



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES, UNAM MORELIA  
VULNERABILIDAD Y RESPUESTA AL CAMBIO GLOBAL

LA HETEROGENEIDAD DEL PAISAJE Y SU RELACIÓN CON LA DISPONIBILIDAD DE LAS  
PLANTAS DE INTERÉS APÍCOLA: PERSPECTIVAS PARA LA APICULTURA EN EL MUNICIPIO DE  
MADERO, MICHOACÁN, MÉXICO

TESIS

QUÉ PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
MAESTRA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD

PRESENTA:

DAYAN LUCERO ROMERO MARTÍNEZ

TUTOR PRINCIPAL

DR. ANDRÉS CAMOU GUERRERO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES, UNAM MORELIA

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR

DR. FRANCISCO MORA ARDILA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD

DRA. FRIDA GÜIZA VALVERDE

CENTRO DE INVESTIGACIONES EN GEOGRAFÍA AMBIENTAL

REVISORES

DRA. LUCIANA PORTER BOLLAND

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA

DRA. EK DEL VAL DE GORTARI

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD

MORELIA, MICHOACÁN, MAYO, 2023



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**M. en C. Ivonne Ramírez Wence**  
**Directora General de Administración Escolar**  
**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Presente**

Me permito informar a usted, que el Comité Académico del Programa de Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, en su sesión 67 del 13 de abril del 2021, aprobó el jurado para la presentación del examen para obtener el grado de **MAESTRA EN CIENCIAS DE LA SOSTENIBILIDAD**, de la alumna **Romero Martínez Dayan Lucero** con número de cuenta **518013581**, con la tesis titulada “La heterogeneidad del paisaje y su relación con la disponibilidad de las plantas de interés apícola: perspectivas para la apicultura en el municipio de Madero, Michoacán, México”, bajo la dirección del Dr. Andrés Camou Guerrero.

PRESIDENTA: DRA. LUCIANA PORTER BOLLAND  
VOCAL: DRA. FRIDA NADIEZDA GÜIZA VALVERDE  
SECRETARIA: DRA. EK DEL VAL DE GORTARI  
VOCAL: DR. FRANCISCO MORA ARDILA  
VOCAL: DR. ANDRÉS CAMOU GUERRERO

Sin más por el momento me permito enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE,**

**“POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU”**  
**Cd. Universitaria, Cd. Mx., 28 de abril de 2023.**



**Dr. Alonso Aguilar Ibarra**  
**Coordinador**  
**Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, UNAM**

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a la Universidad Nacional Autónoma de México y al Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad de la UNAM, por brindarme los conocimientos adquiridos sobre los sistemas socioecosistemas, por hacernos ver de otra forma las ciencias, así como las formas de aplicar los conocimientos generados en los problemas del mundo actual.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca que me brindó para hacer posible la culminación de este posgrado y al Proyecto “Saberes ambientales para la cogeneración de estrategias de manejo sustentable de socioecosistemas” (UNAM, PAPIIY IN308418) por financiar el proyecto del cual fue producto la presente Tesis.

A mi asesor principal y amigo el Dr. Andrés Camou, por todos los conocimientos adquiridos, por acompañarme desde la licenciatura en los procesos para alcanzar mis metas, por darme la confianza y el apoyo incondicional para que llegara a concluirse este trabajo.

Agradezco a mis tutores el Dr. Francisco Mora, que me han acompañado desde el primer semestre de la maestría, por brindarme sus conocimientos y guiarme durante el proceso, a la Dra. Frida Guiza, por su acompañamiento y por abrir mi mente hacia las ciencias políticas y sociales.

A mis revisoras la Dra. Ek del Val por ser siempre tan asertiva y por sus comentarios que ayudaron a enriquecer este trabajo, a la Dra. Luciana Porter, por indirectamente inducirme al mundo de la flora melífera, a través de sus publicaciones, y por sus observaciones y sugerencias para enriquecer esta tesis.

Al Dr. Juan Martínez por abrir las puertas una vez más de sus instalaciones del Jardín Botánico de la UNAM Morelia, para la identificación de las plantas.

### **AGRADECIMIENTOS PERSONALES**

Quiero agradecer a todas las personas que hicieron posible el presente estudio, principalmente a los apicultores que contribuyeron con su conocimiento. Al señor Salvador Gómez (Don Chava) y su hijo, a Abel Fulgencio, Rene Gómez, Santiago Molina, Alfredo Rangel, María Luisa Vargas, Norberto Yañez, Santiago Molina, Francisco Gutiérrez, Santiago García, Liborio Villa, Francisco Gómez, y en Paz descansa el señor Pascual Gómez.

A Violeta Villa quien me brindó su confianza y abrió las puertas de su casa y de su familia para apoyarme en este trabajo, a su hermano Rafael Villa, por el tiempo que nos acogió en su casa para realizar el trabajo de campo.

A mi amigo Alejandro Reyes por compartir su amor por el municipio de Madero y dar paso a la red de personas que contribuyeron con el trabajo.

A mis amigas del posgrado Landy, Monica, y Liz con las que compartimos largas tardes de estudio a lo largo del proceso.

Y por último a todas las personas que me acompañaron a lo largo de los meses de trabajo en campo, a Ale Sacbel, a Janic, a Ana compañera del laboratorio, a Jorge, a Miguel, y en especial a Edain Cuevas por acompañarme y trabajar conmigo durante todas las salidas en campo.

# Índice de contenido

RESUMEN .....	9
INTRODUCCIÓN.....	11
MARCO TEÓRICO .....	13
Meliponicultura.....	15
Apicultura.....	16
Cambio climático .....	19
Práctica intensiva del sistema agrícola.....	20
Cambio de uso de suelo.....	21
HETEROGENEIDAD DEL PAISAJE.....	22
ANTECEDENTES .....	24
ANTECEDENTES DE TRABAJO EN LA ZONA DE ESTUDIO .....	24
PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN .....	27
MÉTODOS.....	29
ETAPA 1: DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD APÍCOLA Y EL MANEJO DEL PAISAJE EN TORNO A ELLA.....	31
ETAPA 2: DESCRIPCIÓN DE LA HETEROGENEIDAD DEL PAISAJE EN LOS APIARIOS .....	32
ETAPA 3: ESPECIES DE INTERÉS APÍCOLA. ....	44
Análisis de diversidad de especies .....	50
Análisis de diversidad de especies por unidad de paisaje .....	51
Análisis de diversidad gamma por Buffer .....	52
ETAPA 4: CALCULO DE LA DISPONIBILIDAD DE ESPECIES DE INTERÉS APÍCOLA .....	52
ETAPA 5: ANÁLISIS PARA EVALUAR EL EFECTO DE LA HETEROGENEIDAD DEL PAISAJE EN LA DISPONIBILIDAD DE ESPECIES APÍCOLAS .....	53
RESULTADOS .....	55
APICULTORES, ACTIVIDAD APÍCOLA Y EL MANEJO DEL PAISAJE EN TORNO A ELLA.....	55
DESCRIPCIÓN DE LA HETEROGENEIDAD DEL PAISAJE .....	63
Conocimiento local de las especies de interés apícola .....	66
Índice de Valor Apibotánico (IVA) .....	67
EFECTO DE LA HETEROGENEIDAD DEL PAISAJE SOBRE LA FLORA APÍCOLA.....	73
ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE HETEROGENEIDAD DEL PAISAJE Y LA DISPONIBILIDAD DE LA FLORA APÍCOLA.....	75

Especies leñosas .....	75
Especies herbáceas .....	77
CONCLUSIONES .....	84
CONSIDERACIONES FINALES.....	85
REFERENCIAS .....	86
ANEXOS .....	96
Ficha de Caracterización de apiarios y meliponarios .....	101
Listado de especies vegetales considerando su forma de vida, su puntuación respecto al Índice de Valor Apibotánico (IVA) y el recurso floral que ofrece para las abejas (n=néctar, p=polen).....	103

## Índice de figuras

FIGURA 1 MACRO LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	31
FIGURA 2 ENTREVISTAS CON APICULTORES.....	32
FIGURA 3 UBICACIÓN DE LOS APIARIOS SELECCIONADOS PARA EL ESTUDIO Y SU ESPACIO DE INFLUENCIA (BUFFER) EN EL MUNICIPIO DE MADERO, MICHOACÁN.....	33
FIGURA 4 MAPA DE UBICACIÓN DE APIARIOS SELECCIONADOS EN MADERO, CON LA CLASIFICACIÓN DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN DE INEGI 2016.....	36
FIGURA 5 IMAGEN SATELITAL A PARTIR DE LA CUAL SE DELIMITARON LAS UP CON INTERPRETACIÓN VISUAL DE LA COBERTURA VEGETAL Y PUNTOS DE MUESTREO.....	37
FIGURA 6 IMAGEN DE LA UP A) BOSQUE DE PINO ENCINO, B) BOSQUE DE TRANSICIÓN.....	38
FIGURA 7 IMAGEN DE LA UP A) VARAL, Y B) VARAL MATORRAL.....	40
FIGURA 8 IMAGEN DE LA UP PASTIZAL Y PASTIZAL MATORRAL.....	41
FIGURA 9 A) IMAGEN DE LA UP CULTIVO DE AGAVE , B) CULTIVO DE ZARZA .....	41
FIGURA 10 IMAGEN DE LAS UP A) HUERTA DE AGUACATE, B) ÁREA URBANA, C) VEGETACIÓN RIPARÍA .....	42
FIGURA 11 TRABAJO DE CAMPO: A) MONTAJE DE CUADRANTES, B) COLECTA DE PLANTAS, C) TOMA DE FOTOGRAFÍAS Y D) TOMA DE DATOS.....	48
FIGURA 12 PROPORCIÓN DE HOMBRES Y MUJERES ENTREVISTADOS.....	55
FIGURA 13 PROPORCIÓN DEL LUGAR DE PROCEDENCIA DE LOS APICULTORES ENTREVISTADOS.....	56
FIGURA 14 PORCENTAJE DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS A LAS QUE SE DEDICAN LOS APICULTORES.....	57
FIGURA 15 A) PAISAJE DE SAN PEDRO PIEDRAS GORDAS, B) CULTIVO DE AGAVE EN EL RINCÓN, C) CULTIVO DE MAÍZ EN EL FRESNO, D) ÁRBOL RESINADO EN PIUMO.....	61
FIGURA 16 DELIMITACIÓN DE LAS UNIDADES DE PAISAJE EN LOS BUFFER.....	65
FIGURA 17 ESPECIES DE INTERÉS APÍCOLA RECONOCIDAS LOCALMENTE: A) VARA BLANCA (MONTANOA SP.), B) TEPEHUAJE ( <i>LYSILOMA ACAPULCENSIS</i> ), C) HUIZACHE ( <i>VACHELLIA FARNESIANA</i> ), D) HUIZACHE ( <i>VACHELLIA PENNATULA</i> ).....	67
FIGURA 18 DIVERSIDAD DE ESPECIES LEÑOSAS PARA EL ORDEN Q0, Q1, Y Q2 PARA CADA UP, DONDE SE MUESTRAN LAS BARRAS DE ERROR CON UN INTERVALO DE CONFIANZA DEL 95%.....	69
FIGURA 19 DIVERSIDAD DE ESPECIES HERBÁCEAS PARA EL ORDEN Q0, Q1, Y Q2 PARA CADA UP, DONDE SE MUESTRAN LAS BARRAS DE ERROR CON UN INTERVALO DE CONFIANZA DEL 95%.....	70



FIGURA 20 DIVERSIDAD GAMMA PARA ESPECIES LEÑOSAS PARA EL ORDEN Q0, Q1, Y Q2 PARA CADA BUFFER, DONDE SE MUESTRAN LAS BARRAS DE ERROR CON UN INTERVALO DE CONFIANZA DEL 95%.....	71
FIGURA 21 DIVERSIDAD GAMMA PARA ESPECIES HERBÁCEAS PARA EL ORDEN Q0, Q1, Y Q2 PARA CADA BUFFER, DONDE SE MUESTRAN LAS BARRAS DE ERROR CON UN INTERVALO DE CONFIANZA DEL 95%.....	72
FIGURA 22 ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD DE ESPECIES DE INTERÉS APÍCOLAS PARA LAS ESPECIES LEÑOSAS EN CADA BUFFER.....	73
FIGURA 23 ÍNDICE DE DISPONIBILIDAD DE ESPECIES DE INTERÉS APÍCOLAS PARA LAS ESPECIES HERBÁCEAS EN CADA BUFFER .....	74
FIGURA 24 CORRELACIÓN ENTRE EL VALOR DE IDEA PARA ESPECIES LEÑOSAS Y LA HETEROGENEIDAD DEL PAISAJE POR BUFFER. ....	75
FIGURA 25 CORRELACIÓN ENTRE EL VALOR DE IDEA PARA ESPECIES LEÑOSAS Y EL BOSQUE DE TRANSICIÓN.....	76
FIGURA 26 CORRELACIÓN ENTRE EL VALOR DE IDEA PARA ESPECIES HERBÁCEAS Y LA HETEROGENEIDAD DEL PAISAJE POR BUFFER. ....	77
FIGURA 27 CORRELACIÓN ENTRE EL VALOR DE IDEA PARA ESPECIES HERBÁCEAS Y EL BOSQUE DE PINO-ENCINO .....	77
FIGURA 28 MAPA MENTAL DE LA DINÁMICA DE FACTORES QUE VULNERA A LAS ABEJAS..	79

## Índice de Tablas

TABLA 1 DATOS DE LOS 25 APIARIOS GEORREFERENCIADOS.....	35
TABLA 2 PROPORCIÓN DE ÁREAS Y CUADRANTES DE MUESTREO POR UP EN LOS BUFFERS. ....	45
TABLA 3 ÁREA DE LAS DIFERENTES UP EN LOS BUFFERS. DONDE AU= ÁREA URBANA, BPE= BOSQUE DE PINO-ENCINO, CA= CULTIVO DE AGAVE, HA=HUERTA DE AGUACATE, HZ= HUERTA DE ZARZAMORA, M=MATORRAL, MP=MATORRAL-PASTIZAL, P=PASTIZAL, PM=PASTIZAL-MATORRAL, V= VARAL, VM=VARAL-M.....	63
TABLA 4 LAS 10 FAMILIAS BOTÁNICAS MÁS REPRESENTATIVAS DE LA FLORA APÍCOLA EN LA ZONA DE ESTUDIO.....	66
TABLA 5 LAS 10 ESPECIES CON EL VALOR MÁS ALTO DEL IVA. (IVA) ÍNDICE DE VALOR APIBOTÁNICO; (RF) RECURSO FLORAL; (N) NÉCTAR; (P) POLEN.....	68

## RESUMEN

El Objetivo general de este estudio fue describir el efecto de la heterogeneidad del paisaje generada por las diferentes actividades productivas en las plantas de la flora apícola en el municipio de Madero Michoacán. Y los objetivos particulares describir las actividades apícolas en el área de estudio, la heterogeneidad del paisaje que rodea al apiario, identificar las plantas de interés apícola y analizar el impacto de la heterogeneidad del paisaje en la presencia de la flora apícola.

La investigación se llevó a cabo a través de diferentes técnicas metodológicas, tales como entrevistas, documentación del conocimiento local sobre la apicultura, flora melífera y el paisaje, identificación de unidades de paisaje, análisis de heterogeneidad del paisaje utilizando el índice de Shannon, muestreo de flora, análisis de diversidad de especies de importancia para las abejas, a partir de la diversidad con los números de Hill, construcción del Índice de Valor Apícola (IVA) para determinar el nivel de importancia de las especies, diseñó el Índice de Disponibilidad de Especies de interés apícola (IDEA), que muestra una aproximación de la cantidad de recursos apibotánicos, Y por último se evaluó la relación entre la heterogeneidad del paisaje e IDEA con la correlación de Pearson.

Los resultados obtenidos muestran que los apicultores tienen una economía diversificada, en la que la apicultura es una actividad complementaria. Identificaron varios problemas que dificultan la apicultura, como la muerte de abejas, el cambio climático, la variación en la flora apícola y la disminución de apoyos gubernamentales.

Se encontraron 260 especies como parte de la flora apícola de la zona de estudio en el municipio de Madero, y 90 de ellas son consideradas localmente como importantes para las abejas, destacándose las especies leñosas con mayor valor de IVA. En cuanto a la heterogeneidad del paisaje en los buffers de los apiarios muestreados, se identificaron 13 unidades de paisaje, en las que el bosque de pino-encino ocupaba la mayor proporción de superficie.

El análisis de correlación de Heterogeneidad del paisaje y el Índice de Disponibilidad de Especies Apícolas encontró que las especies leñosas se correlacionan negativamente con la heterogeneidad del paisaje, mientras que las especies herbáceas se correlacionan positivamente, es decir, para el área de estudio, a mayor heterogeneidad

podemos encontrar más especies herbáceas y menos especies leñosas importantes para las Abejas. Por otro lado, la correlación con las unidades de paisaje indicó que a mayor superficie de bosque de transición, mayor proporción de especies apícolas leñosas presentes. La disponibilidad de especies apibotánica dependerá de las unidades de paisaje que rodean el apiario, así como de su tamaño y dinámica interna, a lo largo del tiempo ya sea natural o de manejo.

## INTRODUCCIÓN

La apicultura es una actividad pecuaria que se encarga de la crianza de la abeja *Apis mellifera*. Es considerada como una actividad productiva sustentable cuando se realiza a una pequeña escala, ya que favorece la preservación y reproducción de las plantas, gracias al servicio de la polinización que realizan las abejas. Se reconoce actualmente que más del 75% de la vegetación silvestre mundial y 70% de las especies cultivadas, son polinizadas por las abejas (FAO 2004, FAO 2005, Coro-Arizmendi 2009, Delgado *et al.* 2012, Escobedo *et al.* 2014, Magaña *et al.* 2016).

En México, la apicultura tiene una gran importancia social y económica (Villegas *et al.* 2000). Representa una fuente importante de empleos e ingresos en el medio rural (Magaña *et al.* 2016) y de divisas para el país (SAGARPA, 2010). Nuestro país se posiciona en el sexto lugar a nivel mundial por volumen de productividad de la colmena (Magaña *et al.* 2016). Gracias a las condiciones climáticas y a los diferentes tipos de vegetación que favorecen en buena medida esta capacidad de producción (Soto-Muciño *et al.* 2017).

No obstante, la producción de miel de las colmenas del país presenta una baja desde el año de 1990, (SIAP. 2021). Debido a problemas como la Varroa, cambio en las precipitaciones, infraestructura de producción, el uso de insecticidas en la agricultura, los monocultivos, y la flora apícolas (Bellarby, 2008, Martín-Culman *et al.* 2018).

La flora apícola hace referencia en general a aquellas especies de plantas que brindan recursos para las abejas como el néctar, polen, propóleos, aceites y resinas y que son utilizadas específicamente por las abejas de la especie *Apis mellifera* (SAGAR 1999, Silva y Retrepo 2012, Araujo- Mondragón y Redonda-Martínez 2012, Montoya y Bonilla 2017). La flora apícola es el insumo más importante para la subsistencia de las abejas y para los productos que se extraen de su colmena (Michener 2007, Silva y Retrepo 2012, Escobedo *et al.* 2014).

En el municipio de Madero, Michoacán, se tiene registrado desde el 2010 al 2021 una disminución en la producción de miel (SIAP, 2021). Esto ha sido corroborado por los apicultores de la zona en los últimos años, quienes lo atribuyen a las alteraciones en el clima, en la temporada de lluvias, en los tiempos de floración de las plantas. Así mismo se

identifican problemas como la reciente intensificación de algunos cultivos como el aguacate, problema que no solo tiene el municipio de Madero. Michoacán es uno de los estados con mayor deforestación por el cultivo de aguacate, donde el bosque de pino-encino y el matorral subtropical son de los ecosistemas más afectados (Saénz-Ceja et. al. 2022).

Otro de los problemas identificados en el municipio es la deforestación causada por el establecimiento de huertas de aguacate, y por el empleo de leña para la cocción de las piñas de agave para la producción de mezcal, la cual se obtiene exclusivamente de algunas especies, como el encino y el pino. Y que a su vez contribuye a la ampliación de la frontera agrícola modificando el paisaje del municipio (CIATEJ A.C. y Gobierno del Estado de Michoacán 2020).

Considerando los planteamientos anteriores, la presente investigación busca describir la heterogeneidad del paisaje generada por las distintas actividades productivas del municipio en las zonas donde se realiza la apicultura y analizar su relación con la disponibilidad de la flora apícola, para entender las repercusiones que pudiera tener esto en la actividad apícola en el municipio de Madero, en Michoacán.

El presente documento de tesis se ha estructurado en 6 secciones que son: a) Marco teórico, en el cual se abordan los referentes conceptuales que sustentan el planteamiento de la investigación; b) Antecedentes de la investigación, donde se exponen los resultados de trabajos científicos anteriores con temas que nos ayudan a comprender el contexto del problema de estudio, así como la importancia de la investigación; c) Planteamiento de la investigación, explica la problemática que se aborda y se plantean los objetivos de la investigación; d) Métodos, contiene información sobre la zona de estudio y una explicación de los pasos que se llevaron a cabo para cumplir los objetivos; e) Resultados, contiene información detallada sobre los resultados encontrados en la investigación, y f) el apartado de Discusión y Conclusiones, que expone la interpretación de los resultados, así como su relación con los resultados de otras investigaciones.

