

Ana Camila Venegas Diversidad de insectos y su relación con características de la
vegetación en La Reserva Agroforestal Santa Librada y áreas de influencia, Tolima

**Diversidad de insectos y su relación con características de la vegetación
en La Reserva Agroforestal Santa Librada y áreas de influencia, Tolima**

Ana Camila Venegas Rodríguez

Universidad El Bosque

Facultad Ciencias

Programa de Biología

Bogotá D.C., 2022

Ana Camila Venegas Diversidad de insectos y su relación con características de la
vegetación en La Reserva Agroforestal Santa Librada y áreas de influencia, Tolima

**Diversidad de insectos y su relación con características de la vegetación
en La Reserva Agroforestal Santa Librada y áreas de influencia, Tolima**

Ana Camila Venegas Rodríguez
Trabajo de grado presentado para optar al título de Bióloga

Director

Daniel Castillo Velandia
M Sc. Ciencias
Biológicas

Codirector

Fredy Palacino Rodríguez
Estudiante de Doctorado en Ciencias Biológicas

Asesora estadística

Dra. Maya Rocha Ortega

Universidad El Bosque

Facultad Ciencias

Programa de Biología

Bogotá D.C., 2022

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, Agradezco al señor Danilo Gutiérrez Moledoux por sus conocimientos y por darnos paso a desarrollar este trabajo, en la bella Reserva Agroecológica Santa Librada, a la señora Sandra por sus cuidados y atenciones, de igual manera a sus vecinos, el señor Humberto, el señor Ramiro y especialmente a la señora Rubiela León por abrimos paso en sus hogares durante la fase de campo del proyecto.

Agradezco a mi familia por apoyarme en el desarrollo de la carrera desde el principio y en todo momento. También, agradecimientos a mi director Daniel Castillo Velandia, a mi codirector Fredy Palacino Rodríguez, por su apoyo, paciencia, y orientación a lo largo de este proceso.

Agradezco también por su labor, sabiduría y soporte en el análisis estadístico a la Dra. Maya Rocha Ortega, por su apoyo durante el desarrollo de este trabajo.

Agradezco también a mis compañeros por darme ánimos en especial en momentos de incertidumbre, en especial a mi compañera Laura Mendoza y Jhon Jaramillo por sus aportes y acompañamiento en este proceso.

Finalmente, gracias a la Universidad El Bosque, el Programa de Biología y el laboratorio INBIBO por dar el espacio necesario para culminar el desarrollo de este trabajo de investigación.

Ana Camila Venegas Diversidad de insectos y su relación con características de la
vegetación en La Reserva Agroforestal Santa Librada y áreas de influencia, Tolima

NOTA DE SALVEDAD

Artículo 23 de la Resolución N° 13 de Julio de 1946: “La Universidad El Bosque no se hace responsable de los conceptos emitidos por el investigador en su trabajo, solo velará por el vigor científico, metodológico y ético en aras de la búsqueda de la verdad”.

Ana Camila Venegas Diversidad de insectos y su relación con características de la
vegetación en La Reserva Agroforestal Santa Librada y áreas de influencia, Tolima

DEDICATORIA

A mi familia y amigos por conservar su fe en mis capacidades durante el desarrollo de la carrera
y la realización del proyecto.

Contenido

| | |
|---|----|
| 1.Introducción | 13 |
| 2.Marco de referencia..... | 15 |
| 2.1. Antecedentes..... | 15 |
| 2.2. Servicios ecosistémicos | 15 |
| 2.3.Sistemas agroforestales..... | 16 |
| 2.4. Clase Insecta | 17 |
| 2.5.Técnicas de muestreo..... | 17 |
| 2.6. Diversidad, abundancia y riqueza..... | 18 |
| 2.7.Características de la vegetación | 18 |
| 2.8. Conservación y amenazas | 18 |
| 3. Pregunta de Investigación | 20 |
| 4. Justificación | 21 |
| 5. Objetivos..... | 22 |
| 5.1. Objetivo general..... | 22 |
| 5.2. Objetivos Específicos..... | 22 |
| 6. Método..... | 23 |
| 6.1. Área de Estudio | 23 |
| 6.2. Registro de datos | 24 |
| 6.2.1. Registro de características de la vegetación | 25 |
| 6.2.2. Cobertura de dosel | 25 |
| 6.2.3. Altura de la vegetación | 27 |
| 6.2.4. Diámetro al nivel del pecho..... | 27 |
| 6.2.5. Registro de datos insectos..... | 27 |
| 6.2.6. Identificación de morfoespecies..... | 30 |
| 6.3. Análisis estadístico..... | 31 |
| 6.3.1. Índice de dominancia y diversidad de Simpson | 32 |

| | |
|--|----|
| 6.3.2. Índice de similitud de Jaccard | 32 |
| 6.3.3. Perfil de diversidad y curvas de acumulación de especies..... | 33 |
| 6.3.4. Modelos lineales generalizados | 33 |
| 6.3.5. Prueba Post-Hoc de Tukey..... | 34 |
| 7. Resultados | 35 |
| 7.1. Diversidad de plantas | 35 |
| 7.2. Diversidad de insectos | 36 |
| 7.2.1. Curvas de acumulación de especies..... | 37 |
| 7.2.2. Índices de Diversidad | 38 |
| 7.2.3. Modelos Lineales generalizados | 40 |
| 7.2.4. Prueba Post-Hoc de Tukey | 40 |
| 8. Análisis y discusión | 42 |
| 8.1. Cobertura Baja | 42 |
| 8.2. Cobertura Media | 43 |
| 8.3. Cobertura Alta | 44 |
| 8.4. Efecto de la cobertura en la diversidad y riqueza de insectos | 44 |
| 9. Conclusiones | 50 |
| 10. Bibliografía | 51 |
| 11. Anexos | 62 |

Lista de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Ubicación de la Reserva Agroforestal Santa Librada, vereda la Honda, Líbano, Tolima, Colombia..... | 2 |
| Figura 2. Recuperado de GLOBE (2005) a) Medición cobertura de vegetación b) Medición circunferencia del árbol..... | 24 |
| Figura 3. Densímetro de fabricación casera. Recuperado de GLOBE (2005) | 25 |
| Figura 4. Croquis para registro de cobertura vegetal..... | 28 |
| Figura 5. Pases dobles con jama, cada flecha indica la dirección del barrido por cada transecto de 20x5m..... | 29 |
| Figura 6. Observación de caracteres morfológicos en campo para clasificación de morfoespecies..... | 29 |
| Figura 7. a) Barrido con red entomológica b) Vista interior c) Vista exterior y d) Marcaje dentro del envase cilíndrico usado para marcar los insectos. | 30 |
| Figura 8 . a) Insecto observado en estereoscopio Nikon® SMZ44 b- c) Trabajo de curatoria en MUB..... | 31 |
| Figura 9. Características morfológicas para la diferenciación de “morfoespecies” de Insecta. Recuperado de Jaramillo, 2022 | 32 |
| 10. Morfoespecies por orden de vegetación en la Reserva Agroforestal Santa Librada y áreas de influencia | 36 |
| Figura 11. Familias por orden de la clase Insecta en la Reserva Agroforestal Santa Librada y áreas de influencia..... | 37 |
| Figura 12. Riqueza de morfoespecies por cada orden de la clase Insecta en la Reserva Agroforestal Santa Librada y áreas de influencia | 38 |

Figura 13. Perfil de diversidad de insectos en tres coberturas de vegetación, en Reserva
Agroforestal Santa Librada y áreas de influencia 38

Figura 14. Curvas de a) muestreo de rarefacción y extrapolación basada en el tamaño de la
muestra b) completitud de la muestra c) muestreo de rarefacción y extrapolación basada en la
cobertura..... 40

Figura 15. Abundancia de insectos vs Riqueza de plantas, punto morado referencia a la Cob_2,
punto naranja a Cob_1 y punto verde a Cob_2..... 42

Lista de tablas y anexos

Tabla 1. Rangos de medidas de características de la vegetación por tipo de área de muestreo.
..... 26

Tabla 2. Índices de diversidad por cobertura de vegetación
..... 39

Tabla 3. Índice de diversidad de Jaccard
..... 40

Anexo 1. Abundancias por morfoespecies de insectos en la Reserva Agroforestal Santa
Librada y áreas de influencia.
..... 63

Anexo 2. Morfoespecies de insectos en la Reserva Agroforestal Santa Librada y áreas de
influencia.
.....73

Anexo 3. Resultados en Rstudios de modelos lineales generalizados para correlación de
riqueza y abundancia de insectos por cobertura vegetal.
.....76

Anexo 4. Pruebas Post-Hoc en software R Studios para comparación de medidas de riqueza y
abundancia de insectos en función de cobertura vegetal
..... 77

Resumen

La composición vegetal, dentro de un ecosistema, brinda diferentes microhábitats para sustentar diversos tipos de organismos, cuya presencia permite indicar la salud y los posibles servicios ecosistémicos que este provee, tales como la calidad de agua y aire, procesos de polinización y dispersión, control de plagas y enfermedades, entre otros. Por consiguiente, este estudio propone reconocer la relación entre insectos y características de la vegetación, a partir de estimaciones y comparaciones entre la diversidad de insectos en tres sitios con características diferentes de la vegetación, tanto en parches de bosque secundario y cultivos, a través de la identificación de los organismos observados y marcados, cada sitio fue delimitado por diferentes porcentajes cobertura vegetal, altura de dosel y diámetro al nivel del pecho dentro de un sistema agroecológico en proceso de recuperación desde hace 50 años, en una reserva agroecológica, donde se encontró principalmente que la cobertura de dosel tiene una influencia significativa sobre la riqueza y abundancia de insectos dentro de los sistemas agroforestales.

Palabras Clave: Entomofauna, Artrópodos, Neotrópico, Área protegida, Colombia

ABSTRACT

The plant composition, within an ecosystem, provides different microhabitats to sustain various types of organisms, whose presence allows indicating the health and possible ecosystem services that it provides, such as the quality of water and air, pollination and dispersion processes, control pests and diseases, among others. Therefore, this study proposes to recognize the relationship between insects and vegetation characteristics, based on estimates and comparisons between the diversity of insects in three sites with different vegetation characteristics, both in patches of secondary forest and crops, through the identification of the organisms observed and marked, each site was delimited by different percentages of vegetation cover, canopy height, and diameter at chest level within an agroecological system in the process of recovery for 50 years, in an agroecological reserve, where found mainly that canopy cover has a significant influence on the richness and abundance of insects within agroforestry systems.

Key words: Entomofauna, Arthropods, Neotropics, Protected areas, Colombia

1 Introducción

Los insectos son un grupo de organismos abundantes del cual tenemos un conocimiento poco desarrollado. Sabemos este grupo de organismos es diverso y desempeñan diferentes tipos de funciones dentro de procesos ecológicos, es decir, son un componente esencial para el funcionamiento y mantenimiento estructural de los ecosistemas (Luna, 2005). Al mismo tiempo los insectos, no están exentos a procesos estocásticos que impliquen cambios en el paisaje, como la fragmentación o transformaciones en la composición del medio, procesos que consecuentemente pueden alterar su permanencia, función o incluso disminuir las posibilidades de enfrentar eventos de extinción (Avendaño, 2015).

Generalmente el número de especies de insectos está soportado por la variedad de especies arbóreas tropicales. Dado que gran parte de estos insectos son herbívoros, el identificar las características de las plantas relacionadas con el número de insectos y posibles eventos históricos evolutivos son esencial para comprender cómo la relaciones planta- insecto dan configuración a los ecosistemas y mantienen la diversidad dentro de estos (Basset & Novotny, 1999). En el contexto internacional, tanto Norteamérica como Europa han documentado la constante disminución de diversidad de insectos en los países templados, sugiriendo la posible extinción del 40% de especies de insectos, lo que ha generado preocupación ya que estos organismos son un componente central que garantiza la seguridad alimentaria a nivel mundial, al mismo tiempo, debido a la alta diversidad de este grupo de organismos existen múltiples limitaciones de conocimiento científico para garantizar su protección (Basset & Lamarre, 2019).

El identificar la presencia y abundancia de artrópodos, permiten indicar ciertas condiciones ambientales, dado se han identificado que ciertos grupos de organismos están asociados a variables establecidas como rangos altitudinales, grado de mineralización del agua, pH, variedad de la diversidad de especies vegetales, entre otras variables ambientales, por lo que algunos taxones a nivel familia o

género de insectos son utilizados como bioindicadores, es decir, como una medida sustituta indirecta sobre el estado de un ecosistema (Didham et al, 2012). Estudios sobre la modificación de la vegetación raparía por el cambio de uso de la tierra, han demostrado pueden generar alteraciones significativas en la distribución y dispersión de insectos de manera horizontal y vertical en el componente vegetal, además de afectar el desarrollo de los estadios larvales y maduración, el éxito reproductivo, provocando el declive de poblaciones de artrópodos (Bassel & Lamarre,2019).

La reserva agroecológica Santa Librada, hace 50 años era un territorio de cultivo de cacao, café y pastoreo, desde entonces se encuentra en proceso de recuperación y reforestación. Hoy en día, la reserva cuenta con un sistema agroecológico, con bosques secundarios en proceso de transformación del cual se han inventariado hasta 500 especies vegetales y animales, además, integra un sistema de producción agropecuario, promueve el cuidado de los recursos naturales, investigación y educación sobre la flora y fauna nativa (D, Gutiérrez, com. pers). Dadas las condiciones físicas y bióticas, de la mano de la creciente preocupación por la conservación e investigación para la protección de artrópodos, surge el interés y necesidad por ejercer investigación sobre la diversidad de insectos respecto a la composición vegetal dentro del sistema agroecológico de la reserva.

2 **Marco de referencia**

2.1 *Antecedentes*

En el municipio del Líbano se ha reconocido a la reserva agroforestal santa librada como un modelo para la conservación y restauración ecológica, que promueve la educación ambiental, implementa el ecoturismo y ha dado paso a la investigación científica sobre la biodiversidad que alberga en el bosque secundario que se encuentra en estado de sucesión de desde hace 50 años, y que se ha recuperado cuando inicialmente el territorio se ocupaba para la producción de *cacao, café con sombrero y algunos pastizales*. Este proceso ha demostrado y confirmado que se puede desarrollar actividades agropecuarias al tiempo que se ve por el bien de los recursos naturales. Actualmente, se ha encontrado que la reserva cuenta con aproximadamente 500 especies de fauna y flora reportadas, al tiempo que se realizan estudios sobre la fauna de aves, insectos, quirópteros, entre otros grupos, que están en el proceso de ser publicados (D. Gutiérrez, com. pers.; Mendoza, 2021).

2.2 *Servicios ecosistémicos*

La Evaluación de Ecosistemas de Milenio (2005), ha resaltado que el bienestar humano depende de los servicios que ofrecen diversos ecosistemas, que a su vez dependen de las funciones y estructura que surge de las interacciones que se dan desde la biodiversidad que los componen; La evaluación del milenio, tiene como premisa básica que las personas dependemos de la naturaleza y de los servicios de los ecosistemas para alcanzar y mantener el bienestar junto con la calidad de vida del hombre en el presente y el futuro, por lo tanto, es imperativo reconocer la dependencia de la humanidad hacia la naturaleza. El panel de evaluación describe entonces a cuatro grupos de servicios provenientes de los ecosistemas: soporte (ciclo de nutrición, formación del suelo), abastecimiento (alimento, agua potable, madera, tejidos, etc.), regulación: disfrute de un clima favorable, purificación de agua, etc.), y culturales (valores recreativos, científicos, educativos, estéticos, de enriquecimiento espiritual, etc.) (Martín, Gómez y Montes, 2009).

2.3 *Sistemas agroforestales*

Dentro de los sistemas agroecológicos, el suelo es ocupado por especies arbóreas leñosas junto con cultivos agrícolas o actividades pecuarias, cuyo resultado implica numerosas interacciones ecológicas y económicas (Aguilar & Ramírez, 2015). La manera en la que son implementados generan un efecto contrario a la simplificación que suele surgir en las prácticas de cultivo convencionales, cuyo impacto puede ser negativo dado influye en la limitación de la variedad de fuentes alimentarias que sostienen la redes tróficas naturalmente dentro de un ecosistema, reduciendo los procesos y funciones que dan soporte a su estructura (Duarte & López, 2020), al reducir la diversidad de vegetación, aumenta el riesgo de atraer plagas especialistas en el consumo del producto primario de la siembra, afectando la calidad y rendimiento del cultivo, es por ello que las prácticas agroforestales surgen como una ciencia, que modela prácticas sostenibles con gran variedad de beneficios como minimizar las salidas de agua, materia orgánica, aire y energía solar para conservar la fertilidad, proteger los suelos, y favorecer la biodiversidad del sistema al aumentar las interacciones benéficas entre los organismos vivos, permitiendo que exista una autorregulación de las poblaciones o infecciones y el flujo de energía (Altierti, 2001; Chavarría & Martínez, 2017).

Los cultivos de sombra son un modelo de la agroecología, donde se agregan especies que proveen de sombra, la cual genera cambios en diferentes parámetros ambientales, de manera que alteran o proveen de diversos microclimas al sistema productivo, dichos cambios se han visto reflejados o descritos en la modificación de la cantidad radiación solar que ingresa, en la temperatura, humedad, disponibilidad de agua en el aire y el suelo, reducción en el impacto de la lluvia y disminución de la tasa de evaporación del agua según el efecto del cierre de dosel sobre el cultivo, este ha sido un fenómeno ampliamente estudiado en los cafetales (Acuña, 2016; Farfán, 2019).

El bosque secundario dentro de la reserva es de gran importancia para la restauración ecológica de los suelos y bosques tropicales, degradado por las practicas convencionales e invasivas de la agricultura

convencional, como los son los monocultivos, el uso de fertilizantes y pesticidas sintéticos (Cardozo & Rios, 2004; Harvey et al., 2006), además permiten el desplazamiento y la plasticidad de las dinámicas e interacciones de la diversidad de fauna y flora (Lozano-Zambrano, 2009; Korpela et al., 2014).

2.4 *Clase Insecta*

En Colombia la clase Insecta es considerada un grupo de megadiverso, dentro de este grupo los órdenes con mayor representatividad son Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera y Diptera, los cuales son considerados órdenes hiperdiversos, pues presentan la mayor cantidad de riqueza de especies (Andrade & Fernández, 1999). Esto gracias a su potencial para colonizar una amplia gama de microhábitats, por su corto ciclo de vida y pequeños tamaños que favorecen su rápida dispersión (Rangel, 2015), debido a esto, los insectos se han diversificado en gran variedad de ecosistemas, ya que Colombia posee diversidad geológica, presentando diversos pisos térmicos y condiciones, así mismo, la gran cantidad de nichos que pueden ocupar los insectos, desde polinizadores, hasta controladores de plagas e insectos saproxílicos favorece su dispersión (Borror & DeLong (2005).

Por otra parte, su gran plasticidad para adaptarse y ocupar variados roles ecológicos ha hecho de este grupo el mayor porcentaje de organismos dentro de los ecosistemas (Crespo, 2013). Además, algunos artrópodos son considerados bio-indicadores y vectores de enfermedades que afectan al ser humano (Arnaldos et al., 2011; León et al., 2010).

