

Universidad Nacional (UNA)
Instituto Internacional en Conservación y Manejo de Vida Silvestre
Maestría en Conservación de Vida Silvestre y Biodiversidad (MACOVIB)

Riqueza de abejas nativas relacionada con el uso de recursos florales en seis tipos de cobertura vegetal existentes en el corredor biológico Paso del Istmo en Rivas, Nicaragua.

Trabajo final de graduación (TFG)
Modalidad: Proyecto

Estudiante:
Marcos Antonio Calero Pérez.

Tutores:
Ph.D. Víctor Montalvo Guadamuz
M.Sc. Carlos Espinoza Marín
M.Sc. Alekcey Chuprine Valladares
Ph.D. Manuel Spínola Parallada

Asesor externo:
Ph.D. Laura Figueroa

Promoción II

Tabla de contenidos

	Pág.
1. Resumen	3
2. Introducción	3
3. Objetivo general	5
3.1. Objetivos específicos	5
4. Materiales y métodos	5
4.1. Área de estudio	5
4.2. Colecta y almacenamiento de especímenes	6
4.3. Selección de datos	7
4.4. Análisis de los datos	7
5. Resultados	8
5.1. Riqueza de abejas	8
5.2. Riqueza de plantas	9
5.3. Frecuencia de abejas por tipo de cobertura vegetal	11
5.4 Frecuencia de abejas en los tipos de cobertura.	11
5.5. Estado de conservación de las especies colectadas.	12
5.6. Abejas con usos alternativos para los humanos	13
5.7. Identificación de las principales fuentes florales utilizadas por las abejas	14
6. Discusión	16
7. Conclusiones	18
8. Recomendaciones	19
9. Referencias bibliográficas	19
10. Anexos	24

1. Resumen

Las abejas nativas son reconocidas por sus invaluable servicios ecosistémicos que contribuyen a la permanencia de muchas plantas por medio de la producción de frutos y semillas que a su vez forman parte de la dieta de muchos animales fortaleciendo el origen de diversas cadenas tróficas. Los humanos también recibimos beneficios de estos insectos por la polinización de cultivos y recursos alimenticios y medicinales como: polen, propóleos y miel. En este trabajo se determinaron las especies de abejas y plantas en seis tipos de cobertura vegetal: potrero, bosque, manglar, área de cultivos, área de reforestación y patios de casas con jardines en el corredor biológico Paso del Istmo, los datos utilizados para este estudio se obtuvieron de una colecta que se realizó en el año 2016 e inicios del 2017. La mayor riqueza de abejas y plantas se obtuvo en potrero y bosque, varias plantas consideradas como “maleza” resultaron ser utilizadas por muchas especies de abejas lo que sugiere la implementación de estrategias de conservación para que permanezcan en los sitios encontrados. Tres especies de las abejas registradas se encontraron con estado evaluado en la lista roja de la UICN, las demás especies registradas no se están evaluadas por falta de estudios que permitan evaluar el estado de sus poblaciones. Tres especies de meliponas manejadas por productores fueron registradas: *Melipona beecheii*, *Cephalotrigona zexmeniae* y *Tetraginisca angustula*, así como los recursos florales que utilizan. Se sugiere implementar métodos de colectas sistemáticos para realizar análisis estadísticos más precisos.

2. Introducción

Existe una estrecha relación entre las abejas y las flores debido a que, a diferencia de otros insectos, éstas requieren en todas las etapas de su ciclo de vida de polen y néctar para sobrevivir (Winston, 1987; Roubik, 1989; Proctor et al., 1996). Estos productos florales les proveen de todos los elementos nutricionales y energéticos indispensables para su supervivencia: el néctar contiene carbohidratos, mientras que el polen les provee de proteínas, lípidos y vitaminas (Roubik, 1989; Roulston, 2000). Estas interacciones pueden variar en dependencia de la composición de los ecosistemas, los factores climáticos predominantes y los efectos de actividades antropogénicas.

También se destaca la importancia de estos polinizadores en el equilibrio del ambiente social, cultural y en nuestra seguridad alimentaria (Arnold *et al.* 2018). Varias especies de abejas nativas proveen de miel, polen y otros productos que los humanos utilizan con fines ceremoniales, medicinales, endulzante y también se preparaban bebidas alcohólicas (Angeles y Román, 2010).

Por otro lado, el uso excesivo e inadecuado de pesticidas y herbicidas, la introducción de insectos no nativos y principalmente, la destrucción y fragmentación del hábitat original ha causado una declinación en la abundancia y diversidad de los polinizadores en varias regiones del mundo (Sala *et al.* 2000; Ricketts *et al.* 2008; Winfree *et al.* 2009; Potts *et al.* 2010).

No se han realizado diagnósticos de riqueza de abejas nativas para el Paso del Istmo, únicamente el registro de seis especies de abejas sin aguijón (Calero *et al.* 2022), cuyos especímenes proceden de la misma colecta que utilizará este proyecto. En Nicaragua se han

realizado pocos estudios que documenten la diversidad de abejas existente (Maes, 1999; Rosales, 2013; Varela *et al.* 2023). En otros países como México (Ramírez *et al.* 2014; Vásquez *et al.* 2021; Contreras *et al.* 2020; Mérida *et al.* 2022; Domínguez *et al.* 2017) y Brasil (Porrini *et al.* 2021; Rosso *et al.* 2001) los estudios de la diversidad de abejas nativas han tenido mayores esfuerzos.

La necesidad de conocer la apifauna en nuestro país conlleva a promover estudios para documentar con más certeza la riqueza de las abejas nativas en los diversos paisajes y formular estrategias para la conservación y protección de estos insectos. Este proyecto tiene sus orígenes en una colecta no sistemática de abejas nativas y registros de plantas donde se capturaron durante el año 2016 y el verano de 2017 dicha información está almacenada en una base de datos de la cual se harán los análisis para obtener los resultados, la intención de este esfuerzo se dirige a documentar la riqueza de abejas asociada a los recursos florales en el corredor biológico Paso de Istmo de una forma principalmente descriptiva.

Con la documentación de la riqueza de abejas nativas en este corredor se conocerán especies poco comunes, por ejemplo: *Bombus mexicanus* que fue registrado en algunos sitios de colecta y al que se le ha asignado el estatus de “vulnerable” (Vandame *et al.* 2015) por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), esto motiva el estudio de los recursos florales que esta especie requiere para su existencia y promover la conservación de otras especies amenazadas.

De forma similar se encontraron especies de plantas y arbustos utilizados por muchas abejas por mencionar: *Senna pallida* y *Baltimora recta* que crecen en áreas abiertas como potreros y que en estos sitios son consideradas “malezas” (Nilsson *et al.* 2005), lo que conlleva a la eliminación de estas plantas que ofrecen una gran cantidad de recursos alimenticios a las abejas y por consiguiente a la disminución de las fuentes de aprovisionamiento para muchos insectos.

Este trabajo fortalecerá los conocimientos empíricos sobre las abejas nativas a través de la determinación de las especies escasas y amenazadas en seis tipos de cobertura vegetal donde se realizaron los muestreos, así como las especies de plantas que utilizan para obtener recursos alimenticios, con esta información los propietarios de los lugares donde crecen las plantas conocerán la importancia de conservarlas.

Con este estudio se aportará un listado de abejas las que muchas no han sido reportadas en Nicaragua agregando más registros a la lista actual de especies (201 según datos de colección ECOAB). El conocimiento de la riqueza de las abejas y los recursos florales nos conduce a priorizar la conservación de las especies y recursos más vulnerables y consecuentemente, la permanencia de estas interacciones ayuda a mantener el equilibrio de los ecosistemas.

3. Objetivo general

Relacionar la riqueza de abejas nativas con el uso de recursos florales en seis tipos de cobertura vegetal existentes en el corredor biológico del Paso del istmo.

3.1. Objetivos específicos

- Comparar la riqueza de plantas y abejas nativas encontradas en cada tipo de cobertura vegetal evaluada.
- Determinar la frecuencia de abejas en cada tipo de cobertura vegetal, su estado de conservación y usos alternativos para los humanos.
- Identificar las principales fuentes florales utilizadas por las abejas para promover la conservación de estas especies.

4. Materiales y métodos

Los datos empleados en este estudio fueron colectados en el año 2016 y 2017, los esfuerzos de la colecta no siguieron una metodología sistemática dado que el objetivo principal fue crear un inventario de abejas y plantas, las capturas se realizaron de una forma oportunista; sin embargo, se tomaron datos básicos en cada sitio de colecta: coordenadas, nombre del colector, hora de captura, tipo de cobertura vegetal y datos de la planta donde se capturó el espécimen. Estos datos son más aptos para estudiar la riqueza y la frecuencia de las especies y sus asociaciones florales, los cuales aportarán información relevante para impulsar estrategias de conservación de las especies registradas, de igual forma los datos no estadísticos se abordarán de forma descriptiva.

4.1. Área de estudio

El trabajo se realizó en el corredor biológico Paso del istmo, territorio de conexión entre el bosque húmedo del Caribe y el bosque tropical seco del pacifico dentro de sus límites se desarrollan actividades agrícolas, ganaderas y turismo principalmente en las zonas costeras, el bosque que conecta con el lago de Nicaragua se caracteriza por estar conformado por vegetación en su mayoría perennifolia contrario a la vegetación del bosque tropical que conecta con el Océano Pacífico, presenta un clima tropical húmedo seco con precipitaciones promedio de 1,450 mm, con una temperatura promedio anual de 27° C, período canicular del 15 de julio – 15 de agosto, el período seco va de diciembre a mayo y la estación lluviosa de mayo a noviembre y una humedad relativa entre 72% – 86% (González-Martínez et al., 2017).

Las colectas se realizaron en 46 puntos (fig. 1), el muestreo se llevó a cabo durante el año 2016 y parte del 2017. Se realizaron salidas de campo de cinco horas de colecta por día con dos personas. Para la colecta de abejas se hicieron recorridos, siguiendo senderos y caminos en pastizales, zonas agrícolas, bosques riparios, áreas verdes urbanizadas, manglares, rondas de potreros y orillas de caminos. Las colectas se realizaron en los lugares donde se encontraban plantas en floración, la captura de especímenes se realizó entre las 7:00 am y 12:00 md con redes entomológicas.

