



*"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"*

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

Trabajo de Tesis

**Frecuencia de visita de *Apis mellifera* en hierbas y
arbustos del bosque seco durante los meses de
marzo a septiembre del año 2021, unidad
productiva Los Mandaguales y Torogocez, Madriz**

Autores

Br. Lenin Josué Bustillo Tinoco

Br. Eybram Humberto López Hernández

Asesores

M.Sc. Josué Rocha Espinoza

Ing. Ixpayacat Bustillo Tinoco

Managua, Nicaragua

Febrero, 2023



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

Trabajo de Tesis

Frecuencia de visita de *Apis mellifera* en hierbas y arbustos del bosque seco durante los meses de marzo a septiembre del año 2021, unidad productiva Los Mandaguales y Torogocez, Madriz

Autores

Br. Lenin Josué Bustillo Tinoco

Br. Eybram Humberto López Hernández

Asesores

M.Sc. Josué Rocha Espinoza

Ing. Ixpayacat Bustillo Tinoco

Managua, Nicaragua

Febrero, 2023

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la decanatura de la facultad de Ciencia Animal como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero en Zootecnia



PhD. Lester Rocha Molina
Presidente

M.Sc. Rosario Rodríguez Pérez
Secretaria

M.Sc. Miguel Garmendia
Vocal

Lugar y fecha: Managua, Nicaragua, 15 de febrero del 2023.

DEDICATORIA

A mi papá Celeo Ramón Bustillo

Este trabajo es dedicado a mi papá, quien siempre ha buscado la manera de apoyarnos para poder estar en esta instancia de mis estudios. No solo me habéis criado de la mejor forma, no solo me habéis ayudado a desarrollarme como estudiante, también me has enseñado a ser buena persona y creo que eso. Dice mucho de vosotros como padre y de quien he aprendido que este mundo no es de color de rosa.

A mi hermano Ixpayacat Bustillo

Quien nos encamino en este trabajo, brindándonos los conocimientos que nos ha permitido culminar con este trabajo de formación profesional.

Lenin Josué Bustillo Tinoco

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mi familia, en especial a mi papá y mamá que han sido un motor de vida, y quienes me han inculcado valores y principios de los cuales me siento orgulloso, además han contribuido en mi forma de pensar de superación y de nunca bajar los brazos en cualquier circunstancia de la vida, agradezco su apoyo incondicional todos estos años por ayudarme a llegar donde estoy, muchas gracias.

Eybram Humberto López Hernández

AGRADECIMIENTO

En primera instancia le agradezco a los docentes de la Universidad Nacional Agraria por compartir sus conocimientos durante los cinco años de estudios.

Al maestro Miguel Garmendia, quien nos facilitó parte de la metodología a seguir para llevar a cabo este trabajo.

Al maestro Benito Quezada, quien nos ayudó a identificar a las especies de plantas.

A mi hermano Ixpayacat Bustillo, por su asesoría amistad y paciencia durante todo el trabajo.

A nuestro asesor Josué Rocha, por compartir conocimientos relacionados al tema de investigación.

Lenin Josué Bustillo Tinoco

AGRADECIMIENTO

A mi familia que de una u otra manera han sido de apoyo moral y espiritual para llegar a cumplir mis metas.

A mi compañero de tesis Lenin Bustillo con el cual hemos trabajado en conjunto para el beneficio de ambos y lograr con éxito nuestra defensa.

A nuestros tutores Ing. MSc. Josue Rocha y al ing. Ixpayacat por haber dedicado tiempo, antes y durante el proceso de este estudio para lograr un trabajo de calidad.

Al Sr. Celeo Bustillo por apoyarnos en la creación de la investigación y estar siempre al tanto de nuestro estudio.

A todos los docentes de la Universidad Nacional Agraria que impartieron sus enseñanzas, gracias por su apoyo en lo personal y profesional.

Al jurado durante mi pre-defensa, que con sus recomendaciones harán posible mejorar más.

Eybram Humberto López Hernández

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CUADRO	viii
ÍNDICE DE FIGURA	ix
ÍNDICE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III MARCO REFERENCIA	4
3.1 Apicultura en Nicaragua	4
3.2 Factores que influyen en la producción apícola en los bosques	4
3.3 Características morfológicas de <i>Apis mellifera</i>	5
3.4 Características sociales de <i>Apis mellifera</i>	7
3.4.1 Reina	7
3.4.2 Obrera	7
3.4.3 Zángano	8
3.5 Conducta forrajera de <i>Apis mellifera</i>	8
3.6 Factores que afectan frecuencia de visita de <i>Apis Mellifera</i>	9
3.6.1 Factores internos a la colmena	9
3.6.2 Factores externos a la colmena	9
3.7 Morfología general de las flores de las Angiospermas	10
3.8 Flora apícola	11
3.9 Productos recolectados por la colmena	11
3.9.1 Néctar	11
3.9.2 Polen	12
3.9.3 Agua	12

3.9.4 Resina	12
IV HIPOTESIS	13
V METODOLOGÍA	14
5.1 Tipo de estudio	14
5.2 Localización del sitio de estudio	14
5.3 Descripción biofísica	15
5.3.1 Clima	15
5.3.2 Suelo	15
5.3.3 Vegetación	15
5.4 Diseño metodológico	16
5.4.1 Premuestreo	17
5.4.2 Georreferenciación de área de estudio y descripción del área delimitada	17
5.4.3 Objetivos del premuestreo y variables asociadas	18
5.4.4 Intensidad de muestreo, forma y tamaño de las parcelas	19
5.4.5 Diseño de muestreo	19
5.4.6 Muestreo de la vegetación en las parcelas	20
5.4.7 Análisis de datos del premuestreo	20
5.4.8 Muestreo de la vegetación y frecuencia de visita de abejas silvestres de la especie <i>Apis mellifera</i>	22
5.5 Análisis de información	25
5.5.1 Identificación taxonómica de especies de interés apícola	25
5.5.2 Resultados generados a partir del análisis de datos	25
VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
6.1 Esfuerzo de muestreo	28
6.2 Composición florística herbácea y arbustiva visitada por <i>Apis mellifera</i>	29
6.2.1 Flora herbácea y arbustiva visitada por <i>Apis mellifera</i>	29
6.2.2 Similitud florística entre las unidades representativas de muestreo	30
6.3 Frecuencia de <i>Apis mellifera</i> en la flora herbácea y arbustiva	32

6.3.1 Frecuencia acumulada en las parcelas durante los meses de estudio	32
6.3.2 Frecuencia de visita y altura de las plantas visitadas por <i>Apis mellifera</i>	35
6.3.3 Frecuencia de visita y abundancia de las plantas visitadas	36
6.3.4 Frecuencia de visita y franjas de horario	37
VII CONCLUSIONES	39
VIII RECOMENDACIONES	40
IX LITERATURA CITADA	41
X ANEXOS	49

ÍNDICE DE CUADRO

CUADRO	PÁGINA
1. Resultados de los parámetros estadísticos para determinar el error de muestreo	21
2. Especies de hierbas y arbustos visitados por <i>Apis mellifera</i>	29
3. Frecuencia de especies de interés apícola	30
4. Intensidad de visita en las parcelas y frecuencia acumulada durante el estudio	34
5. Frecuencia de visita y altura de las plantas visitadas	35
6. Frecuencia de visita acumulada en las franjas de horario para las especies visitadas y número de visitas a las parcelas bajo las franjas de horario considerando los meses en los que se reportó visita de <i>Apis mellifera</i>	38

ÍNDICE DE FIGURA

FIGURA	PÁGINA
1. Anatomía externa de la <i>Apis mellifera</i>	6
2. Ubicación del área de estudio a nivel municipal en base a la administración política de Nicaragua	14
3. Etapas y fases en la que se llevó a cabo el trabajo de investigación	16
4. Mapa de los linderos del área de estudio sobrepuesto en fotografía satelital	18
5. Puntos aleatorios generados con la herramienta de creación vectorial “puntos dentro de polígonos”	19
6. Esquema que muestra las variaciones en la distribución de los individuos de las especies visitadas	23
7. Comparaciones del esfuerzo de muestreo y riqueza de morfoespecies. a) Datos provenientes del premuestre, b) Datos provenientes del muestreo	28
8. Dendrograma de disimilitud florística con base en la vegetación visitada por <i>Apis mellifera</i> en las parcelas de muestreo (r: 12.5, 0.05 ha)	31

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Valores de los términos de la fórmula de Jaccard para comparaciones entre las parcelas	50
2. Distancia entre unidades de muestreo	52
3. Valores estimados de riqueza por el análisis de curva de acumulación de especies para datos del premuestreo	55
4. Valores estimados de riqueza por el análisis de curva de acumulación de especies para datos del muestreo	55
5. Frecuencia de visita de <i>Apis mellifera</i> en función de la abundancia de las plantas visitadas	56
6. Frecuencia de visita de <i>Apis mellifera</i> en función de la altura de las plantas visitadas	57

RESUMEN

El factor más determinante para tomar una decisión oportuna frente a una intervención humana dirigida al aprovechamiento de productos apícolas es la flora local y en particular la presencia de la denominada flora apícola. Este estudio pretende explorar preliminarmente la flora apícola visitada por *Apis mellifera* en dos estratos de vegetación, así como determinar el grado de asociación entre la altura y abundancia de las plantas con la frecuencia de visita. El estudio se llevó a cabo dentro de los linderos de la Finca los Mandaguales y Torogoez, durante marzo y septiembre del año 2021. Posterior a los análisis de un muestreo se establecieron 18 parcelas circulares (radio: 12.5 m, 0.5 ha) distribuidas al azar en un área de 64.15 ha; aproximadamente el 90% se encontraron en áreas de bosques con presencia de ganado bovino y las restantes en áreas agrícolas. Las parcelas se muestrearon bajo diferentes franjas de horario. Las visitas por *Apis mellifera* fueron todas aquellas interacciones entre órganos reproductivos de la flor y la abeja. Además, se registraron para las plantas visitadas el nombre común o morfoespecie, la altura y la abundancia. La flora apícola se identificó utilizando la técnica de comparación y la consulta con expertos. A través de un análisis de curva de acumulación de especies se evaluó el esfuerzo de muestreo. La riqueza de especies apícolas fue determinada mediante las visitas por *Apis mellifera*. Para determinar la similitud florística entre las parcelas se generó un dendrograma utilizando el coeficiente de Jaccard. El grado de asociación entre la altura y la abundancia de las plantas con la frecuencia de visita se determinó con el coeficiente de Spearman. A pesar del aumento del esfuerzo de muestreo es posible seguir reportando nuevas morfoespecies. Se reportaron 10 especies apícolas de las cuales 70% son hierbas. La mayoría de las especies reportadas tienen baja frecuencia, lo que generó disimilitud entre parcelas. Las variables altura y abundancia se encuentran correlacionadas con la frecuencia de visita para el estrato herbáceo. Las especies que fueron visitadas con mayor frecuencia fueron *Talinum triangulare* y *Alternanthera pubiflora*, ambas hierbas.

Palabras claves: Pecoreo, comportamiento de forrajeo, floración, arbustiva.

ABSTRACT

The most decisive factor in making an opportune decision regarding a human intervention aimed at the use of bee products is the local flora and, in particular, the presence of the so-called bee flora. The study aims to preliminarily explore the bee flora visited by *Apis mellifera* in two strata of vegetation, as well as to determine the degree of association between the height and abundance of the plants with the frequency of visitation. The study was carried out within the boundaries of property los Mandaguales and Torogocez, during March and September 2021. After a pre-sampling analysis, 18 circular plots (radius: 12.5 m, 0.5 ha) were randomly distributed in an area of 64.15 ha; approximately 90 % were found in forest areas with cattle presence and the remaining in agricultural areas. The plots were sampled under different time slots. *Apis mellifera* visits were all those interactions between reproductive organs of the flower and the bee. In addition, the common name or morphospecies, height and abundance were recorded for the visited plants. The bee flora was identified using the comparison technique and consultation with experts. A species accumulation curve analysis was used to evaluate the sampling effort. Bee species richness was obtained from the species visited by *Apis mellifera*. To determine the floristic similarity between plots, a dendrogram was generated using Jaccard's coefficient. The degree of association between plant height and abundance with visit frequency was determined using Spearman's coefficient. Despite the increased sampling effort, it is possible to continue to report new morphospecies. Ten bee species were reported of which 70% are herbs. Most of the reported species have low frequency, which generated dissimilarity between plots. The variables height and abundance are correlated with the frequency of visitation for the herbaceous stratum. The species with the highest frequency of visitation were *Talinum triangulare* and *Alternanthera pubiflora*, both herbs.

Key words: Grazing, foraging behavior, flowering, shrubs.

I INTRODUCCIÓN

En Nicaragua la apicultura es una actividad económica en continuo crecimiento. En la actualidad se concentra mayormente en los departamentos de León, Boaco, Chinandega, Matagalpa, Jinotega, Managua y Madriz (INTA, 2020; MAGFOR, 2006).

Los espacios potenciales para la apicultura son aquellos que presentan las condiciones ideales para la producción de *Apis mellifera*, entre estos se encuentran los bosques abiertos, áreas agrícolas, pastizales, desiertos y humedales (Blanco, 2019). Una de esas condiciones está estrictamente relacionada con la disponibilidad de plantas con aptitud para ser visitadas. En este sentido, especies como *A. mellifera* responden a un conjunto de estímulos y recompensas que caracterizan a las flores, y su forrajeo está dado por rasgos tales como la morfología de la flor, el color y olor, siendo este el estímulo predominante en distancias cortas (Ricou, 2014).

La actividad de forrajeo además es afectada por factores internos y externos a la colmena. De acuerdo con Fewell y Winston (1996), el esfuerzo individual de recolección es afectado por el número de individuos que habitan en la colmena según la época del año. Por su parte, Oldroyd et al. (1991) y Page et al. (1995), proponen que muchos de los aspectos vinculados con el forrajeo son afectados por la composición genética de los individuos. Dentro del contexto ambiental, según Núñez (1979), los ciclos de luz-oscuridad, temperatura y velocidad del viento son las principales condiciones, pues las abejas necesitan luz, una determinada temperatura mínima y baja velocidad del viento para poder volar.

Una intervención dirigida al aprovechamiento de los recursos de la colmena, en tanto, requiere de la consideración de los factores mencionados. Probablemente, el conocimiento de la flora apícola es uno de los más importante y por tanto determinante. Vinculados con esta se encuentran las variaciones estacionales de la floración local, que pueden ser utilizadas como insumo de planificación. Un acercamiento inicial puede partir de las observaciones del forrajeo realizado por las poblaciones de abejas melíferas silvestres.

Esta investigación representa un acercamiento al conocimiento de la flora de interés para poblaciones silvestre de *Apis mellifera* en la finca Los Mandaguales y Torogocez. De igual manera, plantea determinar probables relaciones entre la actividad de forrajeo, la altura y la abundancia de las plantas visitadas. Esto permitirá establecer prácticas para el manejo eficiente de las colmenas. Además, se podrían dirigir actividades para la conservación de cada una de las especies de plantas apícolas, lo cual es de vital importancia para la producción de los distintos productos elaborados por la colmena.

II OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar la frecuencia de visita de abejas silvestres de la especie *Apis mellifera* en los estratos herbáceo y arbustivo del bosque seco durante los meses de marzo a septiembre del año 2021 en la finca Los Mandaguales y Torogocez, Madríz.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar la riqueza y la composición de especies de hierbas y arbustos visitados por abejas silvestre de la especie *Apis mellifera* en la finca Los Mandaguales y Torogocez.
- Cuantificar la frecuencia de visita de abejas silvestres de la especie *Apis mellifera* en la flora herbácea y arbustiva durante el pecoreo evaluando tres franjas de horario.
- Determinar el grado de asociación entre la altura de la planta y la frecuencia de visita de abejas silvestre de la especie *Apis mellifera*.
- Determinar el grado de asociación entre la abundancia de la planta y la frecuencia de visita de abejas silvestre de la especie *Apis mellifera*.