2.5 *Técnicas de muestreo*

El muestreo de diversidad de artrópodos puede hacerse en áreas con diferencias topográficas o de vegetación (Moreno, 1977), usando estrategias de organización del área como lo son los transectos o cuadrantes, este último en áreas con condiciones homogéneas (Aguirre, 2014). Por otra parte, los muestreos pueden clasificarse de diferentes maneras, activos; por observación directa, búsqueda activa, aspiradora biológica y red entomológica, o métodos pasivos, como el uso de trampas entomológicas, entre las cuales se encuentran, las trampas de barrera, de luz o arrastre entre otras (Ramírez et al., 2014).

Por otra parte, en Colombia para realizar muestreos de fauna es necesario contar con la normativa actual del país, la cual para ejercicios investigativos se fundamenta en Colombia la recolección de organismos a fines de investigación bajo el Decreto 1376 de 2013, así como los permisos marco, los cuales se encuentra activos para entidades educativas que requieran, realizar muestreos y colectas de individuos en campo.

2.6 Diversidad, abundancia y riqueza

La diversidad es la variabilidad de organismos vivos que forman parte de un ecosistema o de complejos ecológicos, que se puede abordar de diferentes formas y escalas, es decir, entre una especie, poblaciones, comunidades, entre otras escalas (IAvH 2000; UNEP, 1992). Para estimar la diversidad es necesario realizar el inventario del grupo de organismos de interés abordando la abundancia de organismos y el número de especies (riqueza específica) en un área delimitada acorde con los objetivos de estudio; con estos datos es posible abordar la biodiversidad de las tres formas que se han descrito. Posteriormente, los datos de riqueza y abundancia permitirán reflejar la coexistencia de especies dentro de una comunidad (Diversidad alfa), el grado de cambio o reemplazo de las especies dentro de una comunidad en una región (Diversidad Beta), o estimar simultáneamente la riqueza total de especies junto el grado de recambio o reemplazo entre comunidades en varias regiones (diversidad Gamma), el tipo de diversidad a estimar se define al mismo tiempo que se ha determinado una escala geográfica a trabajar (Moreno, 2000; Villareal et al, 2004).

2.7 Características de la vegetación

Identificar diferencias estructurales de la vegetación como el dosel, la altura y el DAP, son variables de que se pueden aprovechar al momento de ejecutar estudios de diversidad estructural, en la cual se puede identificar la composición florística, distribución y disposición espacial del material vegetal, que

además permiten delimitar áreas de estudio según su estructura o composición vegetal, al mismo tiempo, permiten reconocer la influencia de las morfologías al momento de beneficiar o perjudicar la presencia de ciertos grupos faunísticos (Ferrero-Díaz, 2015; Danserau, 1957).

En este caso, la cobertura de dosel y la altura y el DAP son características ampliamente visibles que permiten la delimitación de diferentes zonas de estudio, ya que dan lugar a la creación de perfiles de la vegetación, a partir de criterios fenológicos que pueden brindar información relevante sobre la diversidad y el objeto de interés en el área de estudio (Ferrero-Díaz, 2015). Reconocer las características y composición de la vegetación, permite la clasificación de coberturas para el estudio y desarrollo de herramientas de sistemas de información geográfica como lo propone la metodología de GLOBE.

2.8 *Conservación y amenazas*

Generalmente, la especie arbóreas, arbustivas y herbáceas tropicales soportan gran diversidad de insectos herbívoros, dada la variabilidad de estructuras, microclimas y hábitats dentro de la estratificación vertical desde el suelo hasta el dosel de los bosques (Didham et al, 2012), sin embargo, la diversidad de invertebrados se encuentra en declive por varias razones, una de ellas es que muchos son especialistas sobre el recurso alimentario y la disponibilidad de microhábitats, además, la mayoría de insectos son herbívoros y las relaciones planta - insecto suelen ser íntimas al punto donde la alteración en las abundancia de la vegetación trae graves consecuencias para las poblaciones de insectos y consecuentemente para las especies que dependen de estos pequeños invertebrados, así que la pérdida, alteración y fragmentación del hábitat generan fuertes amenazas para la estructura y funcionamiento de los ecosistemas completos de los que el hombre depende, por los múltiples servicios que estos sistemas complejos ofrecen (Basset & Lamarre, 2019). Es por eso, que surge el interés de investigar las relaciones que ocurren y la diversidad dentro de los agroecosistemas desde el componente vegetal en dinámica con la fauna que alberga y así aportar bases científicas, que contribuyan conocimientos sobre sistemas agroecológicos biodiversos (Chavarría & Martínez, 2017; Duarte & López, 2020).

3 Pregunta de Investigación

¿Existe una relación entre la diversidad de insectos y tres características de la vegetación?

4 Justificación

Los Agroecosistemas al ser estrategias de manejo integral de Bosques y sistemas productivos, requieren de la identificación de componentes estructurales y funcionales de la biota que integran estos ecosistemas, como lo son el componente vegetal y la riqueza de insectos, puesto que los estudios sobre la artropofauna son de gran importancia para el desarrollo de actividades agrícolas. Debido a su imposibilidad taxonómica y la complejidad del estudio de las interacciones biológicas de las que hacen parte, es necesario su reconocimiento y el enriquecimiento de los conocimientos bases como inventarios de diversidad en plantas e insectos, para la toma de decisiones y planes de conservación, ya que dada su importancia dentro de estos sistemas como proveedores de diversos servicios ecosistémicos son necesarios para al tiempo satisfacer y beneficiar a las actuales y futuras necesidades del hombre.

5 Objetivos

5.1 Objetivo general

Reconocer si existe una relación entre la diversidad de insectos y tres características de la vegetación en La Reserva Agroforestal Santa Librada, Tolima.

5.2 Objetivos Específicos

- Estimar la diversidad de insectos en áreas con diferentes porcentajes cobertura dosel, altura de la planta y DAP (Diámetro al nivel del pecho).
- Comparar la diversidad de insectos entre áreas con diferentes características de la vegetación en La Reserva Agroforestal Santa Librada, Tolima.

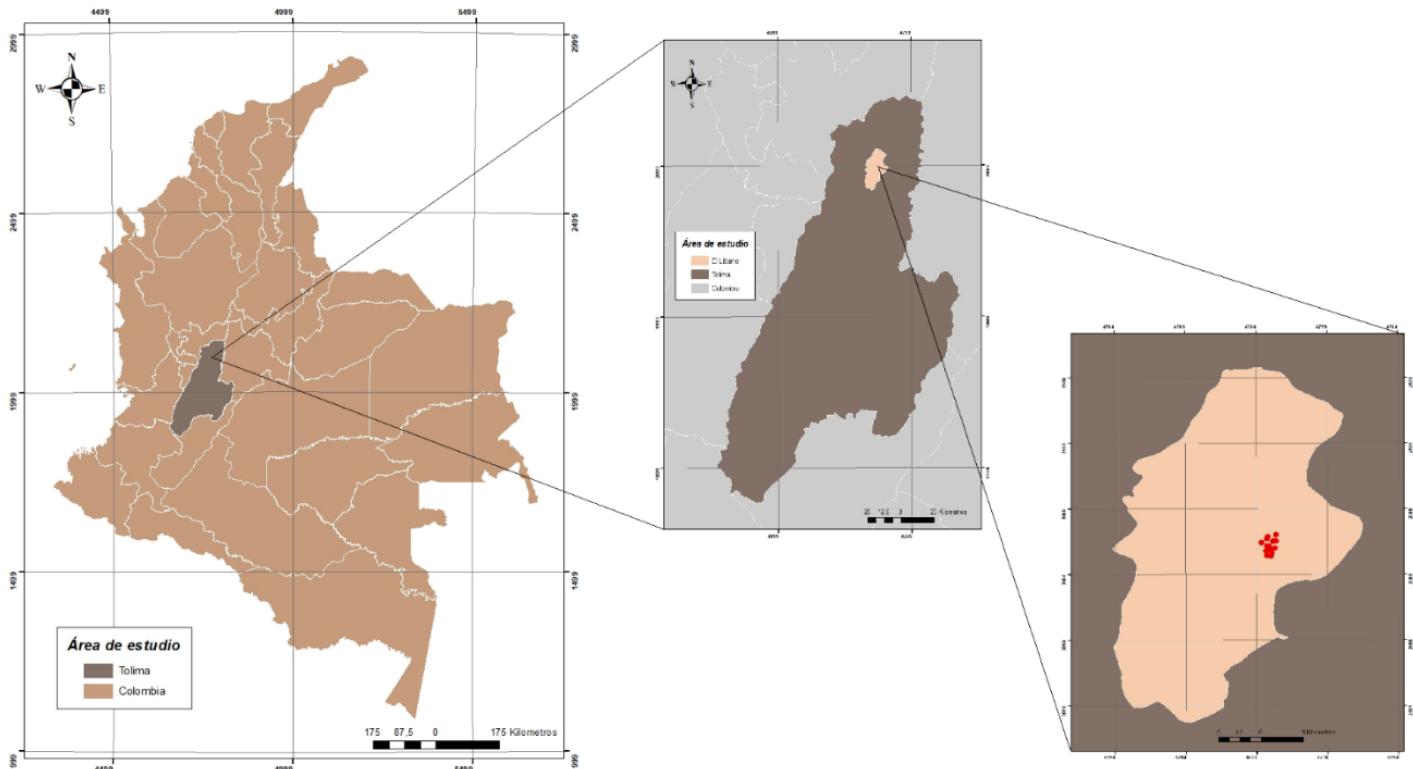
6 Método

6.1 Área de Estudio

La investigación se desarrolló en la reserva Agroecológica Santa Librada y áreas de influencia (4,92194 N - 75,07583 W) en el departamento de Tolima. El área de estudio es un bosque húmedo premontano (Holdridge, 1996), con una variación altitudinal entre los 818 y los 1176 msnm, con una temperatura promedio de 25.17 °C, humedad 86% y nubosidad de 76% (Castañeda, Alvarado, & Segura, 2013). El paisaje presenta una matriz heterogénea moldeada por cultivos de aguacate (*Persea* sp.), cacao (*Theobroma* sp.), plátano (*Musa* sp.) y café (*Coffea* sp.) en medio de parches de bosque secundario en sucesión (Renza Meléndez, Ramírez Reinoso, Sanabria, & Olaya Medina, 2015; Bandera, 2019).

Figura 1. Ubicación de la Reserva Agroforestal Santa Librada, vereda la Honda, Líbano, Tolima,

Colombia.



6.2 Registro de datos

La recolección de datos se llevó a cabo desde el 23 de febrero hasta el 29 de marzo de 2021. El muestreo se realizó en tres sitios con diferente porcentaje de cobertura vegetal (Tabla 1), que incluyeron zonas de cultivo de sombra donde la cobertura de dosel es baja (10 – 39%), zonas de bosque secundario donde la cobertura de dosel es alta (70 – 90%) y zonas intermedias denominadas así por tener una cobertura de dosel media (40 – 69%). En cada zona se realizaron 5 muestreos en cuadrantes de 20x50 m, con una distancia de 460 m entre sí (M. Rocha, com. pers.). Para cada uno de los cuadrantes, se registró la abundancia y diversidad de insectos junto con la información de características de vegetación como el diámetro al nivel del pecho (DAP), cobertura de dosel y altura de la planta.

Las zonas de bosque secundario dentro de la reserva se encuentran en un estado de sucesión que inició hace 50 años, desde la iniciativa de transformar monocultivos en agroecosistemas y áreas de conservación, donde actualmente predominan especies arbóreas como ceibas (Malvaceae), guarumos (Urticaceae), nogales (Juglandaceae), guayacanes (Zygophyllaceae), y laureles (Lauraceae), entre otras especies (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, s. f.).

Por otro lado, los cultivos de sombra o agroecosistemas se caracterizan por albergar más de una especie vegetal (Herrera et al., 2011). En las zonas de cultivo, el plátano hartón (*Musa paradisiaca* Linneo) es la especie que genera sombra para otras especies de interés agrícola como la yuca (*Manihot esculenta* Crantz), el café (*Coffea* sp.), y el cacao (*Theobroma cacao* Linneo). Al seleccionar las zonas intermedias, se tuvo en cuenta sitios donde las características de la vegetación como el DAP, altura y cobertura de dosel se encontraban en un rango intermedio entre el bosque secundario y los cultivos de sombra dentro de cada cuadrante (Tabla 1).

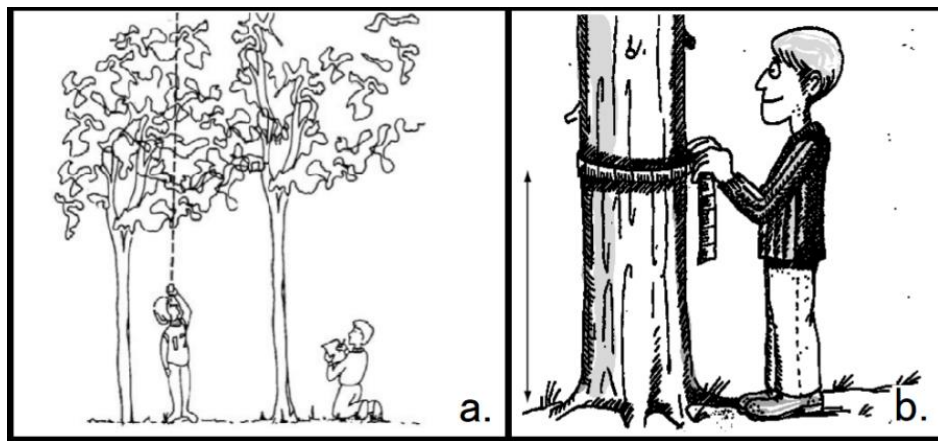
Tabla 1. Rangos de medidas de características de la vegetación por tipo de área de muestreo.

| | Altura Dosel (m) | DAP (m) | Cobertura Dosel (%) |
|--------------|-------------------------|----------------|----------------------------|
| Cob_1 | 0,54 - 7,10 | 0,08 - 0,40 | 10 – 39 |
| Cob_2 | 0,92 – 9,32 | 0,03 - 1,16 | 40 – 69 |
| Cob_3 | 1,15 – 34,17 | 0,02- 2,45 | 70 – 90 |

6.2.1 Registro de características de la vegetación

El número de morfoespecies (msp) vegetales por punto de muestreo fue registrado. Así mismo, se registró el DAP (Diámetro al nivel del pecho), porcentaje cobertura dosel y altura de la planta (Figura 2a-b), siguiendo parte de la metodología de “*GLOBE Program Teacher’s Guide*” (2005) del protocolo biométrico para cobertura terrestre.

Figura 2. Recuperado de GLOBE (2005) a) Medición cobertura de vegetación b) Medición circunferencia del árbol

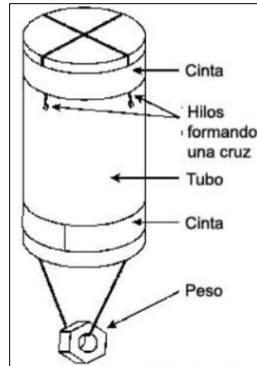


6.2.2 Cobertura de dosel

Con un densímetro de fabricación casera, que consta de un tubo cilíndrico al cual se le adhieren dos hilos en forma de cruz en un extremo y una tuerca sujeta con hilo en su otro extremo (Figura 3), se

realizaron las observaciones de cobertura vegetal. A través del cuerpo cilíndrico del densímetro en posición vertical se observó la presencia o ausencia de ramas en el campo visual (Figura 2b), específicamente en la intersección de los hilos en extremo superior, la medición se diagramó en un croquis del cuadrante (Figura 4).

Figura 3. Densímetro de fabricación casera. Recuperado de GLOBE (2005)



Para obtener el porcentaje de cobertura, cada cuadrante fue dividido en 40 parcelas de 5x5 m para realizar las observaciones con el densímetro. En los croquis, los registros de cada parcela fueron marcados con un signo + en caso de presencia y un signo – en caso de ausencia de ramas (Figura 4). Posteriormente, se hizo la sumatoria del número de parcelas con observaciones de presencia de ramas y tomando en cuenta que el número total de observaciones fue 40, se realizó una regla de 3 simple:

$$X = \frac{(C * B)}{A}$$

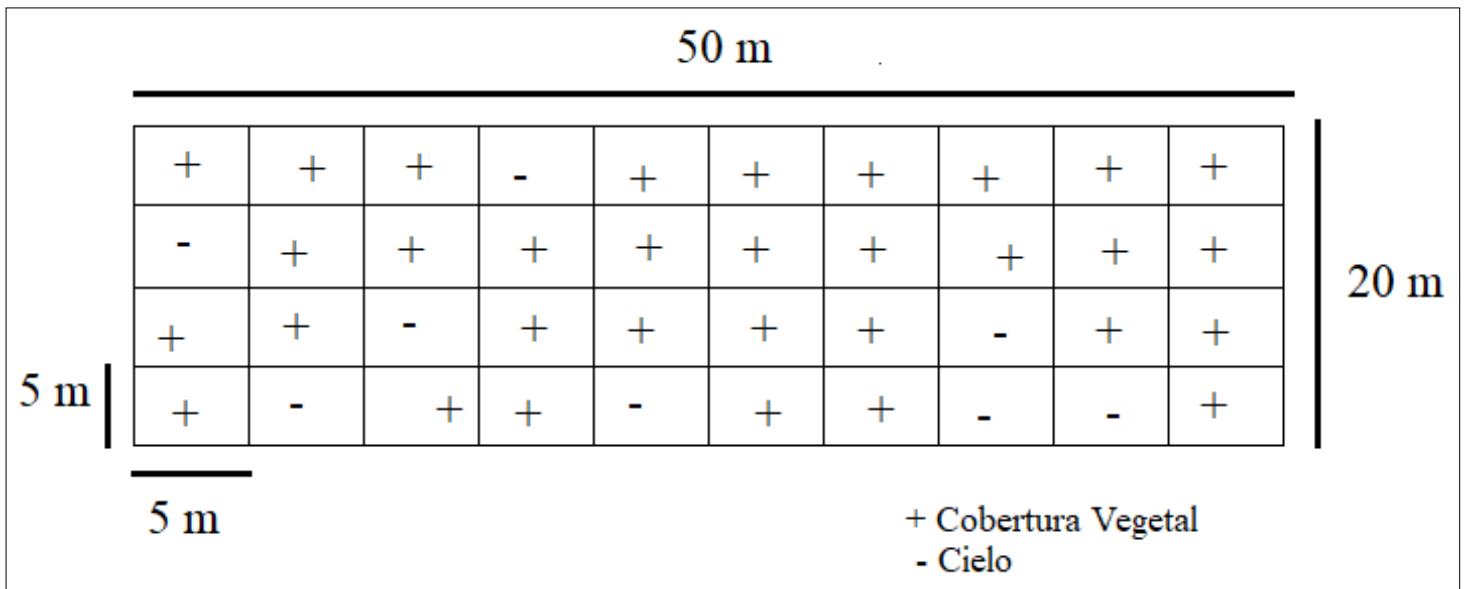
X= Porcentaje de cobertura

C= N° de observaciones de cobertura

B=100

A= N° total de observaciones por cuadrante (40)

Figura 4. Croquis para registro de cobertura vegetal



6.2.3 *Altura de la vegetación*

Este registro se tomó con el fin de tener una descripción gráfica de los puntos de muestreo, independiente de que la captura de los insectos se llevará a cabo de 0 a 2 metros desde la superficie del suelo. Con una cinta métrica se tomó la distancia de la superficie del suelo y la altura de la planta.