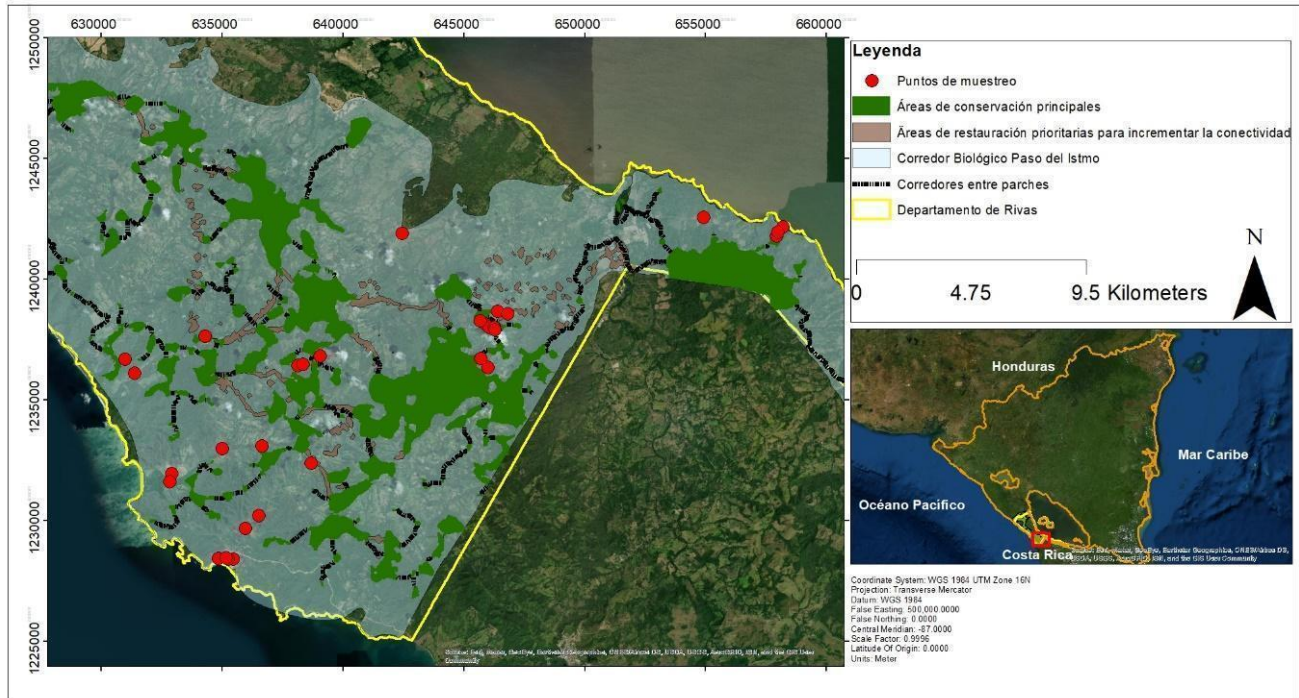


Figura 1. Puntos de muestreos de abejas nativas en el corredor biológico Paso del Istmo de Rivas, Nicaragua. Tomado de Calero *et al.*, (2022).

4.2. Colecta y almacenamiento de especímenes.

Manejo de especímenes: las abejas colectadas se montaron en alfileres entomológicos, etiquetadas con un número único, la fecha de colecta y la localidad. En una base de datos en Excel se ingresó la información asociada con cada espécimen. Los especímenes se almacenaron en cajas entomológicas y ocasionalmente estas cajas fueron introducidas a un congelador y una caja secadora para controlar problemas de humedad e insectos que perjudican la integridad de las muestras.

Identificación de plantas en floración: Se tomaron fotos de plantas en floración para luego identificarlas usando la base de datos "Trópicos" del Jardín Botánico de Missouri (Flora de Nicaragua, 2024).

Identificación de abejas: Por medio del intercambio de comunicaciones digitales, se recibió la ayuda de biólogos expertos para identificar las abejas colectadas, entre ellos: Laurence Packer de

York University, Canadá y Jorge Mérida en El Colegio de la Frontera Sur, México. La identificación se logró utilizando las claves taxonómicas de Michener (2007); Ayala (1999); Rasmussen y González (2017); Wille (1976) y el catálogo de abejas de Moure (2013). Se colectaron alrededor de 1500 especímenes de estos se identificaron 49 géneros, 79 especies dentro de 4 familias (Apidae, Colletidae, Megachilidae y Halictidae), siendo Apidae la familia con mayor representación de especies. Registramos 19 especies de abejas sin aguijón (Meliponini), un grupo de interés por sus hábitos polilécticos (visitan flores de muchas especies de plantas).

4.3. Selección de datos.

Se realizó una depuración de la base de datos inicial removiendo datos que se encuentran incompletos por muchas causas entre las que incluyen: desintegración de los especímenes durante el proceso de montaje y transporte, especímenes que no tienen una identificación a nivel de género o especie, de igual forma se removieron los datos que incluyen plantas con identificación insegura.

De la base de datos inicial se obtuvieron 304 registros que contenían la información más completa requerida para el análisis de los mismos.

4.4. Análisis de los datos.

La manipulación de los datos se realizó en el lenguaje de RStudio 4.4.1 (versión 2024.04.2 Build 764), empleando las herramientas ofrecidas en los siguientes paquetes:

Tidyverse (Wickham *et al.* 2019) este a su vez contiene dplyr el cual fue útil para organizar los datos de manera que se pudieran analizar con más facilidad y ggplot2 el que permite visualizar los datos de manera gráfica.

Cowplot este paquete trabaja unido a ggplot2 (Wilke.2019) proporciona aspectos para crear gráficos con más detalles.

Comparación de la riqueza de plantas y abejas nativas encontradas en cada tipo de cobertura vegetal evaluada.

Se utilizó el paquete iNEXT utiliza las muestras observadas de datos de abundancia o incidencia para calcular estimados de diversidad asociado al 95 % de intervalo de confianza para dos tipos de rarefacción y extrapolación (Chao *et al.* 2014). Este se utilizó para comparar la riqueza de especies de abejas y plantas entre los sitios donde se efectuaron los muestreos. Para realizar esta comparación se creó una curva de rarefacción utilizando el número de especies y la cantidad de muestreos efectuados en cada cobertura vegetal, estos análisis muestran la riqueza de plantas y abejas.

También se utilizó el paquete VennDiagram (Chen.2022) para crear un diagrama de Venn donde se representan los registros de abejas en cada tipo de cobertura vegetal, mostrando las más generalistas y las que se encontraron únicamente en un tipo de cobertura vegetal.

Frecuencia de abejas en cada tipo de cobertura vegetal, su estado de conservación y usos alternativos para los humanos.

El paquete goveeg ofrece funciones útiles para el análisis de comunidades biológicas incluye selecciones automáticas para especies y curvas para categorizar la abundancia (Goral. 2017). Este paquete fue utilizado para conocer la frecuencia que fueron encontradas las especies de abejas y plantas en los seis espacios evaluados tomando en cuenta los registros obtenidos de las especies en cada esfuerzo de muestreo.

Para conocer el estado de conservación de las especies colectadas se hizo una búsqueda de las especies evaluadas por la UICN (Unión internacional para la conservación de la naturaleza).

Fuentes florales más utilizadas por las abejas para promover la conservación de estas especies. Estimada la riqueza y la mayor frecuencia de plantas que las abejas utilizan en cada tipo de cobertura vegetal y de acuerdo a esfuerzo de muestreo se identificaron las plantas más visitadas por las abejas.

5. Resultados

5.1. Riqueza de abejas encontradas en cada tipo de cobertura vegetal según el esfuerzo de muestreo.

Se realizaron 96 muestreos en total, en potrero se realizaron 41 muestreos, en bosque 30 muestreos, en área de cultivos 8 muestreos, en patio de casa 8 muestreos, en manglar 6 muestreos y en área de reforestación 3 muestreos. Se obtuvo un total de 79 taxones identificados a nivel de especies y géneros (ver anexo 1).

Riqueza de abejas

Cobertura vegetal	Riqueza de especies
Potrero	55
Bosque	50
Área de cultivos	12
Manglar	12
Patio de casa	9
Área de reforestación	7

Esta riqueza alberga especies que se encontraron en diferentes tipos de cobertura vegetal.

La mayor riqueza de especies fue encontrada en potrero esto se corresponde a que se destinaron mayores esfuerzos de muestreo para estos sitios. En áreas de reforestación la riqueza encontrada fue menor, este resultado se debe a que el esfuerzo de muestreo para estos sitios fue el menor (ver anexo 2).

No se encontraron diferencias notables en la riqueza de abejas entre los tipos de cobertura vegetal, hay mucho traslape entre los intervalos de confianza para los muestreos, sin embargo, parece haber mayor riqueza en bosque y potrero, menor riqueza en áreas de cultivos y reforestación y estimaciones con mucha incertidumbre para manglar y patio de casa. (Gráfico 1).

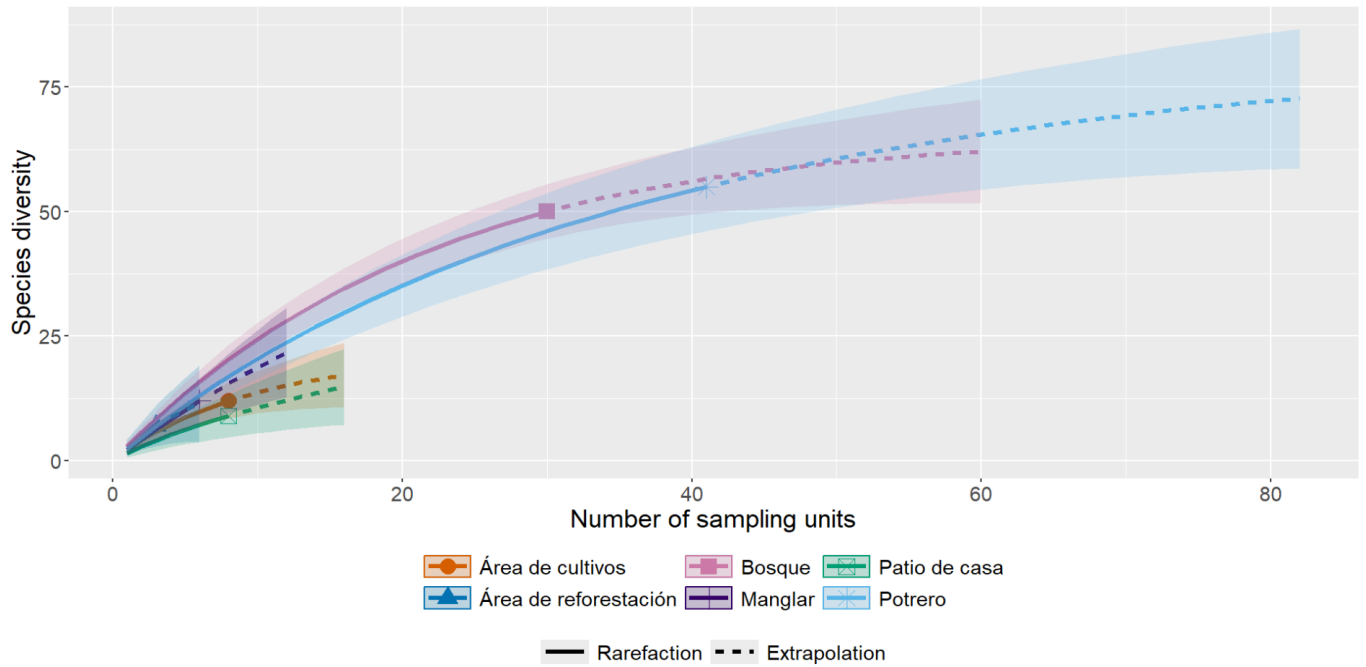


Gráfico 1. Curvas de rarefacción-extrapolación para riqueza de abejas.