III MARCO DE REFERENCIA

3.1. Apicultura en Nicaragua

En Nicaragua se producen 575 toneladas de miel anualmente, de las cuales se exportan 442 toneladas, aportando a la economía del país 1.3 millones de dólares en colmenas manejadas por 980 pequeños apicultores semi tecnificados localizados mayormente en los municipios de Boaco, Chinandega, León, Mateare, Tipitapa, Matagalpa y Jinotega (Instituto de Tecnología Agropecuaria [INTA], 2020).

El país cuenta con centros experimentales de producción de miel (por ejemplo: Instituto de Tecnología Agropecuaria), también hay instituciones que ofrecen capacitaciones, créditos a medianos y pequeños productores (por ejemplo: el Ministerio de Economía Familiar, Comunitaria, Cooperativa y Asociativa), así mismo, esta Institución cuenta con centros de acopio de miel para agregar valor.

El Ministro de Hacienda señala que en Nicaragua hay 1,508 apicultores registrados con 1, 882 apiarios, de estos el 87.3% son pequeños productores, el 10.5% medianos y el resto son grandes. Además, señaló que la producción hasta febrero del año 2021 en términos exportables ha crecido el 78% con relación a febrero del año 2020 (19 Digital, 2021).

Los espacios potenciales para la apicultura son aquellos que presentan las condiciones ideales para la producción de *Apis mellifera*, entre estos se encuentran los bosques abiertos, áreas agrícolas, pastizales, desiertos y humedales (Blanco, 2019). Una de esas condiciones está estrictamente relacionada con la disponibilidad de plantas con aptitud para ser visitadas. En ese sentido, aquellas áreas donde predominan arbustos o vegetación en estados sucesionales tempranos (conocidos como rastrojos o tacotales) la cantidad de especies vegetales apícolas es superior frente a áreas de bosque y cultivos (Montoya et al., 2019).

3.2. Factores que influyen en la producción apícola en los bosques

Según la Ley de Bergmann los individuos de poblaciones de abejas que se encuentran a mayor elevación tienden a ser de un mayor tamaño; presentando rasgos sensoriales y morfométricos mayores, con respecto a individuos de poblaciones que se distribuyen a baja

elevación, esto puede llevar a una menor efectividad en captar la información de la flora circundante (Greenfield, 2002)

Las abejas que se encuentran a mayor elevación pueden presentar dos limitantes en las actividades de recolección de recursos, producidas por la temperatura y el flujo de aire. Ambas asociadas con un mayor gasto de energía. El primer costo es el aumento de la termorregulación endógena, el cual consiste en contraer sus músculos torácicos esto para mantener sus actividades de forrajeo (Heinrich, 1993). El segundo costo energético está asociado a la detección de plumas odoríferas en el aire; las abejas cuando detectan el olor en el aire ubican la fuente volando contra el viento (Reinhard y Srinivasan, 2009).

La abundancia, la distribución y las variaciones florales de las especies en los bosques afecta la búsqueda de alimentos de *Apis mellifera* (Benavides, 2015).

La temperatura ambiental en los bosques puede llegar a afectar dentro de la colmena si la colmena sobrepasa los 32-35°C afectaría la base o estadio larvario el cual necesita una temperatura constante de 35°C (Heinrich, 1993).

3.3. Características morfológicas de *Apis mellifera*

Los insectos poseen tres regiones o tagmas. Estas tres tagmas son la cabeza, el tórax y el abdomen. A continuación, se presenta la descripción de estas regiones para *A. mellifera*, incluyendo las estructuras ubicadas en cada tagma (Jernigan, 2018) y en la figura 1 se pueden apreciar cada una de las partes:

Cabeza, tiene forma de triángulo invertido y en ella se encuentran:

- Mandíbula: esta parte bucal ayuda a proteger la probóscide, la cual se usa para succionar fluidos y también para llegar a la cámara de néctar en las flores.
- Ocelo u ojos simples: poseen tres y se sitúan en la parte superior de cabeza, sirven para detectar movimientos.

- Ojos compuestos: se ubican a ambos lados de la cabeza, formados por numerosas facetas hexagonales y cada una por miles de ojos simples. Sirven para detectar la luz, y discriminan muy bien los colores: azul, amarillo, verde, azulado y ultravioleta.
- Antenas: estos órganos sensoriales son los más importantes para la abeja, ya que detectan olores, sonidos y movimientos. Se encuentran conformadas por un escapo (región basal), un pedicelo y el flagelo el cual se subdivide en segmentos llamados artejos (Mezano, 2022). El número de artejos cambia de acuerdo con el sexo, la hembra posee 12 y el zángano tiene 13.

Tórax: en él se encuentra el aparato locomotor, conformado por tres pares de patas y dos pares de alas.

- Patas: poseen tres pares, cada pata ubicada en cada una de las regiones en las que subdivide el tórax; protórax, mesotórax y metatórax. El primer par de patas es de gran importancia ya que sirve para limpiar las antenas. Las ubicadas en el mesotórax dan un mejor agarre y ayudan al equilibrio de la abeja. El último par sirve para el traslado de polen.
- Alas: se encuentran formadas por membranas y reforzadas por una red de nervaduras. Poseen dos pares, las delanteras son más grandes que las posteriores. Abdomen: el

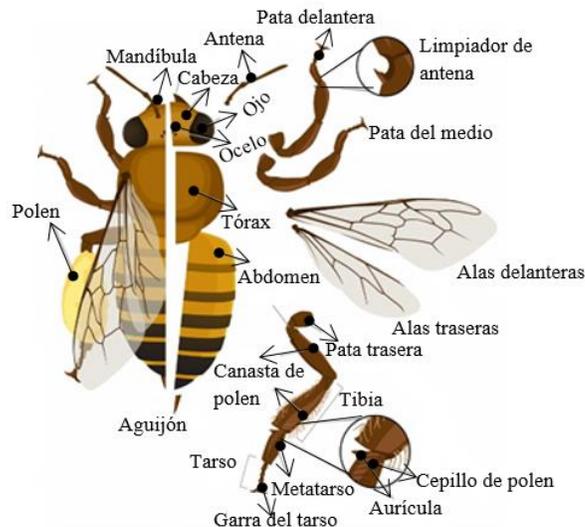


Figura 1. Anatomía externa de *Apis mellifera*.

Fuente: Christopher (2018).

Abdomen: se compone de 9 segmentos, este mismo permite una variedad de movimiento, en él se ubica la glándula cerera y el aguijón, que es un órgano que sirve para la defensa de posibles saqueadores.

3.4. Características sociales de *Apis mellifera*

Una colonia está formada por tres castas: reina, obrera y zángano. El ciclo de vida de *A. mellifera* es de cuatro fases: huevo, larva, pupa y adulto. La reina y obrera se originan de un huevo fecundado, sin embargo, su alimentación difiere durante su desarrollo (larva y adulto). Por su parte, los zánganos proceden de huevos no fecundados. La duración del ciclo biológico de cada casta es también variable. La reina tiene una longevidad de hasta cinco años, las obreras 45 días. En cuanto al zángano esta depende de la época del año, en el verano pueden vivir hasta 65 días y en invierno 90 días. En las siguientes secciones se presentan las funciones que desempeñan cada una de las castas en la colmena (Blanco, 2019).

3.4.1. Reina

La reina es muy fácil de detectar debido a que su abdomen es grande. Puede llegar a medir 1.8 cm a 2 cm de largo. Es la única hembra fértil de la colonia, cumple dos funciones necesarias en la colmena (Blanco, 2019):

- Poner huevos para mantener a la colmena siempre joven. Una abeja reina pone un promedio de 1,500 huevos por día.
- Mantiene la unión dentro de la colmena.

3.4.2. Obrera

El tamaño de una abeja obrera es menor al de una reina y un zángano, llegando a tener una longitud de 1 a 1.5 cm. La cantidad de abejas obreras en una colonia puede llegar hasta 60,000 (Spence, 1982). Estas Realizan diferentes funciones desde el inicio de su vida: limpiadoras o aseadoras, nodriza, guardiana, ventiladora y los últimos días de vida ejerce su labor de recolectora o pecoreadora. A esta programación de tareas se le conoce como poliestismo temporal, su longevidad es de 45 días en el verano y en invierno se alarga a 60 días (Ravazzi, 2000).

3.4.3. Zángano

Los zánganos tienen un tamaño inferior a la reina, su longitud va de 1.5 a 1.7 cm. Son los seres masculinos de la colonia y su función principal es fecundar a la reina en el vuelo nupcial. Estos no poseen aguijón y se identifican fácilmente por sus grandes ojos compuestos (Blanco, 2019).

3.5. Conducta forrajera de *Apis mellifera*

Los polinizadores responden a un conjunto de estímulos y recompensas que caracterizan a las flores, y su forrajeo está dado por rasgos tales como la morfología de la flor, el color y olor, siendo este el estímulo predominante en distancias cortas (Ricou, 2014).

En *Apis mellifera*, la recolección de alimento es realizado por obreras (en una colmena el número puede alcanzar las 60,000 [Potosí y Yépez, 2015]) y en particular por aquellas más longevas (Spence, 1982).

De acuerdo con Potosí y Yépez (2015), las abejas obreras que realizan el forrajeo, denominadas pecoreadoras, utilizan tres puntos de referencia para indicar al resto la dirección y la distancia a la que se encuentra una fuente de alimento (puede ser también agua u otro recurso), estos son el sol, la colmena y la fuente de alimento. Dada la capacidad de las abejas (la captación de las radiaciones ultravioletas que atraviesan las nubes) el forrajeo o pecoreo puede ser efectuado en los tiempos nublados.

Estos mismos autores plantean la forma en que ocurre el pecoreo por la colmena en el caso de distancias cortas (<100 m). Cuando la fuente de alimento es encontrada por las primeras pecoreadoras (exploradoras), estas colectan y entregan porciones de alimento a las obreras a ser reclutadas. Seguido a esto, hay una danza por parte de la abeja que entrega el alimento, la cual consiste en movimientos concéntricos en ambas direcciones. La danza indica a las obreras reclutadas que el alimento está cerca, sin embargo, no se precisa la orientación. Para orientar a las demás salen del nido y empiezan a volar en círculos concéntricos, cada vez más grandes, hasta que finalmente encuentran el alimento, apoyándose del olfato de tres formas:

- El aroma de la flor que detectan en el néctar que la pecoreadora ha entregado en el nido.

- Feromona dejada por la pecoreadora en la flor visita. Esta es liberada a través de la glándula nasonoff y su efecto es de corta duración (Spence, 1982).
- Aroma despedido por la flor. Es un mecanismo utilizado por la planta para atraer al polinizador.

En cuanto al desplazamiento de la pecoreadora, puede alejarse 2 kilómetros de la colmena y permanecer 60 minutos recolectando néctar (Istomina y Tsvetkova, 1960). Las pecoreadoras son capaces de realizar por día de 5 – 10 viajes y visitan hasta 100 flores en cada uno de estos (Spence, 1982). Potosí y Yépez (2015), afirman que las abejas pecoreadoras indican a sus compañeras la dirección y la distancia en que se encuentra una fuente de alimento, ya sea de agua, de propóleo o de un posible sitio apto para nidificar. La orientación a las demás lo logran utilizando tres puntos de referencia: el sol, la colmena y la fuente de alimento.

3.6. Factores que afectan frecuencia de visita de *Apis mellifera*

3.6.1. Factores internos a la colmena

Los factores relacionados con el tamaño y características de la población de abejas afectan la actividad recolectora. El esfuerzo individual de recolección es afectado por el número de individuos que habitan en la colmena según la época del año (Fewell y Winston, 1996).

Estudios sobre la composición genotípica de los individuos mostraron que parte de las variaciones observadas tienen bases genéticas. La decisión de recolectar néctar o polen, el tipo de floración preferida, la plasticidad para cambiar de una fuente a otra, el volumen de néctar colectado, el tiempo y frecuencia de viaje de recolección, el umbral y el tiempo de danza en la colmena, son variables que parecen ser afectadas por la composición genética de los individuos (Oldroyd et al., 1991; Page et al., 1995).

El tipo de recurso que es buscado a cada momento por *Apis mellifera* depende de la disponibilidad de estos y de la necesidad de la colmena (Winston, 1987).

3.6.2. Factores externos a la colmena

Tanto la concentración de azúcar como la tasa de secreción de néctar es afectada por la temperatura, luz solar y humedad relativa de la atmósfera, especie floral, edad de la flor, condiciones del suelo, hora del día, etc. (Vogel, 1983; Núñez, 1977).

Los factores ambientales, así como los requerimientos de la colmena anteriormente tratados determinan la actividad de vuelo de las abejas. Dentro del contexto ambiental los ciclos de luz-oscuridad, temperatura y velocidad de viento son las principales condiciones, pues las abejas necesitan luz, una determinada temperatura mínima y baja velocidad del viento para poder volar (Núñez, 1979).

Se ha sugerido entonces que la actividad recolectora es parte de una estrategia de optimización energética que le permite explotar a cada instante las fuentes más productivas, gracias al intercambio de información entre miembros de la colmena (Núñez, 1982).

Existen diferentes factores que influyen sobre *Apis mellifera* durante el pecoreo, tales como la morfología de la flor, coloración, distribución de las plantas en el entorno, la disponibilidad y cantidad de especies vegetales, al igual que la distancia entre las mismas (Benavides, 2015).

Respecto al olor floral, este rasgo constituye un importante método de atracción y normalmente consiste en una compleja mezcla de compuestos químicos volátiles pertenecientes a diferentes clases químicas. En el caso de las abejas, el sentido del olfato se encuentra altamente desarrollado y se asocia con altos valores de recolección sobre flores con un olor particular o con un conjunto de olores (Ricou et al., 2014).

Un ejemplo de las preferencias florales según el néctar sería el caso de las abejas de la miel, que suelen forrajear sobre plantas con un contenido balanceado en azúcares, mientras que los abejorros prefieren una mezcla de los tres azúcares (Ricou et al., 2014).

3.7. Morfología general de las flores de las Angiospermas

Jiménez (2012), menciona que una flor completa está compuesta por:

- Pedúnculo: es el rabillo que sostiene la flor.
- Receptáculo o tálamo floral: es la parte ensanchada del pedúnculo, donde se asienta la flor propiamente dicha.
- Las piezas florales: están constituidas por una parte estéril (cáliz y corola), y por otra fértil, que constituye el aparato reproductor (estambres y carpelos).

- **Cáliz:** formado por un conjunto de estructuras hojosas, generalmente verdes, que se denominan sépalos. Estos son los primeros en aparecer, y su función principal consiste en proteger la yema floral.
- **Corola:** formada por estructuras hojosas, normalmente coloreadas. Reciben el nombre de pétalos. Se forman después de los sépalos, y su misión principal es probablemente la atracción de los polinizadores.
- **Estambres y granos de polen:** órganos masculinos de la flor. Al conjunto también se le denomina androceo. Cada estambre está formado por un filamento, en cuyo extremo se ensancha en una estructura llamada antera donde se encuentran los granos de polen.
- **Carpelos:** órganos femeninos de la flor. Al conjunto también se le denomina gineceo. Consta de tres partes esenciales: ovario (parte ensanchada portadora de los óvulos), estilo (zona alargada que separa el ovario del estigma) y el estigma (remate final del estilo. Su misión es captar los granos de polen, por lo que suele ser pegajoso).