## MARCO TEÓRICO

### FLORA APÍCOLA

Las plantas son una parte esencial de la diversidad biológica del planeta (Mittermeier, 1992). Proporcionan hábitat y alimento para los animales del mundo, muchas especies son importantes económica y culturalmente para los seres humanos (Convenio Sobre la Diversidad Biológica, 2009). En el caso de México, se estima que existe un aproximado de 21,800 especies de plantas con flor, ocupando el quinto lugar mundial en riqueza de especies y el sexto en número de endemismos, ya que cerca del 40% de la flora vascular es propia o endémica del territorio mexicano (Villaseñor, 2004; Rzedowski, 2001). Esto indica la gran diversidad florística existente en el país, que responden a las condiciones climáticas y geográficas. Para el estado de Michoacán se han registrado 5,012 especies de plantas con flor, de las cuales 2,223 especies son endémicas de México, lo que lo sitúa en el 4° lugar de estados con mayor número de especies endémicas (Villaseñor, 2014).

La existencia de las plantas con flor depende principalmente de la polinización, proceso mediante el cual el polen de las anteras es transportado al estigma de la flor para su reproducción. Más del 75% de la vegetación silvestre mundial y 70% de las especies cultivadas, son polinizadas por las abejas (FAO, 2004; Coro-Arizmendi, 2009), en ello se encuentra una muestra de la diversidad de flora apícola presente en el mundo. En este sentido, se le conoce como flora apícola, al conjunto de especies vegetales que las abejas *Apis mellifera* distinguen entre las demás plantas para alimentarse de néctar y/o polen (SAGAR, 1999; Silva y Retrepo, 2012; Araujo- Mondragón y Redonda-Martínez 2019, Montoya y Bonilla, 2017).

A la adaptación de las características de las plantas para atraer a un grupo de polinizadores en específico se les denomina síndrome de polinización (Grajales-Condesa *et al.*, 2011). El Síndrome de polinización de las plantas que conforman la flora apícola se llama miofilia o melitofilia. Este síndrome presenta las siguientes características: flores de colores claros (azul, lila, rosa, amarillo, blanco), aromas fuertes y frescos, floraciones diurnas y simetría radial o bilateral (Grajales-Condesa *et al.*, 2011).

Existen tres grandes grupos en los que se divide la flora apícola dependiendo del producto que genera la planta y que es extraído por las abejas. Cuando genera en su mayoría néctar son llamadas melíferas, cuando produce más polen que néctar, son poliníferas, y cuando genera en cantidades similares los dos productos néctar-poliníferas (Villegas *et al.* 2000).

Estos recursos se encuentran en los tres estratos de la vegetación, herbáceos, arbustivos y arbóreos, y en diferentes tipos de vegetación. Las abejas aprovechan los recursos disponibles por estos grupos de flora dependiendo de la estacionalidad, la actividad y requerimientos de la colmena (Villegas *et al.*, 2000). Por ejemplo, las abejas *Apis mellifera*, usan el polen para preparar la jalea real, que es alta en contenido proteico y es suministrada a la reina y las crías, a diferencia de las abejas obreras las cuales tienen una dieta exclusiva de carbohidratos proporcionados por la miel, que es producida a partir del néctar (Vaquero y Vargas, 2010).

#### **LAS ABEJAS**

Las abejas son uno de los grupos más grandes del Orden de los Himenópteros, pertenecientes a la Superfamilia Apoideae, se estima que en el mundo hay de 20,000 a 40,000 especies de abejas (Michener, 2007) de las cuales en México se estima un aproximado de 2000 especies (Ayala, 1999).

Este grupo presenta una amplia gama de historias de vida. Pueden anidar en múltiples sitios como troncos de árboles, debajo del suelo, en paredes, o hasta en grietas de rocas. Sus hábitos pueden ser sociales, solitarios o semi-sociales. Son insectos que se alimentan principalmente de néctar y de polen (Michener, 2000). Las abejas necesitan visitar grandes cantidades de flores diariamente para cubrir sus requerimientos alimenticios, y a la par llevan a cabo el proceso de la polinización tanto de plantas silvestres como de distintas plantas de interés agrícola y forestal (Michener, 2000, 2007). Gracias a ello son consideradas de gran importancia ecológica (Garibaldi *et al.*, 2013).

La abeja *A. mellifera* pertenece a la familia *Apidae*. Dentro de esta familia se encuentran agrupadas las abejas sociales cuyas características principales son las de vivir en colonias perennes y poseer una división de labores en castas bien marcadas: la reina, las obreras y eventualmente zánganos, pueden convivir simultáneamente más de una generación dentro de la colmena (Jaramillo- Monroy *et al.*, 1992; Michener, 2007). Las

abejas *A. mellifera* también llamadas abejas melíferas o abejas de la miel son consideradas cosmopolitas, sin embargo son introducidas en México, y pertenecen a la comunidad de polinizadores más importantes de las zonas tropicales y subtropicales del mundo (Vergara *et al.*, 1994).

## **EL MANEJO DE ABEJAS**

La importancia socioeconómica de las abejas se centra en el manejo de las diferentes especies que producen miel y otros recursos de la colmena. A lo largo del tiempo, el manejo de abejas ha fomentado la conservación de los recursos naturales, la transmisión de conocimiento tradicional y la formación cultural de las sociedades (FAO, 2005).

### **Meliponicultura**

Existen dos tipos de manejo de abejas, la práctica conocida como meliponicultura que se centra en el manejo de las abejas pertenecientes a la tribu Meliponini, llamadas meliponinos o abejas sin aguijón. En México se han encontrado 46 especies, de las cuales el 26% son endémicas (Ayala *et al.*, 2013; Reyes-González *et al.*, 2022). Su manejo representa una actividad con importante valor cultural, principalmente en el golfo de México, la Península de Yucatán, la costa de Sinaloa y Jalisco y la cuenca del Balsas en Guerrero y Michoacán (Reyes González *et al.* 2016). Donde las abejas sin aguijón han sido aprovechadas y cultivadas por las comunidades desde tiempos prehispanicos. Su miel y cera eran utilizadas como moneda de cambio, para la elaboración de velas, de pegamento, como un sellador natural y como remedio en la medicina tradicional para diversas afecciones (Atlas Nacional de Abejas; Reyes González *et al.* 2022).

En la actualidad solo se conserva la práctica de la meliponicultura tradicional en algunas zonas del país, como en la Península de Yucatán, la sierra norte de Puebla al sur de Veracruz y en el Istmo de Tehuantepec (Reyes González *et al.* 2016).

Para el estado de Michoacán, en la región Centro Occidente se ha generado un proyecto de investigación, que tiene como objetivo, generar estrategias para la conservación y manejo sustentable de las abejas sin aguijón (Reyes González *et al.* 2016). Como resultado se ha reportado la presencia de 14 especies de abejas sin aguijón en la zona (Reyes González *et al.* 2022). De las cuales, de acuerdo al conocimiento local, se sabe que



desde hace 40 o 50 años, la miel de las abejas sin aguijón se aprovechaba por personas llamadas “colmeneros” que se encargaban de extraer los nidos de los troncos de los árboles para extraer la miel y la cera de los nidos (Reyes González *et al.* 2020). Después de esta práctica las abejas abandonan los nidos o se convierten en presa fácil para sus depredadores (Reyes González *et al.* 2020).

Debido a ello, dentro del proyecto se difundió y se capacitó a un grupo de personas sobre la técnica de la meliponicultura, la cual fue bien recibida, llevando a la formación de la Asociación de Meliponicultores Michocanos del Balsas, que actualmente cultivan cinco especies de abejas sin aguijón (Reyes González *et al.* 2016). La investigación sugiere que la meliponicultura puede mejorar en la región, llevando a la conservación asociada a la práctica. Y que es fundamental mantener y mejorar el conocimiento local sobre las abejas sin aguijón y las prácticas de manejo que no impliquen la destrucción de los nidos silvestres (Reyes González *et al.*, 2016; Reyes González *et al.*, 2020).

### **Apicultura**

El segundo tipo de manejo de abejas, es la apicultura, la cual se enfoca en el manejo de la especie *Apis mellífera*. Es una actividad pecuaria que al igual que la meliponicultura genera productos como miel, cera, polen o propóleos, entre otros (FAO, 2005; Delgado *et al.*, 2012). Para los fines de la presente tesis, nos centraremos principalmente en la apicultura y en *A. mellifera*.

Se especula que las primeras abejas de la especie *A. mellifera* y la práctica de la apicultura, provienen de Europa, que en algún momento de los siglos XVI o XVII trajeron al continente americano los españoles, cuando comenzaron a transportar mercancía y animales para la producción ganadera (Ramírez, 1996; De-Jaime, 2007). Se sabe que, en particular en México, la especie fue introducida a finales del siglo XIX y principios del siglo XX, para la producción a gran escala de miel siendo una actividad importante para la economía del país (Ramírez, 1996).

En los años 1930s se comenzaron a conformar algunos grupos de apicultores en los estados de Yucatán, Jalisco, Michoacán, Puebla y Veracruz. Más tarde, en 1965 nace la Unión de Apicultores, integrada por 76 Asociaciones de apicultores en 25 estados de la república, en 1977 se constituye el Comité Nacional de Planificación Apícola conformada

por diversas dependencias federales. A partir del año 2000, después del decreto de la Ley de Desarrollo Sustentable de la que emanaron los Sistema-Producto, comenzaron a constituirse distintas organizaciones, consejos y comités encaminados a la productividad apícola impulsando la generación de conocimiento entorno a ella. (Atlas Nacional de las abejas).

En México, las condiciones climáticas favorecen en buena medida la apicultura, dado que en el territorio convergen varios tipos de climas, orografía y vegetación, (Rzedowski, 2006; Villaseñor, 2004). Gracias a esto, la apicultura ha sido tradicionalmente una actividad complementaria de las actividades agropecuarias del campesino (Treviño, 2014) y tiene una gran importancia socioeconómica, gracias a los ingresos económicos y a la generación de fuentes de empleo en el medio rural (Magaña *et al.*, 2007, Villegas *et al.*, 2000, Atlas Nacional de las abejas).

Actualmente el país se divide en cinco regiones apícolas con diferentes grados de desarrollo y variedad de mieles. Encontramos la región Norte formada por los estados de California, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Durango, Zacatecas, Coahuila, Nuevo León y partes de Tamaulipas y San Luis Potosí. La miel producida en esta región es principalmente la de mezquite (SADER, 2010, Atlas Nacional de las abejas).

Región golfo, formada por Veracruz, parte de Tabasco, Tamaulipas, la Huasteca de San Luis Potosí, Hidalgo, Querétaro, produce principalmente miel de naranjo.

Región Costa del Pacífico, formada por los estados de Sinaloa, Nayarit, el poniente de los estados de Jalisco y Michoacán, Colima y costas de Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Produce mieles multiflorales y de mangle (SADER, 2010, Atlas Nacional de las abejas).

Región Altiplano, compuesta por los estados de Tlaxcala, Puebla, Morelos, Guanajuato, Aguascalientes, Estado de México, oriente de los Estados de Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas , poniente de Hidalgo y Querétaro, región media de san Luis Potosí y parte de México. Produce miel multiflora, acahual, aceitilla y miel mantequilla. A esta región pertenece el sitio de estudio de la presente tesis (SADER, 2010, Atlas Nacional de las abejas).

Y por último tenemos la región Península de Yucatán, es la región con mayor producción del país, formada por los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo y

parte de Chiapas y Tabasco. Produce mieles con propiedades muy singulares como el tzitziliche y el tajonal (SADER, 2010, Atlas Nacional de las Abejas).

El valor que se le da a la miel producida en México es muy alto, se encuentra bien cotizada en el mundo y cada vez se reconocen mayores propiedades médicas y nutricionales; Esta circunstancia posiciona a nuestro país dentro de los primeros productores de miel a nivel mundial (Soto-Muciño *et al.*, 2017).

El desarrollo de la apicultura se realiza comúnmente en el país bajo dos esquemas, la apicultura fija, es cuando los apiarios se mantienen en el mismo lugar a lo largo del año. Y la móvil cuando se cambian de lugar de los apiarios a lo largo del año, dependiendo de los recursos florales que se presentan. La apicultura fija se practica en lugares donde los recursos florales se mantienen constantes a lo largo del año o cuando se cosecha menos miel anualmente (Baena- Díaz *et al.*, 2022). La apicultura móvil se presenta en sitios con mayor estacionalidad o con menores recursos florales disponibles, y es una estrategia para incrementar el número de cosechas anuales. Por lo general el apicultor conoce las temporadas de floración de los sitios donde tiene sus apiarios y con base en ello realiza las distintas actividades de mantenimiento de las colmenas (Baena- Díaz *et al.*, 2022). La cantidad de miel que produce depende principalmente de los recursos néctar-poliníferas presentes en su entorno, asociado a otras características físicas y ambientales.

En los últimos años se ha presentado un decremento en las colmenas debido a diferentes factores relacionados con el manejo como son la falta de buenas prácticas, mal control de la africanización y de la varroa, o estrés por movilización de las colmenas. También se han atribuido por factores externos al manejo como la falta de estrategias y apoyos gubernamentales, la deficiente alimentación por la exposición de las colonias a una sola fuente de recursos florales por largo tiempo, los cambios en los tiempos de floración de las plantas, las alteraciones en el clima, el cambio de uso del suelo, la intensificación de los cultivos, la urbanización, o la expansión agrícola, entre otros (Guzmán –Novoa *et al.*, 2010, Potts *et al.*, 2010, Soto-Muciño *et al.*, 2017, Baena- Díaz *et al.*, 2022 ).

#### **FACTORES QUE AMENAZAN LA FLORA APÍCOLA Y LAS ABEJAS**

Algunas de las amenazas impulsoras de la pérdida de las colmenas están directamente relacionadas con la disponibilidad y diversidad de flora apícola, ya que al

disminuir su alimento las colmenas pueden desplazarse en busca de nuevos sitios para alimentarse, o enfermarse por la deficiencia de nutrientes y morir. Entre los factores que las amenazan podemos encontrar al cambio climático, a la intensificación agrícola, y al cambio de uso de suelo que genera la disminución y desaparición de la diversidad de recursos florales y la pérdida de sitios de anidación para las abejas. (Contreras-Escareño *et al.*, 2013, Scheper *et al.* 2014, Forres *et al.* 2015, Magaña *et al.*, 2016, Soto-Muciño *et al.*, 2017).

### **Cambio climático**

El Cambio Global está afectando a los ecosistemas terrestres en diferentes formas, tras experimentar cambios rápidos como la variabilidad climática, el aumento o decrecimiento de nutrientes del suelo y la fragmentación del paisaje por la gestión y el uso del suelo. Estos fenómenos causan la modificación de la estructura o funcionamiento global de los sistemas ambientales, sociales, políticos y económicos (Vitousek, 1992; National Research Council, 2012), los cuales no solo afectan a plantas, animales y ecosistemas en general, sino también a las poblaciones humanas que dependen de los servicios ecosistémicos para su bienestar (Días *et al.*, 2005; MEA, 2005). Una parte del cambio global es el cambio climático que se refiere al aumento de la temperatura y al cambio en los patrones de las precipitaciones (IPCC, 2014). El cambio climático puede afectar principalmente dos mecanismos entre las plantas y los insectos, el primero es el desplazamiento en las áreas de distribución de las especies, y el segundo, los cambios en la fenología de la floración de las plantas y la desincronización en las actividades de los insectos con ellas. Si las interacciones entre planta e insecto no son sincrónicas, podrían tener consecuencias para las dos partes, la planta puede no ser polinizada y el insecto, sobre todo los especialistas, necesitarían adaptar su ciclo de vida (IPCC, 2014).

Para las abejas generalistas, la disminución de la precipitación y la variación extrema de la temperatura son problemas importantes. Las sequías, y el aumento de la temperatura reducen la cantidad de néctar y la calidad del polen de las plantas, afectando la disponibilidad del alimento, pueden encontrarse flores, pero no tienen la humedad suficiente para la producción de néctar (Atlas nacional de Abejas, 2019).

No solo las sequías afectan a las abejas, las heladas provocan el congelamiento del agua en el interior de las células vegetales, haciendo que la planta muera, lo que afecta la

provisión de néctar para las colmenas , lo que deja sin alimento a las abejas y sin cosecha a los apicultores (Atlas nacional de Abejas, 2019).

Así mismo, los periodos largos de precipitaciones generan alteraciones en la época de floración, el aumento de humedad en el néctar diluye los azúcares y los nutrientes utilizados para la elaboración de la miel causando la modificación de la disponibilidad y la calidad del alimento. Esto afecta directamente el desarrollo y la salud de las abejas, o incentiva la movilidad de la colmena en busca de nuevos hábitats. Lo cual se ve reflejado en la salud y productividad de la colmena, modifica los ciclos de manejo apícola e incrementa los costos de producción afectando así al apicultor (Contreras-Escareño *et al.*, 2013, Castellano-Ponteciano *et al.*, 2016).

### **Práctica intensiva del sistema agrícola**

La actividad agrícola es importante para los humanos ya que con ella se producen materias primas y alimentos para la población y contribuye de manera muy importante a la modelación del paisaje y la diversidad natural, sin embargo, la intensificación de las prácticas agrícolas puede tener efectos negativos en el ambiente (Sans *et al.*, 2013). La agricultura intensiva se enfoca por lo general en el crecimiento de un solo cultivo, en la para maximizar sus rendimientos, por lo que se utilizan insumos agroquímicos para incentivar el crecimiento de la planta, manejar plagas y la presencia de maleza en las zonas de cultivo.

Al tener monocultivos, las flores y los recursos que brinda el cultivo solo con accesibles para las abejas en una temporada específica. Por otro lado, la aplicación de insecticidas puede afectar el crecimiento de las colmena de abejas y eliminar cualquier insecto en las parcelas (Henry *et al.*, 2012). Además, por lo general se utilizan fertilizantes y herbicidas que anulan el crecimiento de las plantas silvestres dentro de las parcelas, reduciendo la disponibilidad de flora apícola para la alimentación de las abejas y de los sitios disponibles para la anidación de abejas no manejadas (Keijn *et al.*, 2009).

La práctica intensiva de la agricultura puede generar también cambios de uso de suelo, que provocan una degradación ambiental afectando a la flora y fauna en diferentes medidas. La expansión de las parcelas de una sola especie de cultivo suprime el establecimiento de la flora silvestre, lo que conduce a la disminución de la abundancia y

diversidad vegetal en la zona, reduce la estructura de los hábitats, y simplifica la heterogeneidad del paisaje. Lo anterior cambia los mosaicos de cultivos y márgenes de parcelas con una proporción de paisajes naturales y seminaturales a paisajes simples dominados por extensas zonas de cultivos de unas pocas especies lo que genera una dieta menos diversa y con menor disponibilidad de recursos florales una época del año para las abejas y otros polinizadores (Sans *et al.*, 2031).

### **Cambio de uso de suelo**

La forma en que las sociedades utilizan los ecosistemas o el territorio se conoce como uso de suelo, y puede tener diferentes grados de degradación ambiental dependiendo de la intensidad, la temporalidad y la extensión de su práctica (Winfrey *et al.*, 2011, Lázaro *et al.*, 2018).

Los cambios de uso de suelo pueden tener un impacto significativo en la disponibilidad de flora apícola para las abejas. Cuando se cambia el uso de suelo a prácticas agrícolas intensivas, industriales, o a áreas urbanas, frecuentemente se pierden especies vegetales que las abejas necesitan para su nutrición. Esto puede llevar a una disminución de la cantidad y calidad de los recursos florales disponibles para las abejas, lo que puede afectar su salud y su productividad (Baena-Díaz *at. al.*, 2022).

Los cambios de uso del suelo cuyas intensidades de perturbación disminuyen los recursos florales, también disminuyen la fauna que se alimenta de ellos, especialmente polinizadores. Por otro lado, los cambios del uso del suelo cuyas intensidades aumentan los recursos florales tienen un impacto positivo sobre ellos. Por tanto, la fauna que se alimenta de flores parece responder más a cambios en los recursos florales que a los cambios en el uso del suelo en sí mismos (Winfrey *et al.* 2007; 2009; 2010; 2011; Potts *et al.*, 2010). Por otro lado cuando se promueven prácticas de uso de suelo que fomentan la diversidad vegetal, se pueden crear paisajes más saludables para las abejas, con mayor variedad de plantas melíferas disponibles para su alimentación.

## HETEROGENEIDAD DEL PAISAJE

Los ecosistemas a nivel mundial se están modificando aceleradamente (Naeem *et al.*, 1999) y dichas transformaciones pueden ser observadas a diferentes escalas, siendo estas transformaciones el objeto de interés de los estudios a nivel de paisaje (Milar Auguilar *et al.*, 2016). Existen diferentes aproximaciones al paisaje. Etimológicamente, la palabra “paisaje” procede del latín “pagus” que puede ser entendida como territorio, campo o pueblo, y del latín “pangensis” llevado al francés “pays”, que derivó en “paysage”, relativo al campo o territorio usado (RAE 2021). Dentro de la geografía, puede referirse a la parte visual, a la combinación de elementos que conforman partes reconocibles de la tierra en una imagen, percibida y valorada por el ser humano (Martín de Pinsón, 1983). Desde la ecología del paisaje se concibe como un escenario que integra las condiciones naturales y las generadas a partir de la interacción con los seres humanos, las cuales pueden ser observadas desde diferentes escalas temporales y espaciales (Burel y Budry, 2002). La Convención Europea del Paisaje lo define como “cualquier parte del territorio, tal como es percibida por las poblaciones, cuyo carácter resulta de la acción de factores naturales y/o humanos y de sus interrelaciones” (Serrano-Gine, 2012).