6.2.4 *Diámetro al nivel del pecho*

Tomando la medida del CAP (perímetro o circunferencia a la altura del pecho) con una cinta métrica a una altura de 1,30 m desde la superficie del suelo (Figura 2c), se calculó el DAP con la siguiente ecuación:

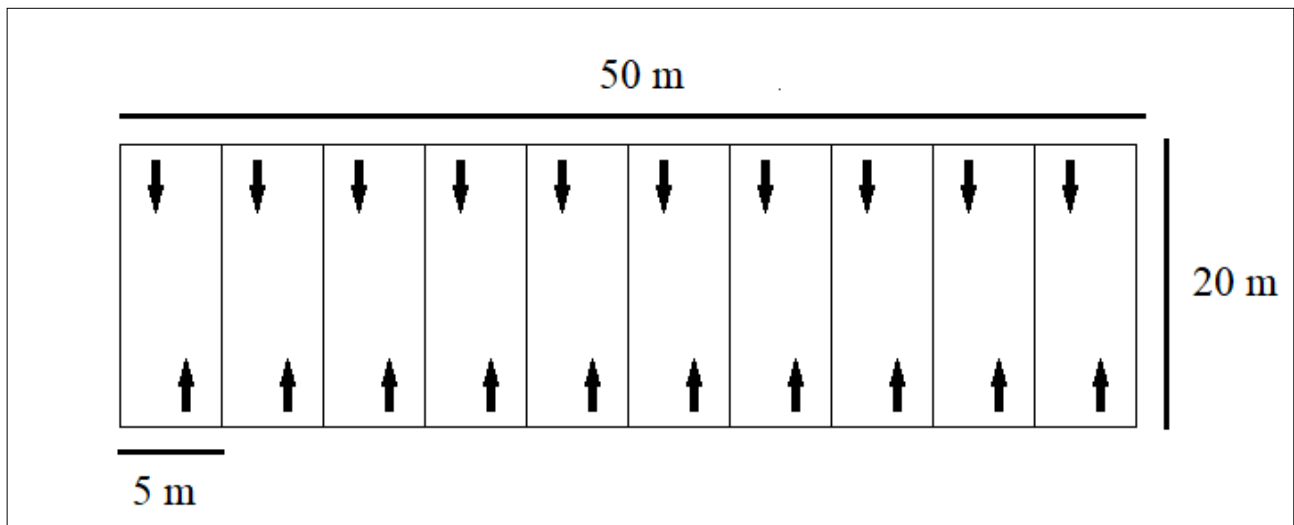
$$DAP = \frac{CAP}{\pi}$$

6.2.5 *Registro de datos insectos*

Los insectos se capturaron con jama a través de captura directa o golpeteo de la vegetación, desde la superficie del suelo hasta la altura de planta en un rango de 0 a 2 m (Luna, 2005; Steyskal et al. 1986).

El cuadrante fue dividido en transectos de 20x5 m, para cada uno se realizaron cuatro barridos con jama en una dirección y cuatro barridos en dirección opuesta como se indica en la figura 5, con un total de 320 pases por transecto, en esta técnica un pase es el movimiento rasante de la jama en un ángulo de 180° (Pantoja, 1997).

Figura 5. Pases dobles con jama, cada flecha indica la dirección del barrido por cada transecto de 20x5m.



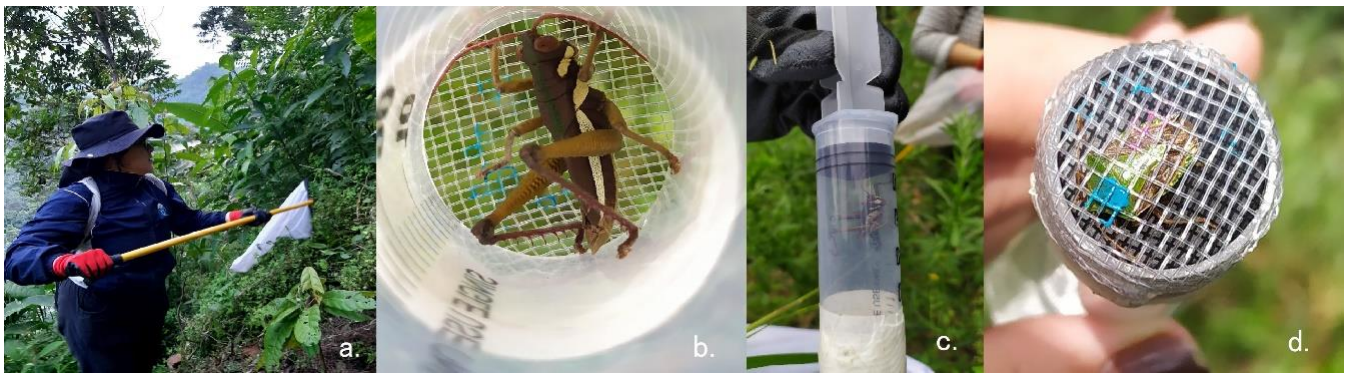
Los individuos fueron marcados para evitar sobreestimar las abundancias, usando varias técnicas que incluyeron marcadores Sharpie® de acuerdo con la metodología de Palacino-Rodriguez & Sánchez (2004), y el uso de otras tintas y pinturas como BIC White-out® o esmalte (Hagler & Jackson, 2001).

Figura 6. Observación de caracteres morfológicos en campo para clasificación de morfoespecies



Después de la captura, los organismos se manipularon usando envases cilíndricos con un extremo cubierto por una malla de poro 1,5 mm y en su otro extremo un émbolo (Figura 7). Algunos individuos fueron sometidos por 30 segundos a pequeñas cantidades de acetona (1 gota para insectos pequeños, 2 gotas para grandes) impregnada en un trozo de gaza. Posteriormente los individuos fueron liberados (Villamizar & Hernández, 2015).

Figura 7. a) Barrido con red entomológica b) Vista interior c) Vista exterior y d) Marcaje dentro del envase cilíndrico usado para marcar los insectos.



El registro fotográfico de los individuos fue realizado con una cámara Canon T05i como soporte fotográfico de las morfoespecies (msp). En envases de plástico con alcohol al 70%, se transportaron algunos individuos a la Universidad El Bosque (Figura 8), donde fueron identificados hasta familia con estereoscopio Nikon® SMZ44 en el laboratorio de Investigación de Biología (INBIBO).

Figura 8. a) Insecto observado en estereoscopio Nikon® SMZ44 b- c) Trabajo de curatoria en

MUB

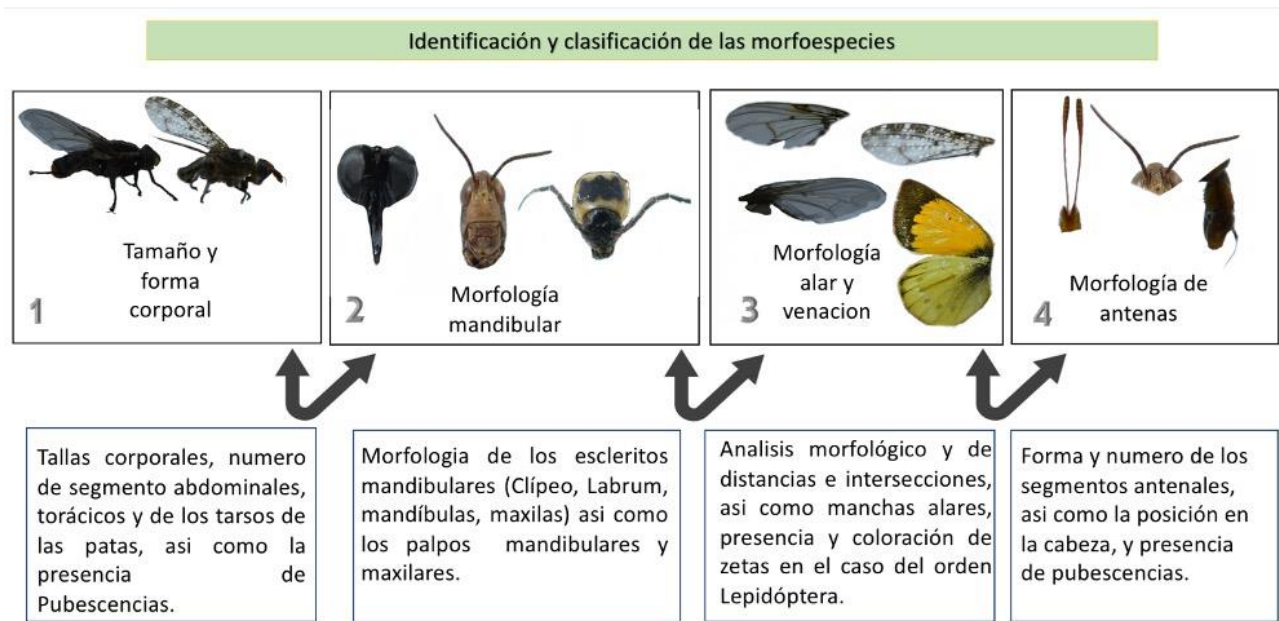


6.2.6 Identificación de morfoespecies

Previo a la fase de campo se realizó una revisión, para identificar las diferentes formas de metamorfosis y morfologías características de los órdenes y familias de la clase Insecta. Para la identificación taxonómica fueron usados los siguientes documentos: Delvare et al., 2020., Borror & DeLong (2005), Wolf (2006), McGavin (2020), Henao et al., 2008., Campos & Fernández (2002). Cerpa & Flórez (2016). Así mismo, fueron utilizadas lupas 20x y 30x, técnicas de fotografía macro y la descripción de la morfología de las formas corporales de los insectos (Figura 9).

Figura 9. Características morfológicas para la diferenciación de “morfoespecies” de Insecta.

Recuperado de Jaramillo, 2022



La figura de morfoespecies (msp) ha sido reconocida en la comunidad científica como una herramienta para calificar invertebrados sin comprometer la exactitud científica y enfrentar las restricciones taxonómicas que generalmente impiden el desarrollo de inventarios de diversidad en invertebrados (Figura 6) (Cardoso & Leather, 2019; Oliver & Beattie, 1996; Rohr, Mahan, & Kim, 2007; Zenker, et al., 2016; Basset et al., 2012).

6.3 Análisis estadístico

La diversidad alfa y beta fue estimada con los índices de dominancia y diversidad de Simpson, junto con el índice de Jaccard. Curvas de acumulación de especies fueron obtenidas con el software iNext para reconocer si el esfuerzo de muestreo fue eficiente. Así mismo, modelos lineales generalizados (MLG) se realizaron con el software R para estimar si hay una relación entre la diversidad de insectos y variables de escala local como DAP (Diámetro al nivel del pecho), cobertura de dosel, riqueza de especies, a una altura de planta.

6.3.1 *Índice de dominancia y diversidad de Simpson*

Para estimar la diversidad alfa para cada cobertura, se utilizó el índice de dominancia y el inverso de Simpson. El índice de dominancia expresa la probabilidad de sacar dos individuos al azar que pertenezcan a una misma especie, el rango para interpretar este índice oscila entre 0 y 1, siendo 1 el valor máximo de dominancia, cuando el valor es más cercano a 0 suele interpretarse como un indicador de mayor diversidad dentro de la comunidad. En el inverso de Simpson (1-dominancia), se expresa la equitatividad o uniformidad de la comunidad, es decir, la diversidad máxima que se obtiene si hay una distribución de abundancias equitativa entre el número especies dentro de una comunidad, este índice también se expresa en un rango de 0 a 1, siendo el 1 es valor máximo posible de diversidad (Villareal et al., 2004; Hammer, 2009; Salmerón et al, 20017).

6.3.2 *Índice de similitud de Jaccard*

La diversidad Beta fue estimada con un índice de similitud y disimilitud de Jaccard, el cual permitió interpretar la semejanza entre los tres sitios muestreados, a partir de la relación entre el número de especies compartidas y el número de especies exclusivas, el rango para la interpretación de este índice oscila entre 0 y 1, siendo 1 cuando los sitios de muestreo comparten la totalidad de las especies identificadas y no hay especies exclusivas (Villareal et al, 2004; Hammer, 2009).

6.3.3 *Perfil de diversidad y curvas de acumulación de especies*

El software iNext se utilizó comparar la diversidad de insectos en los tres sitios con diferente porcentaje de cobertura a partir de un perfil de diversidad y curvas de acumulación de especies. Para el Perfil de diversidad, el software toma como muestra de referencia los datos de abundancia para calcular las estimaciones de diversidad e intervalos de confianza (95%) y se focaliza en tres medidas de los números Hill de orden q (riqueza de especies q=0, diversidad de Shannon q=1 y diversidad de Simpson q=2). Al tiempo que permite obtener un perfil de diversidad (Figura 12),

el software facilita el trazo de dos curvas de rarefacción y extrapolación según el tamaño de la muestra y cobertura, además de una curva de completitud de la muestra, que muestra la variación en la estimación de la cobertura en función del tamaño de la muestra (Chao et al, 2016).

6.3.4 *Modelos lineales generalizados*

Modelos lineales generalizados (GML) fueron ejecutados con el fin de determinar si existe un efecto sobre la riqueza de insectos en función de la composición vegetal en tres sitios con diferentes grados de cobertura de dosel, rangos de DAP y altura de la vegetación. Para la correlación se eligieron los GLM, ya que permiten analizar un set de datos, aun cuando las variables de respuesta no cumplen los supuestos de un modelo lineal clásico, los datos no presentan una distribución normal de los errores, la varianza no es constante o no hay linealidad. En este caso para tratar datos con una estructura no normal, el GML se ajustó con el modelo de regresión de Poisson, ya que es un modelo no lineal para el análisis de datos de conteos donde la variable de respuesta toma valores discretos no negativos (Riqueza y abundancia de especies), junto con una función de vínculo logarítmica, con el fin del transformar la variable de respuesta y linealizar la relación entre las variables dependientes e independientes (Fuentes et al.,2012; Arboccó, 2015; Carrasco, 2010).

La calidad relativa de los modelos obtenidos fue medida con los índices de bondad AIC (criterio de información Akaike) y el coeficiente de determinación r^2 . El AIC indicó si el modelo utilizado elegido entre un conjunto de modelos posibles es de confianza por su exactitud y complejidad según el ajuste a los datos obtenidos. El r^2 ($1 - D. \text{residual} / D. \text{nula}$), permitió interpretar el grado de ajuste del modelo elegido a los datos obtenidos según el grado de desviación de la variable de respuesta (Arnold, 2010; Mohamad, 2016, M. Rocha, com. pers.).

6.3.5 *Prueba Post-Hoc de Tukey*

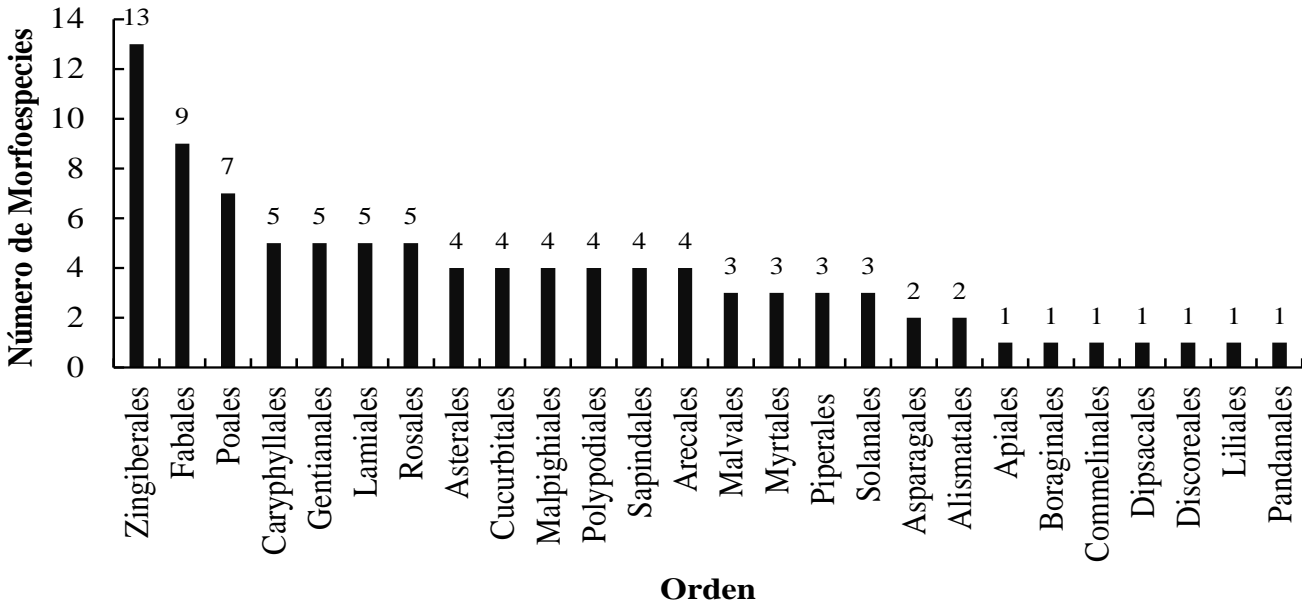
Posterior a los GML, y a obtener los análisis de varianza, se realizaron pruebas de comparación múltiple de medias, para identificar cuáles de las medias son significativamente diferentes. Para ello se utilizó la prueba de Tukey, la cual compara de dos a dos las medias de los grupos de datos introducidos en el análisis y establece un rango de error experimental para todas las comparaciones (Navarro et al., 2017; Blokdyk, 2018, Rpubs- Post-Hoc Analysis with Tukey's test, s/f).

7 Resultados

7.1 Diversidad de plantas

Un total de 26 órdenes, 46 familias, 81 géneros y 96 morfoespecies vegetales fueron identificadas (Anexo 2). Los órdenes con mayor riqueza de morfoespecies fueron Zingiberales (13 msp), Fabales (9 msp), Poales (7 msp), Caryphyllales (5 msp), Gentianales (5 msp), Lamiales (5 msp) y Rosales (5 msp) (Figura 10). Las familias con mayor riqueza de morfoespecies fueron Leguminosae (7), Poaceae (6), Rubiaceae (5 msp), Heliconiaceae (4 msp), Marantaceae (4 msp), Curcubitaceae (4 msp) y Arecaceae (4 msp), por último, los géneros con mayor riqueza de morfoespecies fueron *Heliconia* sp. (4 msp), *Calathea* sp. (4 msp), *Zingiber* sp. (2 msp), *Alocasia* sp (2 msp), *Chamaedorea* sp. (2 msp), *Rivina* sp. (2 msp), *Mimosa* sp. (2 msp), *Hamelia* sp. (2 msp), *Thunbergia* sp. (2 msp) y *Urera* sp. (2 msp).

Figura 10. Morfoespecies por orden de vegetación en la Reserva Agroforestal Santa Librada y áreas de influencia



7.2 *Diversidad de insectos*

Un total de 463 morfoespecies, en 120 familias pertenecientes a 12 órdenes de la clase Insecta fueron identificados. Los órdenes con mayor número de familias identificadas fueron Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Coleoptera y Lepidoptera (Figura 10). Los Ordenes con mayor riqueza de morfoespecies fueron Hemiptera (107 msp), Diptera (83 msp) y Coleoptera (75 msp) (Figura 12). Las familias con mayor riqueza del orden Hemiptera fueron Cicadellidae con 28 morfoespecies y Pyrrhocoridae con 13 morfoespecies, y del orden Diptera las familias Syrphidae (9 msp), Terphritidae y Mycetophilidae (6 msp) (Anexo 1).