3.8. Flora apícola

La flora apícola es el conjunto de especies vegetales que producen o segregan sustancias o elementos que las abejas recolectan para su provecho: néctar, polen y resina. Esta flora apícola está directamente influida por las condiciones climáticas, que definen su aporte a la colmena y determinan el comportamiento de la floración (Velandia et al., 2012).

3.9. Productos recolectados por la colmena

3.9.1. Néctar

Es un jugo azucarado producido por pequeños órganos glandulares denominados nectarios, que son de dos clases: florales y extra florales. El néctar se compone principalmente por azúcares y en menor proporción por aminoácidos y rastros de otra sustancia. Posee generalmente un 17% de humedad, la cual varía con la temperatura y humedad (Grepe, 2001).

Entre los azúcares predominantes están la sacarosa (disacárido), glucosa y fructosa (monosacáridos o hexosas), las cuales están presente en el 85% de las 765 especies de plantas tropicales y templadas (Baker y Baker, 1982).

3.9.2. Polen

Es el conjunto de gametos masculinos de las plantas. Se le considera la fuente principal de alimento para la abeja melífera. Es transportado por las abejas obreras a las colmenas en su tercer par de patas. En los apiarios se le considera como un producto excedente (Valenzuela, 2017).

El valor energético del polen reside principalmente en su contenido de proteínas y aminoácidos, cuya concentración varía entre 7 y 65% dependiendo de la cantidad de otras sustancias como el agua, almidones y lípidos (Roubik, 1989).

3.9.3. Agua

El agua cumple diversas funciones dentro de la colmena. El consumo de agua puede llegar a 200 cm³ a un litro por día en momentos de desarrollo de cría. Estas cantidades varían de acuerdo con la época del año, la entrada de néctar, la humedad, etc. El agua es utilizada en la secreción de jalea real, disolver mieles viejas, reducir la temperatura interior de la colmena y para mantener un nivel de humedad en el nido de cría, evitando la desecación de las larvas (Bazzurro, 1999).

3.9.4. Resina

La resina es una secreción orgánica de origen vegetal que se encuentra en muchas plantas, principalmente en árboles de coníferas. Es recolectada de los rebrotes y heridas de las plantas. Sirve para prevenir patógenos en la colmena. En los apiarios, a partir de esta se puede obtener el propóleo, que se puede ocupar para hacer barniz y comida para aves de granja (Spence, 1982).

IV HIPÓTESIS

H_{0,1}: La altura de las plantas herbáceas y arbustivas no se relaciona con la frecuencia de visita de *Apis mellifera*.

H_{a,1}: La altura de las plantas herbáceas y arbustivas se relaciona con la frecuencia de visita de *Apis mellifera*.

H_{0,2}: La abundancia de las plantas herbáceas y arbustivas no se relaciona con la frecuencia de visita de *Apis mellifera*.

H_{a,2}: La abundancia de las plantas herbáceas y arbustivas se relaciona con la frecuencia de visita de *Apis mellifera*.

V METODOLOGÍA

5.1. Tipo de estudio

El presente estudio pretende encontrar el grado de asociación existente entre la altura de la planta y su abundancia con la frecuencia de visita de *Apis mellifera*. Por esto puede catalogarse como un estudio correlacional.

5.2. Localización del sitio de estudio

El área de estudio cuenta con 64.2 ha, dentro de los linderos de la finca Los Mandaguales y Torogoez. Su ubicación geográfica específica es $13^{\circ}34'39.98''$ N y $86^{\circ}33'11.13''$ O. Administrativamente se ubica en el municipio de Totogalpa, departamento de Madriz. Limita: al Norte con los municipios de Macuelizo, Ocotal y Mozonte; al Este con el municipio de Telpaneca; al Sur con los municipios de Palacagüina y Yalagüina y al Oeste con el municipio de Somoto (Figura 2).

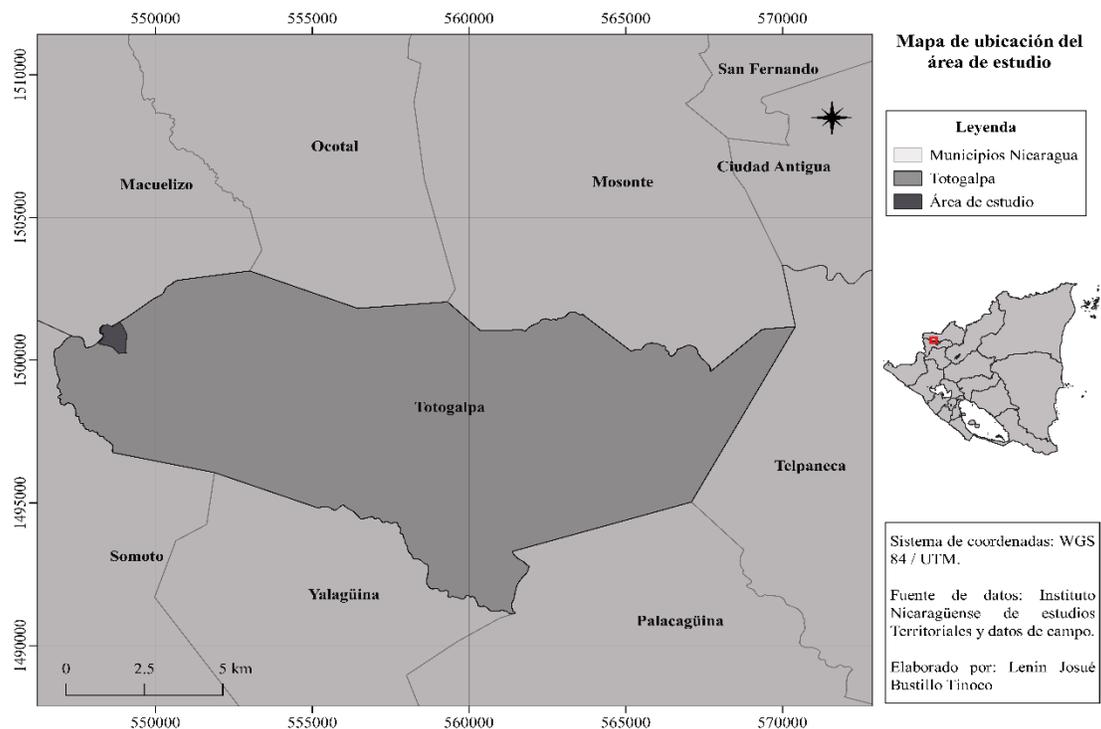


Figura 2. Ubicación del área de estudio a nivel municipal en base a la administración política de Nicaragua.

Fuente: Elaboración propia

5.3. Descripción biofísica

5.3.1. Clima

El clima bajo el sistema de Köppen se clasifica como Sabana Tropical (Programa Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional para Centroamérica, 2016). La temperatura anual oscila entre 17 a 32 °C. La precipitación anual se encuentra entre los 800-1200 mm (Diebel et al., 2016).

La cobertura de nubes es altamente variable durante el año. El periodo más despejado dura 4.9 meses, desde el 19 de noviembre hasta aproximadamente el 15 de abril. En cambio, la época más nublada dura 7.1 meses, esta va aproximadamente del 15 de abril al 19 de noviembre (Diebel et al., 2016).

El periodo con mayor humedad relativa se extiende del 17 de abril al 12 de diciembre (7.8 meses). En contraste, el periodo con menor humedad relativa dura 4.2 meses (del 12 diciembre al 17 de abril) (Diebel et al., 2016).

5.3.2. Suelo

Tomando como referencia la descripción a nivel del municipio de Totogalpa, los suelos presentan pendientes mayores al 30%, con susceptibilidad a la erosión (Programa Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional, 2016, p. 36-37).

Para el sitio de estudio no existe una clasificación específica de los órdenes de suelo, no obstante, a nivel del departamento de Madriz se conocen a los siguientes: entisoles, inceptisoles, molisoles, alfisoles, y ultisoles (Instituto Nacional de Información de Desarrollo y Ministerio Agropecuario y Forestal, 2013).

5.3.3. Vegetación

La vegetación es propia de un Bosque Tropical Seco. Este se caracteriza por presentar una estacionalidad fenológica bien marcada durante un periodo del año. En la época seca, la mayoría de los árboles y arbustos pierden sus hojas. A este se le considera como un mecanismo de supervivencia para no perder agua y así afrontar los meses con mayor déficit hídrico (Alianza del Bosque Seco, 2012).

El ecosistema que predomina es parte de las 1,824.4 manzanas que se han identificado de bosque ralo para el municipio de Totogalpa (Programa Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional, 2016 p. 37). La condición de ralo hace referencia a que las copas de los árboles no se entrelazan entre sí, formando de esta forma ambientes de luz en el sotobosque que permiten que otras plantas (en su mayoría hierbas o pequeños arbustos) acompañen al componente arbóreo.

5.4. Diseño metodológico

El trabajo de investigación se llevó a cabo en tres etapas, a continuación, se presenta un esquema que indica las fases realizadas por cada una de estas.

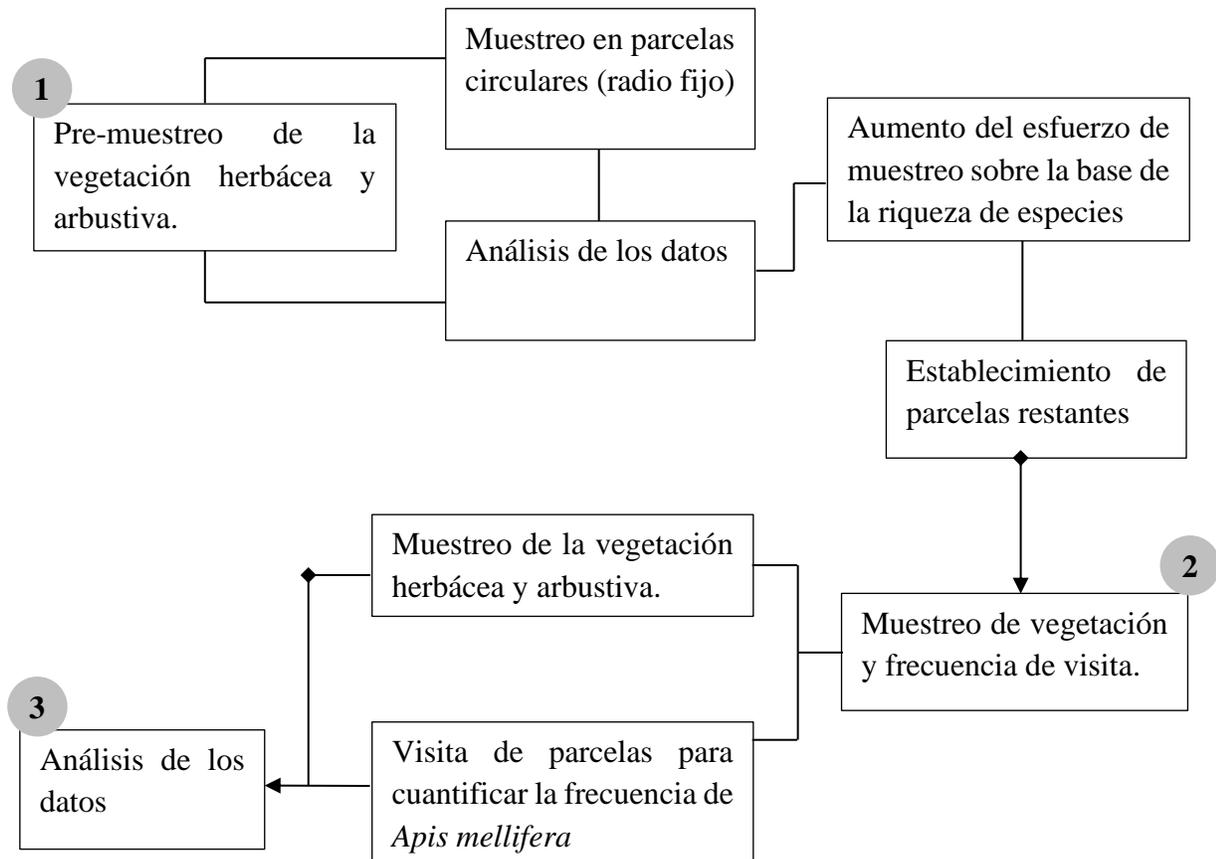


Figura 3. Etapas y fases en la que se llevó a cabo el trabajo de investigación. Las etapas corresponden a los recuadros enumerados.

Fuente: Elaboración propia

5.4.1. Premuestreo

Un premuestreo de la vegetación es un inventario preliminar cuyo fin es recolectar información que ayude a tomar decisiones sobre el esfuerzo de muestreo. De tal forma que la aplicabilidad de dicho inventario es parcial pero definitiva para obtener posteriormente información objetiva sobre las características o atributos del objeto de interés en un inventario posterior o definitivo.

Para llevar a cabo el premuestreo basta confeccionar el croquis del área de interés y definir los siguientes aspectos: el objetivo de este, las variables o atributos del objeto de interés sobre el cual se registrarán observaciones, el esfuerzo de muestreo (puede ser subjetivo), definición del tamaño y forma de las parcelas, la forma en que se dispondrán estas en el terreno y el levantamiento de la información. A continuación, se describe la forma en que se materializaron estos aspectos en el trabajo.

5.4.2. Georreferenciación del área de estudio y descripción de área delimitada

Para georreferenciar los linderos del área de estudio se realizó un levantamiento con un receptor de coordenadas marca GARMIN modelo GPSMAP64s. Las coordenadas se registraron en el formato UTM (Universal Transversal Mercator) bajo el esferoide WGS84, anotándose estas en un formato de campo. El levantamiento de los linderos se hizo en función de las manecillas del reloj. Luego las coordenadas se digitalizaron en una hoja de cálculo del programa Microsoft Excel®.

Para generar el mapa de los linderos del área de estudio se utilizó el sistema de información geográfica QGIS versión 2.18.20 Las Palmas. Los datos fueron transformados en un documento de texto delimitado por coma y luego importados a dicho programa. Posteriormente, se definió el sistema de coordenadas de la capa de puntos. Para convertir esta capa a polígonos se utilizó la Herramienta vectorial Points2One.

El área delimitada es parte de la finca Los Mandaguales y Torogocez, ubicada a la orilla del río coco. Cuenta con una vegetación boscosa, en la cual aproximadamente el 95% de la superficie se utiliza para pastoreo de ganado bovino, el otro 5% corresponde a áreas agrícolas.