El paisaje refleja el dinamismo de los procesos en el territorio a través del tiempo, muestra la realidad de cada lugar y resume la historia de los procesos biológicos, socioeconómicos y culturales que se han desarrollado sobre él (Burel y Budry, 2002; Morláns, 2005; Johnston *et al.*, 2000; Forman, 1995). El paisaje, puede entenderse así, como un sistema que está conformado por diferentes subsistemas, el natural y el social de modo que el comportamiento de cada una de sus partes tiene efecto en el todo (Zambrano, 2014).

Existen varios elementos para la interpretación del paisaje. Éste se compone de una matriz heterogénea formada por mosaicos complejos de espacios de vegetación natural o modificada (como los distintos cultivos y las áreas urbanas). De esto deriva que el término heterogeneidad del paisaje se usa para referirse al mosaico de la vegetación y uso del suelo (Kotliar y Wiens, 1990; Forman, 1995; y Brose, 2001). La heterogeneidad de un paisaje es

definida por el número y tipos de parches que conforman la matriz (pueden ser naturales o transformados) y varía a través del tiempo y la escala en la que se mide (Farina, 1993). La delimitación espaciotemporal de los elementos del paisaje depende del objetivo de la situación a analizar ya que la superficie, la forma, el número y la disposición de los elementos en el paisaje condicionan su realidad y su dinamismo (Vila *et al.* 2006).

Para el estudio de la heterogeneidad del paisaje se ha propuesto el término de Unidad de Paisaje (UP) (Gómez-Orea, 1978; Ramos, 1979). Este término se refiere a una porción del paisaje con características homogéneas, con una delimitación arbitraria que depende del grado de detalle que se quiera estudiar (Gómez-Orea, 1978; Camino Dorta J. *et al.*, 2014). Puede subdividirse infinitamente tanto como requiera el objetivo que se persigue y los métodos de estimación (Ramos, 1979). Estudiar las UP permite conocer la diversidad de especies existentes en ellas, y discernir su relación con las características de la unidad en la que se encuentran. Estudiar la heterogeneidad del paisaje puede ayudar a describir la dinámica socio ambiental por medio de la interpretación del paisaje, los cambios visibles en las coberturas de vegetación por distintas perturbaciones, pueden tener como consecuencia la modificación de la composición de especies y funcionamiento del sistema (Ferraz *et al.*, 2003; Laurance *et al.*, 2011; Duque *et al.*, 2013).

Estudiar las UP se puede dirigir a conocer la diversidad de especies existentes en ellas y discernir su relación con las características particulares. Sin embargo, es importante tener en cuenta la escala a la que se delimitan las UP dependiendo del objeto de investigación, ya que el tamaño suele estar relacionado con las características de las especies como la capacidad de dispersión o movilidad de los organismos, o al uso del espacio de las especies evaluadas como el área de distribución (Jackson y Fahring, 2012).

Por otra parte, estudiar e interpretar la heterogeneidad del paisaje también puede ayudar a describir la dinámica de un territorio, pues el mosaico que se percibe en el paisaje puede ser resultado de perturbaciones ambientales generadas por las actividades productivas, el cambio de uso de suelo y el manejo local de una zona (Ferraz *et al.* 2003; Laurance *et al.*, 2011; y Duque *et al.*, 2013).



## **ANTECEDENTES**

Para el estado de Michoacán la apicultura es una actividad pecuaria importante, debido a la convergencia de varios climas, a su orografía y a sus distintos tipos de vegetación. Michoacán se encuentra dentro de los diez estados con mayor producción de miel en el país (Forbes, marzo 2020), produciendo aproximadamente 2 mil toneladas de miel al año (SEDRUA, 2018). Es por ello que en el año de 2004 se decretó la Ley de fomento apícola del estado de Michoacán, la cual tiene como objetivo normar la actividad apícola y promover su desarrollo, protección y mejoramiento en el Estado. En el artículo 4° se declara a la apicultura como actividad prioritaria por los beneficios que aporta a la conservación de la biodiversidad y los servicios de polinización que brinda a la vegetación natural y cultivada. Asimismo, menciona en su Artículo 5° que La Secretaría encargada del medio ambiente levantará y actualizará el inventario de la flora melífera en el estado, y en función de este determinará las rutas y zonas apícolas que se puedan establecer. Sin embargo, Michoacán cuenta solo con una Guía de Flora Nectarífera y Poliníferas publicada por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR) en el año 1999, varios años antes de la publicación de la Ley apícola. En ella se encuentran 28 especies de plantas cultivadas, y 32 especies silvestres conformadas por herbáceas, árboles y arbustos. Hasta la fecha no existe un inventario de flora melífera para el estado, por lo que la presente investigación aporta datos relevantes sobre la flora melífera o apícola específicamente del municipio de Madero.

### **ANTECEDENTES DE TRABAJO EN LA ZONA DE ESTUDIO**

En el municipio de Madero, la apicultura se considera una actividad productiva prioritaria, de acuerdo al Plan de Desarrollo de Madero 2018-2021 publicado en el Periódico Oficial del gobierno constitucional del Estado de Michoacán de Ocampo. El 2016 se produjeron aproximadamente 11.62 toneladas de miel en el municipio.

Con respecto a la información que existe en el municipio, se han llevado a cabo algunas investigaciones con respecto a la apicultura, la diversidad de abejas nativas, el conocimiento local sobre ellas y su manejo, y la sobre la fenología floral y diversidad de la flora apícola (Reyes-González *et al.*, 2016; Romero-Martínez, 2017).

El municipio forma parte de la región del Balsas y cuenta con diversas coberturas vegetales, como el bosque de pino-encino, bosque tropical subcaducifolio y su zona de transición, que se caracteriza por la presencia de elementos de ambos tipos. También hay distintos tipos de cultivos, como maíz, avena, sorgo, maguey, frutales y zonas con asentamientos humanos. Todas esas coberturas vegetales contribuyen a la gran heterogeneidad de paisaje y a la diversidad de especies de plantas en la región (Rzedowski, 1986).

A su vez, la región cuenta con un gradiente climático y altitudinal que va de la zona más alta con un clima templado, a la zona más baja con un clima cálido. Estas condiciones climáticas y coberturas vegetales hacen que sea una zona favorable para las abejas en general (Ayala, 1999).

El municipio cuenta con nueve especies de abejas nativas y *A. mellifera*. Un grupo de personas pioneras en la implementación de estrategias de manejo y crianza de las abejas crían estas especies (Reyes-González, 2013). Cabe mencionar que las personas del grupo mencionado, son las personas que fueron tomadas en cuenta para la realización de la presente tesis.

Además de los trabajos previos, se realizó un inventario de flora de interés apibotánico en distintos tipos de vegetación del municipio, registrándose un total de 62 especies de plantas (Romero- Martínez, 2017). La familia más representativa fue Asteraceae con 23 especies, seguida de Fabaceae y Lamiaceae con 11 especies que ofertan diversos recursos florales. El 65% brindan solo néctar, el 22% néctar y polen y el 13% brindan exclusivamente polen (Romero- Martínez 2017). Asimismo, se observó la fenología floral de las especies, registrando el periodo de septiembre a octubre como el pico de floración más alto con 37 especies, seguido del mes de noviembre con 27 especies y diciembre con 11, lo anterior corresponde con el periodo de lluvias del municipio de Madero que va de junio a noviembre (SMN, 2010). Entre diciembre y marzo la floración es escasa, sin embargo a finales del mes de marzo, todo abril y mayo se presentó el segundo pico de floración con 51 especies. Con lo que se identificó que en la época de menor precipitación que corresponde a los meses de diciembre a abril (SMN, 2010) es cuando surge el mayor estrés para las abejas y para la producción de miel, puesto que disminuye el

número de especies de plantas en floración y la mayor disponibilidad de recursos proviene de especies leñosas (Romero- Martínez, 2017).

Las investigaciones mencionadas anteriormente, pertenecen al esfuerzo de trabajo entre apicultores y meliponicultores que se han interesado en trabajar de cerca con entidades académicas enfocadas a la investigación de las abejas nativas y la flora api-botánica, lo que abre un panorama para ahondar en el conocimiento de la diversidad y conservación de las abejas nativas de la región, de la flora api botánica y del conocimiento local de su manejo, así como fortalecer la actividad apícola en la región.

## PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

El estado de Michoacán es uno de los estados más productivos en el sector agropecuario a nivel nacional, debido a la diversidad climática y fisiográfica que presenta. Uno de los productos en los que se posiciona en primer lugar es el aguacate, que año con año se mantiene al alza (El economista, 2018; El financiero, 2018; Cruz-Ríos, 2018). Del mismo modo el estado produce aproximadamente el 95% del cultivo de zarzamora a nivel nacional (Capital Michoacán, 2017; El financiero, 2018; Cambio de Michoacán, 2018). A su vez, la Secretaría de Desarrollo Rural y Agroalimentario (SEDRUA) señala que Michoacán ocupa el tercer lugar en producción de agave, siendo los municipios que destacan por su mayor producción La Piedad, Morelia, Queréndaro, Churintzio, Tzitzio, Madero, Jiquilpan, Los Reyes, Tocumbo, Villamar, Peribán y Jiménez (SEDRUA, 2018).

Lo anterior señala solo algunos de los productos que aumentan su producción en el estado año con año y que se empiezan a ser más frecuentes en el municipio de Madero, debido a sus características climatológicas y edafológicas que favorecen a estos cultivos. Es importante señalar que este incremento puede provocar perturbaciones en los ecosistemas y cambios en las estructuras del paisaje que pueden generar modificaciones en la diversidad de especies que se prestan en cada uno de ellos.

En relación con lo anterior, en el municipio de Madero algunos apicultores han percibido cambios en las temporadas de cosecha, así como una disminución en su producción (Mi Morelia, 2016; Ríos, 2016). En este sentido se ha descrito que el cambio de uso de suelo, la deforestación, los incendios, los monocultivos y el uso de pesticidas entre otras actividades, pueden ser amenazas para el mantenimiento de las colmenas de abejas y la diversidad de plantas que utilizan para alimentarse.

Por lo anterior, la presente investigación busca analizar si existe una relación entre la heterogeneidad del paisaje y la diversidad de la flora apícola presente en la zona de estudio. De manera específica se ha hecho la siguiente pregunta ¿La heterogeneidad del paisaje determina condiciones de disminución de la flora de interés apícola o la incrementa? Este cuestionamiento permite plantear, a manera de supuestos de investigación, los siguientes argumentos: 1) Se espera encontrar una mayor riqueza de

especies de interés apícola en unidades de paisajes perturbados, debido a que la diversidad de especies herbáceas aumenta cuando se producen perturbaciones en el medio natural (Ramos-Pérez *et al.* 2005, De la O-Toris *et. al.* 2012). 2) Por otra parte, en el municipio de Madero, las especies herbáceas crecen y florecen principalmente en la época de lluvias, sin embargo, en la época de secas disminuyen sus poblaciones o la etapa de floración en la que ofrecen recursos para las abejas se termina. En la época de “secas”, las especies que se encuentran en floración son en su mayoría leñosas, las cuales parece tener una menor diversidad y densidad que las herbáceas en sitios manejados (Romero-Martínez 2017). 3) En el municipio existe una estacionalidad marcada en la disponibilidad de alimento para las abejas. En la época más crítica florecen principalmente especies leñosas, lo que ayuda al mantenimiento de las colmenas en esta temporada. Sin embargo, esas especies se encuentran en mayor riesgo debido a su manejo, a la deforestación y al cambio de uso de suelo que sufre la zona.

Los argumentos anteriores sugieren que puede existir una influencia por el tipo de manejo que se realiza en la zona, sobre la disponibilidad de las especies de plantas de la flora apícola, la cual puede generar condiciones que comprometen tanto la actividad apícola como la presencia de las abejas.

#### **A) OBJETIVO GENERAL**

- Describir el efecto de la heterogeneidad del paisaje sobre la diversidad de las plantas de interés apícola, en el municipio de Madero, Michoacán, México.

#### **B) OBJETIVOS PARTICULARES**

- Describir la actividad apícola en la zona de estudio.
- Describir la heterogeneidad del paisaje en la zona de estudio.
- Identificar las plantas de interés apícola en la zona de estudio.
- Analizar el efecto de la heterogeneidad del paisaje sobre la presencia las plantas de interés apícola.

## **MÉTODOS**

### **GENERALIDADES DE LA ZONA DE ESTUDIO**

El municipio de Madero se encuentra en el estado de Michoacán (Figura 1). Se ubica entre los paralelos 19° 10´ y 19° 33´ de latitud norte y 100° 59´, 101° 22´ de longitud oeste. Colinda al norte con los municipios de Acuitzio, Morelia y Tzitzio al este con Tzitzio y Tiquicheo de Nicolás Romero; al sur con Carácuaro y Nocupétaro; al oeste con Nocupétaro, Tacámbaro, y Acuitzio. De acuerdo a la última encuesta intercensal realizada en el 2015 por el INEGI, la población del municipio de Madero es de 18,030 habitantes. Hay 102 hombres por cada 100 mujeres. La edad mediana es 23 años.

Madero ocupa el 1.74% de la superficie del estado, presenta un gradiente altitudinal que va de los 800 a los 2,900 m.s.n.m. y su relieve lo constituyen el Eje Transmexicano, las Sierras de Curucupatzeo y Nocupétaro, además de los cerros Porúa, Caracol, Moreno y Verde. Su hidrografía se constituye por el río de Carácuaro y los arroyos de Porúa y Zirapio. El clima del municipio de Madero es Templado húmedo con lluvias en verano (Cw) y en la zona sur es Cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw). Tiene una precipitación pluvial anual de 1,654.5 milímetros y su temperatura oscila entre 7.5° y 23.9°C (Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, 2009).

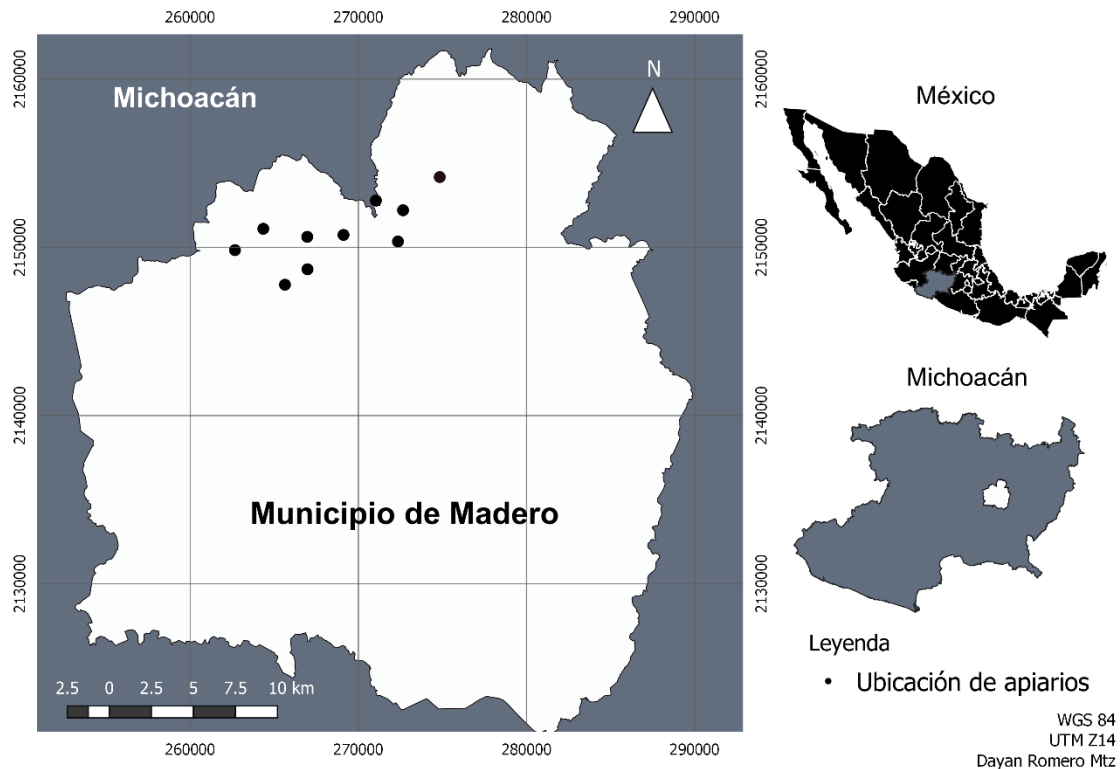
En cuanto a la vegetación, predominan los bosques de pino-encino (82.42%), el bosque tropical caducifolio (6.81%) y pastizales (4.39%) (INEGI 2017). El municipio cuenta con múltiples recursos naturales dada su ubicación geográfica y características climáticas y fisiográficas. Sin embargo, los habitantes del municipio perciben ciertas problemáticas respecto a ello, como la perturbación de sus recursos forestales por la tala inmoderada y el cambio de uso de suelo, la escasez de agua en temporada de estiaje, el deficiente ordenamiento territorial y la falta de estrategias para el cuidado de sus recursos naturales (Plan de desarrollo municipal de Madero 2018-2019).

Los suelos del municipio son primordialmente forestales, agrícolas y ganaderos (Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos 2009). Las actividades productivas del sector primario, más importantes en el municipio, relacionadas con el uso del suelo son: la agricultura de subsistencia, que se refiere que una

parcela produce sólo una vez al año lo suficiente para almacenar alimentos para la familia y su ganado. Llegan a cultivar de una a cuatro hectáreas por familia. Su rendimiento depende del clima, características del suelo, prácticas de cultivo, y características del cultivo, (Plan de desarrollo municipal 2018-2019), el aprovechamiento forestal maderable, el cual se refiere a la extracción de árboles de pinos y encinos, entre otros, que se realiza legalmente, el aprovechamiento forestal no maderable, como la recolección de resina que se realiza legalmente y la ganadería extensiva, refiriéndose a la práctica de pastoreo que se realiza en forma libre en grandes extensiones de terreno (Plan de desarrollo municipal de Madero 2018-2019).

Del mismo modo, existen distintas problemáticas que son percibidas por los habitantes del municipio con respecto a las actividades productivas que se realizan, tales como: el uso de fertilizantes químicos que afecta las propiedades del suelo, el bajo rendimiento de la agricultura de subsistencia; la ganadería extensiva con problemas de sanidad animal, asociaciones ganaderas sin arraigo y poca presencia con los productores; la deficiente operación del Consejo Municipal para el Desarrollo Rural; la insuficiente organización de los Sistemas Producto mezcal, apícola y ganadero; la demanda de jóvenes y mujeres para la capacitación para el autoempleo; la limitada industria en el territorio municipal; los bajos ingresos por el corte de madera y la recolección de resina; el desconocimiento para la instalación de microempresas y de apoyos a emprendedores; así como la deficiencia en las vías de comunicación y conectividad al internet (Plan de desarrollo municipal de Madero 2018-2019).

El nivel de pobreza que presenta el municipio de acuerdo al CONEVAL (2015) es alarmante ya que del total de la población el 54.34% tiene la incapacidad de obtener una canasta básica con el uso de todos los ingresos de la familia. Para el 64% son insuficientes los ingresos para obtener una canasta básica y efectuar los gastos necesarios de salud y educación. Para el 78. 65% son insuficientes los ingresos para comprar la canasta básica, realizar gastos de salud, vestido, vivienda, transporte y educación (CONEVAL, 2015).



**Figura 1 Macro localización de la zona de estudio**

## **ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN**

Para cumplir con los diferentes objetivos de la tesis, se organizó el trabajo en cuatro etapas de investigación.

### **ETAPA 1: DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD APÍCOLA Y EL MANEJO DEL PAISAJE EN TORNO A ELLA.**

Para la ejecución de la primera etapa se contactó con la organización llamada “Grupo de apicultores y Meliponicultores del Balsas de Michoacán” (GAMB) conformado por 29 personas, con los cuales se realizó una reunión en la que se informó sobre los objetivos de la investigación y se les invitó a colaborar en ella.

Seguido de esto, se diseñó una entrevista semiestructurada (Días-Bravo *et al.*, 2013), el guión estuvo formado por 80 preguntas (Anexo 1), divididas en 6 temáticas: 1) Datos del entrevistado; 2) Descripción de las actividades productivas a las que se dedica; 3) Aspectos de la actividad apícola; 4) Conocimiento local sobre la flora apícola; 5) Descripción de la dinámica del manejo de las unidades de paisaje, y 6) Problemáticas de la



actividad apícola. La entrevista se aplicó a diez personas del grupo que de manera voluntaria accedieron a contestarla durante el mes de mayo y junio del 2018 (Figura 2).

