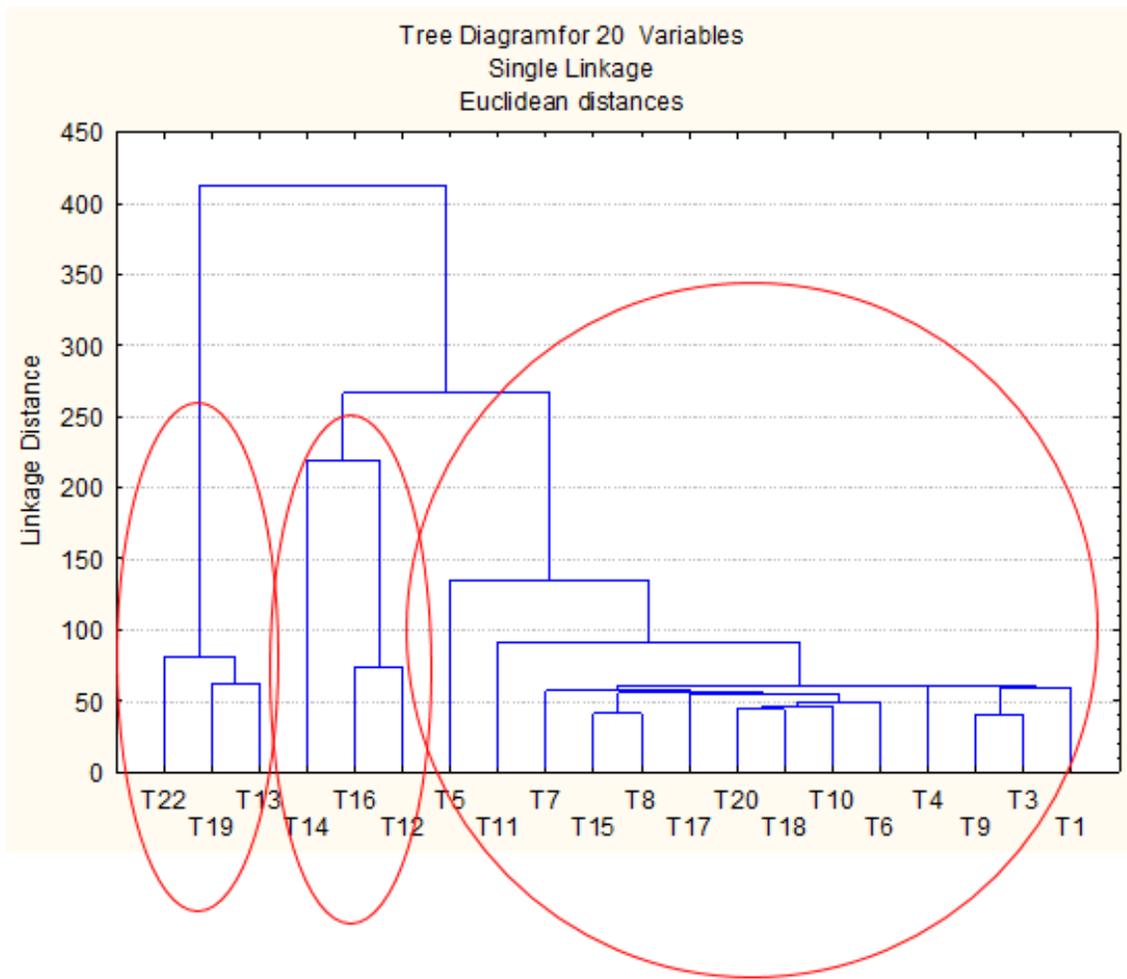


Figura 20. Agrupación de transectos mediante el análisis de Dendrograma.

En el resultado de la aplicación de la correlación lineal se apreciaron 4 grupos diferentes (Figura 21):

Grupo 1. Agrupa a los transectos 2 y 21. Se caracteriza por no tener árboles. En estos transectos se registraron especies herbáceas y arbustivas como: *Piper sp*, *Heliconia sp*, *Urtica sp* y *Phragmites australis*.

Grupo 2. Agrupa a los transectos 12, 13, 14, 16, 19 y 22. Se caracteriza por tener pocas especies arbóreas y cobertura arbórea baja. Este grupo corresponde al clado 1 y 2. En este grupo la riqueza de especies fue de máximo 5 especies y el porcentaje de cobertura arbórea no superó 28 %.

Grupo 3. Agrupa a los transectos 5, 6, 7, 8, 10, 11, 15, 17, 18 y 20. Este grupo contiene entre 7 a 15 especies y el porcentaje de cobertura arbórea fue de hasta 43 %. Corresponde a parte del clado 3.

Grupo 4. Agrupa a los transectos 1, 3, 4 y 9, contienen un alto número de especies arbóreas y alta cobertura arbórea, siendo el transecto 1 el de mayor número de especies (23). La cobertura arbórea es de 66 %. Corresponde al subconjunto del clado 3.

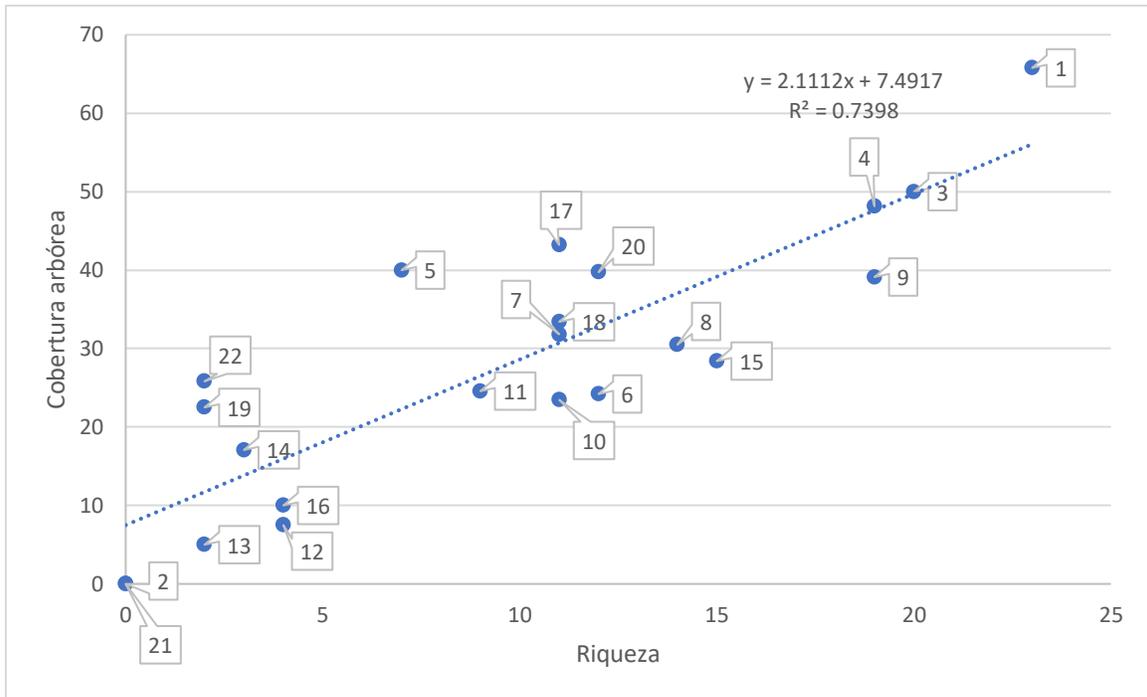


Figura 21. Agrupación de transectos mediante el análisis de Correlación lineal.