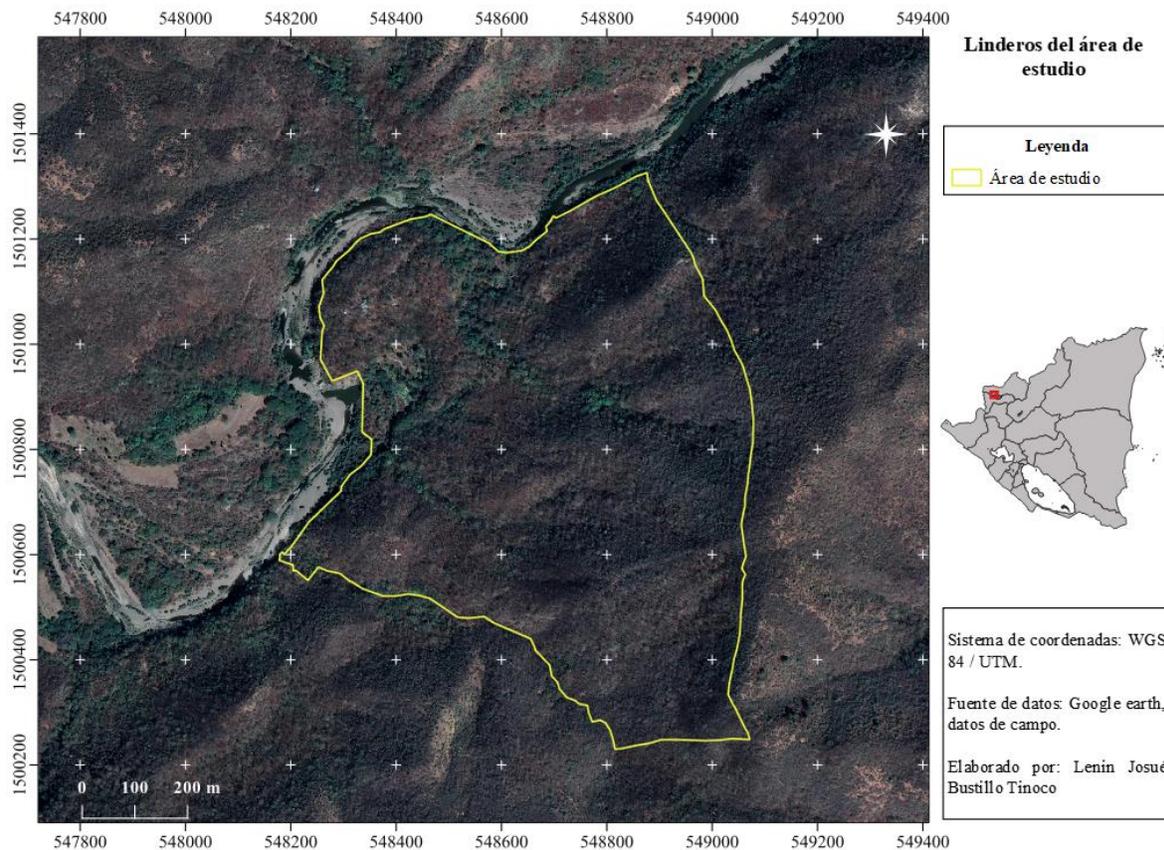


Figura 4. Mapa de los linderos del área de estudio sobrepuesto en fotografía satelital.
Fuente: Elaboración propia.

5.4.3. Objetivos del muestreo y variables asociadas

Los objetivos del muestreo fueron determinar el número de morfoespecies de plantas de los grupos hierbas y arbustos en el área de estudio, y valorar si el esfuerzo de muestreo utilizado suministraba información objetiva sobre la riqueza de hierbas y arbustos. En cuanto a las variables, se definieron: el número de morfoespecie y foto especie (ver definición de estas adelante).

5.4.4. Intensidad de muestreo, forma y tamaño de las parcelas

El área de estudio es de 64.2 ha, definiendo una intensidad de muestreo del 0.76 %, es decir que se decidió muestrear aproximadamente 0.5 ha del área total. Las parcelas utilizadas poseen forma circular con un radio de 12.5 m (0.049 ha). Se decidió utilizar este tipo de parcela por la facilidad de su levantamiento en campo dado que el sitio presenta pendientes pronunciadas.

5.4.5. Diseño de muestreo

La muestra se distribuyó de forma aleatoria en el área de estudio. Se utilizó la herramienta de creación vectorial: puntos aleatorios dentro polígonos del sistema de información geográfica mencionado. Se consideró una densidad de puntos igual a 10 y una distancia mínima en función del diámetro de la parcela (25 m). Los puntos generados pueden visualizarse en la figura 5.

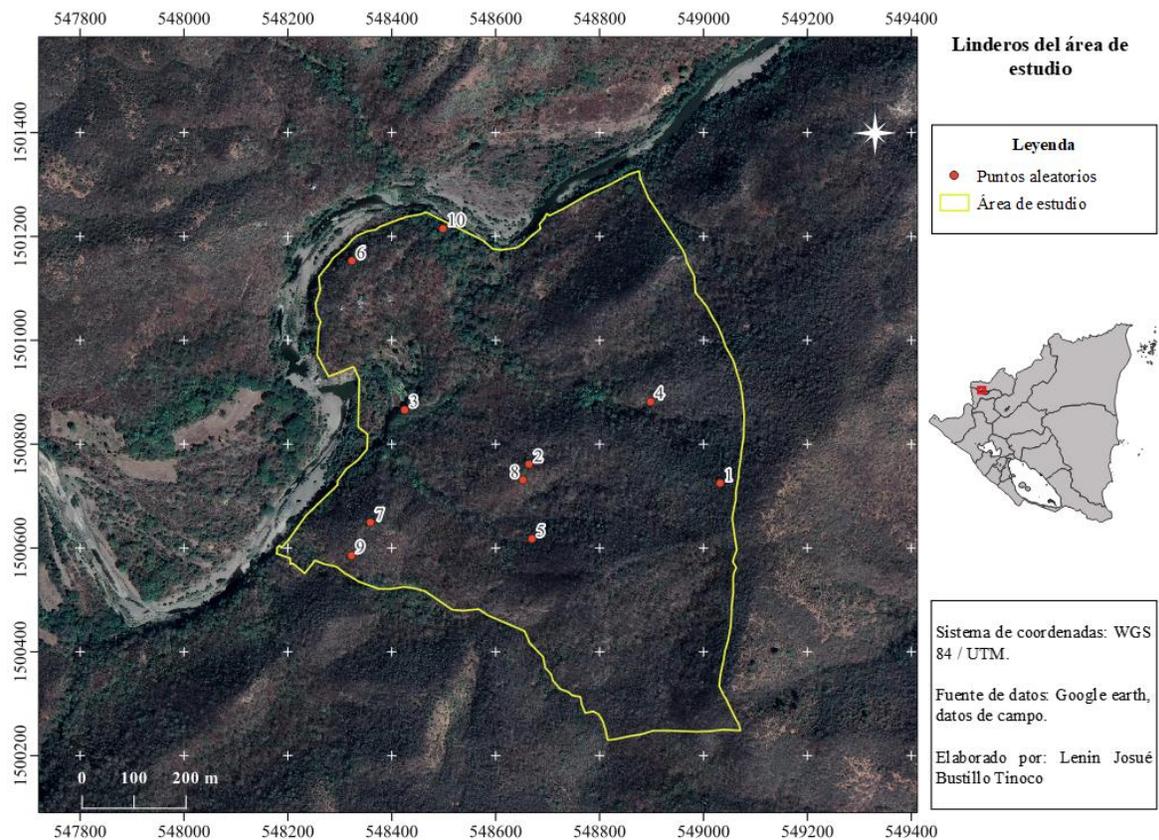


Figura 5. Puntos aleatorios generados con la herramienta de creación vectorial “puntos dentro de polígonos”.

Fuente: Elaboración propia.

5.4.6. Muestreo de la vegetación en las parcelas

Las parcelas se identificaron en el campo utilizando un receptor de coordenadas marca GARMIN, modelo GPSMAP64s y brújula (Suunto). Las coordenadas se ingresaron al equipo electrónico, y a través de la opción ir a waypoint y utilizando la brújula para orientarse, se llegó a cada uno de los puntos. Se consideró un margen de error de 15 a 10 metros con relación a la coordenada real.

Cada punto se trató como el centro de la parcela y en este se colocó una señalización (vara con cinta biodegradable enumerada con el número de la parcela), posteriormente se colocaron otras cuatro considerando los puntos cardinales y el radio de la parcela (12.5 m).

El muestreo de la vegetación en las parcelas se rigió sobre la base del registro de las variables descritas a continuación:

- Número de especie: número que se les asignó a los ejemplares. Un número que discriminaba a individuos morfológicamente distintos.
- Foto especie: rango numérico de fotografías de los ejemplares morfológicamente diferentes. Las fotografías se tomaron de diferentes ángulos, utilizando una cámara fotográfica de mano o en su caso una cámara de celular. Este conjunto de fotografías se utilizó posteriormente para identificar a los ejemplares a nivel de morfoespecie.

5.4.7. Análisis de datos del pre-muestreo

Para asignar a cada ejemplar una morfoespecie (nombre que se le asigna a un espécimen en función de sus características morfológicas [pudiendo ser del tallo, hoja, flor y fruto]) se utilizaron el número de especie y la foto especie. Se solicitó apoyo para este proceso.

Una vez asignada la morfoespecie, se elaboró una base de datos en una hoja de cálculo del programa Microsoft Excel®. La estructura de esta fue una matriz típica de presencia-ausencia, en donde las filas contenían los nombres de las morfoespecies y las columnas las unidades de muestreo (Moreno, 2001).

A fin de determinar si el muestreo era representativo en términos de dar a conocer objetivamente el número de especies existentes de hierbas y arbustos, el esfuerzo de muestreo se evaluó gráficamente a partir de la curva de acumulación de morfoespecies y el error de muestreo relativo del inventario realizado. En función de esto se tomó la decisión de prescindir del muestreo o de aumentar el esfuerzo.

La curva de acumulación de morfoespecies se generó utilizando el paquete estadístico “BiodiversityR” del programa R (R Core Team, 2022). Los datos se importaron bajo la siguiente estructura: las filas contenían las parcelas y las columnas los datos de presencia-ausencia de cada una de las morfoespecies.

La curva de acumulación de especies indicó la necesidad de aumentar el esfuerzo de muestreo debido que esta no presentó una asíntota, es decir que existe la posibilidad de encontrar especies nuevas al aumentar el esfuerzo de muestreo (Chiarucci et al., 2008).

El error de muestreo relativo se calculó a partir del procedimiento estadístico disponible en Orozco y Brumér (2002). Se utilizó el número de morfoespecies encontradas en las unidades de muestreo para proceder en el cálculo de los parámetros estadísticos. En el cuadro 1, se presentan los resultados.

Cuadro 1. Resultados de los parámetros estadísticos para determinar el error de muestreo

N	\bar{x}	S	C. V. (%)	SY	Gl	T	E%
10	10.3	4.2959	41.7077	1.3584	9	2.2622	29.83

Nota: N, número total de parcelas; \bar{x} , media tomando como referencia el número de morfoespecies encontradas por unidad de muestreo; S, desviación estándar; C.V. (%), coeficiente de variación; SY, error estándar; gl, grados de libertad; T, valor de la distribución t student utilizando 9 grados de libertad; E%, error de muestreo relativo. Fuente:propia.

Utilizando como medida de variabilidad la abundancia de morfoespecies por parcela, se obtuvo un error de muestreo relativo de 29.83%. En inventarios donde se busca una alta precisión de los datos colectados dicho error debe de ser igual o menor al 20%. Partiendo de ese principio, se decidió aumentar el esfuerzo de muestreo.

Para calcular el número de muestras necesarias bajo un error de muestreo del 20% se siguió el procedimiento matemático descrito en Orozco y Brumér (2002, p. 107-108), se utilizó la siguiente ecuación.

$$n = \frac{(t_{\alpha/2, gl})^2 \times (cv\%)^2}{(E\%)^2}$$

Donde:

n= número de muestras.

$t_{\alpha/2, gl}$ es el valor de la distribución de t-Student, definido a una significancia Alpha (α), y con n-1 grado de libertad.

CV%= coeficiente de variación estimado.

E%= error de muestreo.

Bajo este procedimiento el número de parcelas se duplicó, indicando que deberían establecerse en el terreno 22 unidades de muestreo. No obstante, debido a las limitaciones de recursos económicos, se decidió disminuir el número de parcelas bajo cálculos sucesivos del tamaño de la muestra, tomando como referencia los datos del premuestreo sin alterar el error de muestreo (Orozco y Brumér, 2002).

5.4.8. Muestreo de la vegetación y frecuencia de visita de abejas silvestres de la especie *Apis mellifera*

a Muestreo de la vegetación herbácea y arbustiva

Como producto del proceso descrito anterior se adicionaron ocho parcelas, las cuales se distribuyeron y establecieron considerando el procedimiento indicado anteriormente (ver sección 5.4.1.). Seguido de su establecimiento se procedió a registrar el número de morfoespecie y foto especie (variables ya descritas).

b Frecuencia de visita de *Apis mellifera*

Esta fase consistió en inspeccionar discretamente las parcelas establecidas, durante marzo a septiembre del año 2021. Las parcelas se visitaron sin considerar un patrón sistemático de visita en el periodo de estudio (no se viajaron días o en su caso semanas durante cada uno de los meses), en este sentido, se fue oportunista. En ellas se observaron las plantas que eran visitadas por *Apis mellifera*.

Las visitas se realizaron en tres franjas de horario. Se consideraron las siguientes: de 06:00. a 10:00., de 10:00. a 14:00. y de 14:00. a 17:00. Durante cada día de muestreo la primera parcela se seleccionó de forma aleatoria. Luego, se procedía a visitar las parcelas más cercanas. A continuación, se describen las variables registradas, así como el procedimiento que se siguió para la toma de estas:

- Fecha de muestreo: corresponde al día y mes en que se efectuó la visita en la parcela.
- Hora de llegada a la parcela: se refiere a la hora exacta de llegada a la parcela. Se determinó con un reloj de muñeca al ingresar a la unidad de muestreo.
- Visita de *Apis mellifera*: se consideró como “visita” al hecho de observar un contacto directo e interacción entre la abeja y las estructuras reproductoras de las plantas (Gineceo, Androceo).

Al ingresar a la parcela, se identificaban las plantas que tenían flores. Esto permitía detectar que plantas podrían ser sujetas de observación. Además, se identificaba cuáles se presentaban de forma solitaria (con un solo individuo en la parcela, Figura 6a), con individuos frecuentados más de una vez, pero sin tendencia de agrupamiento (Figura 6b), y agrupada (grupos pequeños [menos de 10 individuos, Figura 6c] y grupos grandes [más de 10 individuos, Figura 6d]).

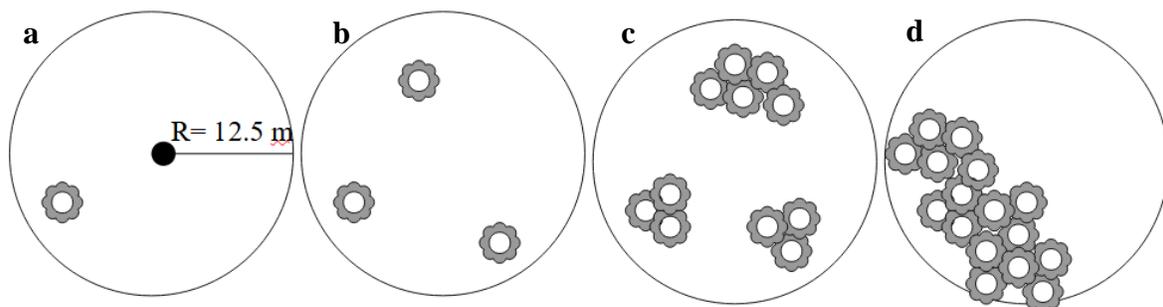


Figura 6. Esquema que muestra las variaciones en la distribución de los individuos de las especies visitadas. Se muestra: a) especie con un solo individuo, b) especie con más de un individuo sin tendencia de agrupación, c) especie que forma grupos con menos de diez individuos, d) especie que forma grupo o grupos compactos con más de diez individuos.

Fuente: Elaboración propia.

En aquellas situaciones en donde se presentaba un solo individuo en la parcela, la planta estuvo bajo observación por 10 minutos. Cuando las plantas se presentaban de forma aislada (caso b) o en parches distanciados (caso c) se registró la visita acumulada en una serie de tiempo entre 4 a 10 minutos. El proceso para registrar la visita en uno o más parches compactos fue bastante similar a los casos anteriores, desde un punto de la periferia del parche se avistaba rápidamente las abejas que interactuaban con los órganos reproductivos de la flor. Esto se apreciaba generalmente en menos de 2 minutos.