## **ETAPA 2: DESCRIPCIÓN DE LA HETEROGENEIDAD DEL PAISAJE EN LOS APIARIOS**



**Figura 2** Entrevista con apicultores

### Ubicación y selección de apiarios

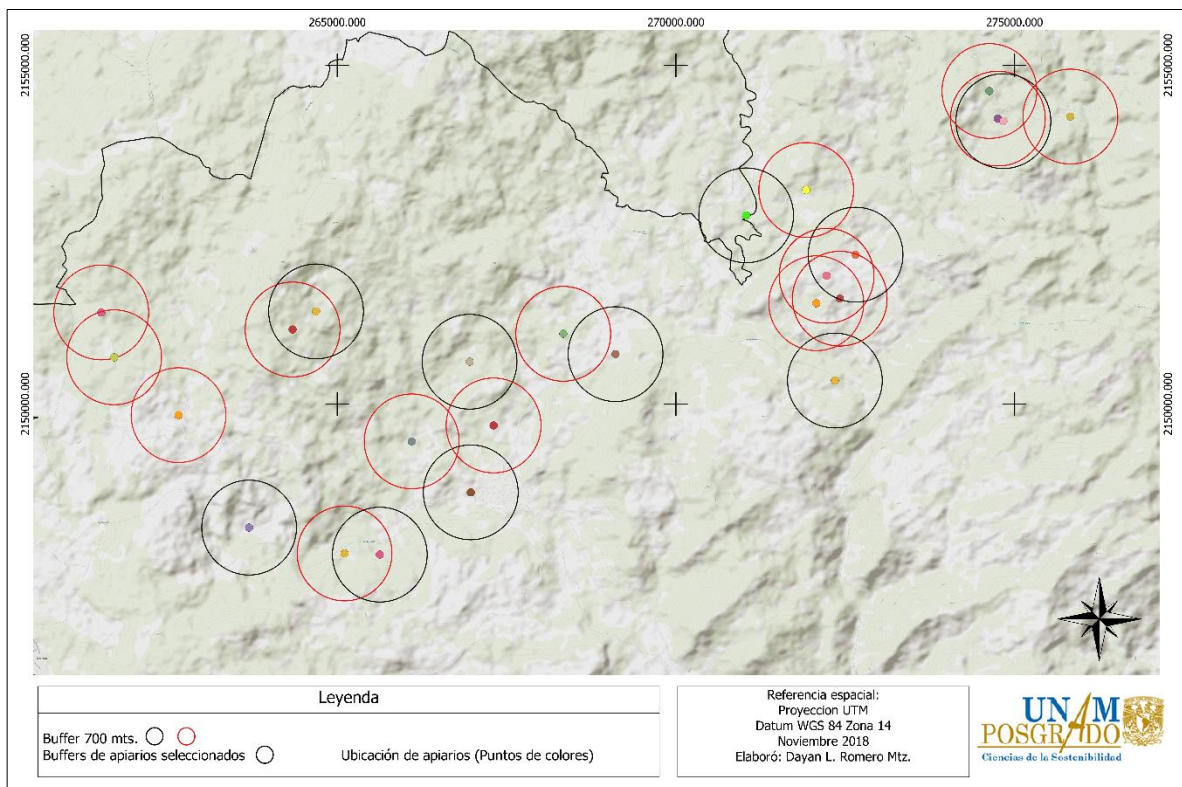
Durante los meses de agosto y septiembre de 2018 se agendaron citas con nueve de los diez entrevistados para visitar sus apiarios y continuar con la siguiente etapa, en la cual se describió la heterogeneidad del paisaje de los alrededores del apiario, en función de las actividades productivas que se realizan dentro del área y la descripción de la vegetación existente.

Como siguiente paso, fueron georreferenciaron 25 apiarios con un GPS Garmin etrex 20x configurado con sistema de coordenadas UTM. Los apiarios son propiedad de los nueve apicultores entrevistados (Edab 2000, Palacios *et al.* 2009, Reyes-Carrillo *et al.* 2014). Se ubicaron en correspondiente a la zona de transición de vegetación del bosque de pino encino y la selva baja caducifolia (Figura 3).

Después, el paisaje dentro del buffer fue descrito en una ficha técnica, y tomando en cuenta la perspectiva de los apicultores (ver ficha de caracterización en ANEXO 2). Se elaboró un mapa de ubicación de los apiarios, incluyendo un buffer de 700m de radio, el cual representa el paisaje más cercano a los apiarios. (May y Rodríguez, 2012). Se conoce que el rango de forrajeo óptimo de las abejas *Apis mellifera* puede llegar hasta 3000 m alrededor de la colmena, sin embargo la colecta de recursos florales más eficiente y con menor gasto de energía es en la flora más cercana a ella (Visscher y Seeley, 1982;

Waddington *et al.*, 1994). Dado que el rango de forrajeo de 3000 metros es muy grande, al aplicar este buffer a los apiarios, se traslapaba la superficie entre ellos, por lo que se redujo hasta que quedarán algunos sin traslape, por lo cual se eligió el rango de 700m.

Se seleccionaron 10 apiarios, de la muestra de 25, debido a que se buscó que la superficie de los buffer no se traslapara, para obtener una muestra de sitios independientes y realizar los análisis de heterogeneidad de paisaje (Tabla 1). Para referirnos a este espacio de influencia nos referiremos a él partir de aquí como “Buffer” identificando a cada uno con el nombre del apiario al que pertenece (ejem. Buffer de El arenal).



**Figura 3** Ubicación de los apiarios seleccionados para el estudio y su espacio de influencia (Buffer) en el municipio de Madero, Michoacán.

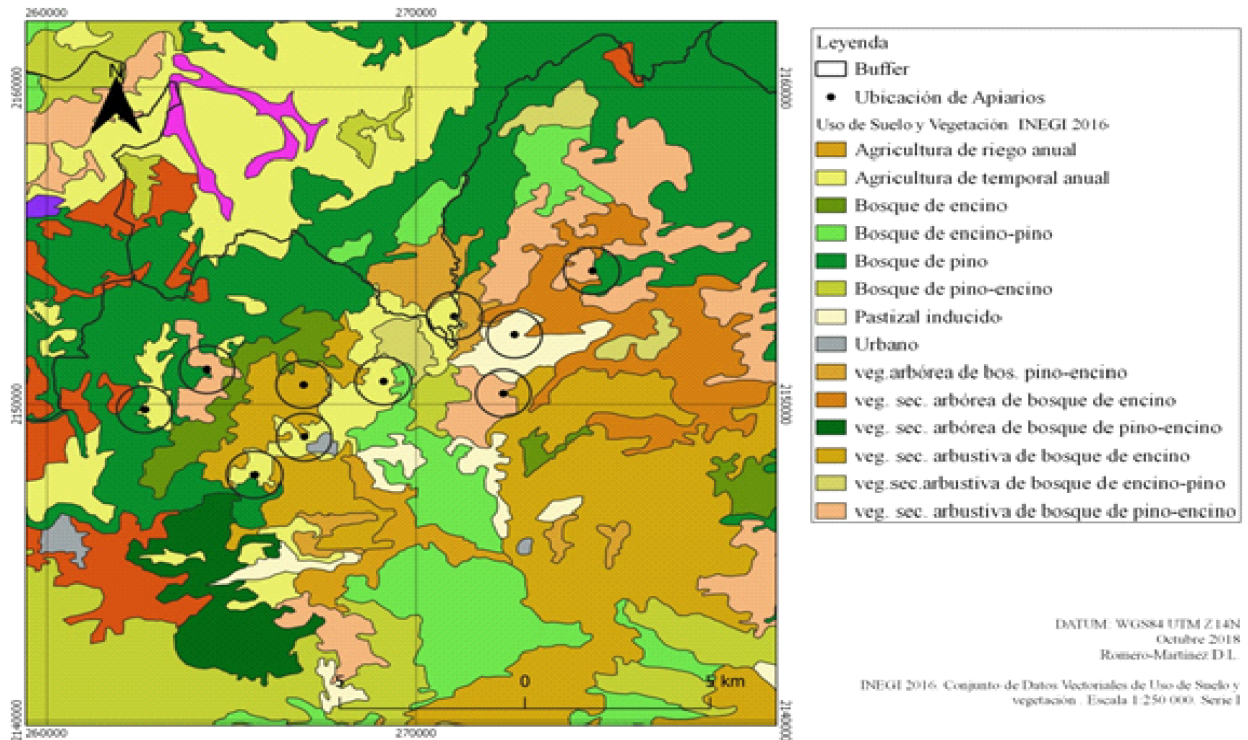
**Tabla 1 Datos de los 25 apiarios georreferenciados**

Localidad	Nombre de apiario	No. De Colmenas	Coordenadas		Altitud	Descripción Local de la vegetación
1. Etucuario	El arenal	15	266971	2148965	1631	Bosque tepehuaje, matorral, encinos
2. El Herrero	El tumbiscatillo	17	267308	2149683	1645	Zona de transición, matorral, huizaches, nopales, parcelas de cultivo de maíz.
3. Etucuario	El escobal	12	266099	2149448	1666	matorral, huizachal, pastos, tepehuajes
4. Etucuario	El rincon	16	265628	214777	1669	varal
5. San Miguel	Ucasiro	15	271037	2152785	1709	Zona de transición, bosque encino, tepehuaje, Huizache
6. Etucuario	La planta	20	265108	2147793	1717	pastizal, matorral, encinar.
7. El reparo	El reparo	17	272073	2151487	1718	parche de Selva con cañada
8. El fresno	EL fresno	15	269109	2150736	1754	Matorral huizachal, pastos, tepehuajes
9. El fresno	EL fresno	12	268337	2151036	1760	varal, matorral
10. El Herrero	El herrero	14	266954	2150624	1767	zona de transición, encino, tepehuaje, Varal, matorral, parcelas de cultivo
11. Piumo	Piumo	17	274630	2154620	1767	bosque de pino-encino
12. Piumo	Piumo	7	274836	2154176	1775	bosque de pino-encino
13. Ucasiro	Calabacitas	18	271925	2153159	1779	zona de transición, bosque pino-encino, tepehuaje
14. El reparo	El reparo 1	15	272654	2152204	1780	matorral, predominantemente pastizal.
15. Piumo	Piumo	12	274755	2154213	1780	bosque de pino-encino.
16. El reparo	El reparo	15	272226	2151892	1784	matorral y predominante pastizal.
17. San pedro piedras gordas	La planta	10	263698	2148175	1800	bosque de transición de pino-encino a selva baja caducifolia.
18. San pedro piedras gordas	Los guayabos (casa de chava)	12	262656	2149835	2088	bosque perturbado pino encino
19. Angandio	Angandio	11	264340	2151100	2193	bosque de Pino-encino en regeneración, tienen los tres estratos muy marcados, herbáceo, arbóreo, arbustivo
20. San pedro piedras gordas	El ejido	13	261515	2151351	2236	bosque de Pino-encino en regeneración, tienen los tres estratos muy marcados, herbáceo, arbóreo, arbustivo
21. El reparo	El reparo	14	272421	2151555	1795	pastizal, matorral,

22. Etucuario	Las asucenas	70	272348	2150346	1681	zona de transición, Con bosque cercano
23. San pedro piedras gordas	El Llanito	16	261705	2150689	2216	bosque de pino-encino, Aguacate
24. Angandio	El Llano	13	264688	2151366	2186	bosque de pino-encino, Aguacate
25. San pedro piedras gordas	San Pedro P.G.	11	262438	2149607	2116	bosque de pino encino, aguacate, zarzamora

### Definición de Unidades de Paisaje

Los 10 apiarios seleccionados para el estudio estuvieron ubicados en nueve localidades que son: 1) El Herrero, 2) Piumo, 3) El reparo, 4) Ucásiro, 5) El fresno, 6) Etúcuaro, 7) El rincón, 8) San Pedro Piedras Gordas y 9) Angandio. Éstas se encuentran dentro de un gradiente altitudinal que va de los 1,631 a los 2,193 msnm y está dentro de la zona de transición entre la selva baja caducifolia y el bosque de pino-encino, con varios tipos de vegetación como el bosque de mesófilo de montaña, el bosque de pino, encino, vegetación secundaria arbustiva y arbórea, así como agricultura de riego anual, agricultura de temporal anual, y pastizal inducido (Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VI, INEGI 2016) (Figura 4).



**Figura 4** Mapa de ubicación de apiarios seleccionados en Madero, con la clasificación de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI 2016.

Para la delimitación de Unidades de Paisaje, se utilizó la interpretación visual a escala 1:10,000 de imágenes satelitales de Google Earth, pertenecientes al año 2015 (May y Rodríguez, 2011; Fagúndez *et al.*, 2016). Se delimitaron zonas que parecían tener coberturas de vegetación similar y, se corroboraron en campo. Además se tomó en cuenta el estrato dominante de la vegetación, las especies más comunes, las actividades productivas que realizan dentro del área y el tipo de manejo actual (Figura 5).

Se identificaron 13 UP, con una cobertura vegetal homogénea y fácilmente reconocible, y se elaboró un mapa con la delimitación poligonal de las UP dentro de cada uno de los buffers.



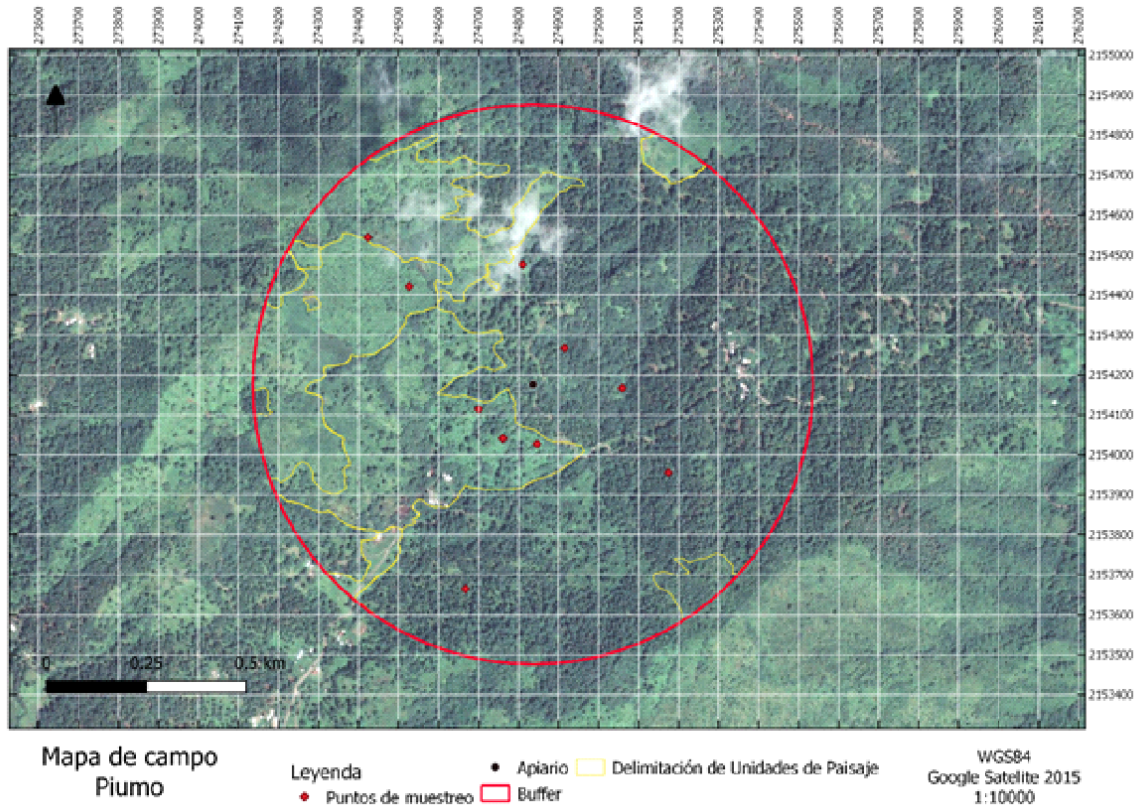


Figura 5 Imagen satelital a partir de la cual se delimitaron las UP con interpretación visual de la cobertura vegetal y puntos de muestreo.

A continuación, se describen las características de las Unidades de Paisaje.

1) Bosque de pino-encino. Predomina el estrato arbóreo, se caracteriza por la presencia de especies de *Quercus* sp, y *Pinus* sp, principalmente. Presenta un estrato arbustivo, por lo general conformado por distintas especies de los generos *Montanoa* sp, *Verbesina* sp, y *Mimosa* sp. A su vez, presenta un escaso estrato de herbáceas definido por especies de *Salvia* sp, *Stevia* sp, y *Gnaphalium* sp, comúnmente. Presenta manejo forestal maderable y la extracción de resina. Y es propenso a sufrir incendios en temporada de sequía (Figura 6).

2) Bosque de transición. Predomina el estrato arbóreo, se caracteriza principalmente por la presencia de *Lysiloma acapulcense*, seguido de especies de *Quercus* sp, y muy pocos individuos de *Pinus* sp. Su estrato arbustivo es mayor que en la unidad anterior. Presenta especies de *Vachellia* sp, *Montanoa* sp, *Verbesina* sp, *Leucaena* sp, y *Bursera* sp. El estrato herbáceo contiene muchas especies de las familias Asteraceae, Fabaceae y Lamiaceae.

Comparte algunas especies con la selva baja caducifolia del genero *Bursera* sp. El manejo de esta unidad incluye el pastoreo de ganado, la extracción de leña, madera y de resina de Pino (figura 6).

3) Matorral. Se caracteriza por la predominancia del estrato arbustivo, con especies de *Vachellia* sp en su mayoría, o solamente de ella. A su vez se pueden encontrar individuos de *Opuntia* sp, *Mimosa* sp, *Montanoa* sp, *Leucaena* sp, *Verbesina* sp, o *Eysenhardtia* sp. En el estrato herbáceo, podemos encontrar diversas especies de la familia Asteraceae, Fabaceae, Lamiaceae, Solanaceae, o Malvaceae, entre otras. El manejo dentro del matorral solo es para pastorear vacas, sin embargo, no se cortan los arbustos ni las herbáceas.

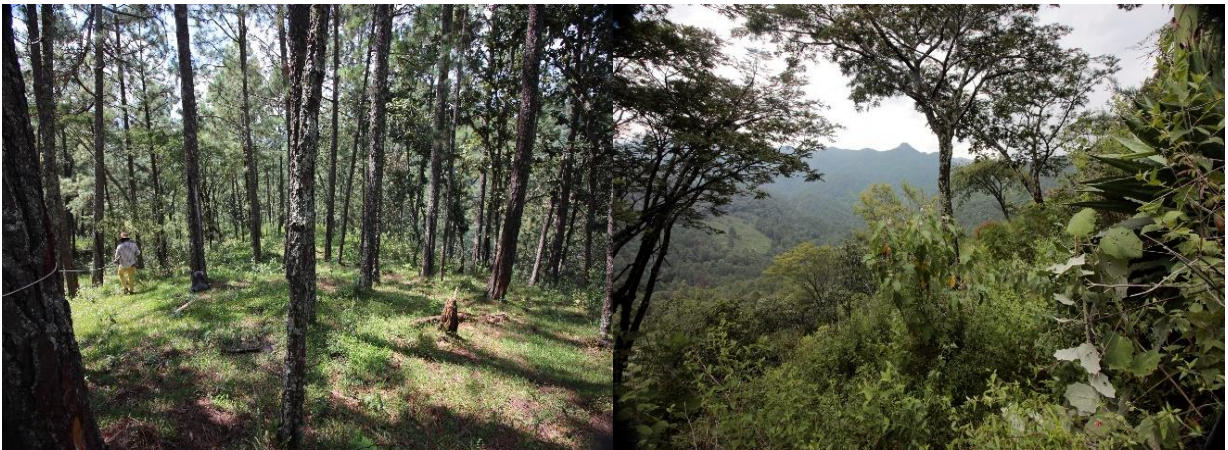


Figura 6 Imagen de la UP a) Bosque de pino encino, b) bosque de transición

4) Matorral-pastizal. Presenta como principal estrato el arbustivo, en este se encuentran especies en su mayoría de la familia Fabaceae, de géneros como *Vachellia* sp, *Mimosa* sp, o *Leucaena* sp. Se pueden encontrar herbáceas muy pequeñas como *Zornia reticulata*, *Aeschynomene americana*, *Crotalaria mollicula*, *Tagetes micranta*, *Tripogandra purpurea*, o *Evolvulus alsinoides* entre otras. A diferencia del matorral, los arbustos están muy separados entre sí, el suelo es muy compacto, ya que el ganado ocupa constantemente estos sitios, y hay un pasto que parece ser sembrado en toda el área, aunque mencionan que crece de manera natural. Esta unidad presenta presión por quemas y aclareos en temporada de secas.

5) Varal. El nombre de “varal” es un término local. Son lugares en los que predomina el estrato arbustivo, no espinoso, y herbáceas de más de un metro de altura, como especie

predominante tenemos a las del género *Montanoa* sp. Del mismo modo podemos encontrar otros arbustos altos de entre 1.5 m a 3 m, con ramificación desde la base, pudiéndose notar solo los tallos, también podemos encontrar algunos individuos de *Lysiloma acapulcense*, y tiene pocas herbáceas. La vegetación es densa en temporada de lluvias y en secas solo se ven “varas”. Esta vegetación es una etapa de sucesión del bosque de transición, son lugares que antes eran pastos o cultivos y al dejar de usarse por muchos años se formaron los “varales” (Figura 7).

6) Varal-matorral. Se refiere a sitios en los que, al igual que el anterior el estrato predominante es el arbustivo y las especies más frecuentes son del género *Montanoa* sp. Pero a diferencia del varal, en este sitio coexisten especies de arbustos espinosos, como *Vachellia* sp, *Mimosa* sp, u *Opuntia* sp. El acceso a estos lugares es muy complicado por la densidad de la vegetación y las espinas por lo que no tienen un manejo en particular.





Figura 7 Imagen de la UP a) Varal, y b) Varal Matorral

7) Pastizal. El pastizal se caracteriza por tener solo el estrato herbáceo y predominan especies de gramíneas (Figura 8). Esta unidad de paisaje contiene herbáceas de distintas familias, comúnmente pequeñas. En terrenos por lo general planos. El uso que se le da es solo el de pastoreo, por lo que el suelo es muy compacto. Pueden ser zonas en donde se dejó de cultivar y se mantiene solo con especies herbáceas (Figura 6). Además se le agrego la UP de Cultivo. Debido a que se presentó solo en dos parches en proporciones menores a 3 hectáreas. En estas zonas encontramos cultivos de maíz. Entre las plantas de maíz podemos notar múltiples herbáceas de los géneros *Binden* sp., *Tagetes* sp., *Commelina* sp. Y varios de la familia Fabaceae. Se pudo notar que en cuanto mayor tiempo tenía el cultivo es mayor la cantidad de herbáceas que se encontraban. Tiene un manejo no intensivo, y es de riego de temporal, los surcos se hacen con herramientas mecánicas, no les agregan herbicidas. Los lugares donde se encuentra el cultivo tienen una ligera pendiente. El maíz que se produce en la mayoría de los cultivos de la zona se utiliza para hacer alimentar al ganado (Figura8).