#### 7.1.4. Perfil

La estructura y composición florística se representó en un perfil de vegetación que refleja de manera simplificada y muy esquemática algunos de los rasgos principales que destacan en la vegetación ribereña: las zonas arbóreas y las desprovistas de vegetación; la diversidad de especies y sus alturas (Figura 22).

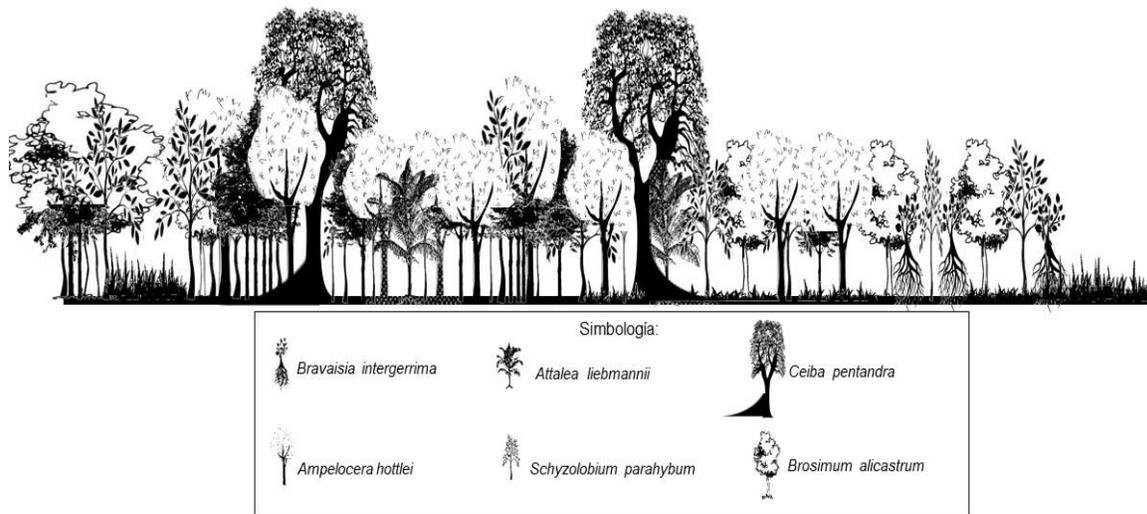


Figura 22. Perfil de vegetación del arroyo "José".

En resumen, el 10 % de la vegetación ribereña carece de árboles, su cobertura vegetal es más de 95 % está dada por especies herbáceas y arbustivas que son resistente a la insolación e inundación: *Piper sp*, *Urtica sp* y *Heliconia sp*. Su altura no rebasa los 4 m y se encuentran en zonas inundables.

El 25 % de la vegetación ribereña tiene pocas especies arbóreas: *Inga vera*, *Acacia usumacintesis*, *Ficus glabrata*, *Cecropia peltata* entre otras. Su cobertura no supera el 25 % y la altura no rebasa los 20 m. Las especies arbustivas y herbáceas fueron *Urtica sp*, *Hibiscus sp*, *Heliconia sp* y *Phragmites australis*. Todas estas especies también toleran las inundaciones.

El 65 % de la vegetación tiene gran riqueza de especies arbóreas, cuya cobertura máxima fue 65 %. Las especies arbóreas que destacan por su valor de importancia dados por su gran cobertura o área basal fueron: *Dialium guianensis*, *Schyzolobium Parahybum*, *Terminalia amazonia*, *Brosimum costaricanum*, *Spondias mombin*, *Brosimum alicastrum*, *Bravaisia intergerrima*, *Guarea excelsa*, *Pouteria durlandii*, *Protium copal*, *Cecropia peltata*, *guarea glabra*, *Lycania platipus*, *Ceiba pentandra* y *Ficus glabrata*. Su altura está por encima de los 21 m. Destaca la parte donde nace el arroyo por presentar el mayor número de especies. También fueron muy

frecuentes o abundantes: *Inga vera*, *Acacia cornígera*, *Ampelocera hottlei* y *Psychotria chiapensis*.

Las especies herbáceas y arbustivas presentes a lo largo del cauce del arroyo son similares desde su origen hasta la desembocadura en el río Lacantún. Sin embargo, conforme se acerca a la desembocadura se registraron otras como: *Phragmites australis*, una especie de la familia *Cyperaceae* en los espacios sin árboles y *Costus sp.* bajo los árboles.

## 7.2. Mamíferos

### 7.2.1. Fototrampeo

Se registraron 22 especies de mamíferos terrestres de los cuales 19 son de talla mediana y grande (cuadro 14). Se obtuvieron un total de 415 registros independientes correspondientes al grupo de estudio con un esfuerzo de muestreo de 1,295 días-trampa.

Cuadro 14. Especies de mamíferos registradas por la técnica de fototrampeo.

Orden	Especie	Nombre común	Talla	Número de Registros Independientes	
Didelphimorphia	<i>Philander opassum</i>	Tlacuache cuatro ojos	C	68	
	<i>Didelphis sp.</i>	Tlacuache común	M	23	
Cingulata	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	M	5	
Pilosa	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	M	1	
Lagomorpha	<i>Sylvilagus sp.</i>	Conejo	C	21	
Carnivora	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	M	37	
	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo	M	9	
	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	M	9	
	<i>Puma yagouaroundi</i>	Jaguarundi	M	3	
	<i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo	M	1	
	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja	M	1	
	<i>Panthera onca</i>	Jaguar	G	1	
	<i>Puma concolor</i>	Puma	G	1	
	<i>Eira barbara</i>	Viejo de monte	M	1	
	Artyodactyla	<i>Mazama temama</i>	Temazate	G	62
		<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	G	25
<i>Odocoileus virginianus</i>		Venado cola blanca	G	1	
<i>Tayassu pecari</i>		Pecarí de labios blancos	G	1	
Peryssodactyla	<i>Tapirus bairdii</i>	Tapir	G	46	

Rodentia	<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuintle	M	87
	<i>Sciurus sp.</i>	Ardilla	C	11
	<i>Dasyprocta punctata</i>	Sereque	M	1

Entre los registros de esta fase destaca la presencia de *Mustela frenata* (comadreja), especie poco común (Cuadro 14).

En la curva de acumulación de especies se aprecia cercana a la asíntota, mostrando que el esfuerzo de muestreo fue el suficiente para conocer la riqueza de especies en este cuerpo de agua (Figura 23). Sin embargo, de acuerdo con el valor esperado para que el inventario estuviera completo con el número de especies esperadas conocidas para la región (23 especies de mamíferos de talla mediana y grande) se tiene representado el 82.6 %.