5.2. Riqueza de plantas registradas en cada tipo de cobertura vegetal según el esfuerzo de muestreo.

Se comparte el mismo esfuerzo de muestreo 96 visitas distribuidos en seis tipos de cobertura vegetal con la misma distribución de los eventos de muestreos: en potrero se realizaron 41 muestreos, en bosque 30 muestreos, en área de cultivos 8 muestreos, en patio de casa 8 muestreos, en manglar 6 muestreos y en área de reforestación 3 muestreos. Se identificaron 61 especies de plantas en total (Anexo 3).

Riqueza de plantas

Cobertura vegetal	Riqueza de especies
Bosque	35
Potrero	25
Patio de casa	10
Manglar	8
Área de cultivos	5
Área de reforestación	5

Esta riqueza alberga especies que se encontraron en los seis tipos de cobertura vegetal.

Se encontró mayor riqueza de plantas en bosque y potrero debido a que los esfuerzos de muestreos fueron mayores en ambos espacios, los intervalos de confianza en estos muestreos mostraron poco traslape, se encontró menor riqueza en patio de casa, manglar, área de cultivos y área de reforestación (Gráfico 2).

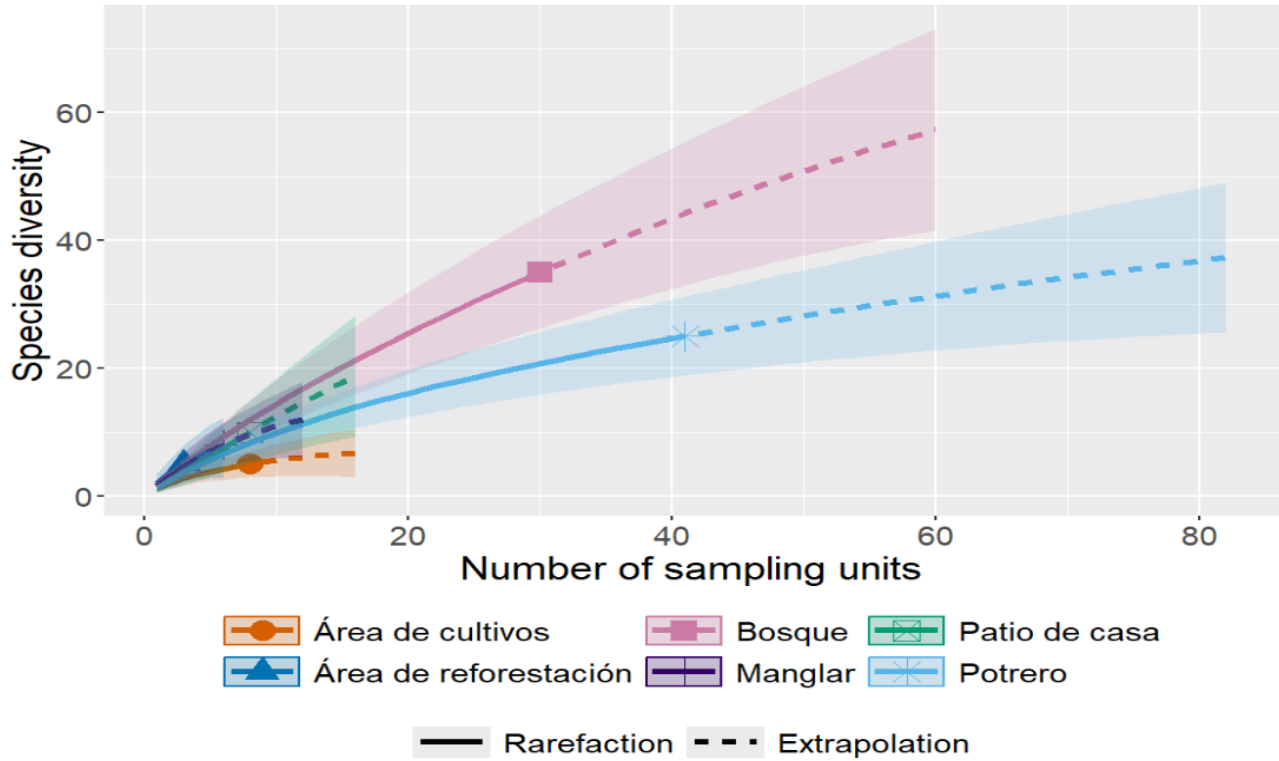


Gráfico 2. Curvas de rarefacción-extrapolación para riqueza de plantas.

5.3. Frecuencia de abejas en cada tipo de cobertura vegetal, su estado de conservación y usos alternativos para los humanos.

La mayor frecuencia de especies se encontró en área de reforestación, área de cultivo, manglar y patio de casa esto se debe a que el esfuerzo de muestreo en estos espacios fue menor y por consiguiente las especies colectadas representan un mayor porcentaje del esfuerzo total de muestreo, en cambio en los lugares donde el esfuerzo de muestreo fue mayor la frecuencia de las especies fue menor debido a que la cantidad de especies colectadas representan un menor porcentaje. (Gráfico 3).

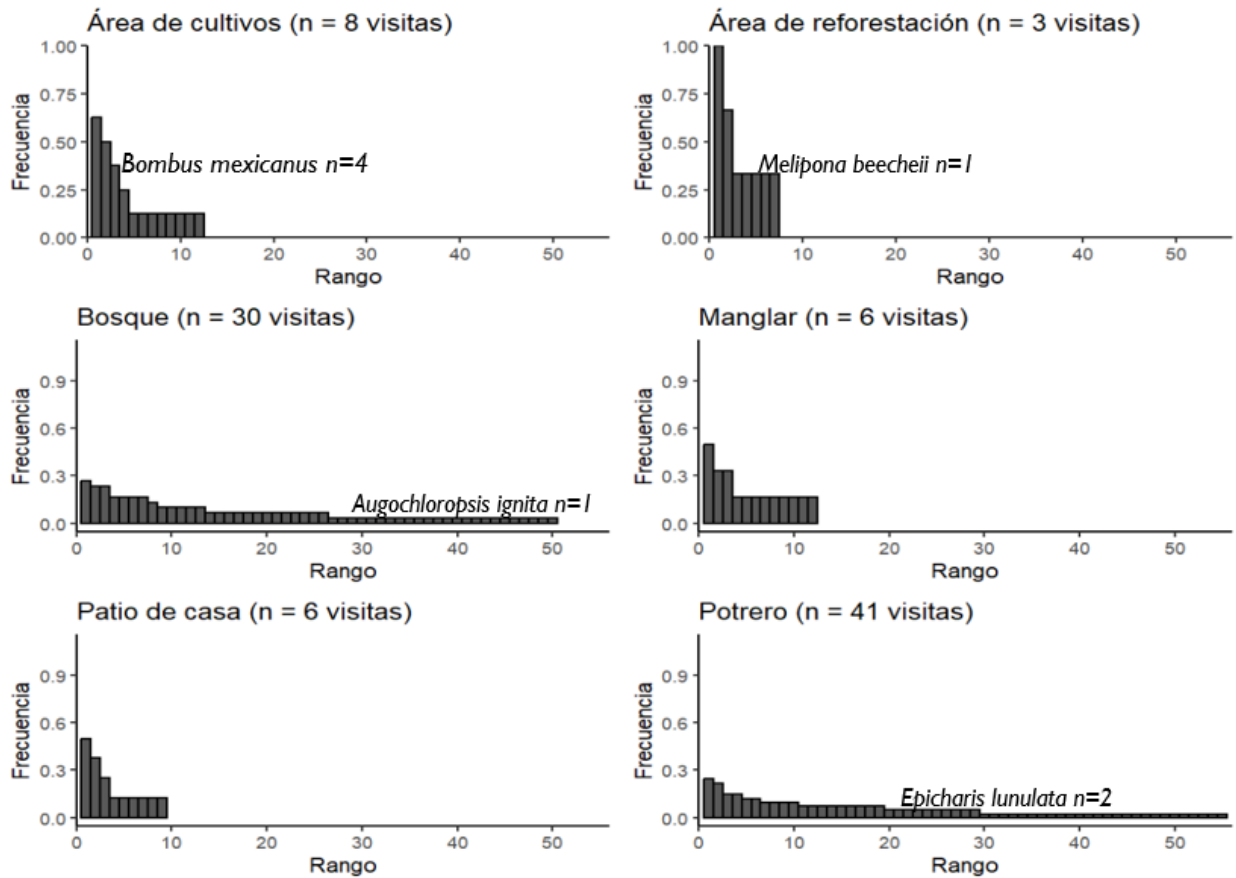


Gráfico 3. Frecuencia de abejas nativas en cada tipo de cobertura vegetal. Se etiquetan especies menos frecuentes.

5.4 Frecuencia de abejas en todos los tipos de cobertura vegetal.

Las abejas con más frecuencia encontradas en los espacios evaluados se destacan: una especie perteneciente al género *Lasioglossum* con 10 registros representando el 10.4 % del esfuerzo total de muestreo, *Nannotrigona perilampoides* con 9 registros con el 9.4% del esfuerzo total y *Bombus mexicanus* con 8 registros con 8.3 % del esfuerzo total (Anexo 4).