8) Pastizal-matorral. Se caracteriza por el estrato herbáceo. Principalmente podemos encontrar gramíneas seguido de herbáceas pequeñas, muy parecido al anterior. Solo que en esta unidad podemos encontrar arbustos de *Vachellia* sp. Los terrenos en los que se



encuentra son por lo general planos. El uso que se le da es el de pastoreo, por lo que el suelo es muy compacto (Figura 8).



Figura 8 Imagen de la UP Pastizal y Pastizal matorral

9) Cultivo de Agave. Como su nombre lo dice es la UP en la que solo encontramos *Agave cupreata* en plantación (figura 9). Por lo general se ubica en laderas con pendientes suaves, de suelos pedregosos. Alrededor del agave crece una gran variedad de especies de herbáceas, cuando el agave es pequeño dentro del primero o segundo año, se realizan “chaponeos”, en los que se cortan las hierbas del rededor del agave para que le dé más directamente el sol, después de este lapso de tiempo el agave se deja crecer “solo”, no necesita de cuidados específicos a menos de que se “enferme”.



Figura 9 a) Imagen de la UP cultivo de agave , b) cultivo de Zarza

10) Huerta de Zarza. Son parcelas en las que se cultiva la zarzamora (figura 9). Se encuentra divididas en surcos, en donde en los surcos superiores están las plantas y en los surcos inferiores dejan correr el agua para el riego. Este cultivo solo tiene pasto en mal estado, ya que le agregan herbicidas para que no crezcan otras plantas alrededor de la zarzamora.

11) Huerta de aguacate. Esta UP es un cultivo de aguacate, en la cual no se encontraron otras plantas. El manejo es intensivo, se utilizan fertilizantes, herbicidas y pesticidas. El riego es tecnificado. Se encuentra en las partes del municipio donde el clima es templado y la altitud es mayor a los 2000 msnm, la vegetación original de estos sitios era bosque de pino-encino (figura 10).

12) Área urbana. Se incluye en esta categoría a las zonas que presentan asentamientos urbanos con viviendas continuas. En esta unidad podemos observar plantas de ornato, frutales u hortalizas. Aquí se localizan las tiendas donde se distribuye el mezcal producido en la zona. En algunas temporadas se ofrecen paseos turísticos para conocer la elaboración del mezcal (figura 10).

13) Vegetación riparia. Se caracteriza por encontrarse a las orillas de ríos o arroyos. Se pueden encontrar plantas de los tres estratos, arbóreas, arbustivas y herbáceas. Esta área se utiliza para dar de beber a los animales (figura 10).



Figura 10 Imagen de las UP a) huerta de aguacate, b) área urbana, c) vegetación riparia

### Calculo de la Heterogeneidad del paisaje

Para medir heterogeneidad del paisaje se tomaron dos indicadores, la riqueza de paisajes, medida por el número de unidades de paisaje en cada uno de los buffers, donde a mayor número de UP mayor es la heterogeneidad y como segundo indicador se calculó el Índice de diversidad de Shannon para cada uno de los buffer.

### Calculó de Heterogeneidad por el Índice de diversidad de Shannon

Con los datos previamente generados se calculó el Índice de diversidad de Shannon, como una medida que refleja la heterogeneidad del paisaje de cada buffer, sobre la base de dos factores: el número de UP presentes y su área relativa con respecto al área total de los buffers (su valor va de 0 a 1, siendo 1 el valor que demuestre la mayor heterogeneidad).

$$SHDI = - \sum_{i=1}^m p_i \cdot \log p_i$$

Donde:

$m$  = número total de tipos de UP

$i$  = tipo de UP

$p_i = 1/m$  es la proporción del paisaje ocupada por la UP

### ETAPA 3: ESPECIES DE INTERÉS APÍCOLA.

#### Muestreos de vegetación

Para identificar la flora apícola dentro del paisaje, se realizaron muestreos de vegetación dentro de los 10 apiarios previamente seleccionados y caracterizados en términos de las UP que los conforman.

El muestreo se realizó en el periodo de septiembre de 2018 a marzo de 2019. Para establecer el número de cuadrantes de muestreo, se calculó el área de cada UP dentro de los buffer y dependiendo del tamaño, se estableció el número de los cuadrantes para el muestreo de especies herbáceas y leñosas diferenciadamente.

Por cada 20 ha de superficie de la UP, se colocó un cuadrante de 2x50m para árboles y arbustos (Mostacedo, y Fredericksen, 2000). Dentro de este cuadrante, se distribuyeron cinco subcuadrantes de 1x2m (uno cada 10 m) para herbáceas (Mostacedo, y Fredericksen, 2000). En total, dentro de cada buffer se realizaron diez cuadrantes para árboles y arbustos y cincuenta subcuadrantes para herbáceas (Tabla 2).

**Tabla 2** Proporción de áreas y cuadrantes de muestreo por UP en los buffers.

<b>Apiario</b>	<b>UP</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>	<b>Cuad. Leñosas (2x50m)</b>	<b>Cuad. (1x2m)</b>	<b>Herb.</b>
Angandio	Bosque pino-encino	84	54	6	30	
	Huerta de aguacate	12	8	0	0	
	Pastizal	10	6	1	5	
	Varal-matorral	49	32	3	15	
	Total	155	100	10	50	
El arenal	Área urbana	29	18	2	10	
	Cultivo de Agave	7	5	2	10	
	Matorral	69	44	4	20	
	Pastizal	38	24	0	0	

<b>Apiario</b>	<b>UP</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>	<b>Cuad. Leñosas (2x50m)</b>	<b>Cuad. Herb. (1x2m)</b>
	Varal	9	6	1	5
	Vegetación riparía	5	3	1	5
	Total	157	10 0	10	50
	Bosque de transición	5	3	1	5
	Bosque pino-encino	37	24	2	10
	Matorral	3	2	0	0
El fresno	Matorral-pastizal	58	37	4	20
	Pastizal	41	26	2	10
	Pastizal-matorral	12	7	1	5
	Total	155	10 0	10	50
	Bosque de transición	29	18	1	5
	Huerta de aguacate	2	1	0	0
	Matorral	22	14	1	5
El herrero	Pastizal	34	21	2	10
	Pastizal-matorral	17	11	1	5
	Varal	22	14	2	10
	Varal-matorral	34	21	3	15
	Total	160	10 0	10	50
	Bosque de transición	25	17	2	10
El reparo	Bosque pino-encino	15	10	1	5
	Pastizal	21	15	5	25

<b>Apiario</b>	<b>UP</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>	<b>Cuad. Leñosas (2x50m)</b>	<b>Cuad. (1x2m)</b>	<b>Herb.</b>
	Pastizal-matorral	60	42	1	5	
	Varal-matorral	22	15	2	10	
	Total	143	100	11	55	
	Bosque de transición	24	15	1	5	
	Bosque pino-encino	39	25	2	10	
	Cultivo de Agave	26	17	1	5	
	Cultivo Zarza	3	2	0	0	
El rincón	Matorral	25	16	2	10	
	Pastizal-matorral	14	9	1	5	
	Varal	19	12	2	10	
	Vegetación riparía	6	4	1	5	
	Total	157	100	10	50	
	Bosque pino-encino	27	17	1	5	
	Cultivo de Agave	6	4	1	5	
	Matorral	18	12	1	5	
	Matorral-pastizal	13	8	1	5	
Las azucenas	Pastizal	12	8	2	10	
	Varal-matorral	66	43	3	15	
	Vegetación riparía	14	9	1	5	
	Total	155	100	10	50	
	Bosque de transición	31	20	3	15	
Piumo	Bosque pino-encino	105	68	6	30	

<b>Apiario</b>	<b>UP</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>	<b>Cuad. Leñosas (2x50m)</b>	<b>Cuad. Herb. (1x2m)</b>
	Matorral-pastizal	20	13	1	5
	Total	155	10 0	10	50
San Pedro	Bosque pino-encino	67	43	3	15
	Huerta de aguacate	45	29	2	10
	Huerta de Zarza	6	4	1	5
	Pastizal	5	3	1	5
	Pastizal-matorral	7	5	1	5
	Varal-matorral	27	17	2	10
	Total	155	10 0	10	50
Ucasiro	Bosque de transición	91	59	6	30
	Pastizal	2	1	0	0
	Pastizal-matorral	39	25	3	15
	Varal-matorral	24	15	1	5
	Total	155	10 0	10	50

La ubicación de los cuadrantes se definió en gabinete con la imagen satelital (Figura 5), en algunos casos fue modificada, debido a la dificultad del acceso de la zona o a la falta del permiso de los propietarios. Todos los cuadrantes fueron georreferenciados.

Dentro de cada cuadrante, para las especies leñosas se registró el número de individuos de cada especie, y para las herbáceas se registró la presencia ausencia de cada especie dentro de los subcuadrantes (Figura 11). Cabe destacar, que solo se colectaron



especies en floración donde se encontraban abejas pecoreando o que fueran señaladas por los apicultores como importantes para las abejas. Además, se tomaron fotografías y se colectaron de uno a tres ejemplares por cada especie.

Los ejemplares se trasladaron al herbario del Ecojardín del Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad de la UNAM para su herborización e identificación. Posteriormente, fueron ingresados a la colección del herbario del Laboratorio de Estudios Transdisciplinarios sobre el Ambiente de la ENES Unidad Morelia, UNAM.



Figura 11 Trabajo de campo: a) Montaje de cuadrantes, b) colecta de plantas, c) toma de fotografías y d) toma de datos.

### Especies de interés apícola

Debido a que existe una gran diversidad de plantas, no todas son la mejor opción para las abejas (debido a su abundancia, distribución, hábito de crecimiento, tipo y cantidad del recurso que ofertan y su fenología floral), por ello es necesario conocer cuales especies pueden ser de mayor valor para las abejas.

Algunas son reconocidas por los apicultores como las más importantes y existen referentes en distintas fuentes bibliográficas sobre su valor apícola.

Por lo anterior, y sabiendo que no todas las especies apícolas tienen el mismo valor de importancia, se documentó el conocimiento local de los apicultores sobre la importancia de las plantas, y a su vez se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica sobre ellas.

Seguido de ello, se diseñó un índice que expresa la importancia apícola de las especies, el cual fue llamado “Índice de Valor Apícola”.

## Índice de Valor Apícola

Para el diseño del Índice, se utilizó la información recabada del conocimiento local de los apicultores sobre las especies importantes para las abejas. En conjunto, se consultaron los resultados del “Taller sobre el conocimiento local de la flora melífera en el municipio de Madero, Michoacán”, realizado por Romero-Martínez (2017). Y finalmente se analizó bibliografía para conocer las familias, géneros o especies registradas en guías, artículos científicos, tesis e inventarios de plantas melíferas y poliníferas (Gioanetto *et.al.* 2010, Porter- Bolland 2009, Villegas 2000, Villegas 2000, Silva 2012, Román 2007, Bello González 2007, May y Rodríguez 2012, Romero Martínez 2017, Montoy Koh 2010, Quiroz- García 2008, Novoa Lara 1994, Lorete Adame 1992). La información anterior, se comparó con el listado obtenido en el muestreo de vegetación. Con lo que se identificaron aquellas plantas consideradas de mayor importancia para las abejas, desde el conocimiento local de los apicultores, la perspectiva científica, y técnica.

Con base en los datos obtenidos, se construyó el “Índice de Valor Apícola” que mide en una escala de 0 a 1 el valor de importancia apícola de las especies. Para construirlo se tomó en cuenta lo siguiente:

**IVA** (Índice de Valor Apícola). Se calculó para cada una de las especies registradas en el estudio, a partir de la siguiente fórmula:

$$IVA = (VC + O + B) * \left(\frac{1}{3}\right)$$

Donde:

**VC:** Valor cultural de la especie. Contiene información de la entrevista de la presente investigación y del Taller realizado por Romero-Martínez (2017).

$$VC = (T + E) * \left(\frac{1}{13}\right)$$

Formado a partir de:

**T:** Se refiere a la información obtenida en el Taller, en él su valor nos dice si la planta fue reconocida en los tres equipos que participaron. La puntuación va desde 0 cuando no se mencionó por ningún equipo, hasta 3 cuando los tres equipos mencionaron la planta.

*E*: Se refiere al número de apicultores que reconocieron a la planta en las entrevistas de la presente investigación, va de 0 a 10, se asigna un punto por cada apicultor que la mencionó.

$1/13$ : Se multiplica por  $1/13$  para que el valor final de *VC* se encuentre dentro de un rango de 0 a 1, ya que **13** es el valor total de la suma de los valores máximos de *T* y *E*.

*B*: Corresponde a la información de la Bibliografía, si la especie, género o familia del ejemplar se encuentra mencionada en ella se asigna 1 y si no 0.

*O*: Este valor corresponde a la observación de abejas visitando las flores en campo, 0 si no se observaron y 1 si se observó a alguna abeja visitándola.

$\frac{1}{3}$ : Se Multiplica por esta cantidad para que el valor final se encuentre entre 0 y 1.

## **Análisis de diversidad de especies**

La diversidad de especies de flora apícola se midió empleando las métricas de diversidad verdadera o números efectivos de Hill, las cuales se denotan con la letra *D*.(Hill 1973, Jost 2006).

$$qD = \left[ \sum_{i=1}^s p_i^q \right]^{1/(1-q)}$$

Donde:

*S* = número de especies

*P<sub>i</sub>* =abundancia relativa de la *i*-ésima especie (el número de individuos de la especie *i* en la comunidad dividido por el número total de individuos de todas las especies).

*qD*= es el orden de la diversidad, el parámetro que determina la sensibilidad de la formula a las abundancias relativas de las especies.

Lo que calcula el índice son tres medidas, *q0*, representa la riqueza de especies (número total de especies), *q1*, diversidad típica (especies comunes), que equivale a la

exponencial del índice de entropía de Shannon y el cálculo no presenta sesgo por las especies abundantes o raras de la muestra, y por último,  $q_2$ , indica el número efectivo de especies más abundantes (especies dominantes) y equivale al índice de entropía de Simpson (Jost,2006).

Este enfoque de diversidad se realiza mediante el uso de estimadores no paramétricos basados en la cobertura de una muestra. El término cobertura se refiere a qué tan representativa es la muestra en términos de estar cubriendo a todas las especies, particularmente a las especies raras, que son las que con mayor probabilidad pueden escapar del muestreo. Los valores de cobertura de la muestra van de 0 a 1, siendo un valor cercano a 1 el valor ideal. Según esta aproximación, la comparación de la diversidad entre muestras es justa cuando las muestras tienen la misma cobertura.

Para realizar los análisis se utilizaron los paquetes *iNEXT* y *entropart* para R. Los análisis se elaboraron para cada tipo de unidad de paisaje y para cada buffer con sus unidades de paisaje correspondientes.

En cada caso se realizó por separado para especies herbáceas y para especies leñosas ya que fueron muestreadas con protocolos diferentes.

## **Análisis de diversidad de especies por unidad de paisaje**

### Especies Leñosas

Para los análisis de especies leñosas se tomaron en cuenta los datos de abundancias por transecto realizados en las 13 diferentes Unidades de paisaje. El número de transectos por tipo de unidad de paisaje es proporcional a la cobertura de este tipo de unidad de paisaje.

Al calcular el índice de diversidad con la función *INEXT* de R, marca que el número de especies observadas en la Unidad de paisaje de Huerta de aguacate y Huerta de Zaramora ( $S_{obs} = 1$ ) es muy bajo, en el caso de la unidad de paisaje Área urbana, cada uno de los individuos observados es de una especie diferente ( $n = 16$ ,  $S_{obs} = 16$ ), lo que genera valores de cobertura de la muestra muy bajos ( $SC = 0.0088$ ). Ambos casos llevan a estimaciones de diversidad con un elevado nivel de incertidumbre. Para las otras unidades de paisaje, fue posible generar estimaciones confiables de diversidad.

Finalmente, se generó una gráfica con todas las estimaciones de diversidad ( $qD$ ), es decir, para cada tipo de unidad de paisaje y cada orden de diversidad ( $q0, q1$  y  $q2$ ), todas estimadas para el mismo nivel de cobertura de la muestra ( $SC = 0.85$ ). La gráfica también presenta intervalos de confianza del 95% para dichas estimaciones ( $qD.LCL-qd.UCL$ ).

### Especies herbáceas

Para las especies herbáceas se utilizaron datos de incidencia a nivel de transecto. Al realizar el análisis de diversidad fue necesario excluir las UP de huerta de aguacate y Huerta de zarza del análisis puesto que no se encontraron especies herbáceas en ellas. Además el Área urbana representa problemas debido a su muy baja cobertura de muestra, razón por la cual se excluyó de los análisis posteriores.

Finalmente se generó una tabla con todas las estimaciones de diversidad ( $qD$ ), para cada unidad de paisaje, y cada orden de diversidad (0,1 y 2), todas se estimaron para un mismo nivel de cobertura de la muestra ( $SC=0.65$ ), La tabla también presenta intervalos de confianza del 95% para dichas estimaciones ( $qD.LCL-qd.UCL$ ).

### **Análisis de diversidad gamma por Buffer**

Para determinar la diversidad Gamma, es importante tener en cuenta que cada buffer tiene una composición específica de unidades de paisaje, la proporción de unidades de paisaje varía entre los buffer y no todas las unidades de paisaje están presentes en todos los buffer.

Para estimar de la diversidad a nivel de buffer completo, fue necesario conocer la proporción relativa de cada unidad de paisaje, y utilizar los datos de abundancia para especies leñosas e incidencias para herbáceas.

Para ello se empleó la función de DivEst de la Librería entropart para R. Seguido de esto se estimó la diversidad Gamma con los números efectivos de Hill para especies leñosas y herbáceas.

### **ETAPA 4: CALCULO DE LA DISPONIBILIDAD DE ESPECIES DE INTERÉS APÍCOLA**

#### Índice de Disponibilidad de Especies de interés apícola (IDEA)

El Índice de Disponibilidad de Especies de interés apícola (IDEA), es una

aproximación de la cantidad de recursos apibotánicos diferenciado para especies herbáceas y leñosas que se encuentra disponible en cada uno de los 10 Buffers. Este índice incluye las proporciones (área) de las UP y de las especies presentes tomando en cuenta su IVA.

Se construyó el IDEA a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{IDEA} = ((\sum_j^n DI_{ij} \text{ ó } DN_{ij} * P_j * A) * IVA_i)$$

Esta fórmula representa la densidad de incidencia de especies herbáceas ( $DI_{ij}$ ) y la densidad de abundancia de las especies leñosas ( $DN_{ij}$ ), donde se calculan de la siguiente manera:

$$DI_{ij} \text{ ó } DN_{ij} = (\sum_{ij} i) / (\sum p_j)$$

Donde:

D= Densidad de las especies por Up

I= Incidencia de especies herbáceas, ya que por cada transecto se hicieron cinco cuadrantes donde se registró la incidencia de la especie en cada cuadrante, su valor va de 0 a 5.

N=Número de individuos de las especies leñosas por transecto por buffer

i =Especie

j = Unidad de paisaje

$p_j$  es el equivale a la división del área muestreada de la UP  $j$ , entre el área total del buffer  $p$ .

Después se calculó la Densidad total de cada especie en cada tipo de UP para todos los buffers. Para ello se multiplicó la incidencia de cada especie dentro de cada unidad de paisaje ( $m^2$ ), por la proporción de cada unidad de paisaje en cada buffer ( $P_j$ ) y escaló al tamaño promedio de los buffers (154.68 ha), luego se multiplicó por diez mil para cambiar la escala de incidencia a hectáreas.

#### **ETAPA 5: ANÁLISIS PARA EVALUAR EL EFECTO DE LA HETEROGENEIDAD DEL PAISAJE EN LA DISPONIBILIDAD DE ESPECIES APÍCOLAS**

Para evaluar la relación entre la heterogeneidad del paisaje y las plantas apícolas se utilizó la Correlación de Pearson. Pearson nos muestra el coeficiente de correlación entre -

1.0 y +1.0, los extremos indican correlaciones perfectas, negativas o positivas respectivamente.

Una correlación positiva indica que ambas variables varían en el mismo sentido (al incrementarse el valor de una se incrementa el de la otra) y una correlación negativa significa que las variables varían en sentidos opuestos.

Las correlaciones que se analizaron fueron:

- 1) Valor de IDEA – Heterogeneidad del paisaje (medido con el Índice de Shannon).
- 2) Valor de IDEA– Porcentaje de la UP.

Las correlaciones se hicieron para especies herbáceas y para especies leñosas por separado. Todo el análisis se elaboró empleando el lenguaje estadístico R .

## RESULTADOS

A continuación se describen los resultados obtenidos para cada uno de los objetivos planteados en la presente tesis. En la primera sección se detallan los resultados del objetivo uno, donde se describen diferentes aspectos sobre la actividad apícola en la zona de estudio. Después se presentan los resultados para el objetivo dos, en donde se describe la heterogeneidad del paisaje que se encontró en cada uno de los buffer estudiados, por medio de la delimitación de UP y de los valores del índice de Shannon; posteriormente para el tercer objetivo, en el que se registra la diversidad de flora apibotánica, se presenta la diversidad de especies, géneros y familias así como las especies que son reconocidas por los apicultores como importantes para las abejas; por último se presentan los resultados para el cuarto objetivo, donde se exponen los resultados de una serie de análisis para determinar el efecto de la heterogeneidad del paisaje sobre las plantas de interés apícola.