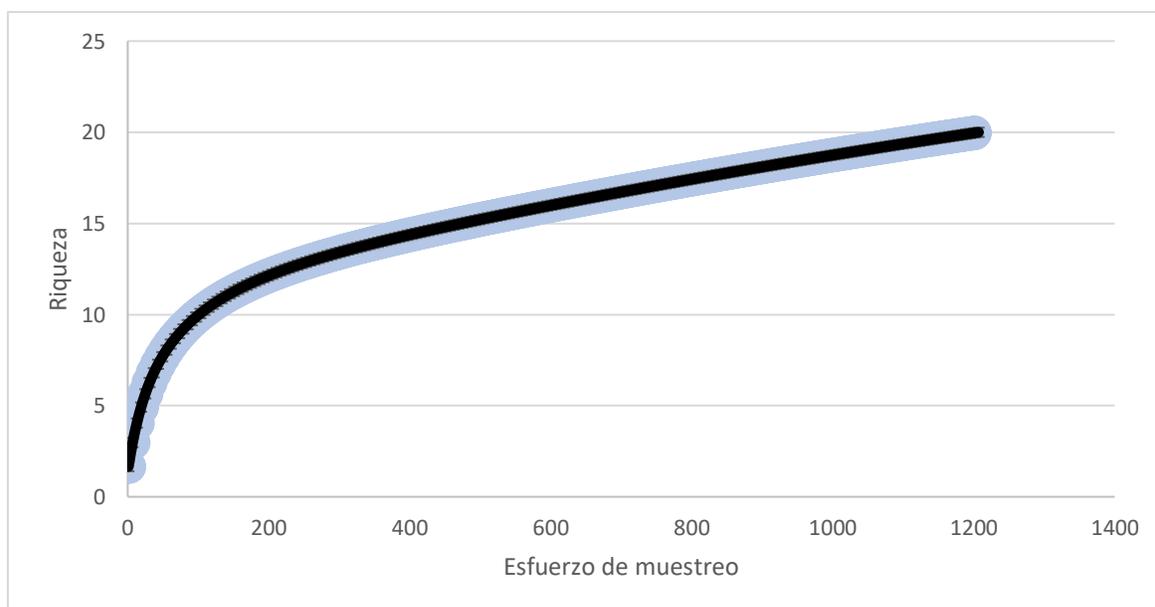


Figura 23. Curva de acumulación de especies de mamíferos terrestres mediante la técnica de fototrampeo.

*Cuniculus paca* (tepezcuintle), fue la especie más abundante en el cauce del arroyo, seguida de *Philander opassum* (tlacuache cuatro ojos), mientras que las menos abundantes fueron *Odocoileus virginianus*, *Tayassu pecari*, *Leopardus wiedii*, *Mustela frenata*, *Panthera onca*, *Puma concolor*, *Eira barbara*, *Tamandua mexicana* y *Dasyprocta punctata* (Figura 24).

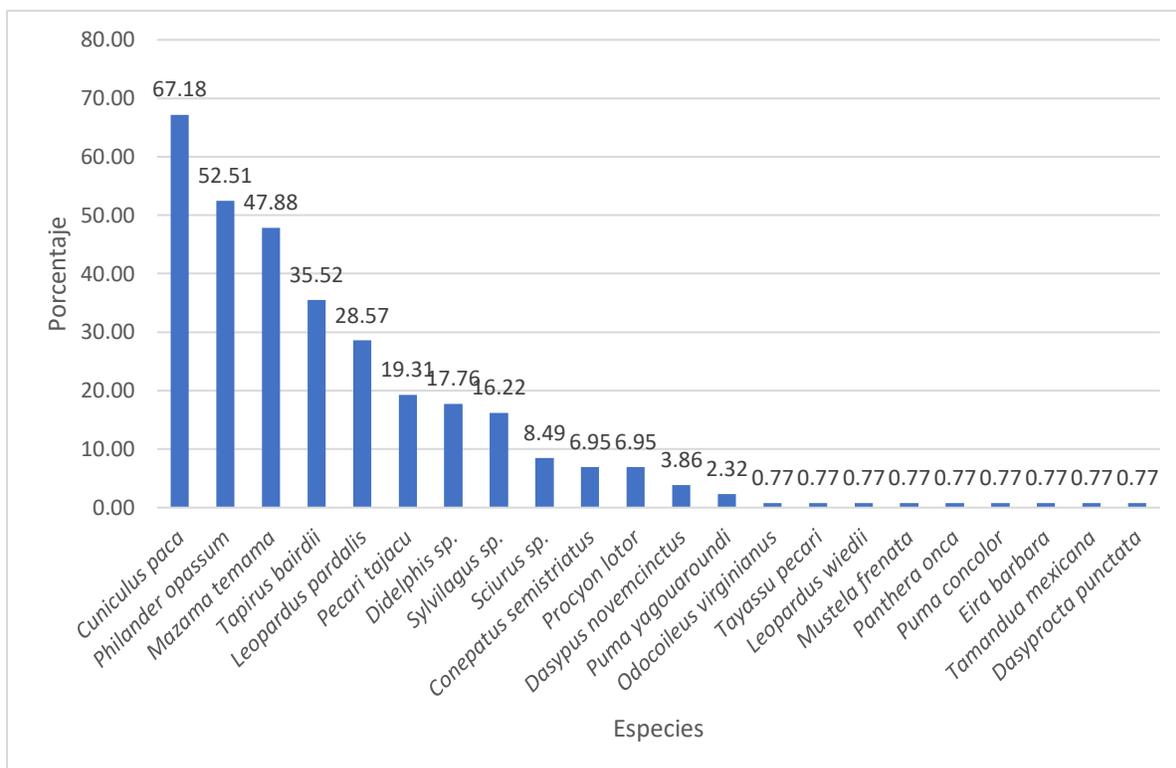


Figura 24. Índice de Abundancia Relativa mediante la técnica de fototrampeo.

### 7.2.2. Huellas

Mediante la técnica de huellas se obtuvieron registros de cuatro especies *Tapirus bairdii*, *Tayassu pecari*, *Procyon lotor* y *Sylvilagus sp.* Mismas especies registradas mediante la técnica de fototrampeo.

### 7.2.3. Observación directa

Por medio de la observación directa se registraron dos especies de mamíferos arborícolas *Ateles geoffroyi* y *Alouata pigra* y un mamífero acuático, *Lontra longicaudis*. Con la suma de los registros mediante las tres técnicas señaladas se encontraron un total de 25 especies de mamíferos de las cuales 22 especies corresponden a las tallas mediana y grande y 19 especies pertenecen a mamíferos no arborícolas (Cuadro 15).

Cuadro 15. Listado de especies de mamíferos registradas en el cauce del arroyo "José" por las diferentes técnicas de muestreo.