Las especies se representan en orden jerárquico de acuerdo a la frecuencia que se encontraron en los sitios de colecta, la mayor proporción de abejas se comportan como raras debido a que la cantidad de especímenes registrados fue uno equivalente al 1% del esfuerzo total (Gráfico 4).

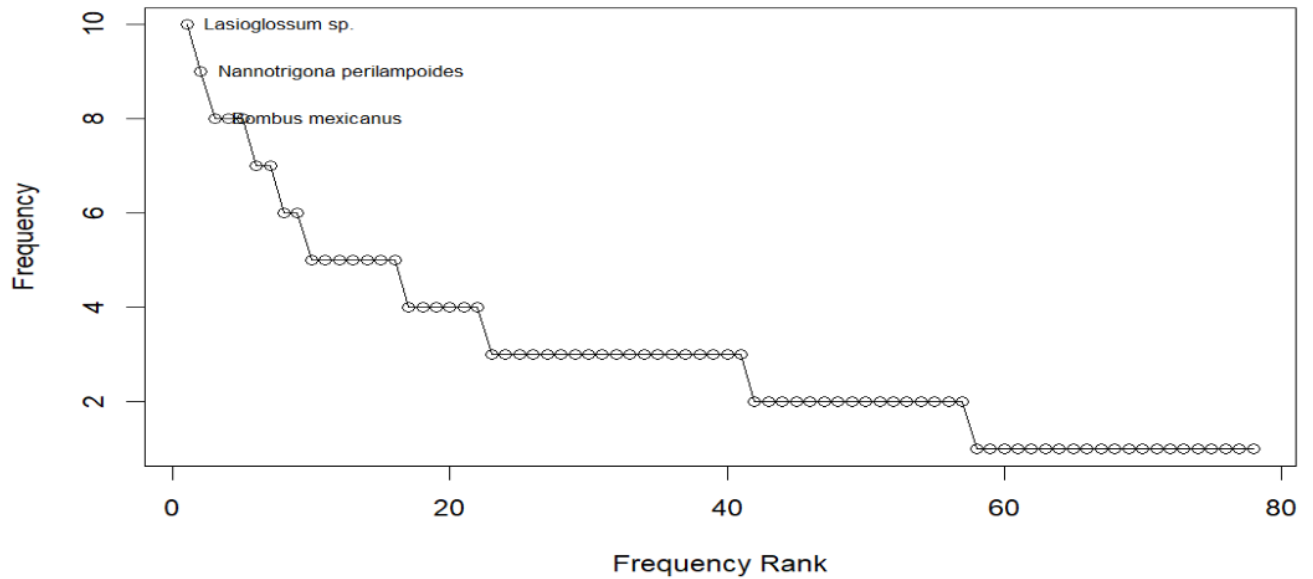


Gráfico 4. Frecuencia de abejas encontradas en todos los tipos de cobertura vegetal.

5.5. Estado de conservación de las especies colectadas.

Se revisó la lista roja de especies amenazadas de la UICN para abejas, la mayoría de especies que se encuentran en esta lista no tienen un estado evaluado de sus poblaciones por la falta de estudios (ver listado en Anexo 1). En esta colecta se encontraron tres especies con estado evaluado:

Especie	Estado de conservación
<i>Augochloropsis ignita</i> (Martínez et al. 2024)	LC (preocupación menor)
<i>Epicharis lunulata</i> (Martínez et al. 2024)	LC (preocupación menor)
<i>Bombus mexicanus</i> (Vandame et al. 2015)	VU (vulnerable)

LC: cuando habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen otras categorías. VU: se considera que se enfrenta a un riesgo de extinción alto en estado silvestre.

Augochloropsis ignita (Smith, 1861) fue registrada una vez representando el 1% del esfuerzo total de muestreo fue colectada en bosque, *Epicharis lunulata* (Mocsáry, 1899) registrada 2 veces esto representa el 2.1% del esfuerzo total de colecta y *Bombus mexicanus* (Cresson, 1878) con 8 registros con 8.3 % del esfuerzo total.



Figura 1: *Bombus mexicanus* pecoreando en *Senna pallida*. © Richard Joyce (CC) BY-NC.

5.6. Abejas con usos alternativos para los humanos.

Se obtuvieron tres registros de *Melipona beecheii* conocida como “jicote manso” representando el 3.1% del esfuerzo total de muestreo. Esta especie, denominada por culturas indígenas como la abeja sagrada, ha sido manejada por muchas generaciones hasta la actualidad (Villanueva *et al.*2018). Comunitarios del corredor biológico Paso del Istmo practican el manejo de esta especie conocida localmente como “jicote manso”, su miel es muy apreciada por sus efectos medicinales (Shanahan *et al.*2017) por esta razón resulta necesario promover la conservación de esta especie cuyos productos de la colmena han sido evaluados para curar padecimientos crónicos en humanos (Cauich *et al.*2015).

También se obtuvieron tres registros de *Cephalotrigona zexmeniae* conocida localmente con el nombre de “tamagás” con el 3.1% de esfuerzo total de muestreo, esta especie es manejada en menor proporción para obtener miel y otros recursos de sus colmenas (González 2001). *Tetragonisca angustula* localmente llamada “mariola” se registró 3 veces obteniendo el 3.1% del esfuerzo total de muestreo esta especie es también manejada para obtener miel y propóleos utilizados con fines medicinales (Pucciarelli 2014).

Nannotrigona perilampoides obtuvo 9 registros representando un 9.4% del esfuerzo total de muestreo, esta especie ha sido utilizada para polinizar cultivos de chile (Palma *et al.* 2008). Estos servicios de polinización podrían ser evaluados y utilizados en cultivos que se realizan en el área de estudio.

5.7. Identificación de las principales fuentes florales utilizadas por las abejas para promover la conservación de estas especies.

Las especies encontradas y utilizadas con mayor frecuencia en los tipos de cobertura vegetal fueron: *Senna pallida* con 15 registros equivalentes al 15.6% del esfuerzo total de muestreo, *Baltimora recta* con 10 registros representando el 10.4% de los esfuerzos totales de muestreo, *Ipomoea* sp. con 9 registros correspondientes al 9.3% de los esfuerzos totales de muestreo *Cordia dentata* con 6 registros representando el 6.2 de los esfuerzos totales y *Cochlospermum vitifolium* con 5 registros equivalente al 5.2% de los esfuerzos totales de muestreo(Anexo 5).

Las especies se visualizan en orden descendente de acuerdo a la frecuencia que se encontraron en los esfuerzos de muestreo la mayor cantidad de registro corresponde a uno que representa el 1% del esfuerzo total de muestreo (Gráfico 5).

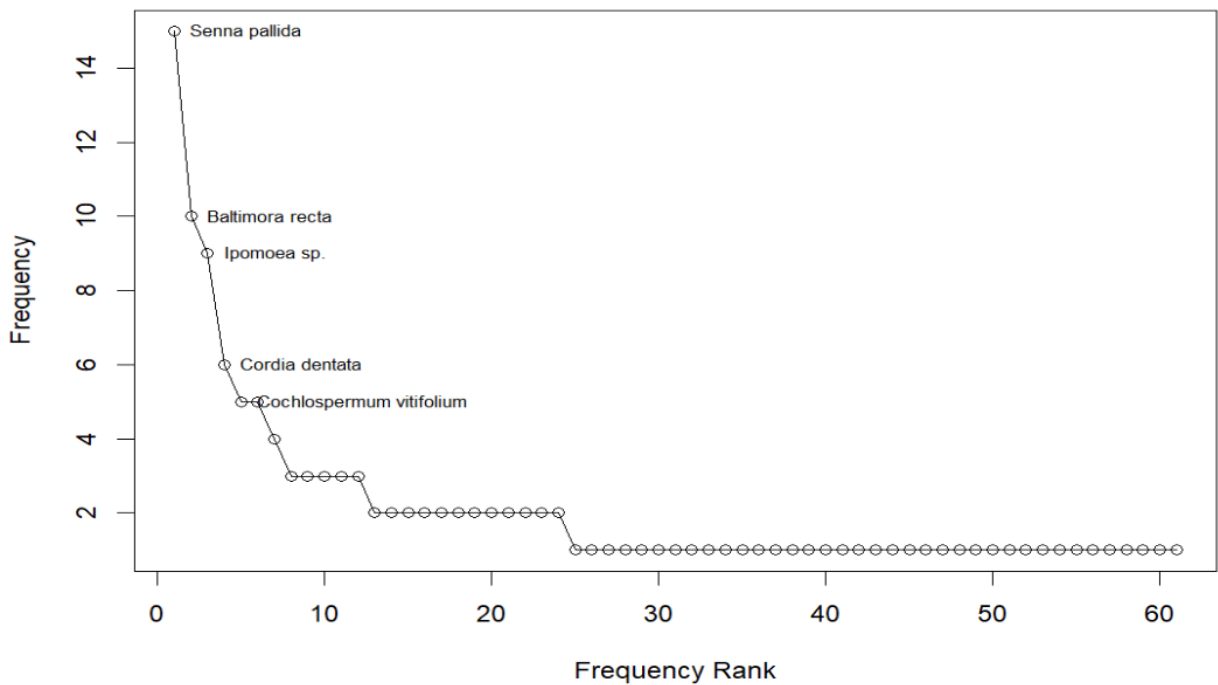


Gráfico 5. Frecuencia de plantas encontradas en todos los tipos de cobertura vegetal.

Las plantas encontradas con mayor frecuencia registraron la mayor cantidad de visitas por abejas: *Senna pallida* fue la más utilizada por 21 especies abejas encontrada mayormente en potrero, *Baltimora recta* con 11 especies con mayores registros en potrero, *Ipomoea* sp con 11 especies encontrada en potrero, áreas de cultivo y reforestación, *Cordia dentata* con 9 especies registrada en bosque y potrero y *Cochlospermum vitifolium* con 7 especies encontrada en potrero, bosque, área de reforestación y área de cultivos. (Gráfico 6).