La forma de registrar la visita de las abejas para los casos b, c y d se basa en la eficiencia energética de la especie. Al visitar una flor *Apis mellifera* libera una feromona de corta duración con el objetivo de que la flor no vuelva a ser visitada en un corto plazo (Spence, 1982).

- Morfoespecie: nombre temporal asignado a un espécimen en función de sus características morfológicas.
- Abundancia de la planta visitada en la parcela: Número de individuos contabilizados de la planta visitada en la parcela. Se evaluó solamente para plantas con distribución no agrupada (plantas que no formaban parches), y plantas que formaban parches pequeños (menos de 10 individuos).
- Altura de las plantas visitadas: Se consideró a la altura como la distancia entre el nivel del suelo y la base del brote apical caulinar. Se registró utilizando una cinta métrica de bolsillo o se estimaba (en el caso de plantas en las que se dificultaba su medición con cinta). En el orden de registro de las variables, fue tomada de último para no perturbar el pecoreo de *A. mellifera*. Por la forma en que fue observada la frecuencia de visita, la altura se obtuvo en valores que representan un valor neto o un valor promedio, a saber:
 - Para plantas visitadas que se presentaron en forma solitaria (una sola en la parcela) se determinó la altura correspondiente (valor neto).
 - Para aquellas plantas visitadas que presentaron 3 individuos (de forma aislada o agrupada) se determinó una altura promedio.

- Para plantas visitadas que presentaron de 4-10 individuos (de forma aislada o agrupada) se tomaron de forma oportunista al 50 % de los individuos para determinar la altura promedio.
- Para plantas visitadas que presentaron de 11-20 o más individuos se seleccionó de forma oportunista el 25 % para determinar su altura promedio.
- Para aquellas plantas postradas o reptantes en el suelo y con cantidades de individuos indeterminadas por su abundancia se tomaron 4 mediciones dentro del parche asignándole una altura promedio.
- Cobertura arbórea: estimación visual del espacio cubierto por copas de árboles. Para determinar esta variable se procedió a ubicarse en el centro de la parcela, desde ahí se estimaba porcentualmente el espacio cubierto por copas de árboles.

5.5. Análisis de información

5.5.1. Identificación taxonómica de especies de interés apícola

La identificación (determinación de nombre científico) de la flora de interés apícola se realizó utilizando como técnica la comparación. Se utilizaron guías ilustrativas de flora arvance-ruderal (Alemán et al., 2012), libros (Brinder, 1997), artículos de revistas (May y Rodríguez, 2012) y la base de datos del proyecto de flora de Nicaragua (Stevens et al., 2001).

En aquellos casos en los que no se logró la identificación por esos medios, se procedieron a recolectar ejemplares de dicha planta, fueron herborizadas (utilizando alcohol y bolsas de polietileno) para ser identificadas por un especialista en la Universidad Nacional Agraria. Cada recolecta se acompañó de una serie de fotografías.

5.2.2. Resultados generados a partir del análisis de datos

Los datos recolectados se digitalizaron en el programa Microsoft Excel (versión 16.0.1). Los análisis se llevaron a cabo en este mismo y en el programa estadístico R (R Core Team, 2022).

a. Evaluación del esfuerzo de muestreo

Para evaluar el esfuerzo se utilizó el análisis de curva de acumulación de especies, realizado con el programa R, utilizando el paquete “BiodiversityR” (Kindt, 2022). El procedimiento que se siguió es el mismo descrito en la sección 5.4.7. Para este caso solamente se añadieron las unidades que complementaron el muestreo.

b. Composición florística herbácea y arbustiva visitada por *Apis mellifera*

Se elaboraron cuadros de resumen utilizando el programa Microsoft Excel (versión 16.0.1). En ellos se presentan las especies de interés apícola, su hábito de vida, frecuencia absoluta y frecuencia relativa.

La frecuencia expresa la existencia o la ausencia de una especie en determinada parcela (Lamprecht, 1990, p.46). La frecuencia absoluta se calculó a partir de la relación del número de parcelas en las que se encontró la especie y el número de parcelas totales, los valores se expresan en porcentaje. La frecuencia relativa se calculó como el porcentaje dentro de la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies (Lamprecht, 1990, p.46).

Utilizando el programa R, se generó una matriz de disimilitud a partir del índice de Jaccard. Dicha matriz, se utilizó para generar un dendrograma, usando el método de simple ligamiento (R Core team, 2022). El dendrograma expresa gráficamente las parcelas o grupos de parcelas más similares o menos parecidas florísticamente, partiendo de datos presencia y ausencia.

c. Frecuencia acumulada de *Apis mellifera* en la flora herbácea y arbustiva e intensidad de visita en las parcelas

Con el objetivo de notar la continuidad con la que fue visitada cada una de las parcelas, así como el patrón de visita de *A. mellifera* en la flora comprendida en estas, se generó una matriz que relaciona la intensidad con que fueron visitadas cada una de las parcelas durante el periodo de estudio y la frecuencia acumulada de visita de *Apis mellifera*. La matriz se generó en Microsoft Excel; las parcelas se ubicaron en las filas y en las columnas los meses.

d. Frecuencia de visita por *Apis mellifera* y altura de las plantas visitadas

Se generó un cuadro que resume los valores de altura mínima y máxima reportados para cada una de las especies, así como la frecuencia de visita por *Apis mellifera*. Se realizó una prueba de dos proporciones para determinar si la frecuencia acumulada de visita entre los estratos difería entre sí. Para relacionar los valores de altura con la frecuencia de visita, se aplicó un análisis de correlación de Spearman.

e. Frecuencia de visita por *Apis mellifera* y abundancia de las plantas visitadas

Se relacionaron los valores de abundancia de la flora con la frecuencia de visita de *Apis mellifera*. Para ello se aplicó también un análisis de correlación de Spearman.

A través de una prueba de dos proporciones, se logró determinar si la frecuencia acumulada para aquellas especies que conformaron parches compactos en determinadas parcelas difería con respecto a aquellas que no conformaban.

f. Frecuencia de visita por *Apis mellifera* en la flora y franjas de horario

Utilizando el programa Microsoft Excel, se confeccionó una matriz que contiene a cada especie, su frecuencia de visita por *Apis mellifera* en las franjas de horario y al número de veces en que se frecuentó las unidades de muestreo en las franjas de horario.

Para analizar la dependencia de ambas variables, se aplicó una prueba de Chi Cuadrado de Pearson (R Core team and, 2022). Las filas estuvieron representadas por las clases de veces en que se frecuentaron las franjas de horario (i: entre 0-4 veces, ii: entre 5-9 veces y iii: mayor a 9 veces) y las columnas por las franjas de horario (Franja 1: 06:00 – 10:00, Franja 2: 10:00 – 14:00. y Franja 3: 14:00 – 17:00). En tanto, los valores de celdas contenían la frecuencia de visita acumulada de *Apis mellifera*.

VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Esfuerzo de muestreo

El análisis de curva de acumulación de especies de plantas realizado con los datos provenientes del premuestreo mostró la necesidad de incrementar el número de muestras. Lo anterior es apreciado por la inclinación mostrada de la línea graficada (Figura 7a). Esta tendencia muestra la posibilidad de seguir registrando nuevas morfoespecies.

La curva de acumulación obtenida a partir de los datos del muestreo, en cambio, revela cierta tendencia de disminución de su inclinación y por tanto del número de morfoespecie nuevas que se acumulan al muestrear una nueva parcela (Figura 7b, Anexo 4). Sin embargo, aún se podría seguir agregando más morfoespecies. Una posible prueba de ello es la cantidad de elementos florísticos que ingresaron con el aumento del esfuerzo de muestreo (51% de nuevos registros). De estos registros solamente una especie figuró como de interés apícola.

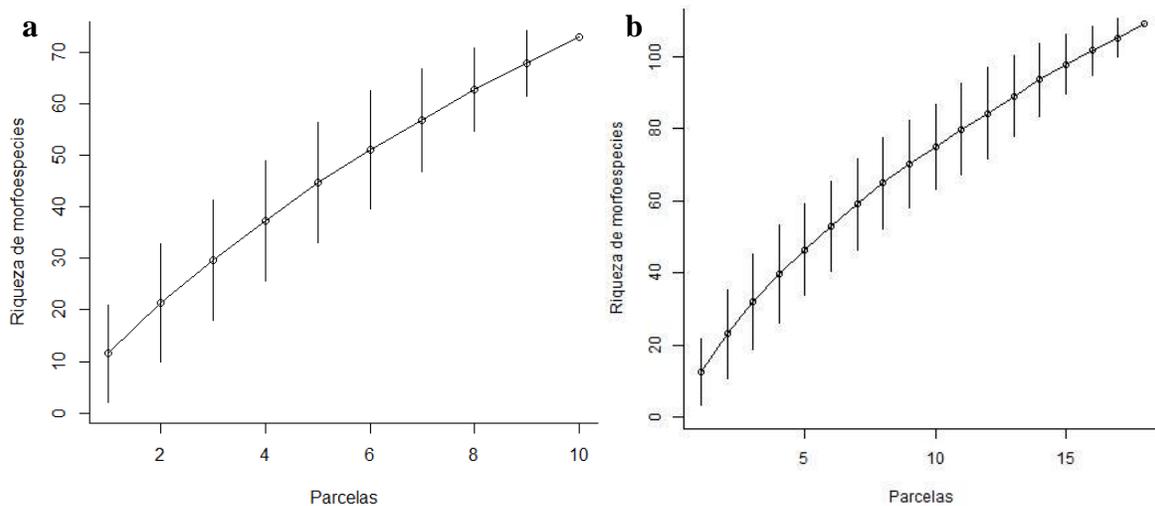


Figura 7. Comparaciones del esfuerzo de muestreo y riqueza de morfoespecies. a) Datos provenientes del premuestreo, b) Datos provenientes del muestreo.

6.2. Composición florística herbácea y arbustiva visitada por *Apis mellifera*

6.2.1. Flora herbácea y arbustiva visitada por *Apis mellifera*

Se reconocieron 109 morfoespecie que incluyen hierbas (51) y arbustos (58). De éstas, 10 fueron visitadas por *Apis mellifera*. La identificación taxonómica a nivel de especie se logró para todas las plantas. Las especies de interés apícola se agrupan en distintas familias (Cuadro 2).

Cuadro 2. Especies de hierbas y arbustos visitados por *Apis mellifera*

Nombre común	Nombre científico	Familia	Hábito
Comida de culebra	<i>Rivina humilis</i>	Phytolaccaceae	Herbácea
Lobulada rosadita †	<i>Mirabilis violacea</i>	Nyctaginaceae	Herbácea
Rodilla de chompipe	<i>Alternanthera pubiflora</i>	Amaranthaceae	Herbácea
Avispa	<i>Talinum triangulare</i>	Portulacaceae	Herbácea
Botón blanco	<i>Melanthera nivea</i>	Asteraceae	Herbácea
Trompeta rosada †	<i>Ruellia inundata</i>	Acanthaceae	Herbácea
Alvaca	<i>Ocimum campechianum</i>	Lamiaceae	Herbácea
Tapaqueso	<i>Neomillspaughia paniculata</i>	Poligonaceae	Arbusto
Fruto de aguja †	<i>Ximenia americana</i>	Olacaceae	Arbusto
Jocote de Ratón	<i>Exostema Caribaeum</i>	Rubiaceae	Arbusto

† Nombre de la morfoespecie (no corresponde a un nombre común o local).

El número limitado de componentes florísticos visitados es aparentemente un comportamiento de forrajeo conocido, tal como lo demuestra el estudio de Cairns et al (2005). Esto es en parte atribuible a las características morfológicas de las flores (Greenleaf y Kremer, 2006). En ese sentido Mallinger y Gratton (2015), indican que las abejas melíferas u otras especies silvestres, cuya lengua es corta, se ven más atraídas por flores con corolas no tubulares (*Alternanthera pubiflora*, *Talinum triangulare*, *Rivina humilis*, *Ximenia americana*, *Neomillspaughia paniculata*, *Melanthera nivea*, *Ocimum campechianum*) respecto a flores con corolas tabulares (*Ruellia inundata*, *Mirabilis violacea*, *Exostema caribaeum*).

Además de las características morfológicas de la flor, las plantas pueden hacer uso de otros mecanismos de atracción. Entre ellos figura la atracción química a través de compuestos volátiles que emanan. Para dos especies en particular (*X. americana*, *E. caribaeum*) se evidenció sentir el olor que emanaban las flores a más de 30 metros de cada individuo.

Con relación a la distribución de las especies en el área de estudio, la mayoría se presentan con baja frecuencia (80% de estas con presencia en menos del 30% de las parcelas muestreadas), solamente *Neomillspaughia paniculata* y *Talinum triangulare*, se encuentran con alta frecuencia (Cuadro 3).

Cuadro 3. Frecuencia de especies de interés apícola

Nombre común	Nombre científico	Frecuencia absoluta (%)	Frecuencia relativa (%)
Tapaqueso	<i>Neomillspaughia paniculata</i>	66.67	25.00
Avispa	<i>Talinum triangulare</i>	61.11	22.92
Lobulada rosadita †	<i>Mirabilis violácea</i>	27.78	10.42
Alvaca	<i>Ocimum campechianum</i>	27.78	10.42
Jocote de Ratón	<i>Exostema Caribaeum</i>	22.22	8.33
Trompeta rosada †	<i>Ruellia inundata</i>	16.67	6.25
Fruto de aguja †	<i>Ximenia americana</i>	16.67	6.25
Botón blanco	<i>Melanthera nivea</i>	11.11	4.17
Rodilla de chompipe	<i>Alternanthera pubiflora</i>	11.11	4.17
Comida de culebra	<i>Rivina humilis</i>	5.56	2.08

† Nombre de la morfoespecie (no corresponde a un nombre común o local).

6.2.2. Similitud florística entre las unidades representativas de muestreo

Tomando en consideración la flora visitada por *Apis mellifera*, se generó un dendrograma a partir de la presencia y ausencia de las especies en las unidades de muestreo. Se diferencian tres grandes grupos, el primer grupo conformado por las parcelas 7, 11 y 3, estas unidades son muy diferentes al resto y en particular la 7. El segundo grupo constituido por las parcelas 4, 8, 2, 12, 16, 1 y 15. El último grupo presenta una mayor similitud entre unidades, en él se encuentran las parcelas 9, 5, 18, 6, 10, 14 y 13 (Figura 8).

Se pudo apreciar que la similitud florística entre las parcelas aumenta entre unidades que se encuentran más cerca (p6-p18, p12-p15, p5-p14), y disminuye al comparar parcelas más lejanas (p10-p17, p1-p13, p9-p18) (ver Anexo 1 y 2). Autores como Trujillo et al, (2018, p.25), encontraron que la similitud florística de especies esta correlacionada con las distancias entre parcelas.