Orden	Especie	Nombre común	Registro			Especies en la NOM-059-semarnat-2010
			Huella	Observación directa	Fototrampeo	
Didelphimorphia	<i>Didelphis sp.</i>	Tlacuache común			X	
	<i>Philander opassum</i>	Tlacuache cuatro ojos			X	
Cingulata	<i>Dasybus novemcinctus</i>	Armadillo			X	
Pilosa	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero			X	X
Primates	<i>Alouata pigra</i>	Aullador		X		X
	<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña		X		X
Lagomorpha	<i>Sylvilagus sp.</i>	Conejo	X		X	
Rodentia	<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuintle			X	
	<i>Dasyprocta punctata</i>	Sereque			X	
Carnívora	<i>Sciurus sp.</i>	Ardilla			X	X
	<i>Conepatus semistriatus</i>	Zorrillo			X	X
	<i>Eira barbara</i>	Viejo de monte			X	X
	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote			X	X
	<i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo			X	X
	<i>Lontra longicaudis</i>	Nutria		X		X
	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja			X	
	<i>Panthera onca</i>	Jaguar			X	X
	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	X		X	
	<i>Puma concolor</i>	Puma			X	
Artyodactyla	<i>Puma yagouaroundi</i>	Jaguarundi			X	X
	<i>Mazama temama</i>	Temazate			X	
	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca			X	
	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar			X	
	<i>Tayassu pecari</i>	Pecarí de labios blancos	X		X	X
Peryssodactyla	<i>Tapirus bairdii</i>	Tapir	X		X	X

### 7.3. Relación vegetación-mamíferos

De acuerdo a lo obtenido para todos los grupos, excepto los granívoros (dieta a base de semillas), se encontró que los modelos no eran estadísticamente significativos y presentaron intervalos de confianza por debajo del cero indicando que no se encontró asociación entre las especies o grupos de especies de mamíferos y los tipos de vegetación presentes en el área de estudio. Por otro lado, la frecuencia de captura de los granívoros presentó una respuesta positiva a la densidad de árboles pequeños (Figura 25) y a la altura de los árboles (Figura 26).

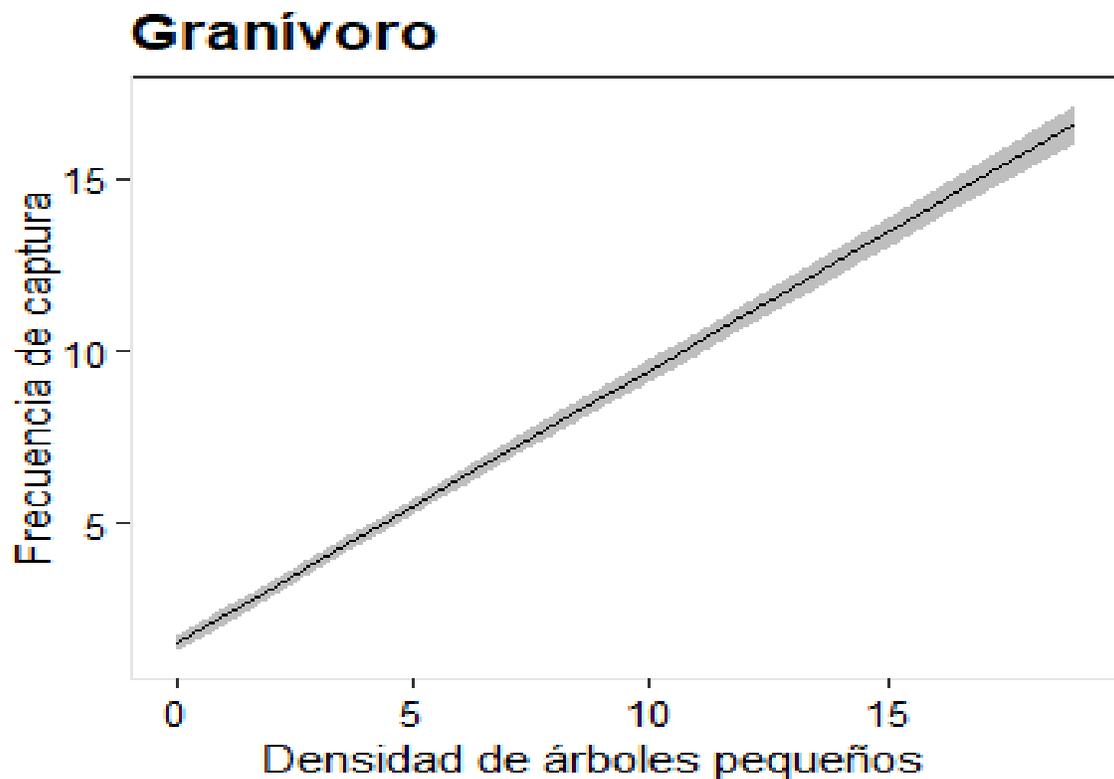


Figura 25. Modelo de granívoros frecuencia de captura/Dpeq.

## Granívoro

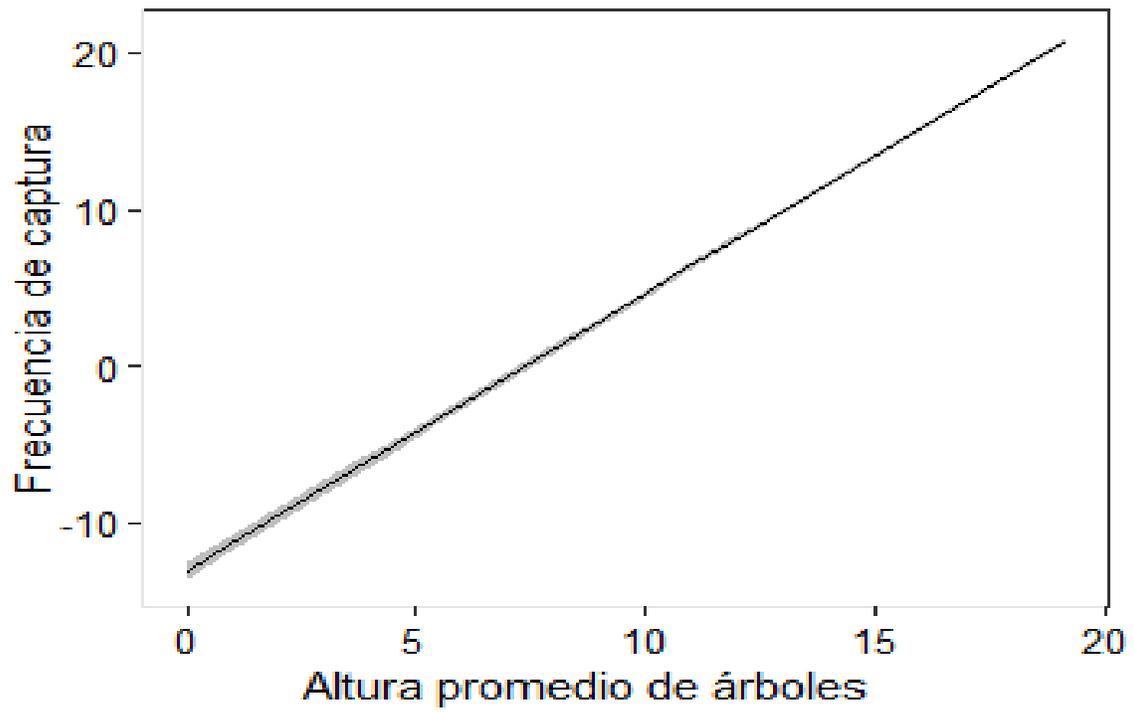


Figura 26. Modelo de granívoros frecuencia de captura/Altura.