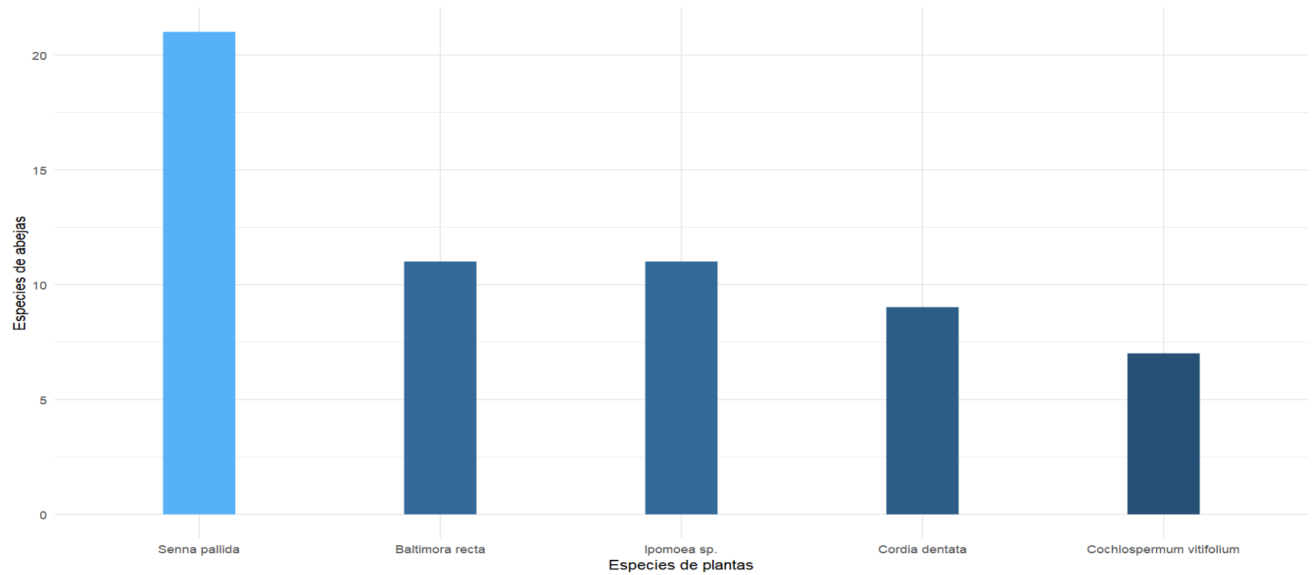


Gráfico 6. Plantas encontradas con mayor frecuencia y riqueza de especies de abejas que las visitaron.

6. Discusión

Los resultados obtenidos del análisis de los datos muestran que bosque y potrero son los espacios con mayor riqueza de especies, sin embargo, se debe tomar en consideración que los muestreos no se realizaron de una forma representativa, lo que conlleva a pensar que con un método de colecta sistemático los resultados serían diferentes y los demás tipos de cobertura vegetal podrían mostrar mayor riqueza de especies modificando los hallazgos de este trabajo.

Discusión de los resultados obtenidos en este proyecto

La riqueza de abejas encontrada en potrero fue ligeramente mayor en relación con la encontrada en los demás sitios y está correlacionado con el esfuerzo de muestreo para este sitio que fue mayor, los efectos antropogénicos y el avance de la frontera agrícola incrementan el uso del suelo para fines de crianza de ganado en el territorio donde se realizó la colecta. Las áreas de pastizal comprenden alrededor del 26% de la superficie continental y hasta el 80% de la tierra agrícola productiva (Boval y Dixon 2012) sin embargo, a pesar de ser espacios muy intervenidos se da el crecimiento de muchas plantas que podrían ser beneficiosas al menos para las abejas generalistas (Holzschuh *et al.* 2013) esta puede ser la razón del incremento de la riqueza de especies en este sitio.

Los esfuerzos de muestreo en áreas de reforestación y áreas de cultivos fueron menores por tal motivo la riqueza de especies podría incrementar al distribuir de forma homogénea dichos esfuerzos.

La mayor riqueza de plantas encontradas en bosque es consecuente a la diversidad y a las condiciones biofísicas apropiadas para el crecimiento de las especies (Mendoza.1999) siendo el segundo espacio en el que se realizó mayor esfuerzo de muestreo.

Frecuencia de abejas en los tipos de cobertura vegetal, su estado de conservación y usos alternativos para los humanos.

La frecuencia de las abejas en los tipos de cobertura vegetal estuvo determinada básicamente por los esfuerzos de muestreo y las capturas oportunistas de las especies, por lo tanto, las frecuencias registradas cambiarían al implementar un método de muestreo sistemático, sin embargo, Antonini *et al.* (2013) registraron una mayor riqueza y diversidad de especies de abejas en áreas de pasto cercanas a bordes del bosque en el sureste de Brasil, esto se corresponde con los resultados obtenidos en esta colecta resaltando la importancia de los pastos para la conservación de abejas sobre todo cuando se acompañan de buenas prácticas de manejo (Padilla, 2022), este mismo autor menciona que el muestreo de abejas en zonas boscosas con vegetación densa y estratos verticales altos es muy complicado y podría estar generando un sesgo en cuanto a la posibilidad de detectar más especies de abejas en estos estratos, este argumento no se corresponde con los resultados de este trabajo por no tener un muestreo representativo.

El registro de tres especies evaluadas dentro de la lista roja de la UICN motiva la necesidad de realizar muestreos con mejores diseños estadísticos para conocer el estado de las poblaciones de muchas abejas, esta es la principal causa de que muchas especies no tengan categoría del estado de conservación con la probabilidad de que muchas sean vulnerables. Todas las especies de abejas

sufren pérdidas de sus poblaciones por muchas causas principalmente el uso inapropiado de agroquímicos (Vargas *et al.* 2023).

También se registró *Melipona beecheii* y otros meliponinos (*Cephalotrigona zexmeniae* y *Tetraginisca angustula*, estas especies son de gran utilidad para los humanos ya que proveen diversos recursos alimenticios y curativos además de los servicios de polinización (Arnold *et al.* 2018). Los registros de *Melipona beecheii* se dieron con mayor frecuencia en potreros pecoreando en *Senna pallida* lo que evidencia la interacción planta-abeja (Villanueva *et al.* 2018) demostrando la importancia de esta planta como fuentes de recursos para esta abeja manejada por productores que poseen colmenas en comunidades ubicadas en el corredor biológico Paso del Istmo.

Fuentes florales más utilizadas por las abejas para promover la conservación de estas especies.

Las plantas con mayor registro utilizadas por las abejas fueron: *Senna pallida* es un arbusto perteneciente a la familia Fabaceae localmente llamado “abejón”, frecuentemente comportándose como maleza en potreros o en orillas de caminos, en laderas, sábanas, playas, algunas veces en bosque tropical caducifolio (Rzedowski & Rzedowski, 1997). *Baltimora recta* planta que pertenece a la familia Asteraceae ofrece recursos a muchas abejas principalmente a las de la tribu Meliponini (Arce, 2001), esta planta crece a inicios del julio después de haber iniciado el invierno tiene un crecimiento invasivo en los potreros y áreas abiertas afectando el crecimiento del pasto utilizado para alimentar el ganado por los granjeros (Ortiz, 2001).

Según (Quesada, 2019) la inclusión de arbustos de uso múltiples es una alternativa para aumentar la riqueza de especies de abejas, incrementando los beneficios de producción a través de la polinización, este argumento y los resultados obtenidos en este trabajo pueden ser utilizados para demostrar a los ganaderos de la importancia de conservar al menos una proporción moderada de *Senna pallida* en sus potreros.

Una especie del género *Ipomoea* fue registrada; estas plantas son muy utilizadas por abejas solitarias de la familia Halictidae (Rios, 2021). Y Apidae como *Ancyloscelis* y *Melitoma* estos géneros son especialistas en *Ipomoea*, sin embargo, estas plantas son consideradas malezas en el pacífico de Nicaragua (Alemán *et al.*, 2012) surgiendo la necesidad de conservarlas por medio de estrategias con los propietarios de las tierras donde crecen.

Cordia dentata es un árbol de hasta 10 m de altura, conocido localmente como Tigüilote, las flores son fragantes y muy visitadas por las abejas ya que son melíferas, es usada como cerca viva, produce polen y néctar para la miel de consumo humano (MARENA/INAFOR, 2022). La conservación de esta especie no requiere mayores esfuerzos ya que las personas obtienen múltiples beneficios de ella.

Cochlospermum vitifolium es un árbol de talla media llamado localmente como Poroporo, crece en espacios abiertos es una fuente melífera para muchas especies de abejas (Fallas *et al.*, 2010). Tiene usos múltiples como cerca vivas y fuentes de alimentación para ganado bovino esto implica menores esfuerzos para su conservación.

El conocimiento de estos resultados fortalece los esfuerzos para la conservación de las abejas nativas y a mitigar los efectos de la deforestación, malas prácticas de pastoreo, urbanizaciones, la introducción de especies exóticas (*A. mellifera*), usos de plaguicidas y el calentamiento global que son las causas fundamentales de la reducción de poblaciones de abejas (Varela *et al* 2023).

7. Conclusiones

No se encontró gran diferencia entre las riquezas de abejas en los seis tipos de cobertura vegetal, se identificaron 79 taxones de abejas a nivel de especie y género y 61 taxones de plantas identificadas a nivel especie y género esto fue el producto de 96 esfuerzos de muestreos. En potrero y bosque se encontró un leve incremento de la riqueza de abejas en cambio en área de cultivos, área de reforestación, manglar y patio de casa fueron los tipos de cobertura vegetal que obtuvieron la menor riqueza de especies.

Área de reforestación y área de cultivo obtuvieron la mayor frecuencia de especies de abejas. Bosque y potrero obtuvieron la mayor cantidad de especies raras (menos frecuentes).

Se registraron tres especies de abejas evaluadas en lista roja de especies amenazadas de la UICN para abejas: *Augochloropsis ignita*, *Epicharis lunulata* y *Bombus mexicanus* esta es la única especie con una categoría amenazada en la lista roja (vulnerable). La gran mayoría de los taxones registrados en esta colecta (ver anexo 4) no se han evaluado en la Lista Roja lo cual apunta a la necesidad de estudiar las distribuciones, tendencias de población y amenazas de este grupo de organismos.

Se encontraron tres especies de abejas manejadas por meliponicultores en el corredor biológico Paso del Istmo: *Melipona beecheii*, *Cephalotrigona zexmeniae* y *Tetragonisca angustula*.

Cuatro plantas fueron registradas, estas fueron las que más utilizaron las abejas colectadas: *Senna pallida*, *Baltimora recta*, *Ipomoea* sp, *Cordia dentata* y *Cochlospermum vitifolium*. Esto demuestra que la vegetación ruderal tiene gran valor para abejas nativas (Frankie *et al.*2013).