Figura 11. Familias por orden de la clase Insecta en la Reserva Agroforestal Santa Librada y áreas de influencia

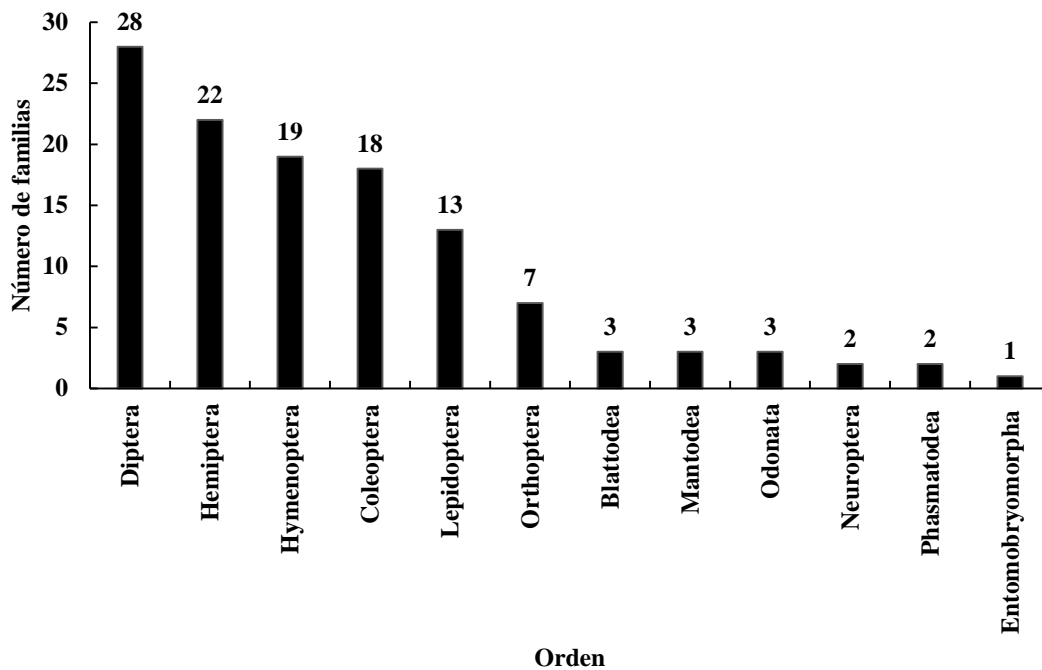
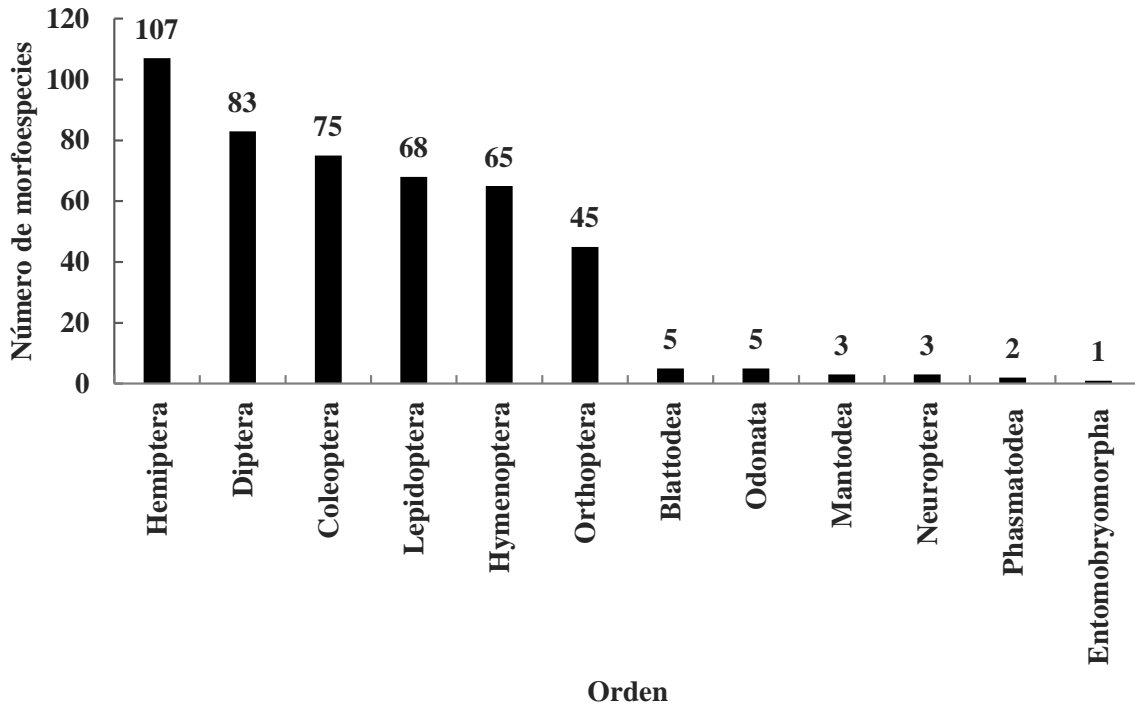


Figura 12. Riqueza de morfoespecies por cada orden de la clase Insecta en la Reserva

Agroforestal Santa Librada y áreas de influencia

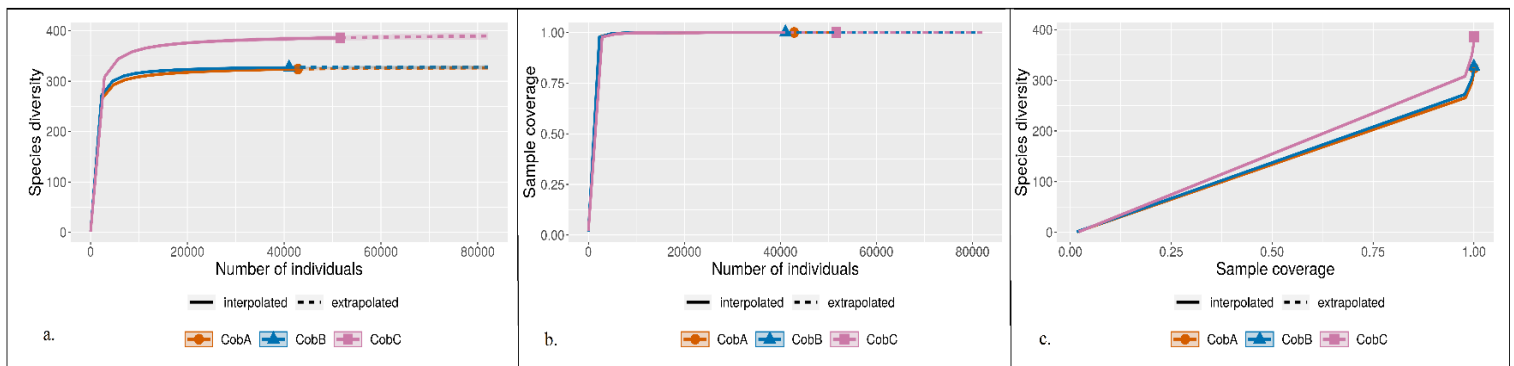


7.2.1 Curvas de acumulación de especies

A partir de las curvas de extrapolación e interpolación, obtenidas con base en el número de individuos en función de la diversidad de especies, se puede observar que la cobertura número 3 posee mayor diversidad de insectos (Figura 14a).

Figura 14. Curvas de a) muestreo de rarefacción y extrapolación basada en el tamaño de la muestra

b) completitud de la muestra c) muestreo de rarefacción y extrapolación basada en la cobertura



Las tres coberturas son comparables y poseen el mismo esfuerzo de muestreo, ya que los intervalos de confianza se sobrelapan entre sí, lo que permite inferir que las diferencias entre las riquezas son resultado de un efecto biológico más no de un error o falta en el esfuerzo de muestreo (Figura 13b), el cual, fue estandarizado de cero a uno, y nos permitió contrastar el esfuerzo de muestreo con el número de abundancias (Figura 14b) y la riqueza de especies (Figura 14c), la cobertura 3 (Cobertura de dosel densa) presentó mayor riqueza y abundancia de especies de insectos que las coberturas 1 (Cobertura de dosel baja) y 2 (Cobertura de dosel media).

7.2.2 *Índices de Diversidad*

La diversidad alfa fue estimada con los índices de dominancia y diversidad de Simpson, que muestran alta diversidad en las tres coberturas (Cob) de vegetación con valores cercanos a 0.98, por otro lado, la dominancia encontrada es muy baja, ya que sus valores son inferiores a 0.02 (Tabla 2).

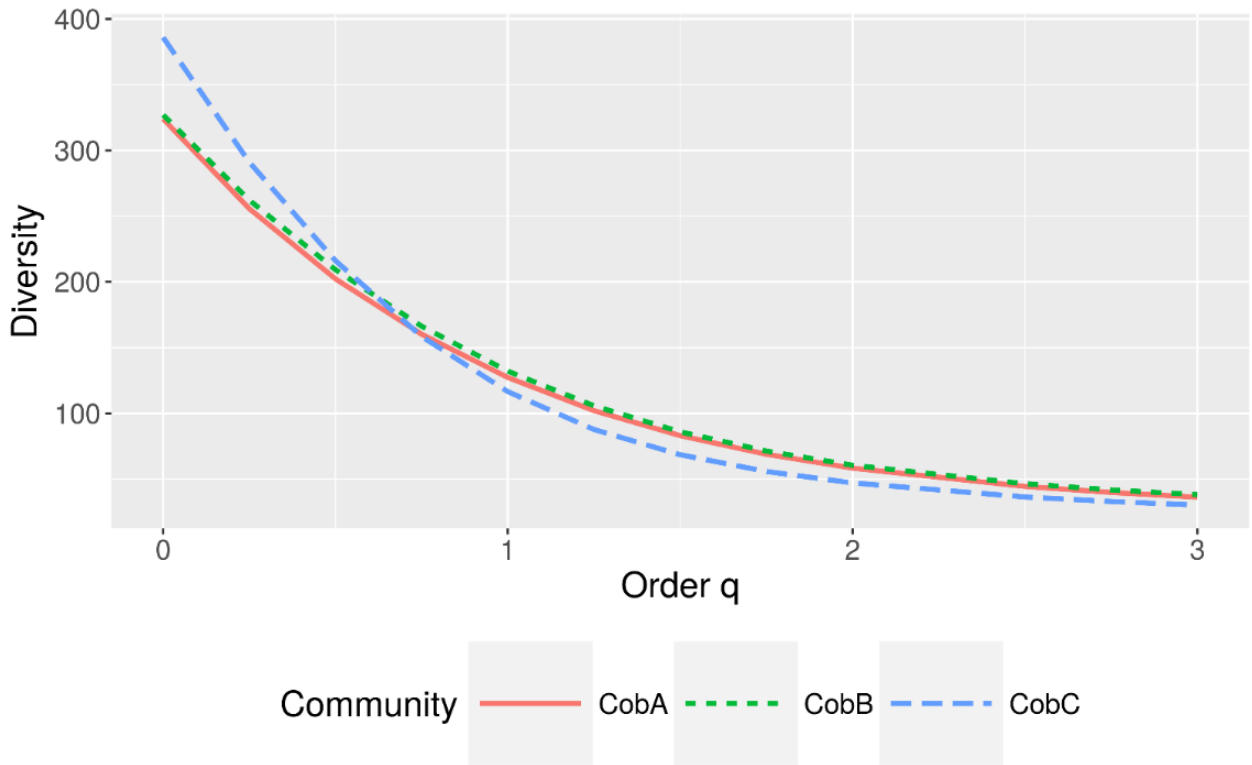
Tabla 2. Índices de diversidad por cobertura de vegetación

| | Cob_1 | Cob_2 | Cob_3 |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|
| Taxa_S | 337 | 338 | 405 |
| Abundance | 43881 | 42127 | 53252 |
| Simpson_1-D | 0.9833 | 0.9841 | 0.98 |
| Dominance_D | 0.0166 | 0.0159 | 0.2 |

En el perfil de diversidad, las líneas de tendencia que se solapan permiten inferir que no hay una diferencia significativa en los valores de diversidad entre los puntos de muestreo (Figura 13).

Figura 14. Perfil de diversidad de insectos en tres coberturas de vegetación, en Reserva

Agroforestal Santa Librada y áreas de influencia



En el índice de Jaccard se obtuvo que la cobertura 1 y 2 tienen una mayor cantidad de especies compartidas con un valor de 0.767, y de manera inversa, la cobertura 1 y 3 tienen una menor semejanza en el número de especies compartidas con un valor de 0.613 (Tabla 3).

Tabla 3. Índice de diversidad de Jaccard

| | Cob_1 | Cob_2 | Cob_3 |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Cob_1 | 1 | 0.767 | 0.613 |
| Cob_2 | 0.767 | 1 | 0.643 |
| Cob_3 | 0.613 | 0.643 | 1 |

7.2.3 *Modelos Lineales generalizados*

En los modelos lineales generalizados indican que la cobertura de la vegetación tiene un efecto sobre la diversidad de insectos ($\text{Chi}^2: 0.01593$, $p < 0.01$). Sin embargo, el modelo también muestra que no había una relación o influencia significativa entre la riqueza de insectos y la riqueza de vegetación ($p > 0.05$) (Anexo 4), este modelo tiene un alto poder explicativo ($r^2: 1$, AIC: 29.162) (Anexo 3).

En los modelos lineales generalizados para la abundancia de insectos en función de la composición vegetal encontramos que la cobertura de la vegetación tiene un efecto sobre la abundancia de insectos ($\text{Chi}^2: 2.2e-16$, $p < 0.001$), de igual manera, aunque el AIC fue un poco mayor que el modelo anterior, el valor de r^2 indico que el modelo tiene un alto poder explicativo ($r^2: 1$, AIC: 43.734) (Anexo 3).

Cabe resaltar que el DAP se tuvo en cuenta, como una característica para identificar las diferencias en la vegetación de los tres sitios elegidos, sin embargo, se encontró que esta característica no tiene un efecto significativo sobre la diversidad de insectos ($p > 0.05$).

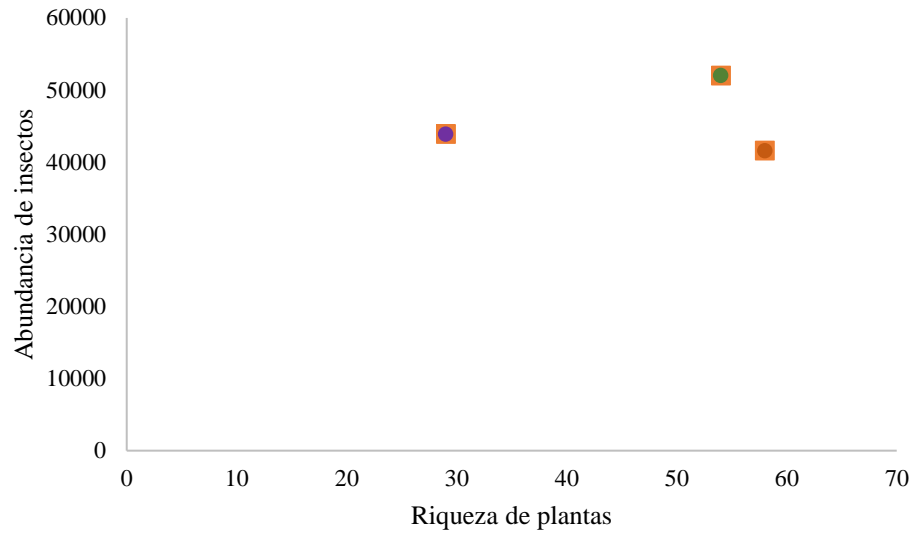
7.2.4 *Prueba Post-Hoc de Tukey*

En las pruebas de comparación múltiple de medias de riqueza de insectos en función del porcentaje de cobertura, se obtuvo que la cobertura 3 correspondiente al bosque secundario tiene mayor riqueza de insectos que la cobertura 1 correspondiente a cultivos de sombra ($Z: -4.318$, $p < 0,001$) y la cobertura 2 de cobertura de dosel media ($Z: -4.252$, $p < 0,001$). Por otro lado, las coberturas 1 y 2 no presentaron diferencias significativas en la riqueza de insectos ($Z: 0.067$, $p > 0,05$) (Figura 15, Anexo 4).

En las pruebas para la comparación múltiple de medias de las abundancias de insectos en función del porcentaje de cobertura, se obtuvo que la cobertura 3 correspondiente al bosque secundario tiene mayor abundancia de insectos que la cobertura 1 correspondiente a cultivos de sombra ($Z: -52.00$, $p < 0,001$) y la cobertura 2 de cobertura de dosel media ($Z: -62.25$, $p < 0,001$). De igual manera, se obtuvo diferencias significativas entre las abundancias de las coberturas 1 y

2 (Z: -10.36, $p < 0,001$), donde la cobertura 1 presento mayor abundancia de insectos que la cobertura 2 (Anexo 4).

Figura 15. Abundancia de insectos vs Riqueza de plantas, punto morado referencia a la Cob_2, punto naranja a Cob_1 y punto verde a Cob_2



8 Análisis y discusión

Los resultados del índice alfa de dominancia y de diversidad de Simpson, mostraron que la diversidad es alta en los sitios muestreados, y que hay una distribución de abundancias por morfoespecies de insectos con una tendencia equitativa (Simpson_1-D: 0,98; Dominance_D: 0,2) (Tabla 2). Así mismo, se encontró una variación cercana al 40% en la composición de la diversidad de insectos entre los sitios muestreados (Tabla 3).

La alta diversidad de insectos obtenida, es el fruto de las condiciones ambientales como la temperatura y humedad relativamente que facilitan el balance y flujo constante de energía y agua en los bosques tropicales (Cai et al., 2019; Fassbender, 1993; Madrigal & Vargas-Chacón, 2016), junto con la compleja y variable topografía en el Neotrópico, que ofrece ensamblajes de vegetación muy heterogéneos con una amplia gama de microclimas que proveen de alimento y resguardo a una gran diversidad de grandes y pequeños organismos (Devries & Walla, 2001; Wills et al., 1997; Brown, 1991).

Por otro lado, la constante transformación del paisaje resultado de prácticas como la agricultura, deforestación, fragmentación y otros procesos estocásticos tienen un impacto en los cambios de la composición de comunidades de artropodos (Samways et al, 2020; Rocha-Ortega & Favila, 2013).

Las acciones de restauración ecológica como la reserva agroforestales San Librada, están orientadas a la integración de escenarios productivos como policultivos y bosques secundarios que buscan recuperar y conservar la heterogeneidad espacial, ya que se ha comprobado la diversidad de insectos presenta variaciones que pueden indicar el estado de sucesión de los bosques y la composición vegetal de los cultivos agroecológicos (Rocha-Ortega et al, 2018; Pedro, 2015; Altieri, 2001).

En la reserva agroforestal San Librada, la heterogeneidad vegetal se identificó en tres sitios donde las características de la vegetación como el DAP, altura de dosel, cobertura de dosel y riqueza de especies es diferente, este estudio muestra que hay un efecto sobre la disimilitud en la diversidad de insectos por la heterogeneidad de la vegetación, que favorece especies exclusivas en cada sitio que podría tener un

efecto en la distribución de abundancias, riqueza de especies y grupos tróficos dentro de cada ecosistema (Ammat, 2005; De Szalay & Resh, 2000; Ruiz-Jaén & Aide, 2005).