## VIII. DISCUSIÓN

### 8.1. Vegetación

A pesar de algunas limitantes metodológicas se puede comparar este estudio con algunos otros realizados en la zona o con otros estudios de vegetación ribereña de otras regiones.

El índice de biodiversidad de Shannon en este trabajo fue 3.61 mientras que en otros trabajos como Ruiz (2011) el índice de diversidad reportada fue 4 para el río Lacantún y sus arroyos. Meli, Ruíz y Carabias, 2015 mencionan que el índice de diversidad en arroyos fue 2.46 y en el río Lacantún fue 4.01 lo que demuestra que el arroyo José es un sitio con una alta diversidad, aunque no mayor a la diversidad que presenta el río Lacantún.

Meli, Ruiz y Carabias (2015) registraron 112 especies arbóreas en las riberas conservadas mientras que en este estudio se registraron 61 especies, la diferencia de especies, aunque es en la misma zona Lacandona, se debe a que en este estudio se enfocó solamente en el cauce de un arroyo y Meli, Ruiz y Carabias, 2015 trabajaron en diferentes arroyos dentro de la RBMA y en las zonas de los ejidos. De las 61 especies registradas, 5 especies se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Farrera, 2013).

Las familias mejor representadas en este estudio fueron *Fabaceae*, *Moraceae*, *Malvaceae* y *Rubiaceae* similar a lo que reportan Levy *et al.*, (2006) donde las familias mejor representadas fueron *Fabaceae*, *Asteraceae*, *Rubiaceae* y *Moraceae*. La familia *Malvaceae* no fue lo suficientemente representada en el estudio de Levy *et al.*, (2006) como en este estudio y pasa lo contrario con la familia *Asteraceae* que no estuvo suficientemente representada en este estudio. Igualmente Ruíz (2011) reporta a la familia *Fabaceae* como la de mayor riqueza de especies.

Las especies predominantes en la vegetación ribereña de acuerdo con Granados-Sánchez, López-Ríos y Hernández-Solano (1999) son: *Pachira aquatica*, *Pithecellobium arboreum*, *Blepharidium mexicanum*, *Lonchocarpus guatemalensis*, *Magnolia lacandonica*, *Schizolobium parahybum*, *Inga spuria*, *Bravaisa integerrima*,

*Saurauia yasicae*, *Inga vera*, *Trophis racemosa*, *Cupania macrophylla* y *Castilla elastica*, de acuerdo a lo registrado en este estudio se reportan varias de las especies mencionadas anteriormente. Las especies que no se registraron son *Pithecellobium arboreum*, *Magnolia lacandonica*, *Saurauia yasicae* y *Cupania macrophylla*.

Granados-Sánchez, López-Ríos y Hernández-Solano (1999) mencionan que la altura de la vegetación arbórea ribereña alcanza de 20 a 40 m, lo que con este trabajo se afirma este enunciado y además hay especies sobresalientes que alcanzan hasta los 50 m de altura como es el caso de *Ceiba pentandra*. Por otro lado, las especies con mayor densidad relativa reportadas por Ruíz (2011) son similares a las que se reportan en este estudio, por ejemplo, *Inga vera*, *Guarea glabra*, *Acacia cornigera*. Esto nos indica la similitud de los sitios y que estas especies son las que más toleran las inundaciones. Sin embargo, como se aprecia en el perfil de vegetación de la figura 21 en la parte arroyo abajo aparecen los individuos de *Bravaisia intergerrima*, Miranda (1952), explica que esto es característico de terrenos arcillosos, planos e inundados por largas temporadas del año. Lo que nos dice que esa zona es la más baja de todo el cauce del arroyo.

Meave del Castillo (1990) reportó a *Psychotria chiapensis*, *Protium copal*, *Cecropia obtusifolia*, *Manilkara zapota*, y *Brosimum alicastrum* como las especies con mayores valores de importancia. Mientras que, Maldonado (2007) reportó a *Spondias mombin*, *Ampelocera hottlei* y *Guarea glabra*. Con base en lo obtenido en este estudio se coincide con ambos autores, a excepción de *Manilkara zapota*, especie que en este estudio no se registró.

## **8.2. Fauna**

En este estudio, mediante la técnica de fototrampeo se identificó el 82.6 % de las especies registradas para la zona, coincidiendo con lo reportado por Arroyo (2018), quien también reportó el mismo dato, mientras que Towns (2013) reportó el 78 %, con esta misma técnica. A pesar de ser poco territorio el abarcado en este estudio se logró obtener una alta riqueza de especies de mamíferos; esto claramente demuestra que el sitio está en un muy buen estado de conservación.

En este estudio las especies no registradas por fototrampeo fueron el coatí (*Nasua narica*), el armadillo cola desnuda (*Cabassous centralis*), la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y el grisón (*Galictis vittata*). Towns (2013) menciona que las especies no registradas en su estudio fueron el armadillo cola desnuda, la zorra gris, el yaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*) y pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*). Estos dos últimos, si se registraron en este estudio. El coatí no se registró en este estudio y si registrado por Towns (2013). Arroyo (2018) reporta que no registró a la zorra gris, el grisón y el armadillo de cola desnuda, los mismos faltantes en este estudio, pero agregando el coatí. Una posible respuesta al por qué no se registró *Cabassous centralis* es porque pasa la mayor parte del tiempo bajo tierra en túneles, además, esta región se encuentra en el límite de su distribución (Cuarón, 2005). De igual forma, a pesar de no haber registrado a *Galictis vittata*, de acuerdo a la literatura podemos decir que el arroyo José es un sitio potencial para que se encuentre esta especie. Por ejemplo De la Torre, Muench y Arteaga (2009) obtuvieron los nuevos registros en 2 comunidades cercanas al área del arroyo José, como lo son el ejido Loma Bonita y el ejido Reforma Agraria.

Medellín (1994) menciona la posible presencia de la comadreja (*Mustela frenata*) en la región de Montes Azules, sin embargo, no la registró en su estudio. Towns (2013) y Arroyo (2018) tampoco la registraron. En este estudio sí se registró, mediante las cámara-trampa, confirmando lo que mencionaba Medellín (1994) que podía estar presente dicha especie en la zona. En cuanto a la especie con más registros en este trabajo fue el tepezcuintle (*Cuniculus paca*), concordando con lo mencionado por Arroyo (2018) quien de igual forma esta especie fue la que mayor registros presentó, lo cual refleja que es una especie común en este sitio (Towns, 2013).