### APICULTORES, ACTIVIDAD APÍCOLA Y EL MANEJO DEL PAISAJE EN TORNO A ELLA

De acuerdo a los resultados de las entrevistas el 70% fueron hombres y el 30% mujeres. La mayoría se encuentra en un rango de edad entre los 34 y 39 años, uno de 47 y uno de 56 años.

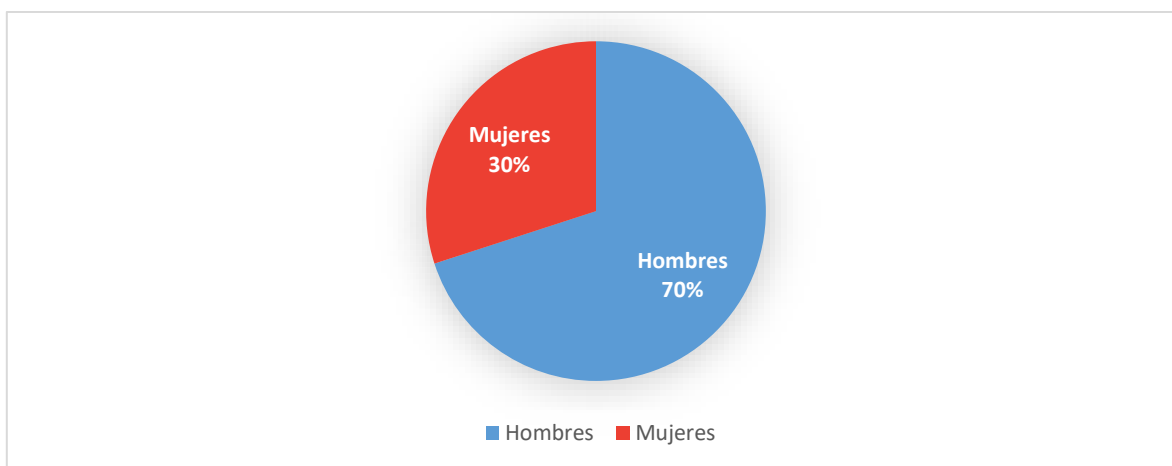


Figura 12 Proporción de hombres y mujeres entrevistados

Son provenientes de cuatro localidades del municipio de Madero, el 60% de Etúcuaro, el 20% de San Pedro Piedras Gordas, el 10% de Piumo, y el otro 10% del Reparo (Figura 13)



Cabe mencionar que no son el total de los apicultores de la región, ya que a las reuniones que se convocaron no participaron todos, y solo se trabajó con los que accedieron a realizar la entrevista.

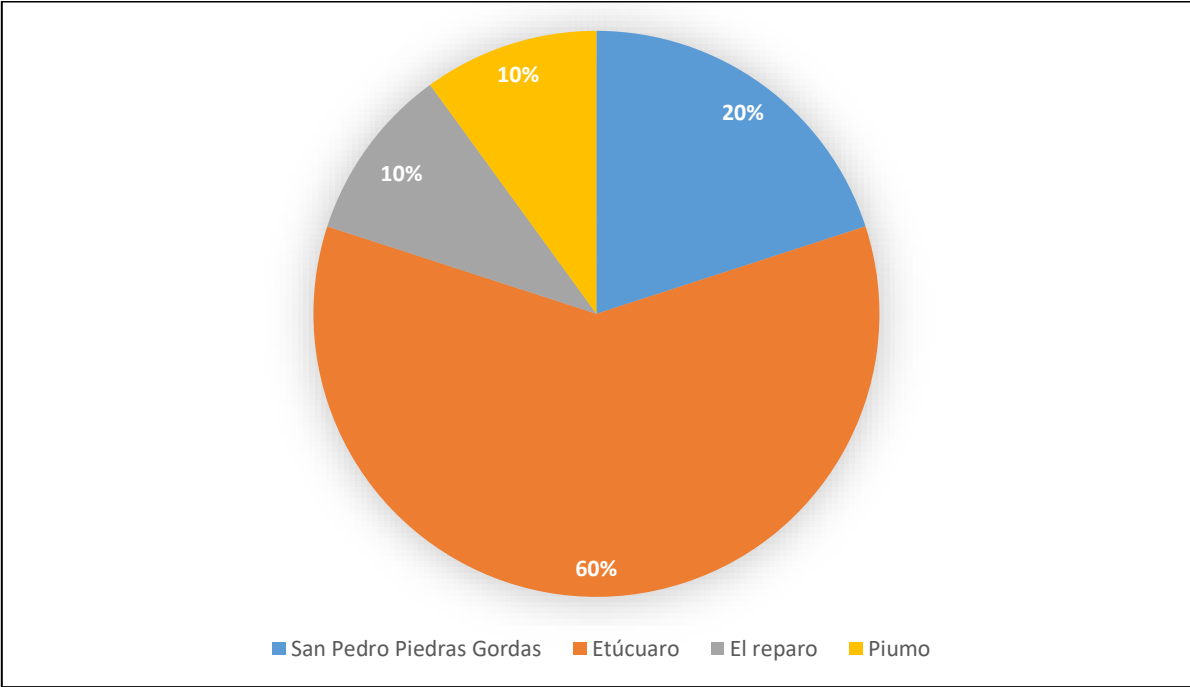


Figura 13 Proporción del lugar de procedencia de los apicultores entrevistados.

Actividades productivas a las que se dedican

Los apicultores muestran un patrón de economía diversificada para la subsistencia familiar, donde la apicultura es una actividad complementaria, además de ella se dedican a otras 13 actividades, de las cuales simultáneamente realizan entre 3 y 6 actividades, el 21% de los entrevistados se dedican al Cultivo de agave, el 16% a la agricultura principalmente al cultivo de maíz, avena y frijol, el 11% al comercio de algún producto que elaboran como miel, licores, pan, otras actividades que se realizan en menor proporción son el manejo

forestal maderable, extracción de resina, horticultura, ama de casa, elaboración de productos de la colmena, cultivo de aguacate, ama jornalero, venta de mezcal, ganadería no intensiva y a la caza (Figura 14).

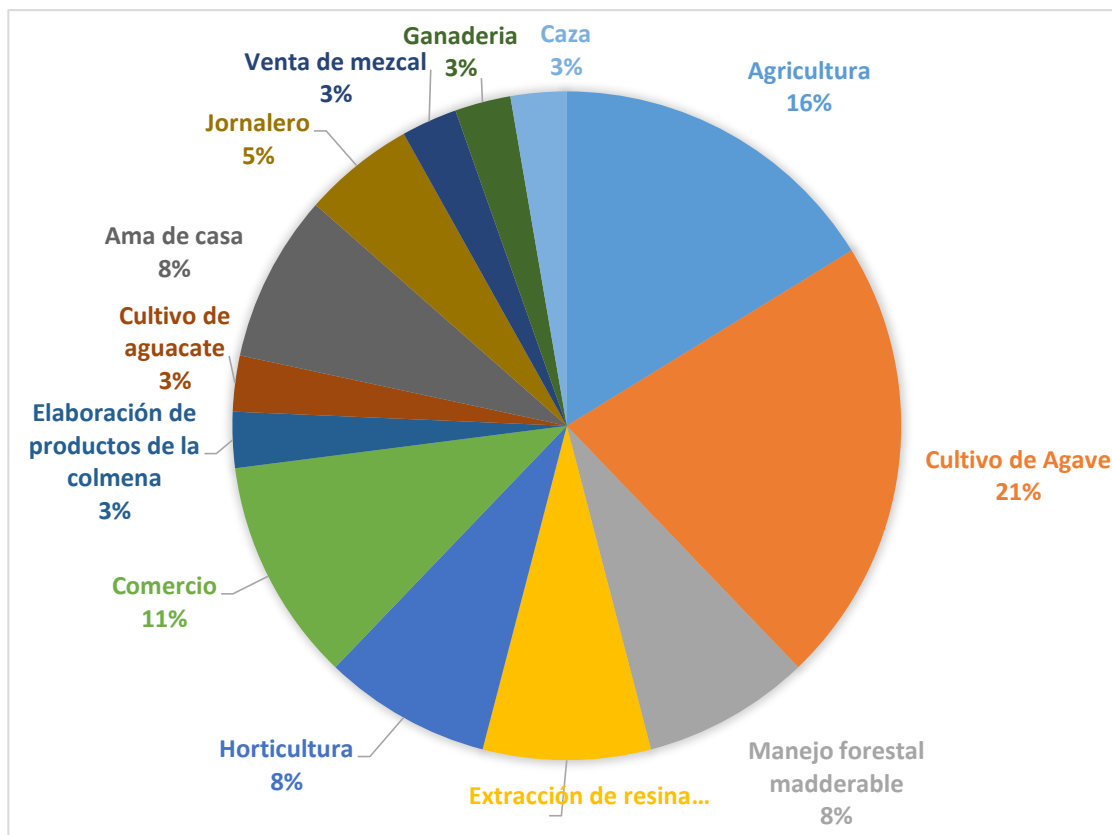


Figura 14 Porcentaje de las actividades productivas a las que se dedican los apicultores.

Todas las actividades productivas que realizan son para el autoconsumo por lo que tienen un manejo tradicional y no intensivo. La mayoría de las prácticas que realizan han sido heredadas de padres y madres a hijos, y mencionan que se siguen realizando en las mismas parcelas y zonas donde sus padres y madres lo hacían. Algunos señalaron que sus hermanos migraron del campo a la ciudad, por lo que son ellos los únicos que siguen trabajando las tierras de sus padres y madres.

Todos los apicultores muestran interés por la conservación de sus recursos naturales, ya que han vivido siempre en esos lugares, lo que les da un sentido de pertenencia al lugar en el que se encuentran y sus actividades de subsistencia dependen directamente del mantenimiento de sus recursos como el agua y la tierra.

## Aspectos de la actividad apícola

Todos los hombres entrevistados tuvieron el acercamiento con la apicultura desde su infancia, aprendieron la práctica de sus padres mientras ayudaban a cuidar los cajones de abejas, en consecuencia, siguen con la práctica por herencia o tradición.

A diferencia de los hombres, las mujeres han comenzado esta actividad por decisión propia, no ha sido una práctica heredada. Dos de ellas, se dedican a esta actividad apícola gracias a un apoyo que les brindó el gobierno para iniciar un apiario, por lo que llevan menos de un año realizando la actividad y están aprendiendo con sus compañeros del grupo y con el técnico extensionista sobre el manejo de las colmenas. Solo una de ellas se dedica a transformar los productos derivados de la colmena, con los que elabora cremas, cosméticos, jabones, y dulces.

Esta actividad pecuaria es de baja intensidad y principalmente su fin es de abastecimiento familiar, la miel excedente es comercializada con amigos y familia cercana. Los apicultores tienen entre 2 y 13 apiarios, varía el número de cajones por apiario, entre 7 cajones o colmenas a 25. Del mismo modo y como caso extraordinario, las dos mujeres que son nuevas en la apicultura tienen solo un apiario con 70 colmenas, las cuales buscan separar para formar varios apiarios, pero por falta de espacio y tiempo aún no lo hacen.

La producción de miel es muy variable por temporada y por zona, los apicultores mencionaron que *“un año me dan más unas que otras, siempre es variable...”*. Coinciden en que por colmena lo máximo que se podía llegar a cosechar era una cubeta de 20kg al año. Sin embargo, en los últimos años (5 a 10 años atrás), han percibido una notable disminución de la producción, o definitivamente en algunas temporadas no se cosecha la miel para dejarle a las abejas un poco de alimento. Esta variación depende del lugar en el que se encuentren ubicadas las colmenas, con respecto a ello mencionan que *“...en las zonas más frías como en San Pedro se saca menos miel que en las zonas más calientes como en Etúcuaro”*.

Del mismo modo, describieron las actividades y los meses en los que se realizan a lo largo del año para el manejo de las colmenas, las cuales dependen de la ubicación del apiario, de la disponibilidad de recursos florales y del clima. Dentro de estas actividades los apicultores coincidieron que las más importantes son *la alimentación, el tratamiento de*

*enfermedades, la cosecha y la división de colmenas.*

Al hablar en términos económicos, la mayoría coincidió en la siguiente mención... *uno de los gastos más fuertes es la inversión inicial al comprar el núcleo, la caja, los bastidores, la herramienta, el traje...* expresaron también que el primer año de mantenimiento de la colmena es cuando más dinero se gasta porque tienen que comprar el alimento artificial para que crezca la colmena. Después del primer año el mayor gasto se refiere al pago de transporte, gasolina y pago de jornales al momento de realizar el mantenimiento de los apiarios. La inversión económica va desde \$500 hasta \$700 pesos por colmena por año.

Referente a la producción de miel por colmena, señalaron que una colmena puede llegar a producir hasta 20 kg de miel al año, 1 kg de miel equivale aproximadamente a 1.4 L. Un apiario tiene entre 10 a 20 colmenas lo que equivale a 300 kg (280 L) de miel al año aproximadamente en un apiario de diez colmenas. La venta de la miel se realiza de dos formas, por litro y por cubeta de 20 litros, por litro se vende desde \$150 hasta \$200 pesos, y por cubeta desde \$1800 hasta los \$2000.

La apicultura necesita de tiempo, dinero, esfuerzo y principalmente de lugares con condiciones biofísicas aptas para la instalación de los apiarios. Los apicultores describieron las características para encontrar el lugar adecuado y coincidieron en lo siguiente: debe ser un lugar accesible, con recursos florales presentes a lo largo del año *“casi siempre busco que tenga floración las dos temporadas en las aguas y en secas...”*, con protección al rededor, expuesto al sol, *“hay que poner el apiario donde le pega el sol temprano, así salen rápido las abejas a trabajar”*, con una fuente de agua cercana, y alejado de pesticidas, *“sí siembran milpa si se puede, sí siembra solo maíz, a veces no hay nada de flor por los herbicidas”*. En la Tabla 4 se describen las características de los sitios para ubicar un apiario.

Tabla 4. Descripción de las características de las condiciones del sitio para poner un apiario

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
Accesibilidad	Que se pueda acceder al apiario en vehículo automotor la mayor parte del año.
Recursos florales	Lugares en donde se percibe que existen suficientes plantas con flores durante gran parte del año.
Protección	Lugares que estén protegidos del viento o de la lluvia, con vegetación alta o cerca de algún muro natural.
Exposición solar	Es necesario que los sitios en donde se ubican los apiarios estén expuestos hacia donde sale el sol.
Fuente de agua	Que cerca del apiario se encuentre algún cuerpo de agua, como un río, un ojo de agua, un manantial, un bebedero para aganado o escurrimientos de agua.
Sin pesticidas	Lugares en donde no se coloquen pesticidas en los cultivos cercanos.

#### Manejo del Paisaje en torno a los apiarios

Por lo general los apicultores entrevistados tienen sus apiarios en localidades distintas a donde viven, en sitios alejados de la población, de los apiarios visitados se seleccionaron solo diez cuyo paisaje circundante a 700 metros no se traslapara, la siguiente información corresponde a los lugares donde se localizaron.

De manera general, en los alrededores de los apiarios se realizan actividades productivas como el cultivo de agave, aguacate, zarzamora, maíz, la horticultura, la ganadería, el manejo forestal maderable y la extracción de resina (Figura 15).

La actividad que se realiza en siete de las diez localidades es el cultivo de agave, estas localidades se ubican en la zona de transición entre el bosque de pino encino y la selva baja caducifolia. El cultivo de agave por lo general es realizado por las mismas personas de las comunidades. El cultivo de huertas de aguacate y el de huertas de zarzamora solo se encuentra en las zonas más altas donde el clima es templado y predomina el bosque de pino-encino (ver Anexo 2), por lo general es realizado por gente externa a las comunidades, que compra los predios o los renta.



Figura 15 a) Paisaje de San Pedro Piedras Gordas, b) Cultivo de agave en El Rincón, c) Cultivo de maíz en El Fresno, d) Árbol resinado en Piumo.

La mayoría de las actividades anteriormente descritas tienen más de 40 años realizándose en la zona, y al igual que la apicultura, han sido prácticas heredadas de padres a hijos. Sin embargo, existen actividades en las que se perciben cambios tanto en la forma como se llevan a cabo como en la intensidad y extensión en la que se realizan. Por ejemplo, el cultivo de maíz ha disminuido por una relación costo beneficio negativa, puesto que la producción ya no se vende a un precio rentable ya que compete con el maíz cultivado en otros lugares que es más barato. Así que la producción de maíz en la zona se redujo, la mayoría de la producción que se realiza actualmente se destina a la alimentación de ganado. A su vez, los cultivos que se han intensificado tanto en el manejo como en el uso de suelo son el cultivo de agave y el de aguacate debido a los incentivos gubernamentales y la capacitación técnica que se ha brindado a las personas, así como por la demanda del mercado.

#### Problemáticas de la apicultura

Durante las entrevistas los apicultores mencionaron las actividades que afectan a la flora apícola y a las abejas. Se percibe que la aplicación de insecticidas afecta directamente a las abejas, mientras que por otro lado, el uso de diversos herbicidas químicos en las

actividades agrícolas afecta la presencia de las plantas. Respecto a ello indican que “*con los químicos matan toda la hierba y no le dejan nada a las abejas*”, “*matan a las abejas si andan donde fumigan*”. Otra de las actividades que visibilizan es la quema y el chaponeo que se practican para limpiar las parcelas antes de ser cultivadas, en este sentido un apicultor mencionó que “*la quema acaba todas las plantas, por eso los caminos son buenos porque ahí no las limpian*”. También se hizo referencia a las enfermedades de las abejas (los parásitos como la varroa) “*...a veces se enferman se les pega una garrapata, la varroa, eso también las mata, y tenemos que ponerles medicamento...*”. Otro de los problemas que notan son las sequías o las lluvias excesivas que hacen que las plantas cambien los meses en los que florecen, esto lo atribuyen al cambio climático, ya que dicen “*antes el clima era más constante y ahora ya no se sabe que esperar, uno piensa que va a llover pero no*”, “*... el cambio climático se nota, ha cambiado mucho, y las abejas se descontrolan*”. Los cambios del clima son algo que perciben muy fácilmente puesto que dependen de él para realizar varias de sus actividades productivas, como la siembra de temporada.

Por otra parte mencionaron que los incentivos gubernamentales fue una de la cosas que impulso la apicultura en la zona, donde obtuvieron el apoyo de la capacitación técnica por parte de los extensionistas de la SAGARPA, al respecto mencionaron que “*el técnico nos enseñó varias cosas, y además nos ayudó a bajar recurso...*”. La dotación de equipo, como la máquina para imprimir la cera, la centrifuga para extraer la miel y herramienta diversa que se adquirieron para la fabricación de los cajones y bastidores con ayuda del extensionista lo que ayudo a la independencia del grupo. Sin embargo argumentaron que actualmente los incentivos se han enfocado en otras actividades, como el cultivo de agave, producción de mezcal y el cultivo de aguacate por lo que ellos perciben que la actividad apícola en la zona puede ser vulnerada.

## DESCRIPCIÓN DE LA HETEROGENEIDAD DEL PAISAJE

De manera general se identificaron en total 13 Unidades del Paisaje (UP) en los 10 buffers seleccionados para el estudio, cubriendo una superficie total de 1547 ha. La UP que se presentó en la mayor área fue el *Bosque de pino-encino* con 373.3 ha., seguida del *Varal matorral* con 220.1 ha., el *Bosque de transición* con 204.6 ha., y el *Pastizal* con 157.5 ha. La UP con la menor área fue el *Cultivo de zarza* con 4 ha (Tabla 3).

De acuerdo al primer indicador empleado para entender la heterogeneidad del paisaje. En promedio los apiarios tuvieron cinco UP, y el más heterogéneo fue *El rincón*, con ocho de las trece UP descritas (Tabla 5), el cual presenta al *Cultivo de aguacate*, *Cultivo de zarzamora*, *Bosque de transición*, *Bosque de pino-encino*, *Cultivo de agave*, *Matorral*, *Pastizal-matorral*, *Varal* y *Vegetación rarápica*. En segundo lugar, está el buffer de Las azucenas con siete, seguido de El herrero, El arenal y San Pedro P.G. con seis. El apiario con la menor heterogeneidad fue Piumo con tres UP (Tabla 3).

Tabla 3 Área de las diferentes UP en los buffers. Donde AU= área urbana, BPE= bosque de pino-encino, CA= Cultivo de Agave, HA=huerta de aguacate, HZ= Huerta de zarzamora, M=matorral, MP=matorral-pastizal, P=pastizal, PM=pastizal-matorral, V= varal, VM=varal-m

Área UP (Ha) /Buffer	An gan dio	El Are nal	El Fres no	El Her rero	El Rep aro	El Rin cón	Las Azuc enas	Piu mo	Uca siro	San Pedr o P. G.	Área por UP (Ha)
1. AU	0	28.8	0	0	0	0	0	0	0	0	28.8
2. BPE	84.2	0	36.7	0	14.7	39.5	26.9	104.7	0	66.6	373.3
3. CA	0	5.4	0	0	0	25.7	6.5	0	0	0	37.6
4. HA	12.1	0	0	0	0	0	0	0	0	45.1	45.1
5. HZ	0	0	0	0	0	3	0	0	0	5.7	8.7
6. M	0	68.5	0	21.9	0	25.2	17.9	0	0	0	133.5
7. MP	0	0	57.8	0	0	0	12.7	20.1	0	0	90.6
8. P	10.2	36	40.5	33.8	20.6	0	11.6	0	1.8	4.8	157.5
9. PM	0	0	11.6	16.9	60.4	14	0	0	39.2	6.6	137.1
10. V	0	8.7	0	22.2	0	19.4	0	0	0	0	50.3
11. VM	48.9	0	0	33.8	21.6	0	65.8	0	23.5	26.5	220.1
12. VR	0	5.3	0	0	0	6.2	13.7	0	0	0	25.2
13. BT	0	0	5	29.4	25.3	23.7	0	30.6	90.6	0	204.6
No. Ups	4	6	5	6	5	8	6	3	4	6	--
Shannon	0.38	0.49	0.59	0.76	0.64	0.8	0.72	0.37	0.41	0.72	--



De acuerdo al segundo, el índice de Diversidad de Shannon fue utilizado como medida de heterogeneidad del paisaje y se obtuvieron los siguientes resultados: El buffer con el mayor índice de Diversidad de Shannon fue *El Rincón* con un valor de 0.80, seguido de *El Herrero* con un valor de 0.76, y *Las Azucenas* con 0.72. Los buffers con la menor heterogeneidad son *Piumo* con 0.37 y *Angandio* con 0.38. A continuación se presenta la descripción de las UP que se identificaron en cada buffer (Figura 16).