Este tipo de trabajo, aunque no cuenta con un diseño estadístico, los resultados aportan información valiosa para conocer la diversidad de especies en los sitios donde se realizan, en el corredor biológico Paso del Istmo no se han efectuado otros estudios similares a este, los datos obtenidos han contribuido a la documentación de las especies registradas, varias identificaciones de abejas han sido utilizadas y los registros se han agregado a las estadísticas de la IUCN.

8. Recomendaciones

Realizar muestreos en el área de estudio y a nivel nacional con un mejor diseño metodológico para respaldar o rectificar los resultados obtenidos este proyecto, estos deben ser homogéneos para obtener mejores resultados en los sitios de estudio, un trabajo realizado por Lobo *et al.* 2023 encontró anidando *Centris aethyctera* en la costa del mar demostrando que podemos encontrar abejas en lugares que se consideran con poca probabilidad.

Diseñar e implementar estrategias de conservación para las abejas y las plantas que proveen recursos a muchas especies.

Agregar más información sobre la protección de insectos polinizadores en el *curriculum* de estudiantes de primaria y secundaria.

Implementar programas de incentivos con los ganaderos para mantener las plantas consideradas “malezas” en su finca que benefician a muchas abejas, estas plantas podrían incorporarse a otras actividades como: prácticas silvopastoriles, uso en cercas vivas y el mantenimiento de vegetación nativa alrededor de nacientes y ríos.

9. Referencias bibliográficas

- Alemán Zeledón. F., Quezada Bonilla. B., Garmendia Zapata. M. (2012). Flora arvense y ruderal del pacífico y centro de Nicaragua, Managua: UNA. 270p
- Ángel J. Ríos-Oviedo, William Cetzal. (2021). importancia de las abejas nativas (hymenoptera: halictidae) para la flora silvestre, y el impacto de la perturbación antrópica (2021). Posgrado en Ciencias en Agroecosistemas Sostenibles, Tecnológico Nacional de México, Campus Instituto Tecnológico de Chiná, Calle 11 entre 22 y 28, Colonia Centro Chiná. Campeche, México. C. P. 24050.
- Angeles TC, Román CAM. 2010. La producción apícola en México. [internet]. Disponible en el sitio de red: http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/historia/11_produccion_apicola_mexico.PDF [Revisado el 20 de junio de 2010].
- Antonini, Y; Martins, RP; Aguiar, LM; Loyola, RD. 2013. Richness, composition, and trophic niche of stingless bee assemblages in urban forest remnants. *Urban Ecosystems* 16(3):527-541. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11252-012-0281-0>.
- Arnold N, Zepeda R, Vásquez M. Aldasoro M. Vandame R. (2018). Las abejas sin aguijón y su cultivo en Oaxaca, México: con catálogo de especies. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México: El Colegio de la Frontera Sur. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Ayala (1999). Manejo de las abejas sin aguijón en México. Pág.15. Bacab, Pérez, A, Canto, A. (2020). La abeja melipona en la cultura maya. Mérida: Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C.
- Blütghen, M. (2012). Ensamble de hormigas en relación a cobertura vegetal en una zona periurbana de La Paz (Bolivia). *Ecología en Bolivia*, 47(2), 119-133.

- Boval, M; Dixon, RM. 2012. The importance of grasslands for animal production and other functions: a review on management and methodological progress in the tropics. *Animal* 6(5):748-762. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731112000304>.
- Calero-Pérez M., Quiroz-Medina C. Joyce R., Mérida J., Vandame R. y Sagot P. (2022). Nuevos registros y listados de abejas sin aguijón (Hymenoptera: Apidae, Meliponini) en el corredor biológico Paso del Istmo de Rivas, Nicaragua. *ACTA ZOOLOGICA MEXICANA (N.S.)*
- Cauch Kumul, R., Ruiz Ruiz, J. C., Ortíz Vázquez, E., & Segura Campos, M. R. (2015). Potencial antioxidante de la miel de *Melipona beecheii* y su relación con la salud: una revisión. *Nutrición Hospitalaria*, 32(4), 1432-1442.
- Chao, A., Gotelli, N.J., Hsieh, T.C., Sander, E.L., Ma, K.H., Colwell, R.K. & Ellison, A.M. (2014) Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*, 84, 45–67.
- Chen, H., Boutros, P.C (2011). VennDiagram: a package for the generation of highly-customizable Venn and Euler diagrams in R. *BMC Bioinformatics* 12, 35. <https://doi.org/10.1186/1471-2105-12-35>
- Contreras Cortés, L. E. U., Vázquez García, A., Aldasoro Maya, E. M., & Mérida Rivas, J. (2020). Conocimiento de las abejas nativas sin aguijón y cambio generacional entre los mayas lacandones de Nahá, Chiapas. *Estudios de cultura maya*, 56, 205-225.
- Cresson, (1878) in Miller S, Rycroft S. *Bombus mexicanus*. Anthophila- an online repository of bee diversity. Scratchpads. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/rhz9yf> accessed via GBIF.org on 2024-11-07.
- Domínguez-Álvarez, A., Zenón-Cano, S., & Ayala-Barajas, R. (2007). Estructura y fenología de la comunidad de abejas nativas (Hymenoptera: Apoidea). *Divers Hábitats Ecol Comunidades*, 2, 421-432.
- Espinoza, R., Guadamuz, A., Perez, D., Chavarria, F. y Masís, A. (1998). Species Page de *Senna pallida* (fabaceae), 7 septiembre 1998. Species Home Pages, Area de Conservación Guanacaste, Costa Rica. <http://www.acguanacaste.ac.cr>
- Fallas-Cedeño, L., Michele Holbrook, N., Rocha, O. J., Vásquez, N., & Gutiérrez-Soto, M. V. (2010). Phenology, lignotubers, and water relations of *Cochlospermum vitifolium*, a pioneer tropical dry forest tree in Costa Rica. *Biotropica*, 42(1), 104-111.
- Flora de Nicaragua, Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. (11 Nov 2024). <http://legacy.tropicos.org/Project/FN>. Missouri Botanical Garden - 4344 Shaw Boulevard - Saint Louis, Missouri 63110.
- G. W. Frankie, S. B. Vinson, M. A. Rizzardi, T. L. Griswold, R. E. Coville, M. H. Grayum, L. E. S. Martinez, J. Foltz-Sweat, and J. C. Pawelek. (2013). "Relationships of Bees to Host Ornamental and Weedy Flowers in Urban Northwest Guanacaste Province, Costa Rica," *Journal of the Kansas Entomological Society* 86(4), 325-351. <https://doi.org/10.2317/JKES121222.1>
- González Martínez, Álvaro J., Rojas Hernández, J., Chavarría-Ñamendi, F. J., & Jiménez Gómez, R. M. (2017). Disponibilidad de biomasa y contenido de proteína cruda de

- Hyparrhenia rufa* y *Panicum maximum* cv Tanzania asociadas con *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium* en sistema de pasturas en callejones. *La Calera*, 17(28), 15–20.
<https://doi.org/10.5377/calera.v17i28.6364>
- Goral FS. (2017). Functions for community data and ordinations. [Available from: <https://cran.r-project.org/web/packages/goeveg/index.html>].
- H. Arce, L. Sánchez, J. Slaa, P. Sánchez-Vindas, A. Ortiz, J. Van Veen y M. Sommeijer. (2001). “Árboles melíferos nativos de Mesoamérica”, Heredia, Costa Rica: Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales.
- Hanbo Chen (2022). Generate High-Resolution Venn and Euler Plots.
- Holzschuh, A; Dormann, CF; Tschamtker, T; Steffan-Dewenter, I. (2013). Mass-flowering crops enhance wild bee abundance. *Oecologia* 172(2):477-484. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00442-012-2515-5>.
- Jorge A. Gonzáles Acereto 2 M. en C. Luis A. Medina Medina. (2001). Generalidades sobre las principales especies de abejas sin aguijón (Hymenoptera; Apidae; Meliponinae) que se encuentran en Yucatán. XV Seminario Americano de Apicultura. Tepic, Nayarit, México.
- Lobo, J. A., Fernández Otárola, M., Chavarría, M. M., & Agraz Hernández, C. M. (2023). Nesting biology of *Centris aethyctera* (Centridini, Apidae) in an estuarine environment. *Apidologie*, 54(6), 58.
- Lozano Puerto, F. I. (2021). Diversidad de abejas nativas (Apidae): Meliponini en Atenas, Alajuela, Costa Rica.
- Martínez López, O.G., Vandame, R.V. & Walker, A. (2024). *Augochloropsis ignita*. The IUCN Red List of Threatened Species 2024: e.T152137615A152147673. Accessed on 02 November 2024.
- Martínez López, O.G., Vandame, R.V. & Walker, A. (2024). *Epicharis lunulata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2024: e.T153368752A153372287. Accessed on 02 November 2024.
- Mendoza-C., H. (1999). Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región caribe y el valle del río magdalena, Colombia. *Caldasia*, 21(1), 70–94.
<http://www.jstor.org/stable/23641565>
- Mérida-Rivas, J. A., Hinojosa-Daz, I. A., Ayala-Barajas, R., Barrientos-Villalobos, S., Pozo, C., & Vandame, R. (2022). Revision of carpenter bees of the subgenus *Neoxylocopa* Michener (Hymenoptera: Apidae) from Mexico and Mesoamerica. *Zootaxa*, 5158(1), 1-67.
- Mocsáry (1899) in Miller S, Rycroft S. *Epicharis lunulata*. Anthophila- an online repository of bee diversity. Scratchpads. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/rhz9yf> accessed via GBIF.org on 2024-11-06.
- Ortiz-Mora, A., Sánchez-Chaves, L., & Ramírez-Arias, F. (2001). *Baltimora recta*: a pollen and nectar plant for honey bees during dearth periods in Costa Rica. *Bee World*, 82(1), 41-44.
- Padilla Raudales, D. (2022). Comunidades de abejas (Hymenoptera: Apidae) en ambientes contrastantes de un paisaje de la Chiquitanía, Santa Cruz, Bolivia.
- Palma, G., Quezada-Euán, J. J. G., Meléndez-Ramírez, V., Irigoyen, J., Valdovinos-Nuñez, G. R., & Rejón, M. (2008). Comparative efficiency of *Nannotrigona perilampoides*, *Bombus*