Por otro lado, mediante la técnica de huellas el resultado fue bastante bajo al solo registrar 4 especies, esto puede explicarse porque como lo mencionan Gompper *et al.* (2006) puede requerir más tiempo que otras técnicas para registrar especies. Además, influye el tipo de suelo en la duración de la huella (Aranda, 2012), al igual que puede afectar la humedad y la lluvia, sin contar que la creciente del mismo cuerpo

de agua puede borrar las huellas. Es por esto que esta técnica en este estudio se considera un complemento a la técnica de fototrampeo. Adicionalmente con la técnica de observación directa se agregan especies como *Lontra longicaudis* (nutria) y 2 especies de primates *Alouatta pigra* (mono aullador) y *Ateles geoffroyi* (mono araña). Sumando un total de 13 especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo alguna categoría de riesgo (SEMARNAT, 2010).

El registro de *Lontra longicaudis* fue arroyo abajo, cercano a la desembocadura con el río Lacantún, Granados-Sánchez, Hernández-García y López-Ríos (2006) explican que esta especie es común encontrarla en estas zonas donde pueden encontrar su alimento de mayor tamaño. Soler-Frost (2004), menciona que la nutria tiene una actividad principalmente nocturna, lo que explica que se obtuvo un registro únicamente. Como puede apreciarse hay un incremento en el listado de las especies de mamíferos con el uso de las tres técnicas de muestreo. Por lo que se demuestra la importancia de utilizar más de un método, ya que aumenta el éxito de registrar un mayor número de especies.

### **8.3. Relación fauna vegetación**

Granados-Sánchez, Hernández-García y López-Ríos (2006) mencionan que la vegetación ribereña proporciona un corredor natural para especies locales como el venado y el mapache. Esto coincide con la abundancia de registros del venado temazate (*Mazama temama*) de este estudio. Los modelos no presentaron diferencias significativas entre los diferentes grupos. Esto posiblemente se deba a que el área de muestreo es pequeña y a que la mayoría de los mamíferos son consumidores muy móviles (Xiang, Zhang y Richardson, 2016). Además, al ser una zona tropical lluviosa existen muchos cuerpos de agua permanentes en donde los mamíferos pueden alimentarse y beber agua, por lo que no requieren estar concentrados. Por lo tanto, parecería ser que el arroyo José es fundamentalmente un sitio de paso para estos animales.

Hauggasen y Peres (2005) mencionan que en los sitios cercanos a los cuerpos de agua el suelo es mayormente rico en nutrientes. Por lo tanto hay mayor cantidad de recursos, más árboles y palmas que proveen frutos. Es por esto que hay más

alimento para muchos mamíferos terrestres. Esto explica que haya mayor frecuencia de granívoros, mientras más altos sean los árboles, ya que son árboles maduros con producción de frutos y semillas. Al ser consumidas las semillas, los mamíferos las dispersan en sus excretas.

## IX. CONCLUSIONES

- La vegetación de la ribera del arroyo José no es homogénea debido a que tiene zonas de inundación donde no hay especies arbóreas o muy pocas y otras zonas donde hay mucha diversidad especies arbóreas. A pesar de esto, estadísticamente no se encontró asociación entre las especies de mamíferos considerados en este estudio y los tipos de vegetación presentes a lo largo del arroyo.
- Las especies arbóreas con mayor valor de importancia en el área de estudio fueron: *Dialium guianensis*, *Schyzolobium Parahybum*, *Terminalia amazonia*, *Brosimum costaricanum*, *Spondias mombin*, *Brosimum alicastrum*, *Bravaisia intergerrima*, *Guarea excelsa*, *Pouteria durlandii*, *Protium copal*, *guarea glabra*, *Lycania platipus*, *Ceiba pentandra* y *Ficus glabrata*. Así mismo estuvieron presentes las especies de los géneros *Inga* y *Ficus*.
- El uso de diferentes técnicas de muestreo para mamíferos enriqueció el listado taxonómico logrado y ayudó a tener el conteo de especies que se encuentran en la zona de estudio con mayor exactitud.
- Este es el primer estudio de la zona que describe la vegetación y los mamíferos de un cuerpo de agua desde su origen hasta su desembocadura, como es el caso del arroyo José que se encuentra dentro de un ANP demostrando que aún está en buen estado de conservación con vegetación primaria.

## **X. PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES**

- Con este estudio se pueden generar nuevas ideas para la elaboración de manuales de restauración de riberas en la zona y en zonas similares de selva tropical al tener un panorama más completo de la vegetación ribereña original del sur de la Selva Lacandona y algunas de las especies de animales que transitan por estos sitios.
- Se demuestra la importancia que tienen los sitios ribereños y se propone a los dueños de las tierras vecinas que cuenten con cuerpos de agua similares a que no deforesten el cauce de estos, para conservar el agua dentro de sus predios y puedan hacer uso en sus cultivos o con la ganadería, además, los animales silvestres cuentan con corredores para moverse dentro y fuera de la RBMA.
- Este es el inicio de otros estudios que pueden surgir para conocer con más precisión las riberas de los cuerpos de agua y cuáles son las demás especies que comparten estos sitios.

## XI. REFERENCIAS DOCUMENTALES

- Aranda, S. J. M. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Primera edición. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO). México, México D.F. 255 pp.
- Azuara S. D. 2005. Estimación de abundancia de mamíferos terrestres en un área de la Selva Lacandona, Chiapas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 136 pp.
- Barreto, R. C. 2011. Lectura 09: Introducción a la estadística no paramétrica (parte II). Prueba de correlación de Spearman. Universidad Los Ángeles de Chimbote. Facultad de Ciencias de la Salud. Curso Bioestadística. 7 pp.
- Bolaños, J. E. y E. J. Naranjo. 2001. Abundancia, densidad y distribución de las poblaciones de ungulados en la cuenca del Río Lacantún, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 5:45-57.
- Brown T. T., Derting T. L. y Fairbanks K. 2008. The effects of stream channelization and restoration on mammal species and habitat in riparian corridors. *Kentucky Academy of Science*. 69(1): 37-49.
- Calcagno, V. (2013). "glm multi 1.0.7.1" Model Selection and Multimodel Inference Made Easy.
- Camacho-Rico, F., Trejo, I. y Bonfil, C. 2006. Estructura y composición de la vegetación ribereña de la barranca del Río Tembembe, Morelos, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 78: 17:31.
- Carabias, J., Towns, V., Molina, A., Martínez, E., Meli, P., Ruíz, L. y Morató, S. 2015. La vegetación de la selva. En: Carabias, J., De la Maza, J. y Cadena, R. 2015. Conservación y desarrollo sustentable en la Selva Lacandona. 25 años de actividades y experiencias, México, Natura y Ecosistemas Mexicanos, Pp. 97-113.
- Cuarón, A. D. 2005. Armadillo cola de zorro. En Ceballos, G. y Oliva, G. (Eds.), Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Fondo de Cultura Económica. México D.F. Pp. 116-17.