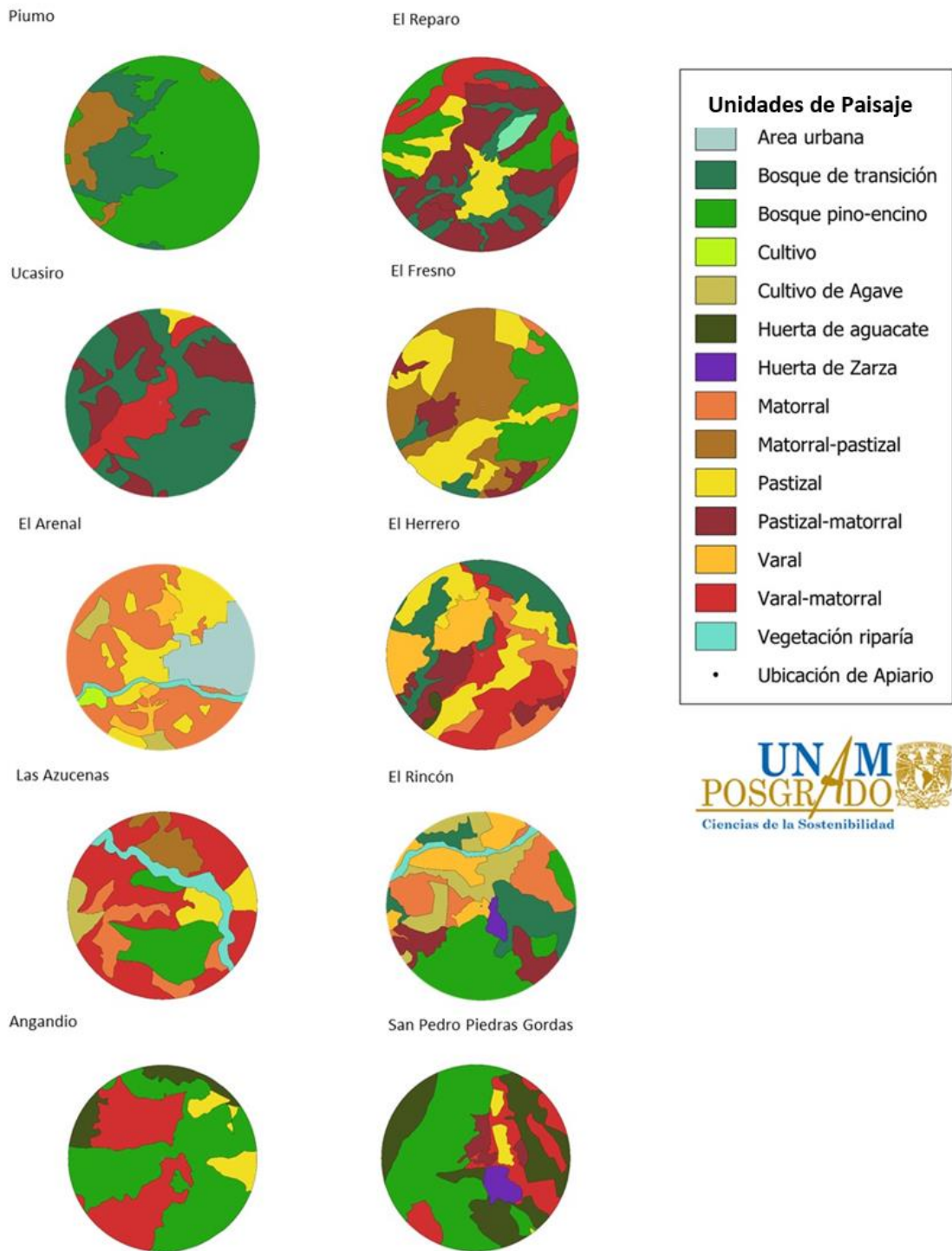


Figura 16 Delimitación de las unidades de paisaje en los buffer

## FLORA APÍCOLA

De manera general se colectó un total de 670 especímenes, correspondientes a 310 especies de plantas 136 de forma de vida leñosa y 174 herbácea (Anexo 3). Las tres familias más representativas fueron Asteraceae con 27 géneros, 8 especies y 76 morfo-especies, seguida de Fabaceae con 25 géneros, 19 especies y 18 morfo-especies y en tercer lugar Lamiaceae con 20 géneros, 11 especies y 12 morfo-especies (Tabla 4).

Tabla 4 Las 10 familias botánicas más representativas de la flora apícola en la zona de estudio.

Familia	Géneros	Especies	Morfo-especies
Asteraceae	27	8	76
Fabaceae	25	19	18
Lamiaceae	20	11	12
Malvaceae	8	4	7
Convolvulaceae	7	3	4
Acanthaceae	6	4	3
Rosaceae	6	3	3
Fagaceae	5	4	1
Euphorbiaceae	4	4	4
Orobanchaceae	3	0	3

### Conocimiento local de las especies de interés apícola

De las 310 especies, 236 son parte de la flora apícola de la zona, según la bibliografía consultada. De las 236 especies, 90 especies son reconocidas localmente como especies importantes para las abejas y tienen un nombre común (79 fueron reconocidas dentro del taller (ANEXO 5) y 53 se mencionaron en las entrevistas a los apicultores). El tepehuaje (*Lysiloma acapulcense*) fue la planta más referida, siendo mencionada por 8 de los 10 apicultores entrevistados, seguida de la vara blanca que incluye a varias especies del género *Montanoa* spp. (7 menciones) y los huizaches que comprenden al menos dos especies del género *Vachellia* spp. (6 menciones) (Figura 17). Se registraron 14 especies con solo una mención, dentro de las que se incluyen: palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*), el tejocote (*Crataegus mexicana*), la zarzamora (dos especies del género *Rubus* spp.), santa maría (*Tagetes lucida*), la mimosa (*Mimosa* sp.), y el fresno (*Fraxinus* sp.).

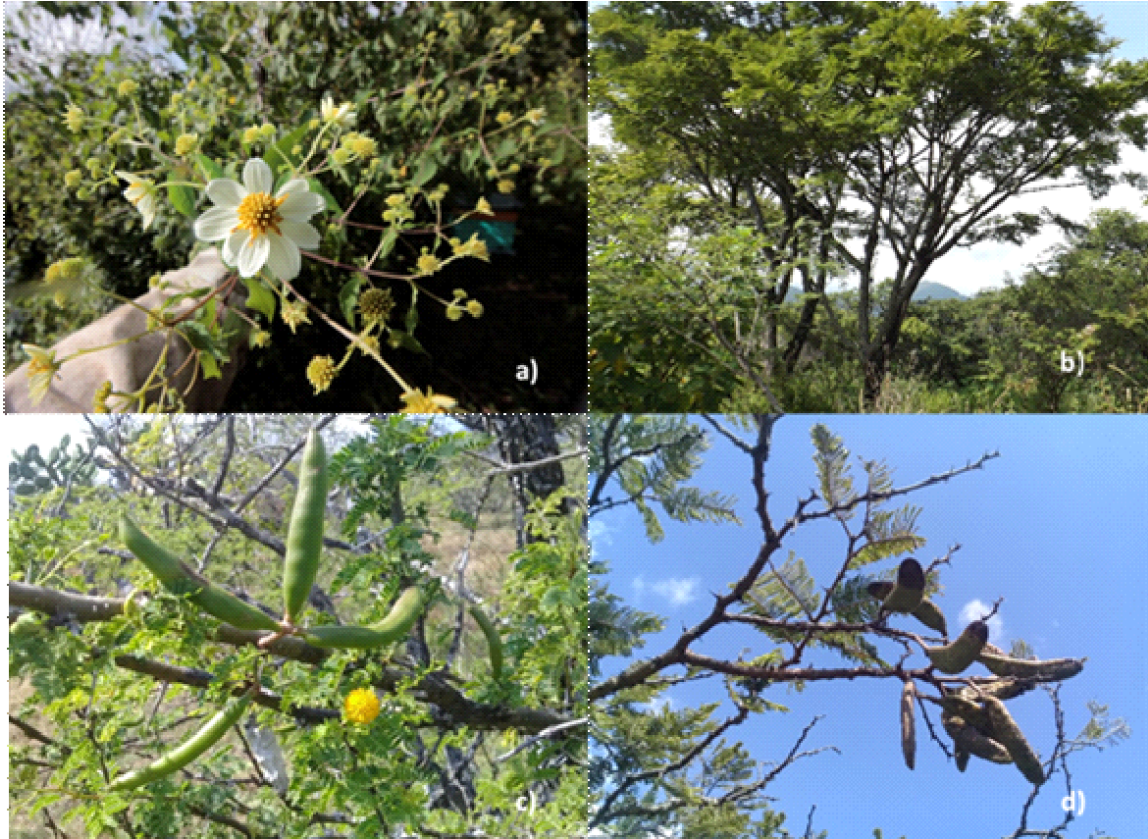


Figura 17 Especies de interés apícola reconocidas localmente: a) vara blanca (*Montanoa* sp.), b) tepehuaje (*Lysiloma acapulcensis*), c) huizache (*Vachellia farnesiana*), d) huizache (*Vachellia pennatula*).

### Índice de Valor Apibotánico (IVA)

Las especies con el IVA más alto fueron: *Lysiloma acapulcense* comúnmente conocido como tepehuaje y cuatro especies pertenecientes al género *Montanoa* spp., llamadas vara blanca, las cuales obtuvieron un valor de 0.95. Seguidas de dos especies del género *Vernonia* spp., el ocotillo y la poróricua con un valor de 0.90 (Tabla 5). Estas especies fueron las más cercanas al valor de 1 y cabe mencionar que todas son especies leñosas.

**Tabla 5** Las 10 especies con el valor más alto del IVA. (IVA) Índice de Valor Apibotánico; (RF) Recurso Floral; (n) Néctar; (p) Polen.

<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>IVA</b>	<b>R F</b>
<i>Lysiloma acapulcense</i>	tepehuaje	0.95	n/ p
<i>Montanoa</i> sp. (200)	vara blanca	0.95	n
<i>Montanoa</i> sp. (195)	vara blanca	0.95	n
<i>Montanoa</i> sp. (177)	vara blanca	0.95	n
<i>Montanoa</i> sp. (110)	vara blanca	0.95	n
<i>Vernonia serratuloides</i> Kunt	pororicua	0.90	n
<i>Vernonia</i> sp. (166)	ocotillo	0.90	n
<i>Vachellia pennatula</i>	huizache	0.87	P
<i>Vachellia farnesiana</i>	huizache	0.87	P
<i>Quercus Obtusata</i>	encino	0.85	P

Nota: Extracto del Anexo 4.

## Análisis de diversidad de especies

### *Diversidad de especies por Unidad de Paisaje*

#### Diversidad de especies leñosas

La diversidad de especies estimada para  $q_0$  es notoriamente mayor para la Vegetación Ripararía y menor para el Cultivo de Agave, para la diversidad de orden  $q_1$  y  $q_2$  tiende a tener el mismo comportamiento sin embargo es menos marcada la diferencia entre las UP (Figura 18). Se pueden reconocer dos grupos las UP de mayor diversidad veg. ripararía, varal, varal matorral, y bosque de pino-encino, y las de menos diversidad cultivo de agave, matorral-pastizal, matorral, bosque de transición, y pastizal.

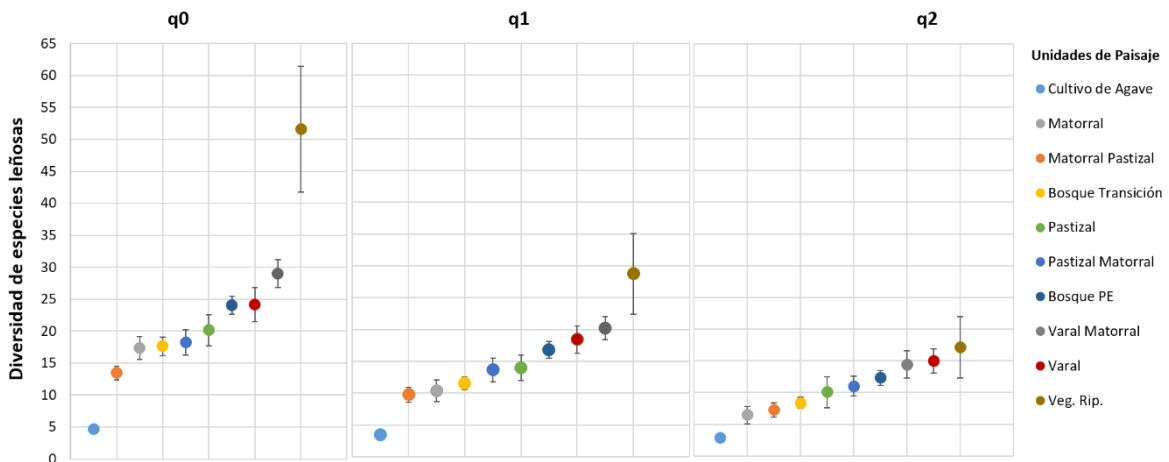


Figura 18 Diversidad de especies leñosas para el orden  $q_0$ ,  $q_1$ , y  $q_2$  para cada UP, donde se muestran las barras de error con un intervalo de confianza del 95%.

## Diversidad de especies herbáceas

La diversidad estimada es mayor para el Bosque de pino encino y el Matorral pastizal, mientras que es mucho más pequeña para el matorral, varal, y la vegetación riparia, en específico para la diversidad de orden 1 (Q1) (Figura 19).

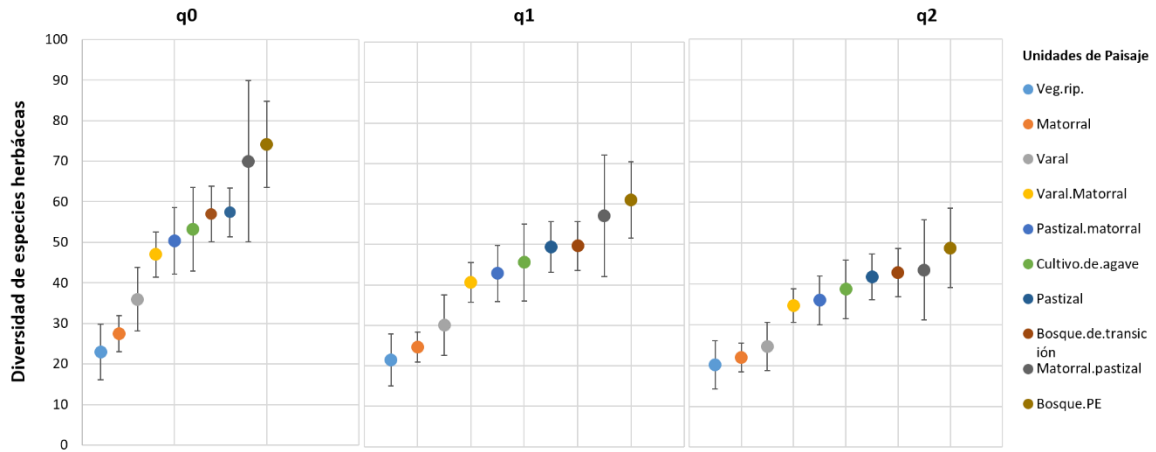


Figura 19 Diversidad de especies herbáceas para el orden Q0, Q1, y Q2 para cada UP, donde se muestran las barras de error con un intervalo de confianza del 95%.

## Diversidad gamma por Buffer

### Diversidad de especies leñosas

Se observó que los buffers de El Fresno y El Arenal tienen los valores más altos de  $q0$  (riqueza de especies), los apiarios de Angandio y Piumo tienen los valores más bajos. Para la diversidad de orden  $q1$  (especies comunes) y  $q2$  (dominantes) los valores son muy similares entre sí, aunque el apiario de San Pedro tiene los valores más bajos en ambos casos (Figura 20).

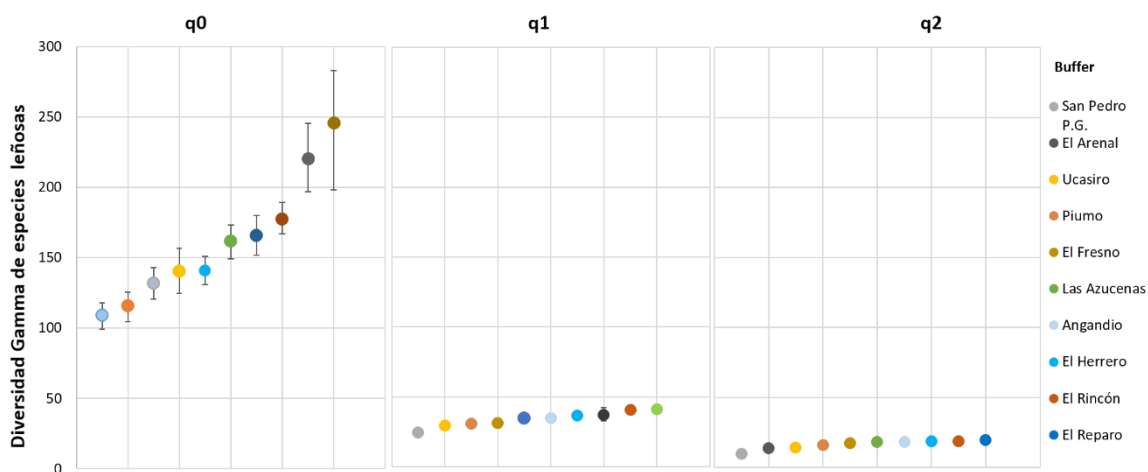


Figura 20 Diversidad gamma para especies leñosas para el orden Q0, Q1, y Q2 para cada Buffer, donde se muestran las barras de error con un intervalo de confianza del 95%.



## Diversidad de especies herbáceas

Para las especies herbáceas se observó que los apiarios de El Fresno y Ucasiro tienen los valores más altos de diversidad de orden  $q_0$ , mientras que el apiario de El Herrero tiene los valores más bajos. Para la diversidad de especies comunes  $q_1$ , el apiario Piumo es el más diverso y El Arenal el menos diverso. Para  $q_2$  el apiario Ucasiro tiene los valores más altos (aunque un rango de variación muy alto), mientras que El Arenal tiene los valores más bajos (Figura 21).

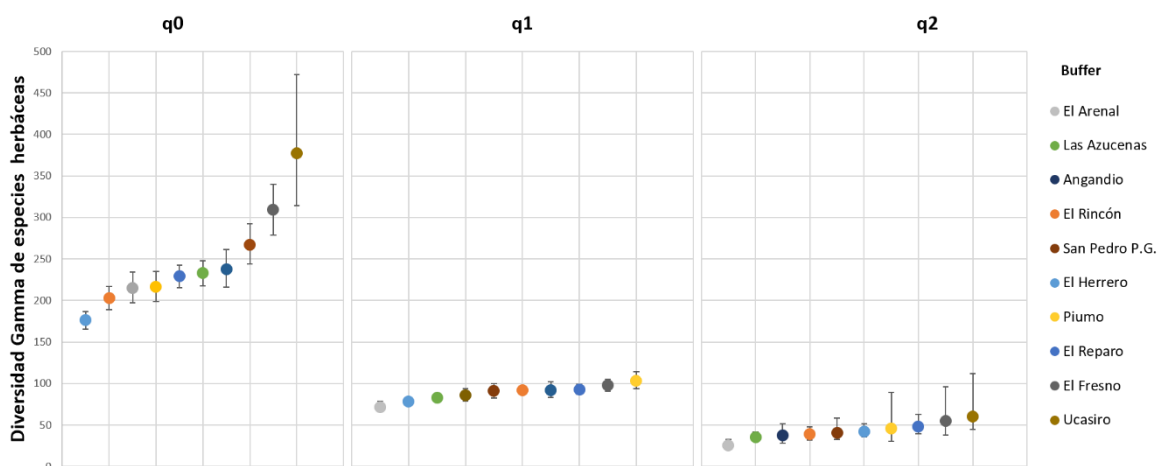


Figura 21 Diversidad gamma para especies herbáceas para el orden Q0, Q1, y Q2 para cada Buffer, donde se muestran las barras de error con un intervalo de confianza del 95%.

## EFFECTO DE LA HETEROGENEIDAD DEL PAISAJE SOBRE LA FLORA APÍCOLA

### Índice de Disponibilidad de Especies de interés apícola (IDEA) por Buffer

#### *Especies leñosas*

De acuerdo con los resultados obtenidos para especies leñosas del Índice de Disponibilidad de Especies de interés apícola (IDEA), el buffer con el mayor valor es Piumo (IDEA: 542866.7) y Ucasiro (IDEA: 509755.5) (Figura 22).