- impatiens (Hymenoptera: Apoidea), and mechanical vibration on fruit production of enclosed habanero pepper. *Journal of Economic Entomology*, 101(1), 132-138.
- Porrini, M. P., Porrini, L. P., Quintana, S., Garrido, P. M., Alvarez, L. J., Muller, F., ... & Eguaras, M. J. (2021). Detección de microsporidios potencialmente patógenos en abejas nativas sin aguijón de Argentina, Brasil y Costa Rica.
- Potts, SG; JC Biesmeijer; C Kremen; P Neumann; O Schweiger; *et al.* (2010). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends Ecol. Evol.*, 25:345-353.
- Proctor, M., P. Yeo Y A. Lack. 1996. *The natural history of pollination*. Harper Collins, Londres.
- Pucciarelli, A. B., Schapovaloff, M. E., Kummritz, S., Seňuk, I. A., Brumovsky, L. A., & Dallagnol, A. M. (2014). Microbiological and physicochemical analysis of yateí (*Tetragonisca angustula*) honey for assessing quality standards and commercialization. *Revista Argentina de Microbiología*, 46(4), 325-332.
- Quesada Ávila, G. (2019). Análisis de la variación geográfica en caracteres morfológicos y sistemas de polinización del género (Gesneriaceae) en México.
- Ramírez Freire, L., Alanís Flores, G., Ayala Barajas, R., Velazco Macías, C., & Favela Lara, S. (2014). El uso de platos trampa y red entomológica en la captura de abejas nativas en el estado de Nuevo León, México. *Acta zoológica mexicana*, 30(3), 508-538.
- Ricketts, TH; J Regetz; I Steffan-Dewenter; SA cunningham; C Kremen; *et al.* (2008). Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? *Ecol. Lett.*, 11:499-515.
- Rosso, J. M., Imperatriz-Fonseca, V. L., & Cortopassi-Laurino, M. (2001). Meliponicultura en Brasil I: Situación en 2001 y perspectivas. II Seminario Mexicano sobre abejas sin aguijón, Mérida, Yucatán, México, 28-35.
- Roubik, D. W. 1989. *Ecology and natural history of tropical bees*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Roulston, T. A., J. H. Cane, Y S. L. Buchmann. (2000). What governs protein content pollen; pollinator preferences, pollen-pistil interactions, or phylogeny? *Ecological Monographs*, 70: 617-43.
- Rzedowski, J., de Rzedowski, G. C., del Bajío, C. R., & Pátzcuaro, M. (2015). *Flora del Bajío y de regiones adyacentes* (Vol. 31, pp. 1-36).
- Sala, OE; FS Chapin; JJ Armesto; E Berlow; J Bloomfeld; *et al.* (2000). Global Biodiversity Scenario for the year 2100. *Science*, 287:1770-1774.
- Saturni, F. T., Jaffé, R., & Metzger, J. P. (2016). Landscape structure influences bee community and coffee pollination at different spatial scales. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 235, 1-12.
- Shanahan, M., Guzmán Díaz, M., Vandame, R. (2017). *Manual de meliponicultura básica*. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México: El Colegio de la Frontera Sur.
- Smith, (1861) in Miller S, Rycroft S. *Augochloropsis ignita* . Anthophila- an online repository of bee diversity. Scratchpads. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/rhz9yf> accessed via GBIF.org on 2024-11-07.

- Smith, A. R. 1995. Key to the Families of Pteridophytes in the Venezuelan Guayana. En: Berry, P.E., B. K. Holst & KYatskievych. Flora of the Venezuelan Guayana. Missouri Botanical Garden.
- Universidad Federal de Paraná (2013) Catálogo de abejas de Moure.
- V. Nilsson, P. Sánchez- Vindas y R. Manfredi.(20005). Hierbas y Arbustos comunes en cafetales y otros cultivos, San José, Costa Rica: Herbario Juvenal Valerio Rodríguez (JVR).
- Vandame, R.V., Martínez López, O.G. & Pineda Diez de Bonilla, E. 2015. *Bombus mexicanus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T21215169A21215265. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T21215169A21215265.en>
- Varela Sánchez, R. E., & Hernández Duarte, S. D. J. (2023). *Caracterización de abejas nativas en diferentes agroecosistemas en dos épocas del año, Campus Agropecuario UNAN-León 2022* (Doctoral dissertation).
- Vargas-Guarin, A., & Polanco-Puerta, M. F. (2023). Acciones antropogénicas y su incidencia sobre el declive de poblaciones de polinizadores (abejas nativas) en agroecosistemas cafeteros. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 24(3).
- Vásquez-García, A., Sangerman-Jarquín, D. M., & Schwentesius Rindermann, R. (2021). Caracterización de especies de abejas nativas y su relación biocultural en la Mixteca oaxaqueña. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 12(1), 101-113.
- Villanueva-Gutiérrez, R., Roubik, D. W., Colli-Ucán, W., & Tuz-Novelo, M. (2018). The value of plants for the Mayan stingless honey bee *Melipona beecheii* (Apidae: Meliponini): a pollen-based study in the Yucatán Peninsula, Mexico. *Pot-pollen in stingless bee melittology*, 67-76.
- Wickham et al., (2019). Welcome to the Tidyverse. *Journal of Open Source Software*, 4(43), 1686, <https://doi.org/10.21105/joss.01686>
- Wickham H, François R, Henry L, Müller K, Vaughan D (2023). *dplyr: A Grammar of Data Manipulation*. R package version 1.1.4, <https://github.com/tidyverse/dplyr>, <https://dplyr.tidyverse.org>.
- Wilke, C. O., Wickham, H., & Wilke, M. C. O. (2019). Package ‘cowplot’. *Streamlined plot theme and plot annotations for ‘ggplot2, 1*.
- Winfree, R; R Aguilar; DP Vazquez; Gle Buhn & MA Aizen. (2009). A meta-analysis of bees responses to anthropogenic disturbance. *Ecol.*, 90:2068-2076.
- Winston, M. L. (1987). The biology of the honey bee. Harvard University Press, Londres.

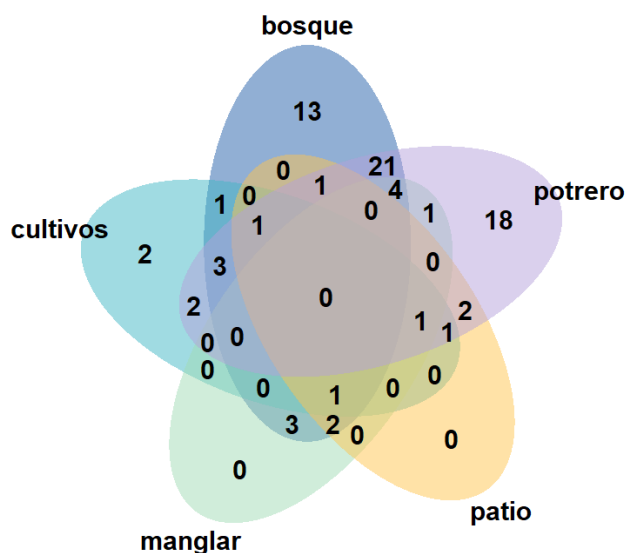
10. Anexos

Anexo 1. Lista de abejas identificadas y cantidad de especies de plantas en las que se encontraron.

Especie de abeja	Especies de plantas	Especie de abeja	Especies de plantas
<i>Agapostemon nasutus</i>	3	<i>Frieseomelitta paupera</i>	2
<i>Aglae coerulea</i>	1	<i>Gaesischia exul</i>	1
<i>Ancyloscelis sp.</i>	1	<i>Gaesischia sp.</i>	1
<i>Andrena sp.</i>	1	<i>Halictus hesperus</i>	2
<i>Augochlora sp.</i>	7	<i>Halictus townsendi</i>	1
<i>Augochlorella sp.</i>	4	<i>Hylaeus sp.</i>	2
<i>Augochloropsis ignita</i>	1	<i>Lasioglossum sp.</i>	6
<i>Augochloropsis sp.</i>	1	<i>Megachile sp.</i>	6
<i>Bombus mexicanus</i>	4	<i>Megachile xylocopoides</i>	1
<i>Caenaugochlora sp.</i>	2	<i>Melipona beecheii</i>	3
<i>Calliopsis sp.</i>	2	<i>Melissodes sp.</i>	1
<i>Centris aethyctera</i>	3	<i>Melitoma sp.</i>	3
<i>Centris flavifrons</i>	1	<i>Nannotrigona perilampoides</i>	9
<i>Centris heithausi</i>	2	<i>Oxytrigona mellicolor</i>	3
<i>Centris lutea</i>	1	<i>Paratetrapedia sp.</i>	1
<i>Centris nitida</i>	3	<i>Partamona orizabaensis</i>	4
<i>Centris sp.</i>	4	<i>Peponapis sp.</i>	2
<i>Centris varia</i>	2	<i>Perilampidae</i>	1
<i>Centris vittata</i>	1	<i>Plebeia aff moureana</i>	1
<i>Cephalotrigona zexmeniae</i>	3	<i>Plebeia frontalis</i>	1
<i>Ceratina sp.</i>	9	<i>Pseudopanurgus sp.</i>	3
<i>Colletes sp.</i>	2	<i>Scaptotrigona luteipennis</i>	3
<i>Diadasia sp.</i>	3	<i>Scaptotrigona pectoralis</i>	6
<i>Epicharis lunulata</i>	1	<i>Scaura argyrea</i>	1
<i>Epicharis sp.</i>	2	<i>Svastra sp.</i>	1
<i>Eucerini</i>	1	<i>Tetragona zieglerti</i>	3
<i>Eucerini sp.</i>	1	<i>Tetragonisca angustula</i>	3
<i>Eufriesea sp.</i>	2	<i>Triepeolus sp.</i>	1
<i>Euglossa imperialis</i>	1	<i>Trigona corvina</i>	1
<i>Euglossa smaragdina</i>	1	<i>Trigona fulviventris</i>	2
<i>Euglossa townsendi</i>	1	<i>Trigona fuscipennis</i>	8
<i>Euglossa tridentata</i>	1	<i>Trigona muzoensis</i>	1
<i>Euglossa viridissima</i>	2	<i>Trigona nigerrima</i>	2
<i>Eulaema bombiformis</i>	1	<i>Trigona silvestriana</i>	5

<i>Eulaema cingulata</i>	1	<i>Trigonisca schulthessi</i>	1
<i>Eulaema polychroma</i>	3	<i>Xylocopa fimbriata</i>	1
<i>Eulaema sp.</i>	4	<i>Xylocopa mexicanorum</i>	1
<i>Exaerete smaragdina</i>	1	<i>Xylocopa sp.</i>	3
<i>Exomalopsis sp.</i>	3	<i>Xylocopa viridis</i>	1

Anexo 2. Diagrama que representa las especies de abejas generalistas, las que se encontraron en más de un tipo de cobertura vegetal y especies que se encontraron en espacios específicos.