- De la Maza, J. 2011. Reserva de la Biosfera Montes Azules. Patrimonio natural de México. Cien casos de éxito, 30-31.
- De la Maza, J. 2015. Áreas Naturales Protegidas en la Cuenca Media del río Usumacinta. En: Carabias, J., De la Maza, J. y Cadena, R. 2015. Conservación y desarrollo sustentable en la Selva Lacandona. 25 años de actividades y experiencias, México, Natura y Ecosistemas Mexicanos, Pp. 69-75.
- De la Torre, J. A. 2009. Estimación poblacional del jaguar (*Panthera onca*) y abundancia relativa de sus presas en la Reserva de la Biosfera Montes Azules, Chiapas, México. Tesis Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. Posgrado en Ciencias Biológicas. Instituto de Ecología. México. 120 pp.
- De la Torre, J. A., Muench, C. y Arteaga, M. C. 2009. Nuevos registros de grisón (*Galictis vittata*) para la selva Lacandona, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Mastozoología* (Nueva Época). 13(1): 109-114.
- De la Torre, J. A. y Medellín, R. A. 2011. Jaguares (*Panthera onca*) en el Gran Ecosistema de la Lacandona, Chiapas, México: estimaciones poblacionales y perspectivas futuras. *Fauna y Flora Internacional, Oryx*. 45(4): 546–553.
- Díaz, S., Fargione, J., Chapin, S. y Tilman, D. 2006. Biodiversity Loss threatens Human Well-Being. *PlosONE*. 4(8):1300-1305.
- Diccionario médico-biológico, histórico y etimológico (dicciomed). 2006. Universidad de Salamanca.
- Farrera, S. O. 2013. Plantas de Chiapas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial. *Lacandonia*. 7(1): 19-29.
- Garmendia, A., V. Arroyo-Rodríguez, A. Estrada, E. J. Naranjo y K. E. Stoner. 2013. Landscape and patch attributes impacting medium- and large-sized terrestrial mammals in a fragmented rain forest. *Journal of Tropical Ecology*. 29:331-344.
- Gompper, M. E., Kays, R. W., Ray, J. C., Lapoint, S. D., Bogan, D. A., y Cryan, J. R. 2006. A comparison of noninvasive techniques to survey carnivore communities in northeastern north america. *Wildlife Society Bulletin*. 34(4): 1142- 1151.
- González-Verdugo, J. A., y Peñalosa-Rueda, X. 2015. Delimitación de riberas de ríos y arroyos. Instituto Mexicano de Tecnología Del Agua.

<https://agua.org.mx/biblioteca/delimitacion-de-riberas-de-rios-y-arroyos/>.

Consultado el 12 de abril de 2018.

Granados-Sánchez, D., López-Ríos, G. F. y Hernández-Solano, J. 1999. Estudio integral de la selva Lacandona, Chiapas. *Revista Chapingo*. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 5 (2): 97-106.

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-71512006000400005&lng=es&tlng=es)

[71512006000400005&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-71512006000400005&lng=es&tlng=es). Consultado el 13 de abril de 2018.

Granados-Sánchez, D., Hernández-García, M. A. y López-Ríos, G. F. 2006. Ecología de las zonas ribereñas. *Revista Chapingo*. Serie ciencias forestales y del ambiente, 12(1): 55-69.

GREER, C. 1978. River management in modern China. Westview Press. Boulder, Colorado, USA.

Haugaasen, T. y Peres C. 2005. Mammal assemblage structure in Amazonian flooded and unflooded forest. *Journal of Tropical Ecology*. 21:113-145.

INEGI. 2020. Censos y Conteos de Población y Vivienda.

Instituto de Geografía, UNAM. 1990. Atlas Nacional de México 1990-1992. México, UNAM.

Jiménez-González, F. J. 2013. Las Áreas Naturales Protegidas Federales. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2013. La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. Gobierno del Estado de Chiapas, México. pp. 391-396.

Jiménez-Valverde, A. y Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*. 8: 151-161.

Kindt, R. & Coe, R. (2005). Tree diversity analysis. A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies. World Agroforestry Centre (ICRAF), Nairobi. ISBN 92-9059-179-X.

Lees, A. C. y Peres C. A. 2007. Conservation value of remnant riparian forest corridors of varying quality for Amazonian birds and mammals. *Conservation Biology*, 22 (2): 439–449.

- Levy, T. S. I., Aguirre, R. J. R., García, P. J. D. y Martínez, R. M. M. 2006. Aspectos florísticos de Lacanhá Chansayab, Selva Lacandona, Chiapas. *Acta botánica mexicana*. 77: 69-98.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Diario Oficial de la Federación de México, México, D.F., 24 de abril de 2012.
- Maldonado, S.E., 2007. "Estructura y diversidad arbórea de la selva alta perennifolia de la Reserva Ecológica Yu-balkah, Tacotalpa, Tabasco, México". Tesis de licenciatura. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Meave del Castillo, J., 1990. Estructura y composición de la selva alta perennifolia de los alrededores de Bonampak. Serie Arqueología, Instituto Nacional de Antropología Historia, México, DF. pp. 147.
- Medellín R. 1994. Mammal diversity and conservation in the Selva Lacandona, Chiapas, México. *Conservation Biology*. 8: 780-799.
- Meli, P., y Carrasco Carballido, V. 2011. Restauración ecológica de riberas, manual para la recuperación de la vegetación ribereña en arroyos de la Selva Lacandona. Corredor Biológico Mesoamericano México. Serie Diálogos. Número 5. México, D. F. 62 pp.
- Meli, P. 2014. Restauración de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas ribereños y otros humedales. Meta-análisis global y evaluación de especies útiles en el trópico húmedo mexicano. Tesis doctoral. Universidad de Alcalá. Departamento de Ciencias de la Vida. 198 pp.
- Meli, P., Ruiz, L. y Carabias, J. 2015. La vegetación riparia. En: Carabias, J., De la Maza, J. y Cadena, R. 2015. Conservación y desarrollo sustentable en la Selva Lacandona. 25 años de actividades y experiencias, México, Natura y Ecosistemas Mexicanos, Pp. 115-127.
- Miranda F. 1952. La Vegetación de Chiapas, Primera Parte. Imprenta del Gobierno del Estado, Tuxtla Gutiérrez.
- Miranda F. y Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 28: 29-179.
- Naranjo, E. J. y E. J. Bolaños. 2003. Correlación entre índices de abundancia y densidades poblacionales de mamíferos en la Selva Lacandona, México. Pp.