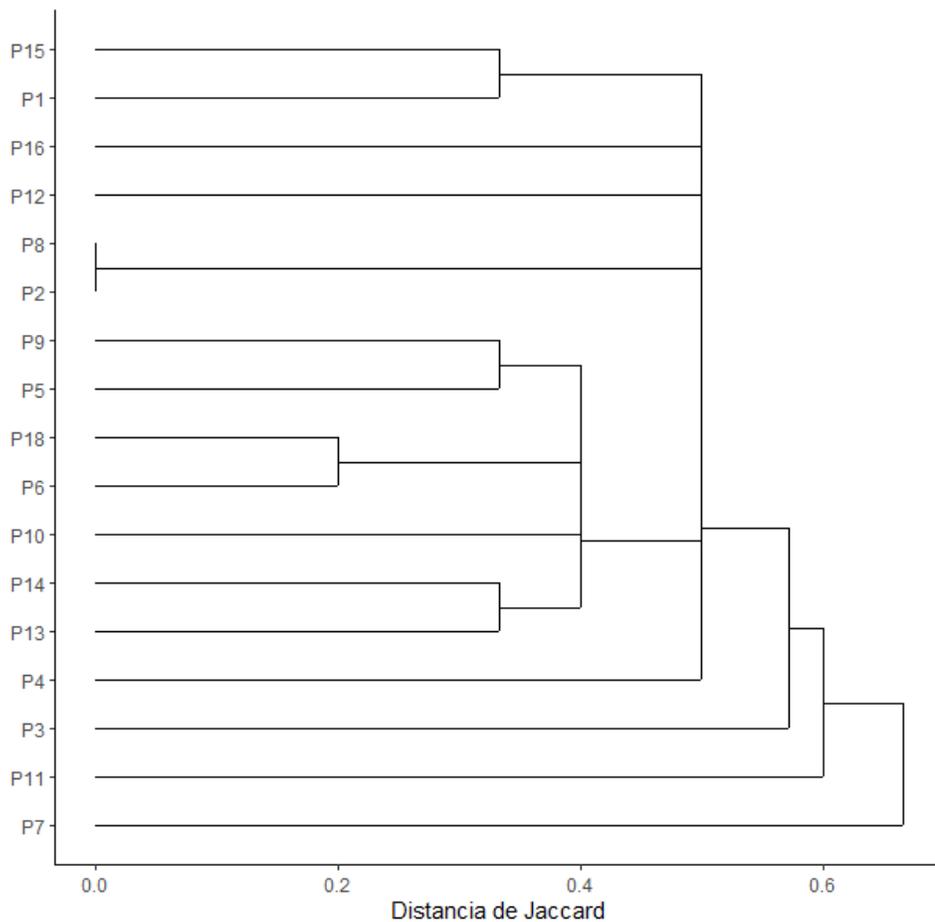


Figura 8. Dendrograma de disimilitud florística con base en la vegetación visitada por *Apis mellifera* en las parcelas de muestreo (r: 12.5, 0.05 ha).

Los valores de similitud considerablemente altos reportados para algunas unidades se deben a que estas solamente albergan una de las especies visitadas (parcela 2 y 8). Otro aspecto que podría estar ligado es el uso del suelo al que se someten los espacios. La incidencia de ganado bovino, por ejemplo, puede ocasionar que ciertos elementos florísticos tengan una baja frecuencia o peor aún desaparezcan (Ramírez et al., 1997, Frecuencia, párr. 1). En este sentido, los únicos reportes de *Alternanthera pubiflora* son los de las parcelas p3-p10; en áreas agrícolas que no se encuentran sometidas a pastoreo.

6.3. Frecuencia de *Apis mellifera* en la flora herbácea y arbustiva

6.3.1. Frecuencia acumulada en las parcelas durante los meses de estudio

Las observaciones de la frecuencia de visita en las 18 parcelas se llevaron a cabo entre la última semana de marzo y la cuarta semana del mes de septiembre. Sin embargo, se descontinuaron durante el mes de junio. Esto se debió a un aspecto en particular: en el mes de mayo se empezó a notar que los reportes de frecuencia de visita disminuyeron; posiblemente relacionado con los niveles de precipitación acumulados hasta la fecha (la época de lluvia inició más tarde); ello pudo influir en la disponibilidad de recursos apícolas de la floración.

La parcela bajo la cual se presentó el mayor número de especies de plantas de interés apícola fue la parcela tres (cinco en total). De igual manera, en esta se reportó la mayor frecuencia de visitas en una semana. En cambio, en cuanto a la temporalidad de recursos si se considera la continuidad de visitas entre julio y septiembre, parece ser que la parcela 13 fue la que ofertó recursos por mucho más tiempo (Cuadro 4).

En las parcelas 3 y 13 se acumuló la mayor frecuencia de visita (Cuadro 4), atribuyendo la mayor parte a una de las plantas presentes (*Alternanthera pubiflora* en la parcela 3 [con una proporción de 0.82] y *Talinum triangulare* en la parcela 13 [con una proporción de 0.87]). Este patrón de visita no se repitió en otras parcelas bajo las que se presentaron (*A. pubiflora* presente además en la parcela 10 y *T. triangulare*, presente también en la parcela 6 y 18), aun cuando las parcelas fueron muestreadas un similar número de veces.

Por lo anterior, el patrón de frecuencia de visita documentado para *T. triangulare* difiere de un espacio a otro. Las características de dicho espacio podrían tener influencia sobre éste. De acuerdo con su ecología (Stevens, 2022), esta especie es abundante en áreas alteradas las que probablemente reciben una alta incidencia de luz. Para las parcelas donde la frecuencia de visita fue menor la cobertura arbórea era mucho más alta (presencia de mayor cantidad de sombra) con respecto a la parcela 13.

Cuadro 4. Intensidad de visita en las parcelas y frecuencia acumulada durante el estudio

Parcela	Marzo					Abril				Mayo					Julio				Agosto					Septiembre				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1					0	1			1		1				1											1		
2					0	0			0		0	0			0		0	0			0		0	0		0	0	
3				18	52	82			87		87	87			98		98	98			98		98	98				
4					0	0			0		0				0						0			0				
5				0	0	0			0		0	0			0		0				0	0	0	0	0	0	3	
6				0	0	0			0		0	0			14		14	14			15			16	23			
7					0	0			0		0	0			0		0				0	0			0	0		
8					0	0			0		0	0			0		0	0			0		0	0				
9					0	0			0		0	0			0						0	0					0	
10					3	3			3		3	3			3		3	3						3				
11				0	0	0			0		0	0			0		0	0			0			0	0	2		
12					0	0			0		0				0							1		1				
13				0	0	0			0		0	2			45		45	52			55		61	67		74		
14					0	0			0		0	0			0		0	0				0		0		12		
15					0	0			0		0				0							11		22				
16					0	0			0		0				0		0					8		10				
17					0	0			0		0				0		0					0		0				
18				0	0	0			0		0	0			3		3	3			5			7	11			

Nota: La tonalidad de gris indica el número de veces que fue muestreada la parcela en la semana:  Visitada una vez  Visitada dos veces  Visitada tres veces  Visitadas cuatro veces

6.3.2. Frecuencia de visita y altura de las plantas visitadas por *Apis mellifera*

Para las especies del estrato herbáceo visitadas por *Apis mellifera*, la altura mínima y máxima para las plantas fue de 0.1 y 1.28 m, correspondientemente. A nivel de especies, el rango de altura no sobrepasa los 0.40 m. Con relación al estrato arbustivo, la altura mínima y máxima fue de 4.29 y 7.19 m, respectivamente. A nivel de especies, el rango de altura fue mucho mayor con respecto al estrato anterior (Cuadro 5).

Cuadro 5. Frecuencia de visita y altura de las plantas visitadas

Especie	Tipo	Altura mínima †	Altura máxima †	Frecuencia acumulada
<i>Talinum triangulare</i>	Hierba	0.1	0.47	85
<i>Alternanthera pubiflora</i>	Hierba	1.1	1.28	83
<i>Mirabilis violacea</i>	Hierba	0.24	0.38	12
<i>Ocimum campechianum</i>	Hierba	0.26	0.32	10
<i>Rivina humilis</i>	Hierba	0.76	0.76	8
<i>Melanthera nivea</i>	Hierba	1.27	1.27	2
<i>Ruellia inundata</i>	Hierba	0.85	0.85	2
<i>Exostema caribaeum</i>	Arbusto	4.29	5.87	33
<i>Neomillspaughia paniculata</i>	Arbusto	5.61	7.19	24
<i>Ximenia Americana</i>	Arbusto	4.78	4.78	1

† Se presentan los valores de altura mínima y máxima para las especies visitadas. Estos se han dado considerando los valores obtenidos para esta variable a nivel de parcela. Para aquellas especies que se registraron en una sola parcela, el valor mínimo es igual al valor máximo.

Las frecuencias acumuladas del estrato herbáceo con respecto al arbustivo son mayores significativamente ($p < 0.05$). En cambio, las visitas dentro de un estrato no tienen una tendencia clara (relación entre variable), particularmente para el estrato herbáceo. Como se obtuvo una frecuencia acumulada alta para plantas bajas, también se obtuvo una frecuencia alta para plantas de mayor tamaño en el mismo estrato (*A. pubiflora* y *T. triangulare*). Sin embargo, para éste se encontró una relación positiva entre la altura de las plantas y la frecuencia de visita ($r: 0.37, p < 0.05$). Para el estrato arbustivo no se encontró relación ($r: -0.0031$ y $p: 0.99$).

6.3.3. Frecuencia de visita y abundancia de las plantas visitadas

Dada la baja frecuencia de las especies apícolas (ver inciso 6.2.1.) y los registros de abundancia dados solo para aquellas situaciones donde se reportó visita por parte de *Apis mellifera*, la obtención de datos de abundancia para distintas parcelas de una especie de planta es limitada (Anexo 5). Las especies que tienen mayor abundancia son aquellas que se presentaron en parches compactos (*T. triangulare* y *A. pubiflora*) en una o más de alguna de las unidades de muestreo.

En cuanto a la variación temporal de la abundancia, solamente para un 30% de las especies se registró una variación en el número de individuos visitados en la parcela: *Rivina humilis* (de abril a julio tuvo un aumento de 32 individuos), *Mirabilis violacea* (durante el mes de julio un aumento de 20 individuos) y *Talinum triangulare* (en la parcela seis, de agosto a septiembre presentó un aumento de 10 individuos y en la parcela 18, de julio a septiembre una disminución de cinco individuos).

Al relacionar la abundancia de las plantas del estrato herbáceo con la frecuencia de visita registrada, se encontró una relación positiva y significativa ($r: 0.46, p < 0.05$). En contraste, para el estrato arbustivo se encontró relación, pero esta no es significativa ($r: 0.62, p > 0.05$).

Aquellas especies que formaban parches (*T. triangulare* y *A. pubiflora*) en las parcelas (13 y 3, correspondientemente) acumularon mayor frecuencia de visita con respecto a las otras especies restantes de las mismas parcelas (ambas proporciones significativamente mayores [$p < 0.05$]). Este patrón ha sido observado por Badano y Vergara (2011). Es posible que este se asocie con un menor gasto de energía; así, bajo el planteamiento de Juan y Rallo (1987), completarían un viaje de retorno a la colmena con un menor gasto de energético (Holldobler y Wilson, 1990).

Por otro lado, para estas especies, en el transcurso del estudio se registraron valores bajos como altos de visita (Anexo 5). Esta variación puede deberse, por un lado, a la hora del día bajo la cual se registró la visita (ver sección 6.3.4.). De igual manera, otro aspecto que podría influir temporalmente y que es señalado por Juan y Rallo (1987), es la necesidad de un determinado recurso para la colmena, pudiendo ser el desarrollo del estado larvario.

Otro de los factores ligados con la frecuencia de visita es la cercanía de la colmena con respecto a la fuente de recurso. Se podría suponer que bajo distancias cortas la información fluye más rápido. De esta manera Visscher y seeler (1982), mostraron que la tasa de reclutamiento disminuye a medida que aumenta la distancia de la colmena hacia la fuente del recurso aun cuando esta última ofrece recompensa ad libitum.

Durante las visitas efectuadas a las parcelas 3 y 13 se observó otro comportamiento. Se presenciaron abejas pecoreando en *A. pubiflora* y *T. triangulare*, cuando la fuente de recurso (polen o néctar) era inexistente debido a la marchites de la flor. Este comportamiento, denominado constancia floral, ha sido visto por Johnson y Wenner (1966), quienes afirman que algunas abejas suelen inspeccionar periódicamente incluso hasta varios días después de haberse agotado el recurso.

Para algunas parcelas que tienen abundancia del recurso arbóreo (2, 3, 5, 6, 9, 8, 14, 18) se observó que preferían este recurso y no el que provenía de los estratos herbáceos y arbustivo.

6.3.4. Frecuencia de visita y franjas de horario

La franja de horario de mayor actividad de pecoreo fue aquella comprendida entre las 06:00-10:00 horas, seguida de aquella establecida entre las 10:00-14:00 horas (Cuadro 6). Este resultado confirma lo declarado por Reyes y Ríos (2009), quienes afirman que las horas de máxima actividad de pecoreo son las más tempranas hasta el mediodía.

En el mismo cuadro se puede observar que el número de visitas a las parcelas bajo las franjas de horario considerando los meses en los que se reportó frecuencia de visita de *Apis mellifera* fue mayor para la primera franja de horario. Se comprobó a través de un análisis de tabla de contingencia la existencia de dependencia (χ^2 : 101.92, $p < 0.05$) entre la frecuencia de visita acumulada en las franjas de horario y la frecuencia con la que se visitó las parcelas en dichas franjas.

Cuadro 6. Frecuencia de visita acumulada en las franjas de horario para las especies visitadas y número de visitas a las parcelas bajo las franjas de horario considerando los meses en los que se reportó visita de *Apis mellifera*

Especie	Franjas de horario			Nuvipar		
	6 a 10	10 a 14	14 a 17	6 a 10	10 a 14	14 a 17
<i>Rivina humilis</i>	5	3	0	1	3	2
<i>Ximenia americana</i>	0	1	0	2	3	0
<i>Exostema caribaeum</i>	33	0	0	4	1	0
<i>Mirabilis violacea</i>	12	0	0	6	1	3
<i>Melanthera nivea</i>	0	2	0	1	3	2
<i>Alternanthera pubiflora</i>	18	59	6	5	4	5
<i>Talinum triangulare</i>	85	0	0	20	8	4
<i>Neomillspaughia paniculata</i>	0	24	0	4	8	2
<i>Ruellia inundata</i>	0	2	0	1	3	2
<i>Ocimum campechianum</i>	10	0	0	6	2	0
Total	163	91	6	50	36	20

Nota: Nuvipar (Número de visitas a las parcelas bajo las franjas de horario considerando los meses en los que se reportó visita de *Apis mellifera*).

Las plantas *T. triangulare* y *M. violácea*, fueron visitadas solo en la primera franja de horario. Vale resaltar que estas especies se diferencian de las otras por la respuesta fisiológica de cerrar sus pétalos entre las 09:00-10:00 horas. Esta misma repuesta fisiológica fue observada por Insuasty et al., (2015).

En la parcela 13, se observó que *A. mellifera* responde ante el cierre de los pétalos de *T. triangulare*; pasa a explotar los recursos que ofrece *N. paniculata*. Esta conducta ha sido descrita por Seeley y Camazine (1991), quienes mostraron que el número de visitas de las abejas que explotan una fuente se ajusta a cada momento, regulando su tasa de reclutamiento y deserción con relación a la productividad de la fuente. Lo anterior genera un patrón de explotación selectivo para las fuentes más productivas.

VII CONCLUSIONES

Se determinaron un total de 10 especies visitadas por *Apis mellifera*. La mayoría de estas son hierbas. Dada la escasa frecuencia de las especies de interés apícola (con excepción *T. triangulare* y *N. paniculata*), la similitud entre parcelas, en general, resultó ser escasa o nula y probablemente mediada por factores que no fueron meramente estudiados como la distancia entre parcelas y el uso del suelo.

La frecuencia de visita se concentró en pocas unidades de muestreo. Las parcelas 13 y 3 acumulan el 66.15% de las frecuencias, la mayoría pertenecen a dos especies de hierbas: *T. triangulare* y *A. pubiflora*, correspondientemente. Además, se determinó que la mayoría de los reportes ocurrieron bajo la primera franja de horario (0:600 – 10:00 horas), sin embargo, los registros son dependientes de las cantidades de veces que fueron muestreadas las parcelas durante las franjas de horario.