8.1 Cobertura Baja

Los sitios de menor cobertura corresponden a cultivos de sombra (Cob_1), compuestos por 29 morfoespecies vegetales, de las cuales 7 morfoespecies pertenecientes a las familias Compositae (*Galinsoga* sp.), Phytolaccaceae (*Petiveria* sp.), Commelinaceae (*Commelina* sp.), Curcubitaceae (*Momordica* sp.), Euphorbiaceae (*Manihot* sp.), Aristolochiaceae (*Aristolochia* sp.) y Cyperaceae (*Cyperus* sp.) son únicas de este sitio, mientras que las familias Curcubitaceae (4 msp), Leguminosae (3 msp), Rubiaceae (2 msp), Heliconiaceae (2 msp) tienen mayor riqueza de morfoespecies en Cob_1.

Sin embargo, en este sitio se encuentran especies de interés agrícola como el plátano (*Musa* sp.), la yuca (*Manihot* sp.), la guayaba (*Psidium* sp.), el limón (*Citrus* sp.), el zapote (*Mammea* sp.) y el cacao (*Theobroma* sp.), pertenecientes a las familias Malvaceae, Musaceae y Euphorbiaceae, las cuales son las más abundantes debido a que son de mayor interés agrícola, y el trabajo de los agricultores favorecen su propagación. Estas especies además generan un efecto en la regulación de entrada de radiación solar y crean microclimas apropiados para soportar una gran diversidad de especies al ofrecer amparo y variedad en el sustento alimentario (Madrigal & Vargas-Chacón, 2016; Altieri, 2001).

En este sitio la cobertura del dosel (entre 10% y 39%) está compuesta por especies arbóreas (7 msp) y palmas (4 msp) que aunque generan sombra, no impiden el flujo de energía solar hasta el estrato herbáceo (<1,5 m), lo que favorece la proliferación de especies herbáceas, rastreras o arbustivas (Aramburu & Escribano, 2006; Vergara-Varela, 2015).

Los órdenes de insectos más abundantes en este sitio fueron Hymenoptera (12661 ind), Hemiptera (9542 ind), Diptera (6977 ind), Coleoptera (6540 ind) y las familias más abundantes fueron Formicidae (10630 ind), Cicadellidae (2219 ind) y Acrididae (2019 ind).

La proliferación de la cobertura herbácea o cobertura viva en los cultivos de sombra ha demostrado reduce los efectos e impactos de la erosión, la pérdida de agua, y representan una fuente importante de alimento y hábitat, necesario para dar soporte a procesos biológicos de renovación, flujo de energía y servicios ecosistémicos que mantienen el balance sinérgico de las interacciones dentro de los cultivos (Madrigal & Vargas-Chacón, 2016; Altieri, 2001).

Aunque la cobertura de dosel es baja en comparación con los otros sitios muestreados, el uso de árboles de sombra dentro de un cultivo permite modificar y regular, cambios en la temperatura, humedad, disponibilidad de agua, dando paso a diferentes microclimas que albergan una alta biodiversidad de entomofauna (Acuna & Antonio, 2016; Becerra, 2019).

8.2 Cobertura Media

La cobertura media (Cob_2), presentó mayor riqueza de vegetación que la cobertura baja y alta, ya contenía 58 morfoespecies vegetales, de las cuales 19 eran exclusivas de este sitio. El porcentaje de cobertura fue de 40% a 69%, con una altura de dosel máxima de 9,32 m, por lo que hay una mayor regulación de la entrada de radiación solar, que no limita el desarrollo de la vegetación arbustiva (4 msp) y herbácea (22 msp), razón por la que la riqueza de insectos es similar a la cobertura baja (Díaz, 2018).

Al igual que la cobertura baja, la diversidad de insectos es similar en términos de riqueza y abundancia, aun así, según el índice de Jaccard el grado de disimilitud de la composición de la comunidad de insectos es del 24%, esta diferencia puede deberse al aumento de riqueza de especies vegetales en la cobertura media junto con la baja intervención antrópica en comparación con los cultivos de sombra, que podría favorecer diferentes nichos para la entomofauna (Rubio & Aguirre, 2014; MacArthur, 1965).

La vegetación más abundante pertenece a las familias Leguminosae (5 msp), Rubiaceae (4 msp), Heliconiaceae (4 msp), Urticaceae (3 msp) y Poaceae (6 msp), su presencia en esta cobertura podría respaldar lo anteriormente planteado sobre el efecto de la intervención antrópica, que implica la reducción en la riqueza de especies vegetales como resultado del efecto antrópico que ejercen los

agricultores al querer controlar la proliferación prioritariamente y a mayor escala las especies de interés.

Hemiptera (10392 ind), Lepidoptera (7374 ind), Diptera (7028 ind) e Hymenoptera (5309 ind) fueron los órdenes con mayor abundancia, mientras que las familias Nymphalidae (5606 ind), Reduviidae (3456 ind), Acrididae (3077 ind) y Chrysomelidae (1507 ind) las familias con mayor abundancia.

8.3 Cobertura Alta

De la cobertura de bosque o cobertura alta (Cob_3) compuesta por 54 morfoespecies de vegetación, de las cuales 29 eran exclusivas de este ecosistema, se encontró que la vegetación arbórea era predominante (20 msp) ya que su porcentaje de cobertura es de 70% a 90%, y la altura de dosel máxima de 34,17 m, que además, genera un efecto de cierre de dosel donde el follaje limita y reduce el flujo y captación de radiación solar en la estratificación vertical de la vegetación, afectando los estratos más bajos y la diversidad de especies herbáceas (6 msp) y arbustivas (5 msp) (Farfan, 2019; Martínez 2015).

La vegetación única de este sitio pertenece a las familias Arecaeae (*Chamaedorea* sp.), Leguminosae (*Inga* sp. y *Adenantha* sp.), Euphorbiaceae (*Acalypha* sp. y *Fontainea* sp.), Melastomataceae (*Miconia* sp. y *Clidemia* sp.), Marantaceae (*Calathea* sp.) y Zingiberaceae (*Alpin* sp. y *Zingiber* sp.), y las familias de mayor riqueza en el bosque secundario son Zingiberaceae (3 msp), Marantaceae (4 msp), Heliconiaceae (3 msp), Urticaceae (3 msp), Leguminosae (3 msp), Arecaceae (3 msp) sin embargo, las especies más abundantes y características del sitio pertenecen a las familias Poaceae (*Guadua* sp.) y Malvaceae (*Ceiba* sp. y *Theobroma* sp.).

Los órdenes Lepidoptera (10401 ind), Diptera (8974 ind), Hymenoptera (8857 ind), y Hemiptera (8034 ind) y las familias Nymphalidae (5346 ind), Liturgusidae (4632 ind), y Tortricidae (2832 ind) fueron los más abundantes en los bosques secundario.

8.4 Efecto de la cobertura en la diversidad y riqueza de insectos

De acuerdo con los GML y las pruebas de Tukey, la riqueza de insectos es mayor en el sitio con la cobertura de bosque secundario (Cob_3) que la cobertura baja (Cob_1) y media (Cob_2), ya que la

riqueza de insectos es mayor en la cobertura alta (405 ind), mientras que la cobertura baja (337 ind) y media (338 ind) no tienen diferencias significativas (Figura 15). Las familias con mayor riqueza en la cobertura de bosque secundario fueron Chrysomelidae(33 msp) Nymphalidae (24 msp) y Cicadellidae (17 msp); para la cobertura media Chrysomelidae (22 msp), Nymphalidae (20 msp); Cicadellidae (18 msp) y para la cobertura baja las familias, Acridae (20 msp), Chrysomelidae (20 msp) y Nymphalidae (18 msp).

Al comparar la abundancia de insectos en función de la vegetación, se encontró que las abundancias son significativamente diferentes en los tres sitios, de manera que la cobertura de bosque posee mayor abundancia de insectos que las demás coberturas, con un total de 53252 individuos de los cuales las familias más abundantes son Formicidae, Cicadellidae Chrysomelidae y Nitidulidae.

La correlación también nos indicó que hay diferencias significativas, ya que la cobertura baja (43881 ind) es más abundante que la cobertura media (42127 ind). Las familias más abundantes en la cobertura baja corresponden a Formicidae, Acrididae y Nymphalidae mientras que las familias más abundantes de la cobertura media son Formicidae, Cicadellidae y Chrysomelidae.

En general en este estudio se observó que los órdenes que predominan tanto en riqueza como abundancia de insectos son Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Coleoptera y Lepidoptera. Los cuales se han documentado a lo largo de la historia como los grupos con mayor riqueza de especies descritas a nivel mundial, solo en el orden Coleoptera es posiblemente el grupo con más número de especies descritas, seguido por Lepidoptera, Diptera, e Hymenoptera (Urrea & MNHN, 2016).

Los cuatro ordenes mencionados son grupos que presentan una gran variedad de hábitos y formas de vida, y han sido caracterizados en grupos funcionales como: fitófagos, depredadores, parasitoides, detritívoros, fungívoros, xilófagos, entre otros, ya que su conocimiento y monitoreo son de importancia para conocer los estados de sucesión o transformación de los ecosistemas como también son de gran

importancia para la industria agrícola y garantizar la seguridad alimentaria entre otros campos de interés (Alejo et al., 2019, Mendoza, 2021; Narváez, 2003; Brown, 1997).

La familia Formicidae, se caracteriza porque tiene comunidades muy estructuradas y abundantes, con una amplia distribución en la estratificación vertical y horizontal de la vegetación, al igual que las comunidades de las familias Acrididae y Cicadellidae, esto gracias a que comparten sus hábitos de herbivoría y son organismos fitófagos que aprovechan la diversidad de vegetación que ofrece el ecosistema; sin embargo, Acridae y Cicadellidae no presentan similitud en la abundancia de Formicidae (Chandler & Hamilton, 2017; McGavin, 2000; Borror & DeLong, 1970).

Al mismo tiempo, la familia Formicidae son reconocidas como un bioindicador o grupo funcional, muy frecuente y abundante en los bosques tropicales que modifica la estructura de los ensamblajes de vegetación y los suelos, que además interviene en las dinámicas la vegetación y demás invertebrados (Rocha-Ortega, 2017), es posible inferir su presencia fue más abundante en la cobertura baja y media debido a que la cobertura herbácea era más densa y alta en estos sitios.

La familia Acrididae son un grupo funcional también llamados herbívoros polífagos, ya que consumen una gran variedad de hierbas y pastos, este grupo tuvo una gran abundancia tanto en las coberturas baja y media, esto podría estar relacionado con la variedad de grupos funcionales que agrupa esta familia, en algunos son considerados plagas ocasionales o esporádicas, o bioindicadores de los estados de sucesión de la vegetación, sin embargo autores como Presa, Montes & Ramírez-Díaz (1983), resaltan la necesidad de tipificar la relación entre la vegetación y la diversidad de Orthopteros para poder establecer una relación más precisa, sin embargo es evidente la necesidad de tipificar estas relaciones para todas las especies que hacen parte del ecosistema a través de múltiples estudios con metodologías y objetivos específicos para cada grupo (Jonas, & Joern, 2008; Andersen, 2000; Zumbado-Arrieta, & Azofeifa-Jiménez, 2018).

Al igual que las dos familias mencionadas, Cicadellidae se encuentra con mayor frecuencia en hierbas

y pastos ya que la densidad de la vegetación del estrato herbácea y arbustiva es un hábitat adecuado para reproducirse y obtener alimento, también son un grupo de importancia económica, ya que en algunos casos son consideradas vectores de virus y hongos que impactan el desarrollo y morfología de las plantas, lo que representa un riesgo en la calidad del producto o en la seguridad alimentara en algunos cultivos (Hidalgo-Gato et al., 1999; Pinedo-Escatel & Moya-Raygoza, 2018; Adilson, 2017).

Algunos géneros y especies de la familia Reduviidae, son grupos funcionales que al igual que Cicadellidae pueden ser de importancia económica o vectores de enfermedades trasmisibles a los humanos, también son considerados depredadores generalistas que pueden ejercer un control sobre las abundancias de otros insectos; ambas familias se alimenta de estructuras vegetales como hojas, yemas y peciolos, pueden generar alteraciones sobre las morfologías delas estructuras mencionadas, esta familia fue más abundantes en las zonas de cobertura media (Zumbado-Arrieta, & Azofeifa-Jiménez, 2018; Esteban, Montes & Angulo, 2017).

Otro de los grupos más diversos del orden Coleoptera, es la familia Chrysomelidae. Este grupo cumple funciones de regulación de poblaciones de insectos y plantas por ser depredadores generalistas y herbívoros defoliadores, como lo describen Burgos-Solorio y Anaya-Rosales (2004), lo que podría explicar que su abundancia y riqueza de morfo especies sobresalga en los tres sitios de este estudio.

Los lepidópteros agrupan diferentes grupos funcionales con hábitos muy variados de los cuales se han identificado taladradores, minadores, parásitos o en algunos casos depredadores. La familia Tortricidae es muy abundante en los sistemas agroforestales en especial en los sitios de bosque secundario; posiblemente por el efecto de cierre de dosel, que da seguridad y protección durante los estadios de larvas y pupas (Barrios et al., 2012; Simeone et al., 1997; Razowski, 2013).

Otra familia que sobresale en el estudio por su riqueza de morfoespecies en los tres sitios es la familia Nymphalidae la cual posee una ecología y hábitos muy diversos, de manera que la oferta en la heterogeneidad de la vegetación podría estar directamente relacionada con la diversidad de morfoespecies

encontradas de esta familia (Borrer & DeLong, 1970; Ackery, 1988).

Finalmente es necesario resaltar la similitud en la composición de las comunidades de insectos en los tres sitios podría estar favorecida por la conectividad entre los cultivos de sombra y los sitios de bosque secundario que facilitan el desplazamiento de los invertebrados entre un sitio y otro, al mismo tiempo podría haber una relación entre la diversidad vegetal que comparten los tres sitios, ya que como lo mencionamos anteriormente la reserva se encuentra en un proceso de restauración ecológica, que se puede evidenciar en el bosque donde es posible encontrar vestigios de los cultivos de cacao, café y otras especies (Mendoza, 2021; Rice & Greenberg, 2000, Barrios, 2002).

9 Conclusiones

Los índices de diversidad muestran que los tres sitios con diferentes coberturas de vegetación presentan el mismo grado de diversidad según la relación de abundancia y riqueza de especies, sin embargo, la composición de las comunidades de insectos difiere entre cada cobertura.

Existe una relación significativa entre la riqueza de insectos y las características de la vegetación, ya que se presentan relaciones ecológicas entre las comunidades de insectos y la composición de la vegetación, sin embargo, es necesario ejercer estudios más profundos para describir el tipo y grado de interacción o dinámicas que se desarrollan entre las especies presentes.

Para el caso de los bosques presentes en la reserva, la cobertura de dosel alta alberga una mayor riqueza y abundancia de insectos en comparación con las coberturas baja y media; por otro lado, entre las coberturas baja y media hay una diferencia significativa en la abundancia de insectos, mas no en su riqueza.

Las familias con mayor riqueza de especies dentro de la reserva fueron los comúnmente llamados escalabajos de hojas de la familia Chrysomelidae, las chicharritas de la familia Cicadellidae y las mariposas de la familia Nymphalidae, mientras que las familias más abundantes fueron Formicidae, Acridae, Crysomelidae y Cicadellidae, posiblemente por sus hábitos de herbívora y la falta de especificidad en sus hábitos alimenticios.

10 **Bibliografía**

Abbott, J.C. (2006-2019). Odonata Central: An online resource for the distribution and identification of Odonata. Available at. (Accessed: March 07, 2019)

Acuna, V., & Antonio, R. (2016). Efecto de la sombra sobre las plagas y enfermedades, a través del microclima, fenología y estado fisiológico del café.

Aguilar-Garavito, M., & Ramírez, W. (2015). Monitoreo a procesos de restauración ecológica aplicado a ecosistemas terrestres. Editorial Alexander von Humboldt.

Ackery, P. R. (1988). Hostplants and classification: a review of nymphalid butterflies. *Biological Journal of the Linnean Society*, 33(2), 95-203.

Adilson, P. E. J. (2017). Diversidad de cicadélidos (Hemiptera: Cicadellidae) sobre pastos en los cultivos de maíz y moras.

Alejo, G. B., ZAMAR, M. I., & Contreras, E. F. (2019). Diversity and functional groups of arthropods in greenhouse crop of *Chrysanthemum morifolium* Ramat.(Asterales: Asteraceae) from Jujuy, Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 78(1).

Altieri, M. (2001). *Agroecología: principios y estrategias para diseñar una agricultura que conserva recursos naturales y asegura la soberanía alimentaria*. Universidad de California. US.

Amat-García, G. D. (2005). Diversidad de la fauna de artrópodos terrestres en el humedal Jaboque, Bogotá-Colombia. *Caldasia*, 27(2), 311-329.

Andersen, A. N., Lowe, L. M., & Rentz, D. C. F. (2000). The grasshopper (Orthoptera: Acridoidea, Eumastacoidea and Tettigonioidea) fauna of Kakadu National Park in the Australian seasonal tropics: biogeography, habitat associations and functional groups. *Australian Journal of Zoology*, 48(4), 431-442.

Aramburu, M. P., & Escribano, R. (2006). *Guía para la elaboración de estudios del medio físico*. Secretaría General Técnica del Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

Ana Camila Venegas Diversidad de insectos y su relación con características de la vegetación
en La Reserva Agroforestal Santa Librada y áreas de influencia, Tolima

Arboccó, G. T. F. (2005). La fecundidad y su relación con variables socioeconómicas, demográficas y educativas aplicando el Modelo de Regresión Poisson. Universidad Nacional de San Marcos, cap. III. Perú.

Arnaldos Sanabria, M. I., Presa Asensio, J. J., & García García, M. D. (2011). Los artrópodos en la conservación.

Arnold, T. W. (2010). Uninformative parameters and model selection using Akaike's Information Criterion. *The Journal of Wildlife Management*, 74(6), 1175-1178.

Article, D. Artrópodos del suelo como bioindicadores de recuperación de sistemas perturbados

Avedaño, T. L. (2015). Reintroducción y variación poblacional de *Urosaurus nigricaudus* (Reptilia: squamata) en una zona fragmentada del desierto de BCS.

Barrios, K., Mazón, M., Chacón, M. M., Otero, L. D., & Gaviria, J. (2012). Comunidad de lepidópteros asociados a *Theobroma cacao* L. en agroecosistemas con diferente manejo de sombra (Mérida, Venezuela). *Ecotrópicos*, 25, 49-60.

Basset, Y., & Lamarre, G. P. A. (2019). Toward a world that values insects. *Science*, 364(6447) Retrieved from <http://parlinfo.aph.gov.au/parlInfo/search/display/display.w3p;query=library/jrnart/6814858>

Basset, Y., & Novotny, V. (1999). Species richness of insect herbivore communities on *Ficus* in Papua New Guinea. *Biological Journal of the Linnean Society*, 67(4), 477-499

Becerra Yrujo, L. I. (2019). Correlación de los servicios ecosistémicos de la fauna entomológica en tres usos de suelo de la finca cafetalera Santa Rosa, Villa Rica, Perú.