- 181-184 en: R. Polanco-Ochoa (ed.), Manejo de fauna silvestre en Amazonía y Latinoamérica. CITES-Fundación Natura, Bogotá, Colombia. 446 pp.
- Naranjo, E. J., y Bodmer, R. E. 2007. Source–sink systems and conservation of hunted ungulates in the Lacandon Forest, Mexico. *Biological Conservation*. 138(3-4): 412-420.
- Naranjo, E. J. 2019. Ecology and conservation of ungulates in the Lacandon Forest, Mexico. Pp. 105-115 en: S. Gallina-Tessaro (Ed). *Ecology and conservation of tropical ungulates in Latin America*. Springer, Cham, Switzerland.
- Naiman, R. J., Decamps, H. y Pollock M. 1993. The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity. *Ecological Applications*. 3(2): 209-212.
- Ortega–Rubio, A., Pinkus-Rendón M. J. y Espitia-Moreno I. C. (Editores). 2015. Las Áreas Naturales Protegidas y la Investigación Científica en México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., La Paz B. C. S., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México. 572 pp.
- Padilla, V. E., Cuevas, G. R. y Koch, S. 2008. Plantas vasculares y vegetación de la parte alta del arroyo agua fría, municipio de Minatitlán, Colima, México. *Acta Botánica Mexicana*. 84: 25-72.
- Porras, L. P., R. Sarmiento, E. J. Naranjo y L. B. Vázquez. 2011. Conservation effectiveness of protected areas in Mexico: Effects on medium and large mammals at local and regional scales. *International Journal of Biodiversity and Conservation*. 3: 487-496.
- Ramírez-Martínez, C., Naranjo, E., Caspeta, J. M., Espinosa-Pérez, H. y Barba, R. 2015. Calidad de los ecosistemas acuáticos en la subcuenca del río Lacantún. 2015. En: Carabias, J., De la Maza, J. y Cadena, R. 2015. Conservación y desarrollo sustentable en la Selva Lacandona. 25 años de actividades y experiencias, México, Natura y Ecosistemas Mexicanos, Pp. 275-289.
- Rovero, F., Jones, T. y Sanderson, J. 2005. Notes on Abbott’s duiker (*Cephalophus spadix* True 1890) and other forest antelopes of Mwanihuana Forest, Udzungwa

- Mountains, Tanzania, as revealed from camera-trapping and direct observations. *Tropical Zoology*. 18: 13-23.
- Ruíz, L. 2011. Herramientas legales para la conservación y restauración de la vegetación ribereña: un estudio de caso en la selva lacandona. Tesis Doctoral, Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, México DF, México. 170 pp.
- Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*. México. Pp. 160-168.
- Saavedra, G. A., López, L. D. M. y Castellanos, F. L. A. 2015. Descripción del medio físico de la cuenca media del río Usumacinta en México. En: Carabias, J., De la Maza, J. y Cadena, R. 2015. Conservación y desarrollo sustentable en la Selva Lacandona. 25 años de actividades y experiencias, México, *Natura y Ecosistemas Mexicanos*, Pp. 19-33.
- SEMARNAP, I. N. E. 2000. Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Montes Azules. Ciudad de México: Instituto Nacional de Ecología (INE) y Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). [http://www.conanp.gob.mx/que\\_hacemos/pdf/programas\\_manejo/montes\\_azules.pdf](http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/montes_azules.pdf). Consultado el 22 de agosto de 2020
- SEMARNAT, 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección. México.
- Soler-Frost, A. M. 2004. Cambios en la abundancia relativa y dieta de *Lontra longicaudis* en relación a la perturbación de la Selva Lacandona. Chiapas, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México. 102 pp.

- Tejeda-Cruz, C. E. J. Naranjo, A. D. Cuarón, H. Perales y J. L. Cruz-Burguete. 2009. Habitat use of wild ungulates in fragmented landscapes of the Lacandon Forest, southern Mexico. *Mammalia*. 73:211-219.
- Thornton, D., Reyna, R., Perera-Romero, L., Radachowsky, J., Hidalgo-Mihart, M. G., Garcia, R., McNab, R., Mcloughlin, L., Foster, R., Harmsen, B., Moreira-Ramírez, J. F., Diaz-Santos, F., Jordan, C., Salom-Pérez, R., Meyer, N., Castañeda, F., Elvir, V. F. A., Ponce S. G., Amit, R., Arroyo-Arce, S., Thomson, I., Moreno, R., Schank, C., Arroyo-Gerala, P., Bárcenas, H. V., Brenes-Mora, E., Calderón, A. P., Cove, M. V., Gomez-Hoyos, D., González-Maya, J., Guy, D., Hernández, J. G., Hofman, M., Kays, R., King, T., Martínez M. M. A., de la Maza, J., León-Pérez R., Ramos, V. H., Rivero, M., Romo-Asunción, S., Juárez-López, R., Jesús-de la Cruz, A, de la Torre, J. A., Towns, V., Schipper, J., Portillo, R. H. O., Artavia, A., Hernández-Perez, E., Martínez, W., Urquhart, G. R., Quigley, H., Pardo, L. E., Sáenz, J. C., Sanchez, K., y Polisar, J. C. 2020. Precipitous decline of white-lipped peccary populations in Mesoamerica. *Biological Conservation*. 24(2): 1-12
- Towns A. V. S. 2013. Monitoreo poblacional de algunas especies de mamíferos de talla mayor en la selva alta perennifolia del estado de Chiapas, México. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. Posgrado en Ciencias Biológicas. Instituto de Biología. México, D.F. 90 pp.
- Towns, V., León-Pérez, R., de la Maza, J., y Morató, S. 2015. Mamíferos de la subcuenca del Lacantún. En: Carabias, J., De la Maza, J. y Cadena, R. 2015. Conservación y desarrollo sustentable en la Selva Lacandona. 25 años de actividades y experiencias, México, Natura y Ecosistemas Mexicanos, Pp. 145-159.
- Udrizar, S. D. E., Abba, A. M., Bender, J. B. y Simon, P. M. 2008. Mamíferos del arroyo Perucho Verna, entre ríos, Argentina. *Mastozoología Neotropical*, 15(1): 75-84.
- Xiang, H., Zhang, Y. y Richardson, J. S. 2016. Importance of riparian zone: effects of resource availability at land-water interface. *Riparian Ecology Conservation*. 3: 1-17.

Zimbres, B., Peres, C. A. y Machado R. B. 2016. Terrestrial mammal responses to habitat structure and quality of remnant riparian forest in an Amazonian cattle-ranching landscape. *Biological conservation*. 1-10.

## XII. ANEXOS

Cuadro 5. Formato para registro de especies arbóreas.

Especie	N° de individuo	Perímetro (cm)	Altura (cm)	Diámetro mayor cobertura (cm)	Diámetro menor cobertura (cm)

Cuadro 6. Formato para registro de especies vegetales no arbóreas.

Especies dominantes	% de cobertura	Altura de vegetación (cm)	Observaciones

Cuadro 7. Formato para registro de fototrampeo.

Fecha: \_\_\_\_\_

Especie	Coordenadas		N° Transecto	Hora de registro	N° Cámara	N° Foto	Observaciones
	X	Y					

Cuadro 8. Formato para registro de huellas.

Fecha: \_\_\_\_\_

Especie	Coordenadas		Hora	Ancho de la huella	Largo de la huella	Largo de garras	Anchura de cojinete	Largo de cojinete	Condiciones de huella	N° Foto
	X	Y								

Cuadro 9. Formato para registro de observación directa.

Fecha: \_\_\_\_\_

Especie	Coordenadas		Hora	Distancia a la que se observó	N° Foto	Observaciones
	X	Y				