La alta frecuencia acumulada de visita para el estrato herbáceo posiblemente indica una preferencia por los recursos que se ubican a esta altura (< 1.30 m), aunque la oferta dada por algunas especies apícolas es parcial durante el día. Además, para este estudio se encontró cierta tendencia positiva entre la altura de las plantas del estrato herbáceo y la frecuencia de visita.

Para el estrato herbáceo, se encontró una relación positiva entre la abundancia de las plantas y la frecuencia de visita. Además, las frecuencias acumuladas de las plantas que se presentaban en parches compactos dentro de algunas de las parcelas fueron mayor frente a la suma de las frecuencias acumuladas del resto de plantas.

VIII RECOMENDACIONES

Durante el estudio se observó que *Apis mellifera* aprovechaba el potencial de recursos apícolas ofrecidos por árboles. Además, se apreció que algunos elementos florísticos durante la fenofase de floración no llegaron a la antesis. Ante esto, es importante que futuros estudios integren a los árboles y que aumenten la escala temporal, para conocer el amplio abanico de especies apícolas.

Trabajos futuros dirigidos a comprender los patrones de visita de *Apis mellifera* requieren de integrar variables como la distancia de la colmena a la fuente del recurso, la distribución de las plantas identificadas de interés apícolas y el tipo de recurso ofrecido por las plantas. Además, podrían integrar las respuestas florares antes cambios ambientales.

IX LITERATURA CITADA

- Alianza del bosque seco. (2012). *Programa nacional para conservación, restauración y manejo del ecosistema de bosques secos en Nicaragua*. Recuperado de <http://pasopacifico.org/wp-content/uploads/2019/09/programa-bosque-seco-nicaragua-fundenic-2011.pdf>
- Alemán, F., Quezada., B., & Garmendia, M. (2012). Flora arvense y ruderal del pacífico y centro de Nicaragua. *Vol. I. UNA. Managua, Nicaragua*
- Alasdair I. Houston; John M. McNamara (1985). A general theory of central place foraging for single-prey loaders. , 28(3), 0–262. doi:10.1016/0040-5809(85)90029-2
- Jernigan, C., (2018). Abeja Bonanza. <https://askabiologist.su.edu/anatom%C3%ADa-de-abejas-mel%C3%ADferas>
- Barragán, H. (2020). *Efecto de elevación sobre la alometría sensorial en la abeja de la miel, Apis Mellifera*. (Tesis de pregrado). <https://repository.urosario.edu.co/handle/10336/28206>
- Badano, E. I., & Vergara, C. H. (2011). *Potential negative effects of exotic honey bees on the diversity of native pollinators and yield of highland coffee plantations. Agricultural and Forest Entomology, 13(4), 365–372*. doi:10.1111/j.1461-9563.2011.00527.x
- Blanco, L. (2019). Apis mellifera: características, hábitad, reproducción, alimentación. Liferder. Recuperado de <https://www.liferder.com/apis-mellifera/>
- Bazurro, D.(1999).La importancia en el manejo productivo De colmenas.<https://es.scribd.com/document/103829691/36-Importancia-Alimentacion-1>

- Brinder, U., (1997). Manual de leguminosas de Nicaragua, vols. I y II. Managua, Nicaragua. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central.
- Baker, G, Baker I (1982). Chemical constituents of nectar in relation to pollination mechanism and phylogeny. In: Nitecki MH (ed) Biochemical aspects of evolutionary biology. University of Chicago Press, Chicago, pp 131–171
- Christopher M., Jernigan., (2018). Abeja Bonanza. La historia de las Abejas melíferas. anatomía de abejas. Tomada de Arizona State University. [https://askabiologist.asu.edu/anatomía de abejas melíferas](https://askabiologist.asu.edu/anatomía%20de%20abejas%20melíferas).
- Cuyckens, G, Bundo, C, Malizia, L. (2015). *Composición, diversidad y estructura de comunidades de árboles en un gradiente altitudinal de selva subtropical de montaña (serranía de Zapla, Jujuy, Argentina)*. Madera y bosques, 21(3), 137-148. DOI: 10.21829/myb.2015.213463
- Chiarucci, A.; Bacaro, G.; Rocchini, D., y Fattorini L. (2008). Discovering and rediscovering the sample-based rarefaction formula in the ecological literature, 9(1),121- 123. doi: 10.1556/ComEc.9.2008.1.14
- Cairns, C, Gutierrez, R, Koptur, S, Bray, D. (2005) *Bee populations, forest disturbance, and Africanization in Mexico*. Biotropica. vol,37. N4. pp.686-692.
- Diebel, J, Norda, J, Kretchmer, O. (2016, diciembre, 31). El clima promedio en Totogalpa Nicaragua.[Blog].Recuperado de <https://es.weatherspark.com/y/14382/Clima-promedio-en-Totogalpa-Nicaragua-durante-todo-el-año>.
- Fewell, J. H., y Winston, M. L. (1996). *Regulación de la recolección de néctar en relación con los niveles de almacenamiento de miel por abejas melíferas, Apis mellifera*. Behavioral Ecology, 7(3), 286–291. doi:10.1093/beheco/7.3.286
- Guariguata, M., & Kattan, G., (2002). Ecología y conservación de bosques neotropicales. Cartago: tecnológica de Costa rica.

- Greenfield, M. (2002). *Signalers and receivers: mechanisms and evolution of arthropod communication*. Oxford University Press. Google academico. [https://books.google.com.ni/books?hl=es&lr=&id=qUkt1lqAW4IC&oi=fnd&pg=PR11&dq=Greenfield+M+\(2002\)+Signalers+and+receivers.+Oxford+University+Press.+Oxford&ots=mLjLzQqpYy&sig=2ZOzbVjmgUho1vHV8Uy858Qc-xU#v=onepage&q=Greenfield%20M%20\(2002\)%20Signalers%20and%20receivers.%20Oxford%20University%20Press.%20Oxford&f=false](https://books.google.com.ni/books?hl=es&lr=&id=qUkt1lqAW4IC&oi=fnd&pg=PR11&dq=Greenfield+M+(2002)+Signalers+and+receivers.+Oxford+University+Press.+Oxford&ots=mLjLzQqpYy&sig=2ZOzbVjmgUho1vHV8Uy858Qc-xU#v=onepage&q=Greenfield%20M%20(2002)%20Signalers%20and%20receivers.%20Oxford%20University%20Press.%20Oxford&f=false)
- Grepe.,N. (2001). *Apicultura, Iberoamerica*. Mexico.108pp
- Greenleaf, S. S., & Kremen, C. (2006). *Wild bee species increase tomato production and respond differently to surrounding land use in Northern California*. *Biological Conservation*, 133(1), 81–87. doi:10.1016/j.biocon.2006.05.025
- Heinrich, B., (1993). *The Hot-Blooded Insects*. doi:10.1007/978-3-662-10340-1
- Hölldobler, E. O. Wilson (1990): “The Ants” Springer, Berlin, 732 pp. DM 198.—. , 5(1), 169–171. doi:10.1046/j.1420-9101.1992.5010169.x
- Insuasty, E.; Benavides, J. ; Gámez , H.. (2015). Evaluación del proceso productivo apícola, basado en la caracterización etológica de la abeja (Apis mellifera) Veterinaria y zootecnia DOI: 10.17151/vetzo.2015.9.1.4*
- Velandia, M., Restrepo, S., Cubillos, P., Aponte, A., Silva, L. (2012). Catálogo fotográfico de especies de flora apícola en los departamentos de Cauca, Huila y Bolívar. Colombia. Recuperado de <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31379/199.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Istomina-Tsvetkova, . P. (1960). Contribution to the study of trophic relations in adult worker bees. *XVII Int. Beekeeping Congr. Bologna-Roma*, 2, 361-368.
- Juan, B., Rallo, G,. (1987). La apicultura orientada a la polinización frutal. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1987_11.pdf

- Johnson, D. L., & Wenner, A. M. (1966). *A relationship between conditioning and communication in honey bees*. *Animal Behaviour*, 14(2-3), 261–265. doi:10.1016/s0003-3472(66)80081-7
- Jiménez, M., (2012). *Funciones, morfológicas y tipos de flores. Polinización y fecundación*. Trabajos forestales y de conservación medio natural agrotecnología (botánica)
- Kindt, R., & Coe, R., (2005). *Tree, diversity analysis. A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies*. <http://www.worldagroforestry.org/output/tree-diversity-analysis>
- Lamprecht, H., (1990). *Silvicultura en los tropicos los ecosistema forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas –posibilidad y métodos para un aprovechamiento sostenible*. GTZ.
- MAGFOR., (Ministerio Agropecuario y Forestal)., (2006). *Censo Nacional apícola de Nicaragua*, pag 30.
- Mezano, J. (2022). *Manual de apicultura en sistemas de producción ecológica*. España Guadalajara.
- Montoya, B. Baca, A. Bonilla, B. (2017). *Flora melífera y su oferta de recursos en cinco veredas del municipio de Piendamó, Cauca*. Tesis de pregrado. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612017000300003
- Mallinger, R. E., & Gratton, C. (2014). *Species richness of wild bees, but not the use of managed honeybees, increases fruit set of a pollinator-dependent crop*. *Journal of Applied Ecology*, 52(2), 323–330. doi:10.1111/1365-2664.12377
- Moreno, E. C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Centro de Investigaciones Biológicas. Hidalgo, Mexico: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

- May, T y Rodríguez, S. (2012). *Plantas de interés apícola en el paisaje*. Observaciones de campo y la percepción de apicultores en la republica dominica. *Revista Geográfica de América Central* (48), 133-162.
- Núñez, J. A. (1982). Honeybee Foraging Strategies at a Food Source in Relation to its Distance from the Hive and the Rate of Sugar Flow. *Journal of Apicultural Research*, 21(3), 139–150. doi:10.1080/00218839.1982.11100531
- Núñez, J. (1977). *Nectar flow by melliferous flora and gathering flow by Apis mellifera ligustica*. *Journal of Insect Physiology*, 23(2), 265–275. doi:10.1016/0022-1910(77)90041-5
- Núñez, J. (1979). Actividad de vuelo de abejas domésticas y factores condicionantes. Recuperado de <http://www.lillo.org.ar/journals/index.php/acta-zoologica-lilloana/article/view/1124/1112>.
- Oksanen, J.; Blanchet, G.; Friendly, M.; Kindt, R.; Legendre, P.; McGling, D... y Wagner, E. (2020). *vegan: Community Ecology*. R package version 2.5-7. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Orozco, L, Bumér, C,. (2002). Inventarios forestales para bosques latifoliados en américa central. Recuperado de <http://www.fao.org/fileadmin/user-upload/training-material/docs/Inventarios-Forestales%20-Bosques-Latifoliados-AC.pdf>
- Oldroyd, B. P., Rinderer, T. E., & Buco, S.M. (1991). *Variación intracolonia en comportamiento de forrajeo de la abeja de miel: los efectos de la concentración de la sacarosa*. *Journal of Apicultural Research*, 30(3-4), 137–145. doi:10.1080/00218839.1991.11101248
- Potosí, D., Yopez, J., (2015). *Identificación de la flora apícola representativa y caracterización de algunas variables etológicas durante el pecoreo de la abeja Apis Melliferas en la granja experimental botana Universidad de Nariño*. (Tesis de pregrado). Colombia. Universidad de Nariño.

- Page, R. E., Waddington, K., Hunt, G., & Kim, M., (1995). Genetic determinants of honey bee foraging behaviour. *Animal Behaviour*, 50(6), 1617–1625. doi:10.1016/0003-3472(95)80015-8
- INIDE, y MAGFOR. (2013). Departamento de Madriz y sus municipios uso de la tierra y el agua en el sector agropecuario. Recuperado de <https://www.mag.gob.ni/documents/Publicaciones/CENAGRO/Madriz.pdf>.
- Ramírez, C.G., San Martín, C., Ellies, A., Mac Donald, R. (1997). Cambios florísticos, fitosociológicos y edáficos provocados por exclusión de pastoreo en una pradera Valdiviana, Chile. *Agro sur*, 25(2), 180-195. <http://revistas.uach.cl/html/agrosur/v25n2/body/art06.htm>
- Reinhard, J., Srinivasan, M., (2009). The role of scents in honey bee foraging and recruitment. Recuperado file:///C:/Users/usuario/Downloads/2009_Reinhard_ScentsForaging.pdf
- Rogers, S. R., Tarpy, D. R., & Burrack, H. J. (2013). Multiple Criteria for Evaluating Pollinator Performance in Highbush Blueberry (Ericales: Ericaceae) Agroecosystems. *Environmental Entomology*, 42(6), 1201–1209. doi:10.1603/en12303
- Restrepo, J.C (2012). Catalogo fotográfico de especies de flora en el trópico seco.
- Ricou, C., Schneller, C., Amiaud, B., Plantureux, S., & Bockstaller, C. (2014). A vegetation-based indicator to assess the pollination value of field margin flora. *Ecological Indicators*, 45, 320–331. doi:10.1016/j.ecolind.2014.03.022
- Reyes, J., Ríos, P., & camberos, U., (2009). Periodo óptimo de polinización del melón con abejas melíferas (*Apis mellifera*.) Agricultura técnica en México, 35 (4). Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172009000400002
- Ravazzi, G., (2000). Curso de apicultura. Barcelona: De vecchi

- Roubik., D., (1989) Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge university press.
- Spaethe, J. Brookmann, A. Halbig, C. Tautz, J. (2007). *Size determines antennal sensitivity and behavioral threshold to odors in bumblebee workers. Naturwissenschaften. 94, 733-739. doi 10.1007/s00114-007-0251-1*
- Sánchez, A., Castañeda, C., Muños, G., Téllez, G., (2014). Aporte para el análisis del sector apícola colombiano. Recuperado de http://ibepa.org/docs/docscienciagro/Cienciagro_V2N42013_469483_Sanchez_et_al.pdf.
- Santos, J., Bentabol, M., & Hernandez, G., (2004). *Catálogo de la flora de interés apícola de Tenerife.* Recuperado de http://www.casadelamiel.org/sites/default/files/catalogo_de_flora_de_interes_apicola_de_tenerife_santos_bentabol_hernandez_y_modino_2004.pdf.
- Stevens, W. D., Ulloa, C., Pool, A., & Montiel, O. M. (2001). *Flora de Nicaragua.* Recuperado de <http://www.mobot.org/MOBOT/research/nicaragua/flora.shtml>
- Seeley, T., Camazine, S., & Sneyd, J. (1991). *Collective decision-making in honey bees: how colonies choose among nectar sources. Behavioral Ecology and Sociobiology, 28(4). doi:10.1007/bf00175101*
- Silva, L., Restrepo, S., (2012). Flora apícola: determinación de la oferta floral apícola como mecanismo para optimizar producción, diferenciar productos de la colmena y mejorar la competitividad. Bogotá, Instituto Humboldt. 28 p.
- Spence, J., (1982). La Apicultura Guía práctica Como trabajar con las abejas (2da. ed.). Guatemala. Cooperativa agrícola integral Santa María, R.L. Nebaj, El Quiche, Guatemala
- Trujillo, W, Henao, M. (2018). *Riqueza florística y recambio de especies en la vertiente orinoquense de los Andes Colombia.* Colombia forestal, 21(1). DOI: <https://doi.org/10.14483/2256201X.11848>