Borror, D. J., & DeLong, D. M. (1970). *An introduction to the study of insects* Third edition.

Burgos-Solorio, A., & Anaya-Rosales, S. (2004). Los crisomelinos (coleoptera: chrysomelidae: chrysomelinae) del estado de Morelos. *Acta zoológica mexicana*, 20(3), 39-66.

Brown Jr, K. S. (1991). Conservation of neotropical environments: insects as indicators. *The*

conservation of insects and their habitats, 349, 404.

Brown, K. S. (1997). Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. *Journal of Insect conservation*, 1(1), 25-42.

Cabeza, M., Arponen, A., Jäätelä, L., Kujala, H., van Teeffelen, A., & Hanski, I. (2010). Conservation planning with insects at three different spatial scales. *Ecography (Copenhagen)*, 33(1), 54-63. doi:10.1111/j.1600-0587.2009.06040.x

Cai, D., Fraedrich, K., Guan, Y., Guo, S., Zhang, C., Carvalho, L., & Zhu, X. (2019). Causality of Biodiversity Loss: Climate, Vegetation, and Urbanization in China and America. *Sensors*, 19(20), 4499.

Cardozo, A. C., & Ríos, O. V. (2004). El banco de semillas germinable de especies leñosas en dos bosques subandinos y su importancia para la restauración ecológica (reserva biológica Cachalú-Santander. Colombia). *Colombia forestal*, 8(17), 60-74.

Carrasco, I. C. (2010). Modelos lineales generalizados (GLM). ACADEMIA.

Cerpa, J. M. P., & Flórez, G. R. (2016). Mariposas diurnas de tres fragmentos de bosque seco tropical del alto valle del Magdalena. Tolima-Colombia. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 1(28), páginas-57.

Chandler, D. S., & Hamilton, K. G. A. (2017). Biodiversity and Ecology of the Leafhoppers (Hemiptera: Cicadellidae) of New Hampshire. *Transactions of the American Entomological Society*, 143(4), 773–971. doi:10.3157/061.143.0408

Chao, A., Ma, K. H., & Hsieh, T. C. (2016). User's guide for iNEXT online: Software for interpolation and Extrapolation of species diversity. *Code*, 30043, 1-14.

Chavarría Díaz, B. R., & Martínez Arauz, J. A. (2017). Evaluación de los diseños, manejo de la biodiversidad y macrofauna edáfica en dos agroecosistemas ganaderos, Las Lagunas, Boaco, Nicaragua 2015-2016 (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria).

Ana Camila Venegas Diversidad de insectos y su relación con características de la vegetación
en La Reserva Agroforestal Santa Librada y áreas de influencia, Tolima

Campos, D., & Fernández, F. (2002). Diversidad de insectos en Colombia. (Proyecto). Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática, Bogotá.

Caro-Caro, C. I., & Torres-Mora, M. A. (2015). Servicios ecosistémicos como soporte para la gestión de sistemas socioecológicos: aplicación en agroecosistemas. *Orinoquia*, 19(2), 237-252.

Corlett, R. T. (2017). Frugivory and seed dispersal by vertebrates in tropical and subtropical asia: An update. *Global Ecology and Conservation*, 11, 1-22.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.gecco.2017.04.007>

Danserau, P. 1957. Biogeography and ecological perspective. The Royal Press. New York

Díaz Pérez, C. N., Gil Leguizamón, P. A., & Morales Puentes, M. E. (2018). Composición y estructura florística de dos bosques del piedemonte llanero.

Delvare, G. É. R. A. R. D., Aberlenc, H. P., Michel, B. R. U. N. O., & FIGUEROA, A. (2002). Los insectos de África y de América tropical claves para la identificación de las principales familias. *CIRAD-Centre De Coopération Internationale En Recherche A Gronomique Pour Le Développement. Montpellier, France. 257p.*

De Szalay, F. A., & Resh, V. H. (2000). Factors influencing macroinvertebrate colonization of seasonal wetlands: responses to emergent plant cover. *Freshwater Biology*, 45(3), 295-308.

Devries, P. J., & Walla, T. R. (2001). Species diversity and community structure in neotropical fruit-feeding butterflies. *Biological journal of the Linnean Society*, 74(1), 1-15.

Didham, R. K., Blakely, T. J., Ewers, R. M., Hitchings, T. R., Ward, J. B., & Winterbourn, M. J. (2012). Horizontal and vertical structuring in the dispersal of adult aquatic insects in a fragmented landscape. *Fundamental and Applied Limnology*, 180(1), 27-40. doi:10.1127/1863-9135/2012/0243

Duarte, S., López Almirall, A. (2020). Diversidad de insectos asociados a siete cultivos en el sistema de cultivo organopónico “1ro de julio” de La Habana. *Revista Científica*

Ana Camila Venegas Diversidad de insectos y su relación con características de la vegetación
en La Reserva Agroforestal Santa Librada y áreas de influencia, Tolima

Agroecosistemas, 8(2), 58-65.

Esteban, L., Montes, J. M., & Angulo, V. M. (2017). Diversity of Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) in Santander, Colombia: epidemiological implications. *Biomédica*, 37(1), 42-52.

Farfán, F. F. (2019). *Descripción de la estructura del dosel arbóreo al interior de un sistema agroforestal con café*. Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé).

Fassbender, H. W. (1993). Modelos edafológicos de sistemas agroforestales (No. 29). Bib. Orton IICA/CATIE.

Ferro-Díaz, J. (2015). Manual revisado de métodos útiles en el muestreo y análisis de la vegetación. *Revista ECOVIDA*, 5(1), 139-186. Fuentes, A., Rivera, N., & Pinos, R. (2012). Software estadístico para regresión. El caso de regresión logística y regresión Poisson (Bachelor's thesis).

Gliessman, S. R., Rosado-May, F. J., Guadarrama-Zugasti, C., Jedlicka, J., Cohn, A., Méndez, V. E., ... & Jaffe, R. (2007). Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Ecosistemas*, 16(1).

GLOBE Program (US). (2002). *GLOBE Program Teacher's Guide*. US National Oceanic and Atmospheric Administration, GLOBE Program.

González, D. E., Martín, J. H., Galindo, M. S., & Fernández, J. (2014). Insectos asociados entre un cultivo de curuba y un fragmento de bosque Alto Andino de la Sabana de Bogotá. *INVENTUM*, 9(16), 9-16.

Gómez, J. A. U. Importancia de los insectos y los servicios ecosistémicos asociados para el desarrollo sostenible de nuestro país. *La actividad forestal es clave para el desarrollo sustentable y competitivo del país*.

Guzmán-Mendoza, R., Calzontzi-Marín, J., Salas-Araiza, M. D., & Martínez-Yáñez, R. (2016). La riqueza biológica de los insectos: análisis de su importancia multidimensional. *Acta*

Ana Camila Venegas Diversidad de insectos y su relación con características de la vegetación
en La Reserva Agroforestal Santa Librada y áreas de influencia, Tolima
zoológica mexicana, 32(3), 370-379.

Hagler, J. R., & Jackson, C. G. (2001). Methods for marking insects: current techniques and future prospects. *Annual review of entomology*, 46(1), 511-543.

Hammer, Ø. (2009). PAST: Reference Manual. Eret.net.in.
http://wgbis.ces.iisc.ernet.in/energy/water/paper/cistup_TR1/past%20Manual.pdf

Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. <http://palaeo-electronica.org/20011/past/issue101.htm>

Harvey, C. A., Alpízar, F., Madrigal, R., Stoian, D., Gobbi, J., Otárola, M., ... & de Desarrollo, B. I. (2006). Actividad 1.1.: Mejores prácticas de manejo para asegurar la provisión de servicios ecológicos en sistemas agrícolas y forestales en América Latina (No. publication-detail, 7101.html? id= 68435). Inter-American Development Bank.

Herrera, J., Cadena, P., & Sanclemente, A. (2005). Diversidad de la artropofauna en monocultivo y policultivo de maíz (*Zea Mays*) y habichuela (*Phaseolus Vulgaris*).

Henao, E. R., & Ospina, K. A. (2008). Insectos benéficos asociados a cultivos de heliconias en el eje cafetero colombiano. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 12(1), 157-166.

Hidalgo-Gato, M. M., Rodríguez-León, R., Ricardo, N. E., & Ferrás, H. (1999). Dinámica poblacional de cicadélidos (Homoptera: Cicadellidae) en un agroecosistema cañero de Cuba. *Revista de Biología Tropical*, 47(3), 503-512.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (s. f.). Los futuros entomólogos de nuestro país: visita a la Reserva Agroecológica Santa Librada del Líbano (Tolima). Recuperado 3 de febrero de 2022, de <http://www.humboldt.org.co/es/noticias/actualidad/item/988-entomologia-libano>

Ana Camila Venegas Diversidad de insectos y su relación con características de la vegetación
en La Reserva Agroforestal Santa Librada y áreas de influencia, Tolima

Jonas, J. L., & Joern, A. (2008). Host-plant quality alters grass/forb consumption by a mixed-feeding insect herbivore, *Melanoplus bivittatus* (Orthoptera: Acrididae). *Ecological Entomology*, 33(4), 546-554.

Juan Márquez Luna. Técnicas de colecta y preservación de insectos

Korpela, E., Hyvonen, T., & Kuussaari, M. (2014). Logging in boreal field-forest ecotones promotes flower-visiting insect diversity and modifies insect community composition. *Insect Conservation and Diversity*.

León-Gamboa, A. L., Ramos, C., & García, M. R. (2010). Efecto de plantaciones de pino en la artropofauna del suelo de un bosque Altoandino. *Revista de Biología Tropical*, 58(3), 1031-1048.

López, A. M. C., & Hernández, V. H. T. (2010). Biodiversidad de artrópodos del dosel. II Taller Internacional de Recursos Naturales.

Lozano-Zambrano, F. H. (2009, November). Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales. CAR.

Luna, J. M. (2005). Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín sociedad entomológica Aragonesa*, 37, 385-408.

MacArthur, R. H. (1965). Pattern of species diversity. *Biological Reviews*, 40, 510-533.

Madrigal, L. A., & Vargas-Chacón, V. (2016). Densidad del estrato herbáceo y su relación con luminosidad, pH y cantidad de hojarasca en la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes, San Ramón, Costa Rica. *Cuadernos de Investigación UNED*, 8(2), 195-199.

Mcgavin, G. C. G., Steve, I., & Foster, W. (2000) *Manual De Identificacion De Insectos: Arañas, Y Otros Artropodos Terrestres/George C. Mcgavin* (No. 595.7 M343m 2000.).

Mendoza Moreno, L. V. (2021). Grupos funcionales de insectos y su relación con tres hábitats con diferente disturbio, en la Reserva Agroecológica Santa Librada y zonas de influencia, Líbano,

Ana Camila Venegas Diversidad de insectos y su relación con características de la vegetación
en La Reserva Agroforestal Santa Librada y áreas de influencia, Tolima

Tolima.

Ministerio De Medio Ambiente Y Desarrollo Sostenible. (2003). Guía Metodológica para la Valoración Económica De Bienes, Servicios Ambientales Y Recursos Naturales. Bogotá, Bogotá D.C, Colombia.

Ministerio De Medio Ambiente Y Desarrollo Sostenible (2010). Política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos (PNGIBSE).

Mohamad. (2016). *Apéndice B: Criterio de Información Akaike (AIC)*.
<https://support.numxl.com>. <https://support.numxl.com/hc/es/articles/215531083-Apéndice-B-Criterio-de-Información-Akaike-AIC->

Muadsub, S., & Pinkaew, N. (2014). *Sirindhornia Pinkaew and Muadsub (Lepidoptera: Tortricidae)*, a new enarmoniine genus from Thailand. *Zootaxa*, 3869(1), 53-63.

Narváez, Z. (2003). Entomofauna agrícola venezolana.

Navarro, P., Ottone, N. E., Acevedo, C., & Cantín, M. (2017). Pruebas estadísticas utilizadas en revistas odontológicas de la red SciELO. *Avances en odontoestomatología*, 33(1), 25-32.

Palacino Rodríguez, Fredy & Sánchez Contreras, Natalia. (2014). Does experimental marking of wings influence resighting success in *Mesamphiagrion laterale* and *Erythrodiplax umbrata*? (*Odonata: Coenagrionidae, Libellulidae*). *Odonatologica*. 43. 237-246.

Pantoja, A. (1997). *MIP en Arroz: Manejo integrado de plagas; Artrópodos, enfermedades y malezas* (Vol. 292). CIAT.

Pedro, L. F. D. (2015). *Invernaderos en regiones tropicales y sub-tropicales. Balance de energía, diseño y manejo del ambiente físico* (Doctoral dissertation).

Rangel-Ch, J. O. (2015). La biodiversidad de Colombia: significado y distribución regional. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 39(151), 176-200.

Pinedo-Escatel, J. A., & Moya-Raygoza, G. (2018). Riqueza taxonómica de chicharritas

Ana Camila Venegas Diversidad de insectos y su relación con características de la vegetación
en La Reserva Agroforestal Santa Librada y áreas de influencia, Tolima

(Hemiptera: Cicadellidae) occidentales en cultivos relacionados a vegetación silvestre en
México. Entomol. Mex., 5, 593-599.

Presa, J. J., Montes, C., & Ramírez-Díaz, L. (1983). Tipificación de poblaciones de saltamontes
(Orth. Acrididae) en relación con la altitud, pisos y tipos de vegetación en la Sierra de
Guadarrama (Sistema Central, España). Bol. Asoc. esp. Entom, 6(2), 249-265.

Razowski, J. (2013). An assessment of the tortricid (Lepidoptera: Tortricidae) fauna of Seram
Island, Indonesia. Acta zoologica cracoviensia, 56(2), 29-89

R-cuad. de desviación. (s/f). Minitab. Recuperado el 4 de mayo de 2022, de
[https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-
statistics/regression/how-to/fit-binary-logistic-model/interpret-the-results/all-statistics-and-
graphs/model-summary-statistics/](https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/regression/how-to/fit-binary-logistic-model/interpret-the-results/all-statistics-and-graphs/model-summary-statistics/)

Rocha-Ortega, M., & Favila, M. E. (2013). The recovery of ground ant diversity in secondary
Lacandon tropical forests. Journal of Insect Conservation, 17(6), 1161-1167.

Rocha-Ortega, M., Arnan, X., Ribeiro-Neto, J. D., Leal, I. R., Favila, M. E., & Martínez-
Ramos, M. (2018). Taxonomic and functional ant diversity along a secondary successional
gradient in a tropical forest. Biotropica, 50(2), 290-301.

RPubs - ANOVA con R. (s/f). Rpubs.com. Recuperado el 1 de mayo de 2022, de
https://rpubs.com/Joaquin_AR/219148

RPubs - Post-Hoc Analysis with Tukey's Test. (s/f). Rpubs.com. Recuperado el 1 de mayo de
2022, de <https://rpubs.com/aaronsc32/post-hoc-analysis-tukey>

Rubio, H. R., & Aguirre, J. I. (2014). Estudio sobre el efecto de la influencia antrópica en las
poblaciones de aves de tres parques de Madrid.

Ruiz-Jaén, M. C., & Aide, T. M. (2005). Vegetation structure, species diversity, and ecosystem
processes as measures of restoration success. Forest Ecology and Management, 218(1-3), 159-

173.

(S/f). Scientific-european-federation-osteopaths.org. Recuperado el 1 de mayo de 2022, de <https://www.scientific-european-federation-osteopaths.org/wp-content/uploads/2019/01/PRUEBAS-POST-HOC.pdf>

Salmerón López, A., Geada López, G., & Fagilde Espinoza, M. D. C. (2017). Propuesta de un índice de diversidad funcional: Aplicación a un bosque semideciduo micrófilo de Cuba Oriental. *Bosque (Valdivia)*, 38(3), 457-466.

Samways, M. J., Barton, P. S., Birkhofer, K., Chichorro, F., Deacon, C., Fartmann, T., ... & Cardoso, P. (2020). Solutions for humanity on how to conserve insects. *Biological Conservation*, 242, 108427.

Silveira Martínez, E. D. (2015). Estudio comparativo de la vegetación y cobertura del suelo bajo plantaciones forestales y campo natural.

Szűcs, M., Schaffner, U., Price, W. J., & Schwarzländer, M. (2012). Post-introduction evolution in the biological control agent *Longitarsus jacobaeae* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Evolutionary Applications*, 5(8), 858-868.

STEYSKAL, G. C., W. L. MURPHY & E. M. HOOVER (Eds.) 1986. Insects and mites: Techniques for collection and preservation. U. S. Department of Agriculture, Miscellaneous Publication No. 1443.

Vergara Varela, H. (2015). Patrones de la vegetación y tipos de uso de la tierra en el valle del Patía. *Colombia Forestal*, 18(1), 25-45.

Villamizar, E., & Hernández-Urrieta, J (2015). Análisis de interacciones génicas entre los locus white y Bar e interacciones alélicas entre white y white apricot en *Drosophila melanogaster* (Díptera: Drosophilidae).

Villareal, H. M., Álvarez, M., Córdoba-Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., ... &

Ana Camila Venegas Diversidad de insectos y su relación con características de la vegetación
en La Reserva Agroforestal Santa Librada y áreas de influencia, Tolima

Umaña, A. M. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad.

Wills, C., Condit, R., Foster, R. B., & Hubbell, S. P. (1997). Strong density-and diversity-related effects help to maintain tree species diversity in a neotropical forest. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 94(4), 1252-1257.

Zumbado Arrieta, M. A., & Azofeifa Jiménez, D. (2018). INSECTOS de importancia agrícola: Guía básica de entomología Costa Rica y Centroamérica (No. Bajados de internet/2018). PNAO (Programa Nacional de Agricultura Orgánica).