Anexo 3. Lista de plantas identificadas y cantidad de especies de abejas que las visitaron.

Especie de planta	Especies de abejas	Especie de planta	Especies de abejas
<i>Baltimora recta</i>	11	<i>Ludwigia sp.</i>	1
<i>Bignonia neoheterophylla</i>	1	<i>Melicoccus bijugatus</i>	2
<i>Bixa orellana</i>	1	<i>Momordica charantia</i>	3
<i>Bravaisia integerrima</i>	2	<i>Muntingia calabura</i>	3
<i>Byrsonima crassifolia</i>	4	<i>Myriocarpa longipes</i>	1
<i>Caesalpinia exostemma</i>	1	<i>Myrospermum frutescens</i>	2
<i>Caesalpinia eriostachys</i>	5	<i>Nymphaea pulchella</i>	1
<i>Calotropis procera</i>	1	<i>Oxalis frutescens</i>	2
<i>Calycophyllum candidissimum</i>	2	<i>Passiflora</i>	2
<i>Capsicum sp.</i>	2	<i>Piper auritum</i>	1
<i>Carica papaya</i>	1	<i>Piper sp.</i>	1
<i>Cascabela gaumeri</i>	3	<i>Psidium guajava</i>	1
<i>Cascabela ovata</i>	1	<i>Ricinus communis</i>	1
<i>Centrosema plumieri</i>	2	<i>Rivina humilis</i>	1

<i>Citrus sp.</i>	2	<i>Securidaca diversifolia</i>	1
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	7	<i>Senna pallida</i>	21
<i>Cocos nucifera</i>	1	<i>Senna siamea</i>	4
<i>Cordia dentata</i>	9	<i>Sida cuspidata</i>	4
<i>Cryptostegia madagascariensis</i>	1	<i>Sida hirtussima</i>	4
<i>Dalbergia retusa</i>	4	<i>Solanum sp.</i>	2
<i>Gliricidia sepium</i>	3	<i>Solanum volubile</i>	1
<i>Haematoxylum brasiletto</i>	6	<i>Spondias purpurea</i>	1
<i>Hyptis suaveolens</i>	5	<i>Tabebuia rosea</i>	4
<i>Ipomoea carnea</i>	3	<i>Talinum triangulare</i>	1
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	1	<i>Tamarindus indica</i>	2
<i>Ipomoea sp.</i>	11	<i>Trichilia americana</i>	1
<i>Ipomoea trifida</i>	1	<i>Tridax procumbens</i>	1
<i>Jatropha gossypifolia</i>	1	<i>Triplaris melaenodendron</i>	2
<i>Lagascea mollis</i>	1	<i>Vachellia sp.</i>	1
<i>Lagascea sp.</i>	3	<i>Zea mays</i>	1
<i>Lawsonia inermis</i>	1		

Anexo 4. Frecuencia de abejas en todos los tipos de cobertura vegetal.

Especie de abeja	Registros totales	Frecuencia	% esfuerzo total
<i>Lasioglossum sp.</i>	10	0.104166667	10.4
<i>Nannotrigona perilampoides</i>	9	0.09375	9.4
<i>Augochlora sp.</i>	8	0.083333333	8.3
<i>Bombus mexicanus</i>	8	0.083333333	8.3
<i>Ceratina sp.</i>	8	0.083333333	8.3
<i>Megachile sp.</i>	7	0.072916667	7.3
<i>Trigona fuscipennis</i>	7	0.072916667	7.3
<i>Euglossa viridissima</i>	6	0.0625	6.3
<i>Scaptotrigona pectoralis</i>	6	0.0625	6.3
<i>Centris heithausi</i>	5	0.052083333	5.2
<i>Diadasia sp.</i>	5	0.052083333	5.2
<i>Euglossa tridentata</i>	5	0.052083333	5.2
<i>Exomalopsis sp.</i>	5	0.052083333	5.2
<i>Melitoma sp.</i>	5	0.052083333	5.2
<i>Partamona orizabaensis</i>	5	0.052083333	5.2
<i>Trigona silvestriana</i>	5	0.052083333	5.2
<i>Augochlorella sp.</i>	4	0.041666667	4.2
<i>Centris lutea</i>	4	0.041666667	4.2
<i>Centris sp.</i>	4	0.041666667	4.2
<i>Eulaema sp.</i>	4	0.041666667	4.2
<i>Xylocopa mexicanorum</i>	4	0.041666667	4.2
<i>Xylocopa viridis</i>	4	0.041666667	4.2

<i>Agapostemon nasutus</i>	3	0.03125	3.1
<i>Calliopsis sp.</i>	3	0.03125	3.1
<i>Centris aethytera</i>	3	0.03125	3.1
<i>Centris nitida</i>	3	0.03125	3.1
<i>Cephalotrigona zexmeniae</i>	3	0.03125	3.1
<i>Colletes sp.</i>	3	0.03125	3.1
<i>Euglossa townsendi</i>	3	0.03125	3.1
<i>Eulaema polychroma</i>	3	0.03125	3.1
<i>Halictus hesperus</i>	3	0.03125	3.1
<i>Melipona beecheii</i>	3	0.03125	3.1
<i>Oxytrigona mellicolor</i>	3	0.03125	3.1
<i>Pseudopanurgus sp.</i>	3	0.03125	3.1
<i>Scaptotrigona luteipennis</i>	3	0.03125	3.1
<i>Svastra sp.</i>	3	0.03125	3.1
<i>Tetragona zieglerei</i>	3	0.03125	3.1
<i>Tetragonisca angustula</i>	3	0.03125	3.1
<i>Trigona fulviventris</i>	3	0.03125	3.1
<i>Xylocopa fimbriata</i>	3	0.03125	3.1
<i>Xylocopa sp.</i>	3	0.03125	3.1
<i>Ancyloscelis sp.</i>	2	0.020833333	2.1
<i>Augochloropsis sp.</i>	2	0.020833333	2.1
<i>Caenaugochlora sp.</i>	2	0.020833333	2.1
<i>Centris varia</i>	2	0.020833333	2.1
<i>Epicharis lunulata</i>	2	0.020833333	2.1
<i>Epicharis sp.</i>	2	0.020833333	2.1
<i>Eucerini</i>	2	0.020833333	2.1
<i>Eufriesea sp.</i>	2	0.020833333	2.1
<i>Eulaema bombiformis</i>	2	0.020833333	2.1
<i>Exaerete smaragdina</i>	2	0.020833333	2.1
<i>Frieseomelitta paupera</i>	2	0.020833333	2.1
<i>Gaesischia exul</i>	2	0.020833333	2.1
<i>Hylaeus sp.</i>	2	0.020833333	2.1
<i>Peponapis sp.</i>	2	0.020833333	2.1
<i>Trigona corvina</i>	2	0.020833333	2.1
<i>Trigona nigerrima</i>	2	0.020833333	2.1
<i>Aglae coerulea</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Andrena sp.</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Augochloropsis ignita</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Centris flavifrons</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Centris vittata</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Eucerini sp.</i>	1	0.010416667	1.0

<i>Euglossa imperialis</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Euglossa smaragdina</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Eulaema cingulata</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Exomalopsini sp.</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Gaesischia sp.</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Halictus townsendi</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Megachile xylocopoides</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Melissodes sp.</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Paratetrapedia sp.</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Plebeia aff moureana</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Plebeia frontalis</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Scaura argyrea</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Triepeolus sp.</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Trigona muzoensis</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Trigonisca schulthessi</i>	1	0.010416667	1.0

Anexo 3. Frecuencia de plantas en todos los tipos de cobertura vegetal.

Especie de planta	Registros totales	Frecuencia	% esfuerzo total
<i>Senna pallida</i>	15	0.15625	15.6
<i>Baltimora recta</i>	10	0.104166667	10.4
<i>Ipomoea sp.</i>	9	0.09375	9.4
<i>Cordia dentata</i>	6	0.0625	6.3
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	5	0.052083333	5.2
<i>Hyptis suaveolens</i>	5	0.052083333	5.2
<i>Byrsonima crassifolia</i>	4	0.041666667	4.2
<i>Gliricidia sepium</i>	3	0.03125	3.1
<i>Ipomoea carnea</i>	3	0.03125	3.1
<i>Senna siamea</i>	3	0.03125	3.1
<i>Sida cuspidata</i>	3	0.03125	3.1
<i>Sida hirtussima</i>	3	0.03125	3.1
<i>Calycophyllum candidissimum</i>	2	0.020833333	2.1
<i>Capsicum sp.</i>	2	0.020833333	2.1
<i>Cascabela gaumeri</i>	2	0.020833333	2.1
<i>Centrosema plumieri</i>	2	0.020833333	2.1
<i>Dalbergia retusa</i>	2	0.020833333	2.1
<i>Haematoxylum brasiletto</i>	2	0.020833333	2.1
<i>Lawsonia inermis</i>	2	0.020833333	2.1
<i>Momordica charantia</i>	2	0.020833333	2.1
<i>Passiflora sp.</i>	2	0.020833333	2.1

<i>Tabebuia rosea</i>	2	0.020833333	2.1
<i>Tamarindus indica</i>	2	0.020833333	2.1
<i>Triplaris melaenodendron</i>	2	0.020833333	2.1
<i>Bignonia neoheterophylla</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Bixa orellana</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Bravaisia integerrima</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Caesalpinia exostemma</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Caesaplina eriostachys</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Calotropis procera</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Carica papaya</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Cascabela ovata</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Citrus sp.</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Cocos nucifera</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Cryptostegia madagascariensis</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Ipomoea pes-caprae</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Ipomoea trifida</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Jatropha gossypifolia</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Lagascea mollis</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Lagascea mollis</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Ludwigia sp.</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Melicoccus bijugatus</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Muntingia calabura</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Myriocarpa longipes</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Myrospermum frutescens</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Nymphaea pulchella</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Oxalis frutescens</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Piper auritum</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Piper sp.</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Psidium guajava</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Ricinus communis</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Rivina humilis</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Securidaca diversifolia</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Solanum sp.</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Solanum volubile</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Spondias purpurea</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Talinum triangulare</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Trichilia americana</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Tridax procumbens</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Vachellia sp.</i>	1	0.010416667	1.0
<i>Zea mays</i>	1	0.010416667	1.0