- Toval, N., Rueda, R. (2009). Malezas comunes de León, Nicaragua. INBio. Recuperado de <https://www.slideshare.net/HernanLopez5/malezas-comunesleonnicaragua>
- Valenzuela., C., (2017). *Evaluacion de la respuesta a la alimentación artificial de las abejas (Apis mellifera), En condiciones de Comunera- Acobamba- Huancavelica.* (tesis de pregrado). Recuperado de <file:///G:/documentoAnalisi%20de%20tesis/TESIS-2017-AGRONOMIA-CCENTE%20VALENZUELA.pdf>
- Visscher, P. K., & Seeley, T. D. (1982). *Foraging Strategy of Honeybee Colonies in a Temperate Deciduous Forest. Ecology, 63(6), 1790.* doi:10.2307/1940121
- Vogel, S. (1983). Ecophysiology of zoophilic pollination. *In Physiological plant ecology III* (pp.559-624). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Wadsworth, F.H. (2000). *Producción forestal para América tropical.* Washington: servicios forestales.
- Winston, M., (1987). *The biology of the honey bee.* Harvard university press. Recuperado de https://books.google.com.ni/books?hl=en&lr=&id=5iobWHLtAQC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Winston+M.+1987+The+Biology+of+the+Honey+Bee.+Harvard+University+Press.+Cambridge,+Mass&ots=KYTCn1b9uL&sig=WT12MnjvKAys_xFX8G75BATVIVI#v=onepage&q&f=false

X. ANEXOS

Anexo 1. Valores de los términos de la fórmula de Jaccard para comparaciones entre las parcelas

Unidades	a	b	c	Unidades	A	b	c	Unidades	A	b	c
P1-P2	0	2	1	P3-P7	1	5	1	P4-P14	0	1	3
P1-P3	0	2	6	P3-P8	1	5	0	P4-P15	0	1	2
P1-P4	0	2	1	P3-P9	1	5	1	p4-p16	0	1	1
P1-P5	0	2	3	P3-P10	3	3	1	P4-P18	1	0	3
P1-P6	1	1	3	P3-P11	2	4	1	P5-P6	3	0	2
P1-P7	1	1	1	P3-P12	0	6	2	P5-P7	1	2	1
P1-P8	0	2	1	P3-P13	0	6	1	P5-P8	1	2	0
P1-P9	0	2	1	P3-P14	1	5	2	P5-P9	2	1	0
P1-P10	0	2	1	P3-P15	0	6	2	P5-P10	2	1	2
P1-P11	0	2	3	P3-P16	0	6	1	P5-P11	1	2	2
P1-P12	0	2	1	P3-P18	2	4	2	P5-P12	1	2	1
P1-P13	0	2	1	P3-P4	1	5	0	P5-P13	1	2	0
P1-P14	1	1	2	P3-P5	2	4	1	P5-P14	2	1	1
P1-P15	1	1	1	P3-P6	3	3	2	P5-P15	0	3	2
P1-P16	0	2	1	P3-P7	1	5	1	p5-p16	0	3	1
P1-P18	1	1	2	P3-P8	1	5	0	P5-P18	2	1	3
P2-P3	0	1	6	P3-P9	1	5	1	P6-P7	1	4	1
P2-P4	0	1	1	P3-P10	3	3	1	P6-P8	1	4	0
P2-P5	1	0	2	P3-P11	2	4	1	P6-P9	2	3	0
P2-P6	1	0	4	P3-P12	0	6	2	P6-P10	2	3	2
P2-P7	0	1	2	P3-P13	0	6	1	P6-P11	2	3	1
P2-P8	1	0	0	P3-P14	1	5	2	P6-P12	1	4	1
P2-P9	1	0	1	P3-P15	0	6	2	P6-P13	1	4	0
P2-P10	1	0	3	P3-P18	2	4	2	P6-P14	3	2	0
P2-P11	1	0	2	P3-P16	0	6	1	P6-P15	0	5	2
P2-P12	1	0	1	P4-P5	1	0	2	p6-p16	0	5	1
P2-P13	1	0	0	P4-P6	1	0	4	P6-P18	4	1	0
P2-P14	1	0	2	P4-P7	0	1	2	P7-P8	0	2	1
P2-P15	0	1	2	P4-P8	0	1	1	P7-P9	0	2	2
P2-P16	0	1	1	P4-P9	1	0	1	P7-P10	0	2	4
P2-P18	1	0	3	P4-P10	1	0	3	P7-P11	0	2	3
P3-P4	1	5	0	P4-P11	0	1	3	P7-P12	0	2	2
P3-P5	2	4	1	P4-P12	0	1	2	P7-P13	0	2	1
P3-P6	3	3	2	P4-P13	0	1	1	P7-P14	1	0	2

Continuación anexo 1

Unidades	a	b	c	Unidades	a	b	c	Unidades	a	b	c
P7-P15	1	1	1	P9-P14	1	1	2	P11-P18	2	1	2
p7-p16	0	2	1	P9-P15	0	2	2	P12-P13	1	1	1
P7-P18	0	2	4	p9-p16	0	2	1	P12-P14	1	1	2
P8-P9	1	0	1	P9-P18	2	0	2	P12-P15	1	1	1
P8-P10	1	0	3	P10-P11	2	2	1	p12-p16	1	1	0
P8-P11	1	0	2	P10-P12	1	3	1	P12-P18	1	1	3
P8-P12	1	0	1	P10-P13	1	3	0	P13-P14	2	0	1
P8-P13	1	0	0	P10-P14	1	3	2	P13-P15	0	2	2
P8-P14	1	0	2	P10-P15	0	4	2	p13-p16	0	2	1
P8-P15	0	1	2	p10-p16	0	4	1	P13-P18	2	0	2
p8-16	0	1	1	P10-P18	3	1	1	P14-P15	0	3	2
P8-P18	1	0	3	P11-P12	1	2	1	p14-p16	0	3	1
P9-P10	2	0	2	P11-P13	1	2	0	P14-P18	2	1	2
P9-P11	1	1	2	P11-P14	1	2	2	p15-p16	1	1	0
P9-P12	1	1	1	P11-P15	0	3	2	P15-P18	0	2	4
P9-P13	1	1	0	p11-p16	0	3	1	p18-p16	0	4	1

Nota: **a)** número de especies presente en el sitio a, **b)** número de especie presentes en el sitio b, **c)** número de especie presentes en ambos sitios a y b.

Anexo 2. Distancia entre unidades de muestreo

PC		Distancia	PC		Distancia	PC		Distancia
1	2	369.8537848	3	2	261.2805665	5	3	349.0338065
1	3	623.7079792	3	4	473.8411263	5	4	349.0666185
1	4	206.1770596	3	5	349.0338065	5	6	638.1138422
1	5	377.8613496	3	6	304.7140089	5	7	312.7817169
1	6	828.4401466	3	7	226.3541437	5	8	114.7189794
1	7	677.6832908	3	8	264.7959905	5	9	349.0156869
1	8	379.7804941	3	9	298.6979616	5	10	621.7671874
1	9	723.4199092	3	10	356.9792756	5	11	269.8912719
1	10	724.8491528	3	11	128.3964726	5	12	315.3385753
1	11	498.1597559	3	12	518.2565614	5	13	349.8301916
1	12	113.2660347	3	13	99.31764549	5	14	32.80952955
1	13	565.0052961	3	14	349.0768985	5	15	355.3706181
1	14	350.0699266	3	15	598.1908305	5	16	386.1631143
1	15	25.53725179	3	16	704.0966612	5	17	194.1019482
1	16	187.3682267	3	17	539.4212768	5	18	665.3954752
1	17	286.4358727	3	18	342.961238	6	2	519.3802363
1	18	832.4982174	4	2	263.0669377	6	3	304.7140089
2	3	261.2805665	4	3	473.8411263	6	4	636.0549159
2	4	263.0669377	4	5	349.0666185	6	5	638.1138422
2	5	144.0669956	4	6	636.0549159	6	7	505.09438
2	6	519.3802363	4	7	587.351294	6	8	535.5290788
2	7	325.3683063	4	8	288.2564128	6	9	567.9342731
2	8	32.72757065	4	9	647.6208208	6	10	185.9174122
2	9	384.5542279	4	10	520.7594049	6	11	371.9355338
2	10	483.0327112	4	11	345.9127268	6	12	715.2108884
2	11	149.0887504	4	12	103.2940539	6	13	290.7907589
2	12	273.5681555	4	13	396.6314681	6	14	630.791139
2	13	229.2502413	4	14	316.2767495	6	15	804.5363055
2	14	123.0835894	4	15	186.9092718	6	16	950.5301087
2	15	344.4275535	4	16	374.5957726	6	17	817.3473043
2	16	443.9261319	4	17	370.3893637	6	18	53.78713603
2	17	299.0286505	4	18	635.156964	7	2	325.3683063
2	18	540.3932741	5	2	144.0669956	7	3	226.3541437

Continuación del anexo 2.

PC		Distancia	PC		Distancia	PC		Distancia
13	7	312.1021018	15	8	354.6528216	17	9	517.8358027
13	8	244.7653757	15	9	699.8023143	17	10	775.8159572
13	9	385.7649666	15	10	703.2556641	17	11	445.4576952
13	10	289.6753091	15	11	472.7245635	17	12	287.5179815
13	11	81.16480241	15	12	90.02407946	17	13	526.5649948
13	12	454.6643901	15	13	539.8713693	17	14	190.3679752
13	14	340.5874704	15	14	327.0221932	17	15	273.5671867
13	15	539.8713693	15	16	195.7954833	17	16	213.2747769
13	16	667.6636408	15	17	273.5671867	17	18	839.4073716
13	17	526.5649948	15	18	809.2338399	18	2	540.3932741
13	18	315.5986584	16	2	443.9261319	18	3	342.961238
14	2	123.0835894	16	3	704.0966612	18	4	635.156964
14	3	349.0768985	16	4	374.5957726	18	5	665.3954752
14	4	316.2767495	16	5	386.1631143	18	6	53.78713603
14	5	32.80952955	16	6	950.5301087	18	7	551.1202137
14	6	630.791139	16	7	697.9879342	18	8	559.0610126
14	7	333.5171206	16	8	439.8439583	18	9	615.7020026
14	8	97.71744553	16	9	726.9572779	18	10	150.2105634
14	9	374.0608336	16	10	871.9411369	18	11	396.1965134
14	10	605.3998048	16	11	590.7526177	18	12	719.3419016
14	11	259.6233891	16	12	271.3638733	18	13	315.5986584
14	12	283.7796843	16	13	667.6636408	18	14	655.7712499
14	13	340.5874704	16	14	370.3983582	18	15	809.2338399
14	15	327.0221932	16	15	195.7954833	18	16	962.8435306
14	16	370.3983582	16	17	213.2747769	18	17	839.4073716
14	17	190.3679752	16	18	962.8435306	17	5	194.1019482
14	18	655.7712499	17	2	299.0286505	17	6	817.3473043
15	2	344.4275535	17	3	539.4212768	17	7	495.0504928
15	3	598.1908305	17	4	370.3893637	17	8	282.0009247

Nota: PC, Parcelas comparadas

Anexo 3. Valores estimados de riqueza por el análisis de curva de acumulación de especies

Sitio	Riqueza	Desviación Estándar
1	10.93	4.96
2	20.80	5.53
3	29.11	6.65
4	36.50	6.56
5	42.79	6.16
6	49.58	5.79
7	55.40	5.71
8	61.27	4.95
9	67.42	2.93
10	73.00	0.0

Anexo 4. Valores estimados de riqueza por el análisis de curva de acumulación de especies para datos del muestreo

Sitio	Riqueza	Desviación Estándar
1	11.62	4.69
2	22.79	6.20
3	31.77	6.70
4	40.04	6.96
5	46.60	7.05
6	53.00	6.64
7	58.82	6.41
8	64.82	6.29
9	69.83	6.52
10	75.55	6.45
11	80.51	6.14
12	85.91	5.66
13	90.19	5.64
14	94.12	5.07
15	97.64	4.98
16	101.35	4.05
17	105.57	2.77
18	109.00	0.00

Anexo 5. Frecuencia de visita de *Apis mellifera* en función de la abundancia de las plantas visitadas

Especie	Parcela	Mes	Abundancia	Frecuencia
<i>Ocimum campechianum</i>	13	septiembre	44	2
<i>Ocimum campechianum</i>	6	septiembre	32	5
<i>Ocimum campechianum</i>	18	septiembre	19	3
<i>Rivina humilis</i>	3	Julio	46	5
<i>Rivina humilis</i>	3	Abril	14	3
<i>Ximenia americana</i>	1	Abril	2	1
<i>Exostema caribaeum</i>	16	agosto	13	8
<i>Exostema caribaeum</i>	16	septiembre	13	2
<i>Exostema caribaeum</i>	15	agosto	6	11
<i>Exostema caribaeum</i>	15	septiembre	6	11
<i>Exostema caribaeum</i>	12	agosto	1	1
<i>Mirabilis violacea</i>	3	Julio	36	3
<i>Mirabilis violacea</i>	6	Julio	29	5
<i>Mirabilis violacea</i>	18	Julio	24	1
<i>Mirabilis violacea</i>	3	Julio	16	3
<i>Melanthera nivea</i>	3	Abril	4	2
<i>Alternanthera pubiflora</i>	3	Abril	50	62
<i>Alternanthera pubiflora</i>	3	marzo	50	18
<i>Alternanthera pubiflora</i>	10	marzo	10	3
<i>Talinum triangulare</i>	13	agosto	50	10
<i>Talinum triangulare</i>	13	julio	50	43
<i>Talinum triangulare</i>	13	mayo	50	2
<i>Talinum triangulare</i>	13	septiembre	50	10
<i>Talinum triangulare</i>	6	septiembre	20	3
<i>Talinum triangulare</i>	18	agosto	17	2
<i>Talinum triangulare</i>	18	julio	17	2
<i>Talinum triangulare</i>	18	septiembre	12	1
<i>Talinum triangulare</i>	18	septiembre	12	2
<i>Talinum triangulare</i>	6	agosto	10	1
<i>Talinum triangulare</i>	6	julio	10	9
<i>Neomillspaughia paniculata</i>	14	septiembre	18	12
<i>Neomillspaughia paniculata</i>	13	septiembre	12	7
<i>Neomillspaughia paniculata</i>	5	septiembre	7	3
<i>Neomillspaughia paniculata</i>	11	septiembre	5	2
<i>Ruellia inundata</i>	3	Abril	42	2

Anexo 6. Frecuencia de visita de *Apis mellifera* en función de la altura de las plantas visitadas

Especie	Tipo	Parcela	Altura	Frecuencia absoluta
<i>Ocimum campechianum</i>	hierba	6	0.26	5
<i>Ocimum campechianum</i>	hierba	13	0.31	2
<i>Ocimum campechianum</i>	hierba	18	0.32	3
<i>Rivina humilis</i>	hierba	3	0.76	8
<i>Ximenia americana</i>	Arbusto	1	4.78	1
<i>Exostema caribaeum</i>	Arbusto	12	4.87	1
<i>Exostema caribaeum</i>	Arbusto	15	4.29	22
<i>Exostema caribaeum</i>	Arbusto	16	5.87	10
<i>Mirabilis violacea</i>	hierba	3	0.38	6
<i>Mirabilis violacea</i>	hierba	6	0.24	5
<i>Mirabilis violacea</i>	hierba	18	0.25	1
<i>Melanthera nivea</i>	hierba	3	1.27	2
<i>Alternanthera pubiflora</i>	hierba	3	1.1	80
<i>Alternanthera pubiflora</i>	hierba	10	1.28	3
<i>Talinum triangulare</i>	hierba	6	0.13	13
<i>Talinum triangulare</i>	hierba	13	0.1	4
<i>Talinum triangulare</i>	hierba	13	0.47	61
<i>Talinum triangulare</i>	hierba	18	0.1	7
<i>Neomillspaughia paniculata</i>	Arbusto	5	5.61	3
<i>Neomillspaughia paniculata</i>	Arbusto	11	7.19	2
<i>Neomillspaughia paniculata</i>	Arbusto	13	5.93	7
<i>Neomillspaughia paniculata</i>	Arbusto	14	6.5	12
<i>Ruellia inundata</i>	hierba	3	0.85	2