11 Anexos*Anexo 1. Abundancias por morfoespecies de insectos en la Reserva Agroforestal Santa Librada y áreas
de influencia*

| Orden | Familia | Morfoespecie | Cob_1 | Cob_2 | Cob_3 |
|--------------|----------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| Blattodea | Ectobiidae | M1 | 19 | 0 | 67 |
| | | M2 | 13 | 135 | 91 |
| | Termitidae | M3 | 0 | 0 | 483 |
| | Blattidae | M4 | 13 | 132 | 363 |
| | | M5 | 0 | 0 | 113 |
| Coleoptera | Cerambycidae | M32 | 0 | 0 | 52 |
| | | M61 | 38 | 76 | 63 |
| | Chrysomelidae | M7 | 150 | 72 | 0 |
| | | M10 | 737 | 496 | AB |
| | | M11 | 500 | 387 | 0 |
| | | M14 | 23 | 0 | 24 |
| | | M36 | 69 | 142 | 0 |
| | | M39 | 0 | 0 | 53 |
| | | M40 | 0 | 0 | 168 |
| | | M42 | 0 | 0 | 68 |
| | | M43 | 0 | 0 | 998 |
| | | M44 | 0 | 81 | 87 |
| | | M46 | 0 | 0 | 55 |
| | | M47 | 182 | 30 | 12 |
| | | M49 | 0 | 0 | 119 |
| | | M52 | 0 | 31 | 228 |
| | | M54 | 0 | 0 | 66 |
| | | M56 | 0 | 0 | 54 |
| | | M60 | 0 | 111 | 0 |
| | | M67 | 0 | 0 | 166 |
| | | M70 | 0 | 0 | 281 |
| | | M72 | 0 | 0 | 107 |
| | | M73 | 0 | 0 | 30 |
| | | M74 | 0 | 0 | 52 |
| | | M78 | 0 | 0 | 186 |
| | | M35 | 36 | 12 | 46 |
| | | M59 | 38 | 0 | 32 |
| | | M68 | 200 | 140 | 12 |
| | | M15 | 63 | 52 | 32 |
| | | M16 | 23 | 3 | 43 |
| | | M19 | 150 | 141 | 32 |
| | M21 | 56 | 54 | 99 | |
| M22 | 24 | 37 | 3 | | |
| M24 | 23 | 47 | 57 | | |
| M25 | 157 | 103 | 38 | | |
| M27 | 10 | 12 | 15 | | |

| Orden | Familia | Morfoespecie | Cob_1 | Cob_2 | Cob_3 |
|---------|----------------|--------------|-------|-------|-------|
| | | M29 | 381 | 418 | 120 |
| | | M30 | 85 | 152 | 179 |
| | | M31 | 1 | 25 | 283 |
| | Dryophthoridae | M20 | 47 | 14 | 0 |
| | | M23 | 23 | 70 | 3 |
| | | M6 | 8 | 0 | 3 |
| | | M79 | 1 | 0 | 40 |
| | Elateridae | M17 | 9 | 11 | 6 |
| | | M34 | 9 | 5 | 20 |
| | | M66 | 0 | 150 | 360 |
| | Geotrupidae | M77 | 0 | 0 | 16 |
| | Histeridae | M55 | 786 | 588 | 162 |
| | Hydrophilidae | M65 | 113 | 195 | 78 |
| | Languriidae | M9 | 87 | 39 | 0 |
| | Lycidae | M28 | 31 | 24 | 20 |
| | | M37 | 0 | 0 | 110 |
| | | M57 | 0 | 200 | 243 |
| | | M62 | 13 | 32 | 76 |
| | Meloidae | M41 | 139 | 178 | 0 |
| | | M48 | 0 | 29 | 39 |
| | | M50 | 0 | 15 | 122 |
| | | M64 | 0 | 0 | 131 |
| | Microsporidae | M12 | 641 | 566 | 510 |
| | | M13 | 479 | 274 | 310 |
| | | M51 | 0 | 0 | 93 |
| | Nitidulidae | M80 | 0 | 0 | 1245 |
| | | M75 | 0 | 0 | 67 |
| | Passalidae | M76 | 21 | 2 | 98 |
| | Scarabaeidae | M26 | 4 | 27 | 13 |
| | | M63 | 32 | 124 | 355 |
| | Silphidae | M38 | 0 | 0 | 149 |
| | Staphylinidae | M8 | 13 | 0 | 103 |
| | | M58 | 0 | 0 | 206 |
| | | M69 | 0 | 0 | 83 |
| | | M45 | 16 | 39 | 24 |
| | | M53 | 55 | 90 | 158 |
| | Syphilinidae | M33 | 23 | 0 | 65 |
| | Tenebrionidae | M18 | 12 | 12 | 42 |
| | | M71 | 1032 | 971 | 1445 |
| Diptera | Agromyzidae | M163 | 371 | 485 | 84 |
| | Bibionidae | M96 | 2 | 0 | 3 |
| | | M98 | 45 | 26 | 78 |
| | Calliphoridae | M95 | 20 | 0 | 28 |
| | | M103 | 89 | 40 | 68 |
| | | M114 | 34 | 43 | 21 |
| | Cecidomyiidae | M94 | 107 | 87 | 81 |
| | | M107 | 140 | 99 | 0 |

| Orden | Familia | Morfoespecie | Cob_1 | Cob_2 | Cob_3 |
|-------|---------------------|--------------|-------|-------|-------|
| | | M108 | 0 | 0 | 55 |
| | Ceratopogonidae | M101 | 0 | 0 | 112 |
| | Chironomidae | M125 | 3 | 0 | 25 |
| | Chloropidae | M92 | 168 | 84 | 37 |
| | | M93 | 79 | 97 | 42 |
| | | M149 | 0 | 0 | 61 |
| | | M159 | 39 | 18 | 18 |
| | | M162 | 415 | 304 | 371 |
| | Conopidae | M104 | 22 | 20 | 10 |
| | | M112 | 57 | 39 | 22 |
| | | M131 | 53 | 28 | 43 |
| | Culicidae | M89 | 72 | 90 | 47 |
| | | M109 | 60 | 136 | 135 |
| | | M135 | 445 | 375 | 375 |
| | | M154 | 76 | 12 | 227 |
| | Dolichopodidae | M90 | 37 | 24 | 13 |
| | Drosophilidae | M83 | 157 | 80 | 45 |
| | | M115 | 168 | 126 | 31 |
| | | M132 | 21 | 170 | 130 |
| | Muscidae | M121 | 0 | 0 | 66 |
| | | M136 | 0 | 63 | 281 |
| | | M138 | 13 | 53 | 33 |
| | Mycetophilidae | M146 | 0 | 0 | 95 |
| | | M148 | 181 | 220 | 245 |
| | | M150 | 143 | 110 | 101 |
| | | M151 | 335 | 223 | 152 |
| | | M152 | 235 | 201 | 189 |
| | | M156 | 0 | 0 | 174 |
| | Neriidae | M130 | 0 | 62 | 115 |
| | | M140 | 0 | 0 | 67 |
| | | M111 | 2 | 3 | 21 |
| | Pantophthalmidae | M143 | 0 | 0 | 65 |
| | | M88 | 181 | 179 | 92 |
| | Phoridae | M122 | 129 | 154 | 99 |
| | | M123 | 136 | 140 | 64 |
| | | M161 | 0 | 185 | 1023 |
| | Piophilidae | M127 | 52 | 86 | 22 |
| | | M129 | 351 | 662 | 845 |
| | | M133 | 0 | 0 | 269 |
| | Platystomatidae | M158 | 87 | 31 | 63 |
| | Richardiidae | M100 | 41 | 39 | 31 |
| | | M106 | 29 | 24 | 39 |
| | | M137 | 0 | 67 | 212 |
| | | M139 | 14 | 101 | 203 |
| | | M157 | 63 | 29 | 107 |
| | Sarcophagidae | M99 | 47 | 41 | 24 |
| | Sciaridae | M120 | 78 | 66 | 0 |

| Orden | Familia | Morfoespecie | Cob_1 | Cob_2 | Cob_3 |
|------------------|----------------|--------------|-------|-------|-------|
| | | M160 | 4 | 10 | 25 |
| | Stratiomyidae | M113 | 98 | 32 | 59 |
| | | M117 | 32 | 52 | 15 |
| | Syrphidae | M82 | 780 | 649 | 165 |
| | | M110 | 23 | 10 | 50 |
| | | M116 | 137 | 103 | 0 |
| | | M128 | 0 | 0 | 27 |
| | | M134 | 84 | 124 | 163 |
| | | M144 | 2 | 16 | 81 |
| | | M147 | 0 | 0 | 105 |
| | | M153 | 0 | 47 | 59 |
| | | M81 | 104 | 38 | 6 |
| | Tabanidae | M142 | 0 | 82 | 18 |
| | Tenthredinidae | M102 | 57 | 44 | 33 |
| | Tephritidae | M86 | 70 | 95 | 47 |
| | | M91 | 26 | 42 | 0 |
| | | M124 | 69 | 126 | 51 |
| | | M126 | 154 | 63 | 99 |
| | | M155 | 154 | 62 | 29 |
| | | M97 | 26 | 12 | 37 |
| | Tipulidae | M84 | 29 | 16 | 48 |
| | | M105 | 3 | 0 | 15 |
| | | M119 | 139 | 210 | 334 |
| | | M141 | 0 | 8 | 62 |
| | Ulidiidae | M118 | 52 | 27 | 31 |
| | | M145 | 0 | 27 | 62 |
| | | M85 | 100 | 70 | 100 |
| | | M87 | 37 | 32 | 44 |
| Entomobryomorpha | Paronellidae | M164 | 0 | 0 | 85 |
| Hemiptera | Lygaeidae | M183 | 275 | 137 | 66 |
| | Alydidae | M239 | 26 | 116 | 115 |
| | | M191 | 158 | 119 | 61 |
| | | M222 | 48 | 21 | 5 |
| | | M232 | 11 | 38 | 12 |
| | | M247 | 386 | 717 | 648 |
| | | M243 | 17 | 39 | 13 |
| | Anthocoridae | M229 | 78 | 121 | 0 |
| | | M261 | 0 | 0 | 138 |
| | Aphrophoridae | M266 | 0 | 0 | 135 |
| | Berytidae | M165 | 780 | 776 | 243 |
| | | M176 | 206 | 163 | 0 |
| | | M204 | 115 | 163 | 79 |
| | | M205 | 142 | 62 | 0 |
| | | M216 | 0 | 44 | 54 |
| | | M257 | 0 | 189 | 60 |
| | Cercopidae | M166 | 41 | 18 | 29 |
| | | M178 | 55 | 0 | 41 |

| Orden | Familia | Morfoespecie | Cob_1 | Cob_2 | Cob_3 |
|-------|----------------|--------------|-------|-------|-------|
| | | M248 | 0 | 34 | 74 |
| | | M242 | 166 | 143 | 111 |
| | Cicadellidae | M170 | 617 | 485 | 196 |
| | | M171 | 152 | 85 | 18 |
| | | M172 | 112 | 39 | 23 |
| | | M179 | 554 | 667 | 0 |
| | | M181 | 92 | 32 | 57 |
| | | M182 | 25 | 16 | 24 |
| | | M214 | 23 | 10 | 6 |
| | | M223 | 99 | 114 | 0 |
| | | M228 | 224 | 125 | 74 |
| | | M233 | 0 | 121 | 191 |
| | | M234 | 35 | 166 | 100 |
| | | M236 | 0 | 89 | 122 |
| | | M237 | 0 | 9 | 128 |
| | | M244 | 0 | 0 | 25 |
| | | M256 | 280 | 268 | 119 |
| | | M272 | 6 | 0 | 50 |
| | | M202 | 230 | 484 | 0 |
| | | M206 | 109 | 12 | 0 |
| | | M225 | 486 | 438 | 102 |
| | | M264 | 0 | 134 | 136 |
| | | M268 | 27 | 0 | 121 |
| | Cicadidae | M184 | 0 | 2 | 1 |
| | Cixiidae | M192 | 31 | 43 | 25 |
| | | M218 | 38 | 42 | 0 |
| | Coreidae | M197 | 7 | 0 | 0 |
| | | M217 | 35 | 3 | 0 |
| | Derbidae | M208 | 51 | 42 | 0 |
| | | M250 | 0 | 129 | 149 |
| | | M251 | 0 | 173 | 133 |
| | | M252 | 61 | 170 | 93 |
| | | M253 | 0 | 0 | 39 |
| | | M254 | 94 | 85 | 116 |
| | | M263 | 0 | 0 | 21 |
| | | M259 | 0 | 5 | 101 |
| | Fulgoridae | M199 | 59 | 8 | 3 |
| | | M262 | 0 | 0 | 111 |
| | Gelastocoridae | M269 | 0 | 2 | 13 |
| | Gerridae | M174 | 131 | 107 | 50 |
| | | M219 | 35 | 54 | 0 |
| | | M235 | 111 | 104 | 0 |
| | | M240 | 24 | 0 | 43 |
| | | M241 | 33 | 61 | 51 |
| | | M249 | 0 | 0 | 109 |
| | Hebridae | M173 | 66 | 51 | 101 |
| | Lygaeidae | M177 | 158 | 310 | 12 |

| Orden | Familia | Morfoespecie | Cob_1 | Cob_2 | Cob_3 |
|-------------|---------------|--------------|-------|-------|-------|
| | | M212 | 218 | 429 | 0 |
| | | M220 | 37 | 41 | 18 |
| | | M226 | 0 | 0 | 53 |
| | Membracidae | M175 | 156 | 86 | 11 |
| | | M180 | 115 | 98 | 14 |
| | | M186 | 24 | 0 | 6 |
| | | M213 | 52 | 0 | 14 |
| | | M267 | 0 | 36 | 131 |
| | Mesoveliidae | M203 | 131 | 375 | 0 |
| | | M227 | 981 | 0 | 0 |
| | | M230 | 89 | 61 | 0 |
| | | M231 | 50 | 14 | 48 |
| | Pentatomidae | M167 | 136 | 110 | 54 |
| | | M188 | 22 | 11 | 16 |
| | | M198 | 72 | 72 | 27 |
| | | M210 | 0 | 0 | 206 |
| | | M215 | 0 | 0 | 28 |
| | | M238 | 0 | 68 | 14 |
| | | M246 | 0 | 0 | 51 |
| | | M260 | 27 | 23 | 61 |
| | | M168 | 125 | 61 | 19 |
| | | M270 | 5 | 2 | 63 |
| | | M271 | 2 | 3 | 34 |
| | Pyrhcoridae | M221 | 16 | 23 | 0 |
| | | M224 | 28 | 31 | 16 |
| | | M265 | 0 | 50 | 61 |
| | | M185 | 98 | 21 | 59 |
| | | M189 | 47 | 43 | 5 |
| | | M193 | 78 | 46 | 0 |
| | | M194 | 49 | 14 | 8 |
| | | M195 | 60 | 38 | 0 |
| | | M196 | 119 | 128 | 139 |
| | | M200 | 126 | 139 | 131 |
| | | M201 | 17 | 27 | 19 |
| | | M207 | 27 | 27 | 6 |
| | | M209 | 51 | 0 | 0 |
| | Reduviidae | M190 | 0 | 0 | 57 |
| | | M211 | 10 | 0 | 27 |
| | | M245 | 32 | 79 | 32 |
| | | M255 | 0 | 19 | 36 |
| | | M258 | 14 | 53 | 10 |
| | | M169 | 19 | 18 | 12 |
| | Scutelleridae | M187 | 0 | 0 | 7 |
| Hymenoptera | Apidae | M283 | 19 | 34 | 16 |
| | | M288 | 24 | 14 | 42 |
| | | M294 | 87 | 65 | 57 |
| | | M302 | 89 | 90 | 0 |

| Orden | Familia | Morfoespecie | Cob_1 | Cob_2 | Cob_3 |
|-------|------------------|--------------|-------|-------|-------|
| | Bethylidae | M314 | 25 | 8 | 18 |
| | | M320 | 5 | 9 | 14 |
| | Braconidae | M275 | 117 | 0 | 0 |
| | | M276 | 70 | 15 | 33 |
| | | M292 | 64 | 107 | 25 |
| | | M297 | 65 | 32 | 65 |
| | | M305 | 31 | 16 | 22 |
| | | M306 | 48 | 46 | 0 |
| | | M319 | 0 | 0 | 139 |
| | | M336 | 0 | 0 | 99 |
| | | M330 | 53 | 184 | 103 |
| | | M332 | 14 | 13 | 7 |
| | Ceraphronidae | M323 | 0 | 0 | 68 |
| | Chalcididae | M303 | 0 | 21 | 36 |
| | | M315 | 0 | 57 | 30 |
| | | M322 | 21 | 45 | 24 |
| | | M278 | 47 | 98 | 14 |
| | Colletidae | M277 | 24 | 13 | 0 |
| | | M313 | 0 | 28 | 100 |
| | Diapriidae | M324 | 0 | 111 | 213 |
| | Eupelmidae | M279 | 25 | 10 | 0 |
| | Formicidae | M282 | 3252 | 3014 | 2015 |
| | | M291 | 1132 | 1144 | 539 |
| | | M296 | 926 | 1286 | 75 |
| | | M311 | 231 | 117 | 873 |
| | | M312 | 0 | 691 | 1677 |
| | | M317 | 0 | 222 | 642 |
| | | M318 | 24 | 17 | 37 |
| | | M321 | 0 | 0 | 1602 |
| | | M328 | 2486 | 2099 | 1923 |
| | | M329 | 797 | 1214 | 1955 |
| | | M333 | 1007 | 914 | 862 |
| | | M334 | 0 | 0 | 4632 |
| | | M335 | 0 | 0 | 1844 |
| | | M337 | 775 | 599 | 1257 |
| | | M308 | 465 | 60 | 355 |
| | Gasteruptionidae | M309 | 0 | 0 | 79 |
| | Halictidae | M301 | 0 | 0 | 27 |
| | | M310 | 82 | 52 | 0 |
| | Ichneumonidae | M274 | 31 | 0 | 5 |
| | | M284 | 27 | 5 | 8 |
| | | M295 | 34 | 0 | 41 |
| | | M316 | 31 | 57 | 43 |
| | | M325 | 86 | 111 | 47 |
| | | M331 | 26 | 46 | 23 |
| | Pamphilidae | M293 | 5 | 0 | 7 |
| | Pergidae | M327 | 42 | 58 | 82 |

| Orden | Familia | Morfoespecie | Cob_1 | Cob_2 | Cob_3 |
|-------------|------------------|--------------|-------|-------|-------|
| | Pompilidae | M289 | 26 | 22 | 0 |
| | | M326 | 0 | 0 | 183 |
| | Rhopalosomatidae | M281 | 3 | 12 | 12 |
| | Scoliidae | M285 | 46 | 14 | 12 |
| | | M290 | 12 | 29 | 52 |
| | | M300 | 6 | 0 | 19 |
| | | M304 | 17 | 21 | 16 |
| | Tenthredinidae | M280 | 65 | 21 | 87 |
| | | M286 | 58 | 35 | 22 |
| | | M287 | 67 | 0 | 16 |
| | | M299 | 46 | 36 | 68 |
| | Vespidae | M273 | 3 | 26 | 0 |
| | | M298 | 14 | 19 | 16 |
| | | M307 | 11 | 18 | 9 |
| | Lepidoptera | Crambidae | M351 | 32 | 58 |
| Erebidae | | M368 | 0 | 0 | 1 |
| | | M343 | 3 | 2 | 0 |
| Geometridae | | M352 | 0 | 0 | 3 |
| | | M365 | 0 | 0 | 5 |
| | | M382 | 34 | 82 | 17 |
| | | M338 | 67 | 60 | 31 |
| | | M345 | 77 | 70 | 25 |
| Hepialidae | | M364 | 0 | 0 | 2 |
| Hesperiidae | | M349 | 0 | 17 | 34 |
| | | M356 | 6 | 16 | 3 |
| | | M358 | 61 | 57 | 18 |
| Lycaenidae | | M339 | 510 | 325 | 0 |
| Nymphalidae | | M342 | 240 | 109 | 49 |
| | | M347 | 49 | 33 | 12 |
| | | M354 | 26 | 62 | 0 |
| | | M357 | 80 | 17 | 3 |
| | | M359 | 13 | 18 | 34 |
| | | M360 | 82 | 41 | 2 |
| | | M361 | 31 | 3 | 29 |
| | | M362 | 84 | 46 | 6 |
| | | M363 | 5 | 7 | 23 |
| | | M371 | 18 | 11 | 1 |
| | | M375 | 14 | 12 | 13 |
| | | M379 | 0 | 37 | 40 |
| M380 | | 41 | 79 | 25 | |
| M381 | | 0 | 22 | 23 | |
| M383 | 2 | 0 | 0 | | |
| M384 | 33 | 0 | 40 | | |
| M389 | 0 | 0 | 92 | | |
| M395 | 0 | 2 | 29 | | |
| M396 | 0 | 1 | 24 | | |
| M401 | 0 | 0 | 51 | | |

| Orden | Familia | Morfoespecie | Cob_1 | Cob_2 | Cob_3 |
|------------|----------------|--------------|-------|-------|-------|
| | | M402 | 0 | 0 | 100 |
| | | M403 | 30 | 35 | 55 |
| | | M404 | 2 | 1 | 5 |
| | | M405 | 0 | 0 | 40 |
| | | M340 | 137 | 121 | 51 |
| | | M341 | 64 | 68 | 12 |
| | Papilionidae | M376 | 15 | 16 | 57 |
| | | M397 | 0 | 0 | 89 |
| | Pieridae | M344 | 70 | 62 | 54 |
| | | M353 | 33 | 24 | 12 |
| | | M390 | 86 | 71 | 13 |
| | | M392 | 65 | 39 | 34 |
| | | M348 | 65 | 67 | 21 |
| | Riodinidae | M370 | 67 | 3 | 3 |
| | | M377 | 262 | 52 | 28 |
| | | M378 | 28 | 13 | 37 |
| | | M385 | 4 | 22 | 26 |
| | | M388 | 46 | 38 | 13 |
| | | M391 | 21 | 33 | 18 |
| | | M393 | 0 | 0 | 98 |
| | | M400 | 20 | 43 | 66 |
| | | M346 | 68 | 36 | 28 |
| | Saturnidae | M350 | 27 | 22 | 10 |
| | | M372 | 0 | 0 | 2 |
| | | M373 | 0 | 0 | 1 |
| | | M374 | 0 | 0 | 5 |
| | Tortricidae | M355 | 163 | 119 | 61 |
| | | M366 | 177 | 91 | 77 |
| | | M367 | 138 | 92 | 57 |
| | | M369 | 334 | 159 | 27 |
| | | M386 | 218 | 130 | 54 |
| | | M387 | 136 | 75 | 45 |
| | | M394 | 0 | 0 | 96 |
| | | M399 | 148 | 213 | 137 |
| Mantodea | Liturgusidae | M407 | 1 | 0 | 1 |
| | Mantidae | M408 | 0 | 1 | 0 |
| | Thespidae | M406 | 1 | 0 | 0 |
| Neuroptera | Chrysopidae | M410 | 0 | 0 | 64 |
| | Sisyridae | M463 | 0 | 74 | 179 |
| | | M409 | 179 | 13 | 0 |
| Odonata | Coenagrionidae | M411 | 1 | 0 | 1 |
| | | M413 | 0 | 0 | 5 |
| | | M414 | 0 | 0 | 38 |
| | Libellulidae | M412 | 1 | 0 | 0 |
| | Myrmeleontidae | M415 | 2 | 0 | 8 |
| Orthoptera | Acrididae | M429 | 250 | 13 | 66 |
| | | M431 | 96 | 123 | 28 |

| Orden | Familia | Morfoespecie | Cob_1 | Cob_2 | Cob_3 |
|---------|------------------|--------------|-------|-------|-------|
| | | M417 | 433 | 353 | 111 |
| | | M420 | 35 | 0 | 0 |
| | | M422 | 12 | 46 | 74 |
| | | M426 | 558 | 261 | 0 |
| | | M427 | 200 | 203 | 72 |
| | | M428 | 117 | 88 | 10 |
| | | M433 | 17 | 0 | 1 |
| | | M435 | 23 | 0 | 14 |
| | | M436 | 88 | 37 | 84 |
| | | M437 | 92 | 56 | 37 |
| | | M438 | 27 | 0 | 16 |
| | | M439 | 5 | 0 | 0 |
| | | M444 | 67 | 54 | 0 |
| | | M446 | 20 | 9 | 0 |
| | | M447 | 55 | 77 | 37 |
| | | M448 | 45 | 109 | 68 |
| | | M451 | 93 | 77 | 366 |
| | | M457 | 0 | 0 | 83 |
| | | M458 | 132 | 105 | 168 |
| | | M441 | 0 | 8 | 0 |
| | Diapheromeridae | M418 | 19 | 0 | 10 |
| | Eumastacidae | M419 | 71 | 60 | 21 |
| | | M442 | 12 | 60 | 8 |
| | | M443 | 10 | 31 | 17 |
| | | M445 | 29 | 0 | 0 |
| | Grillidae | M425 | 13 | 0 | 2 |
| | | M452 | 27 | 0 | 47 |
| | | M453 | 19 | 13 | 12 |
| | | M455 | 73 | 70 | 198 |
| | Rhaphidophoridae | M450 | 21 | 27 | 76 |
| | Terigridae | M459 | 27 | 12 | 52 |
| | | M424 | 77 | 39 | 26 |
| | | M434 | 137 | 43 | 57 |
| | | M454 | 86 | 99 | 109 |
| | | M456 | 141 | 45 | 81 |
| | | M460 | 0 | 0 | 129 |
| | Tetiigoniidae | M432 | 13 | 57 | 3 |
| | | M416 | 490 | 249 | 38 |
| | | M421 | 16 | 6 | 37 |
| | | M423 | 5 | 15 | 1 |
| | | M430 | 179 | 205 | 14 |
| | | M440 | 126 | 63 | 0 |
| | | M449 | 42 | 25 | 36 |
| Odonata | Coenagrionidae | M411 | 1 | 0 | 1 |
| | | M413 | 0 | 0 | 5 |
| | | M414 | 0 | 0 | 38 |
| | Libellulidae | M412 | 1 | 0 | 0 |

Ana Camila Venegas Diversidad de insectos y su relación con características de la vegetación
 en La Reserva Agroforestal Santa Librada y áreas de influencia, Tolima

| Orden | Familia | Morfoespecie | Cob_1 | Cob_2 | Cob_3 |
|-------------|-------------------|--------------|-------|-------|-------|
| | Myrmeleontidae | M415 | 2 | 0 | 8 |
| Phasmatodea | Phasmatidae | M461 | 1 | 0 | 0 |
| | Pseudophasmatidae | M462 | 0 | 0 | 3 |
| Trichoptera | Hydroptilidae | M398 | 0 | 0 | 257 |

Anexo 2. Morfoespecies de insectos en la Reserva Agroforestal Santa Librada y áreas de influencia

| Orden | Familia | Genero | Morfotipo | Cob_1 | Cob_2 | Cob_3 |
|----------------|-----------------|-------------------------|-----------|-------|-------|-------|
| Alismatales | Araceae | <i>Alocasia sp.</i> | M7 | P | P | A |
| | | | M32 | A | A | P |
| Apiales | Araliaceae | <i>Tetrapanax sp.</i> | M34 | A | A | P |
| Areciales | Arecaceae | <i>Chamaedorea sp.</i> | M37 | A | A | P |
| | | | M54 | A | A | P |
| | | <i>Astrocarym sp.</i> | M38 | A | P | P |
| | | <i>Aiphanes sp.</i> | M77 | A | P | A |
| Asparagales | Aspargaceae | <i>Dracaena sp.</i> | M44 | A | P | A |
| | | <i>Cordyline sp.</i> | M78 | A | P | P |
| Asterales | Asteraceae | <i>Conyza sp.</i> | M14 | A | P | A |
| | | <i>Galinsoga sp.</i> | M11 | P | A | A |
| | Compositae | <i>Melampodium sp.</i> | M21 | P | P | A |
| | | <i>Piptocarpha sp.</i> | M82 | A | P | A |
| Boraginales | Boraginaceae | <i>Cordia sp.</i> | M96 | A | P | P |
| Caryophyllales | Caryophyllaceae | <i>Saponaria sp.</i> | M10 | P | P | A |
| | Phytolaccaceae | <i>Rivina sp.</i> | M55 | A | A | P |
| | | <i>Petiveria sp.</i> | M86 | P | A | A |
| | | <i>Talinum sp.</i> | M80 | P | P | A |
| Commelinales | Commelinaceae | <i>Commelina sp.</i> | M88 | P | A | A |
| Cucurbitales | Cucurbitaceae | <i>Lagenaria sp.</i> | M9 | P | A | P |
| | | <i>Momordica sp.</i> | M72 | P | A | A |
| | | <i>Sechium sp.</i> | M74 | P | P | A |
| | | <i>Rytidostylis sp.</i> | M89 | P | P | A |
| Dipsacales | Caprifoliaceae | <i>Lonicera sp.</i> | M24 | A | A | P |
| Discoreales | Dioscoreaceae | <i>Dioscorea sp.</i> | M35 | A | A | P |
| Fabales | Leguminosae | <i>Demodium sp.</i> | M16 | P | P | A |
| | | <i>Mimosa sp.</i> | M20 | P | P | A |

| | | | | | | |
|--------------|------------------|--|-----|---|---|---|
| | | | M75 | P | P | A |
| | | <i>Inga sp.</i> | M31 | A | A | P |
| | | <i>Adenanthera sp.</i> | M39 | A | A | P |
| | | <i>Albizia sp.</i> | M48 | A | P | P |
| | | <i>Gliricidia sp.</i> | M94 | A | P | A |
| | Fabaceae | <i>Erythrina sp.</i> (<i>Erythrina poeppigiana</i>) | M92 | A | A | P |
| | | <i>Erythrina sp.</i> (<i>Erythrina fusca</i>) | M93 | A | P | P |
| Gentianales | Rubiaceae | <i>Coffea sp.</i> | M56 | P | P | P |
| | | <i>Mitracarpus sp.</i> | M79 | A | P | A |
| | | <i>Richardia sp.</i> | M84 | A | P | A |
| | | <i>Hamelia sp.</i> | M47 | A | A | P |
| | | | M85 | P | P | A |
| Lamiales | Acanthaceae | <i>Aphelandra sp.</i> | M27 | A | A | P |
| | | <i>Thunbergia sp.</i> | M65 | A | P | P |
| | | | M76 | A | P | A |
| | Scrophulariaceae | <i>Scrophularia sp.</i> | M81 | P | P | A |
| | Verbenaceae | <i>Lantana sp.</i> | M62 | A | P | A |
| Liliales | Liliaceae | <i>Clintonia sp.</i> | M45 | A | A | P |
| Malpighiales | Clusiaceae | <i>Calophyllum sp.</i> | M8 | P | P | A |
| | | <i>Manihot sp.</i> | M3 | P | A | A |
| | Euphorbiaceae | <i>Acalypha sp.</i> | M53 | A | A | P |
| | | <i>Fontainea sp.</i> | M91 | A | A | P |
| Malvales | Malvaceae | <i>Ceiba sp.</i> | M1 | A | A | P |
| | | <i>Theobroma sp.</i> | M5 | P | P | P |
| | | <i>Sida sp.</i> | M58 | A | P | A |
| Myrtales | Melastomataceae | <i>Miconia sp.</i> | M22 | A | A | P |
| | | <i>Clidemia sp.</i> | M25 | A | A | P |
| | Myrtaceae | <i>Psidium sp.</i> | M87 | A | P | A |
| Pandanales | Cyclanthaceae | <i>Carludovica sp.</i> | M4 | P | A | P |
| Piperales | Piperaceae | <i>Piper sp.</i> | M19 | A | P | A |
| | | <i>Pothomorphe sp.</i> | M66 | P | P | A |
| | Aristolochiaceae | <i>Aristolochia sp.</i> | M73 | P | A | A |
| Poales | Cyperaceae | <i>Cyperus sp.</i> | M70 | P | A | A |
| | | <i>Paspalum sp.</i> | M12 | A | P | A |
| | Poaceae | <i>Carex sp.</i> | M13 | A | P | A |
| | | <i>Sorghum sp.</i> | M15 | P | P | A |

| | | | | | | | |
|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------|------------------|-----|-----|----|---|
| | | <i>Guadua sp.</i> | M30 | A | P | P | |
| | | <i>Cenchrus sp.</i> | M71 | A | P | A | |
| | | <i>Bambusa sp.</i> | M83 | A | P | P | |
| Polypodiales | Tectariaceae | <i>Tectaria sp.</i> | M33 | A | P | P | |
| | Blechnaceae | <i>Woodwardia sp.</i> | M41 | P | P | P | |
| | Thelypteridaceae | <i>Chistella sp.</i> | M63 | A | P | P | |
| | | <i>Macrothelypteris sp.</i> | M69 | A | P | P | |
| Rosales | Moraceae | <i>Ficus sp.</i> | M59 | A | A | P | |
| | | <i>Urera sp.</i> | M23 | A | P | A | |
| | Urticaceae | | M28 | A | P | P | |
| | | <i>Cecropia sp.</i> | M51 | A | P | P | |
| | | <i>Boehmeria sp.</i> | M67 | A | A | P | |
| Sapindales | Anacardiaceae | <i>Mangifera sp.</i> | M61 | A | P | A | |
| | Rutaceae | <i>Citrus sp.</i> | M2 | A | P | P | |
| | | <i>Murraya sp.</i> | M90 | A | A | P | |
| | Meliaceae | <i>Cedrela sp.</i> | M95 | A | A | P | |
| Solanales | Convolvulaceae | <i>Merremia sp.</i> | M29 | A | A | P | |
| | | <i>Ipomoea sp.</i> | M60 | A | P | A | |
| | Solanaceae | <i>Brunfelsia sp.</i> | M64 | A | P | P | |
| Zingiberales | Musaceae | <i>Musa sp.</i> | M6 | P | P | A | |
| | Cannaceae | <i>Canna sp.</i> | M18 | A | P | A | |
| | | | | M52 | P | P | P |
| | Heliconiaceae | <i>Heliconia sp.</i> | | M68 | A | P | P |
| | | | | M17 | P | P | A |
| | | | | M26 | A | P | P |
| | | | | M40 | A | A | P |
| | Marantaceae | <i>Calathea sp.</i> | | M46 | A | P | P |
| | | | | M49 | A | P | P |
| | | | | M50 | A | A | P |
| | | | | | M42 | A | A |
| | | | <i>Alpin sp.</i> | M42 | A | A | P |
| Zingiberaceae | <i>Zingiber sp.</i> | M43 | A | A | P | | |
| | | M36 | A | A | P | | |
| Número de morfoespecies por sitio | | | | 29 | 58 | 54 | |

Anexo 3. Resultados en Rstudios de modelos lineales generalizados para correlación de riqueza y abundancia de insectos por cobertura vegetal.

```

> dat<- read.csv("Datos - copia.csv", header = TRUE, sep = ";")
> names(dat)
[1] "Diversidad"      "Cobertura"      "Abundancia.Insectos"
[4] "Riqueza.Insectos"  "DAP"           "Porcentaje.cobertura"
[7] "Riqueza.de.plantas"
> attach(dat)
> a<-glm(Riqueza.Insectos~Cobertura+Riqueza.de.plantas+Abundancia.Insectos, family=poisson, data=dat)
> anova(a, test="Chisq")
Analysis of Deviance Table

Model: poisson, link: log
Response: Riqueza.Insectos

Terms added sequentially (first to last)

              Df Deviance Resid. Df Resid. Dev Pr(>Chi)
NULL                2      8.2787      0      8.2787  0.01593 *
Cobertura           2      8.2787      0      0.0000  0.01593 *
Riqueza.de.plantas  0      0.0000      0      0.0000
Abundancia.Insectos 0      0.0000      0      0.0000
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> summary(a)

Call:
glm(formula = Riqueza.Insectos ~ Cobertura + Riqueza.de.plantas +
    Abundancia.Insectos, family = poisson, data = dat)

Deviance Residuals:
[1]  0  0  0
Coefficients: (2 not defined because of singularities)
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)    6.00389    0.04969  120.826 <2e-16 ***
CoberturaCobertura Baja -0.18380    0.07373  -2.493  0.0127 *
CoberturaCobertura Media -0.18084    0.07367  -2.455  0.0141 *
Riqueza.de.plantas      NA          NA      NA      NA
Abundancia.Insectos     NA          NA      NA      NA
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

Null deviance: 8.2787e+00 on 2 degrees of freedom
Residual deviance: 1.4877e-13 on 0 degrees of freedom
AIC: 29.162

Number of Fisher Scoring iterations: 2
> R2: 1-1.4877e-13/(8.2787e+00)
[1] 1

> a<-glm(Abundancia.Insectos~Cobertura, family=poisson, data=dat)
> anova(a, test="Chisq")
Analysis of Deviance Table

Model: poisson, link: log
Response: Abundancia.Insectos

Terms added sequentially (first to last)

              Df Deviance Resid. Df Resid. Dev Pr(>Chi)
NULL                2     1510.9      0     1510.9 <2e-16 ***
Cobertura           2     1510.9      0      0.0 <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> summary(a)

Call:
glm(formula = Abundancia.Insectos ~ Cobertura, family = poisson,
    data = dat)

Deviance Residuals:
[1]  0  0  0
Coefficients:
              Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)    10.882791    0.004333  2511.36 <2e-16 ***
CoberturaCobertura Baja -0.193554    0.006447  -30.02 <2e-16 ***
CoberturaCobertura Media -0.234346    0.006520  -35.94 <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

Null deviance: 1.5109e+03 on 2 degrees of freedom
Residual deviance: -8.5616e-12 on 0 degrees of freedom
AIC: 43.734

Number of Fisher Scoring iterations: 2
>R2: 1-(-8.5616e-12)/(1.5109e+03)
[1] 1

```

*Anexo 4. Pruebas Post-Hoc en software R Studios para comparación de medidas de riqueza y
abundancia de insectos en función de cobertura vegetal.*

```
glm.posthoc <- glm(Riqueza.Insectos~-1 + sxt, data=dat, family="poisson", weights=rep(3, nrow(dat)))
> Treat.comp<-glht(glm.posthoc,mcp(sxt='Tukey'))
> summary(Treat.comp)

                    Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

Fit: glm(formula = Riqueza.Insectos ~ -1 + sxt, family = "poisson",
          data = dat, weights = rep(3, nrow(dat)))

Linear Hypotheses:

                                          Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
Cobertura Baja - Cobertura Alta == 0 -0.183804   0.042570  -4.318   <1e-04 ***
Cobertura Media - Cobertura Alta == 0 -0.180841   0.042535  -4.252   <1e-04 ***
Cobertura Media - Cobertura Baja == 0   0.002963   0.044444   0.067   0.998
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Adjusted p values reported -- single-step method)

> dat$sxt<- interaction(dat$Cobertura)
> glm.posthoc <- glm(Riqueza.de.plantas~-1 + sxt, data=dat, family="poisson", weights=rep(3, nrow(dat)))
> Treat.comp<-glht(glm.posthoc,mcp(sxt='Tukey'))
> summary(Treat.comp)

                    Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

> dat$sxt<- interaction(dat$Cobertura)
> glm.posthoc <- glm(Abundancia.Insectos~-1 + sxt, data=dat, family="poisson", weights=rep(3, nrow(dat)))
> Treat.comp<-glht(glm.posthoc,mcp(sxt='Tukey'))
> summary(Treat.comp)

                    Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

Fit: glm(formula = Abundancia.Insectos ~ -1 + sxt, family = "poisson",
          data = dat, weights = rep(3, nrow(dat)))

Linear Hypotheses:

                                          Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
Cobertura Baja - Cobertura Alta == 0 -0.193554   0.003722  -52.00   <2e-16 ***
Cobertura Media - Cobertura Alta == 0 -0.234346   0.003765  -62.25   <2e-16 ***
Cobertura Media - Cobertura Baja == 0 -0.040793   0.003938  -10.36   <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Adjusted p values reported -- single-step method)
```