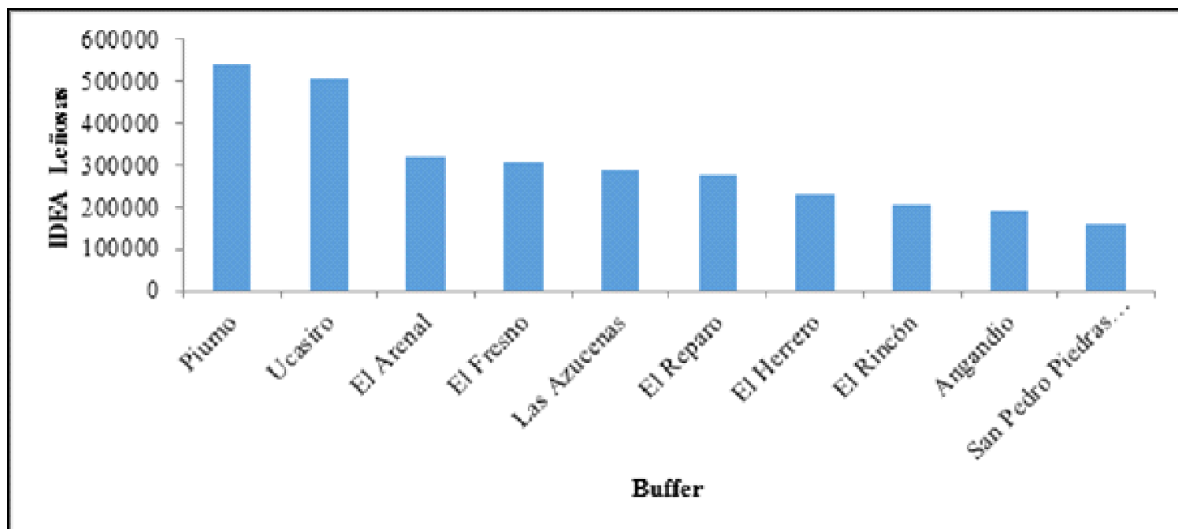


Figura 22 Índice de disponibilidad de especies de interés apícolas para las especies leñosas en cada buffer

### *Especies herbáceas*

Los resultados obtenidos para las especies herbáceas muestran que el buffer con el mayor valor fue el de Las Azucenas (IDEA: 2408462.1), seguido de Ucasiro (IDEA: 2308812.9) y El Arenal (IDEA: 2151448.1) (Figura 22).

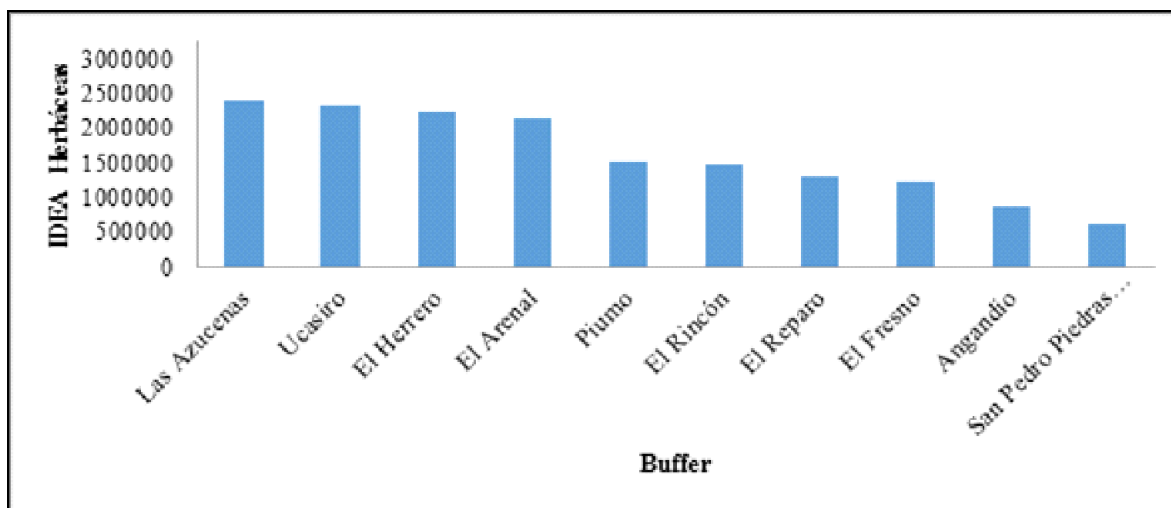


Figura 23 Índice de disponibilidad de especies de interés apícolas para las especies herbáceas en cada buffer

## ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE HETEROGENEIDAD DEL PAISAJE Y LA DISPONIBILIDAD DE LA FLORA APÍCOLA.

### Especies leñosas

De acuerdo con el resultado de la Correlación de Pearson entre el valor de IDEA por buffer y la heterogeneidad del paisaje medida con el Índice de Shannon por buffer, el valor obtenido fue de  $-0.574$ , lo que nos indica una correlación negativa fuerte entre las variables (Figura 24). Es decir, entre mayor es la heterogeneidad del paisaje menor es el valor de IDEA. Al hacer el análisis entre las proporciones de las diferentes UP y el valor de IDEA la correlación más significativa fue la del Bosque de Transición, con un valor de  $0.640$  lo que indica claramente una correlación positiva fuerte entre las variables (Figura 25). Esta asociación indica que a mayor superficie de Bosque de Transición mayor es la proporción de especies apícolas leñosas.

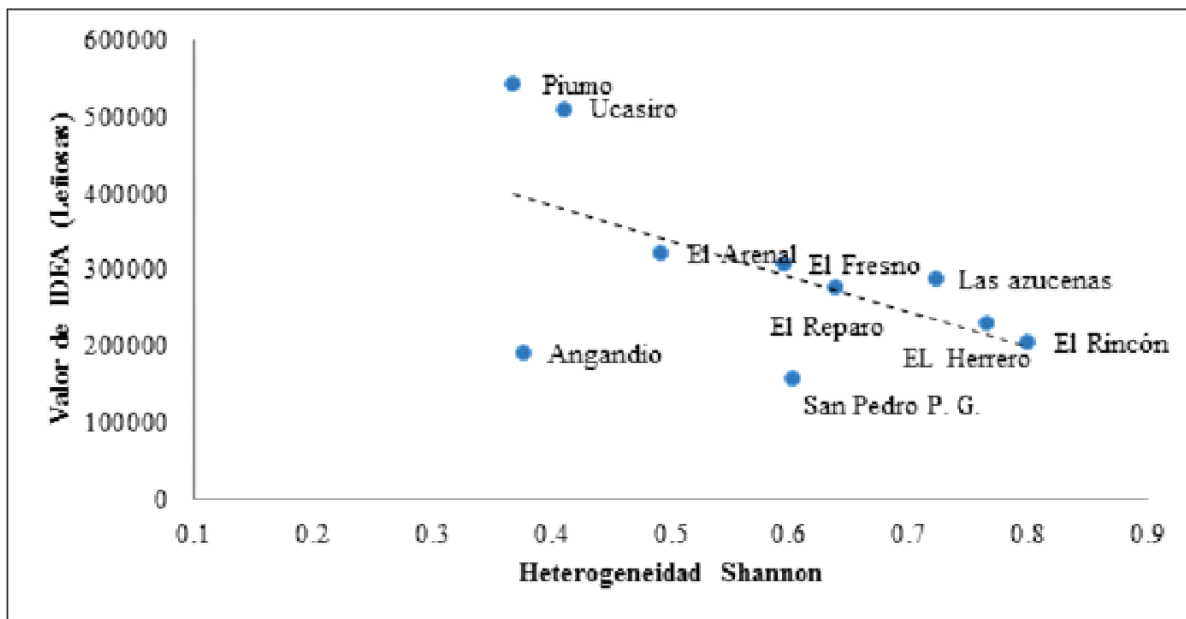


Figura 24 Correlación entre el valor de IDEA para especies leñosas y la heterogeneidad del paisaje por buffer.

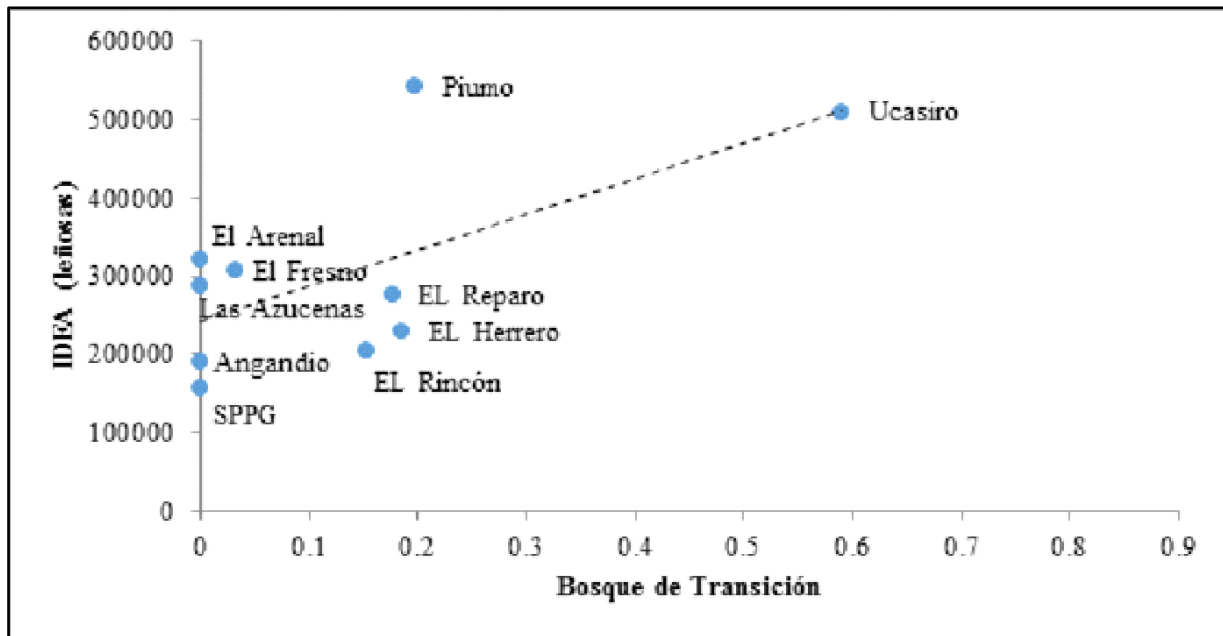


Figura 25 Correlación entre el valor de IDEA para especies leñosas y el Bosque de Transición.

## Especies herbáceas

De acuerdo con el resultado de la Correlación de Pearson entre el valor de IDEA de herbáceas por buffer y la heterogeneidad del paisaje medida con Shannon, el valor obtenido fue de 0.167 lo que nos indica una correlación positiva muy baja entre las variables (Figura 26). Al no encontrar una correlación relevante entre la heterogeneidad del paisaje y el valor de IDEA, se revisó si existe algún tipo de relación entre esta variable y el tipo de UP (basada en su cobertura vegetal). Encontramos que la correlación más significativa fue entre la UP de Bosque de Pino Encino y el valor de IDEA, con un valor de -0.674, lo que indica claramente una correlación negativa (Figura 27). Esta correlación indica que a mayor superficie de bosque de pino encino menor es la proporción de especies de interés apícola.

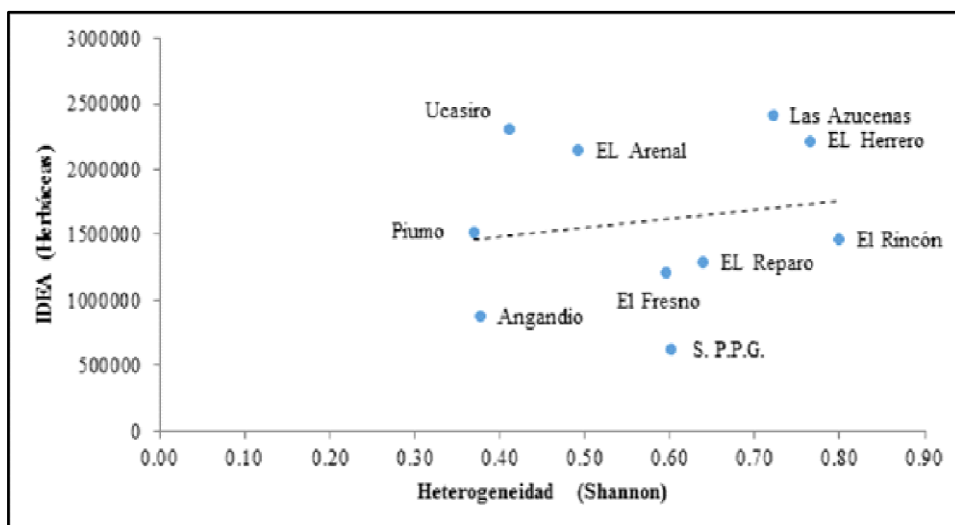


Figura 26 Correlación entre el valor de IDEA para especies herbáceas y la heterogeneidad del paisaje por buffer.

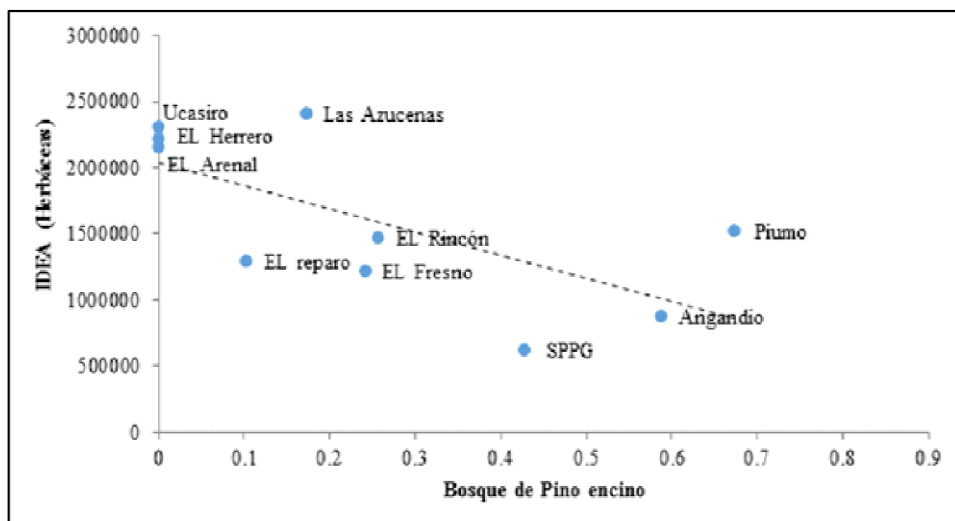


Figura 27 Correlación entre el valor de IDEA para especies herbáceas y el bosque de pino-encino

## DISCUSIÓN

La presente investigación estuvo orientada a analizar sí, la heterogeneidad del paisaje tiene un efecto sobre las plantas de interés apícola. Para discernir este objetivo, se llevaron a cabo múltiples etapas que nos permitieron conocer el sistema socio ambiental dentro del cual está inmersa la actividad apícola en el municipio de Madero, y la heterogeneidad ambiental de la zona de estudio.

Para el primer objetivo donde se describe la actividad apícola, pudimos observar que la apicultura es una actividad productiva complementaria, dentro del sistema de pluriactividad para el bienestar económico de los hogares en el municipio de Madero que es muy predominante entre las familias mexicanas, debido a que los ingresos de actividades agrícolas y pecuaria por si solas no es suficiente para mantener a las familias. (Martínez 2009, Escalante *et al.*, 2007, Carton de Grammont 2009).

La actividad apícola es uno de los sistemas de producción que trae beneficios económicos en el país. El rendimiento de producción de la apicultura en el municipio es inferior al promedio de los estados del centro del país como Guerrero (24.8 kg /año) y Jalisco (25.3 kg/año) y del sur donde la apicultura parece ser más rentable desde Chiapas (25.4 Kg/año), Campeche (30.4 kg/año) y Veracruz 36.6 Kg/año) (Magaña Magaña *et al.* 2016). Además, la productividad de la colmena ha disminuido notoriamente en los últimos años, y no solo en el área de estudio. Los registros desde 1990 mencionan una tendencia a la baja en la producción de miel en México (SIACON 2013, SAGARPA 2000).

En general, la literatura sugiere que esta tendencia está influenciada por múltiples factores como la africanización de las colmenas (Uribe et al 2003), la presencia de parásitos como el ácaro *Varroa destructor* (Guemes et al, 2003), la pérdida de cobertura forestal en selvas y bosques (Nahmad 2000), a la frecuencia de fenómenos naturales como lluvias atípicas que responden al cambio climático (SIACON, 2013). Más específicamente Baena, *et al.* (2022) mencionan que la productividad apícola se ve afectada por la variabilidad de la de flora apícola que está en función de los distintos ecosistemas presentes, por los cambios en la frecuencia y duración de su período de floración causados por la sequía o cambios en los periodos de lluvia, el cambio de uso de suelo agrícola con un manejo intensivo que lleva a una reducción de la diversidad floral, lo que conlleva a una disminución de recursos

florales para las abejas. Finalmente, el capital económico disponible y capacidad de trabajo de los apicultores son factores que influyen en la producción de la miel. Esto es consistente con la percepción que tienen los apicultores del área de estudio.

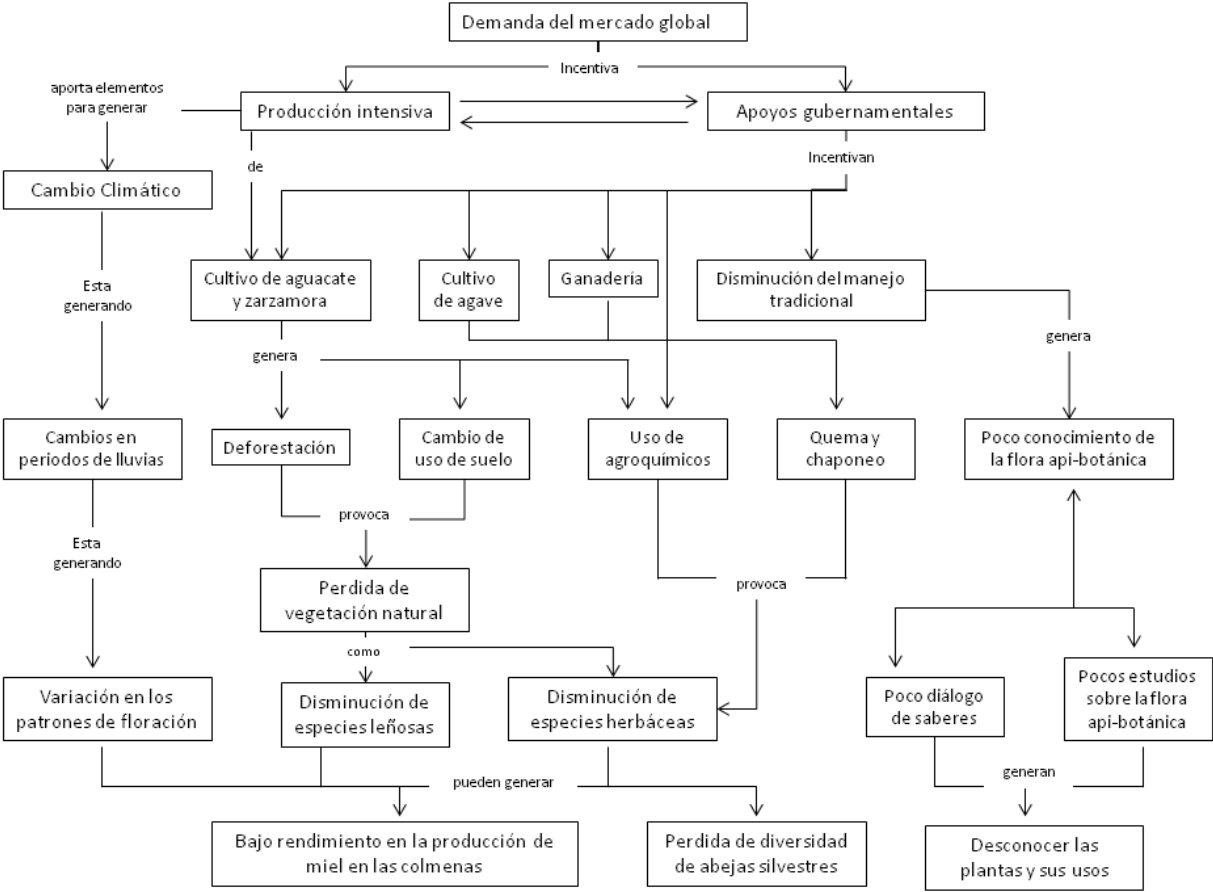


Figura 28 Mapa mental de la dinámica de factores que vulnera a las abejas

Los recursos naturales de la zona y las abejas (Figura 28) están siendo afectados por diversos factores que son generados por fuerzas externas a escala global, las cuales impulsan el cambio de producción tradicional a intensificada. Estas fuerzas externas están respaldadas por programas gubernamentales que buscan fomentar el desarrollo económico del país (Berger 2012). Un ejemplo de ello es el cultivo de agave en la región, que se ha incrementado desde el 2012, cuando el instituto Mexicano de la Propiedad industrial asignó la demonización de origen a 29 localidades del municipio de Madero. Lo que trajo con ella múltiples programas de difusión y comercialización del mezcal, así como de apoyos al



cultivo de agave. Actualmente, Madero es el principal proveedor de materia prima para la producción de mezcal en el estado (García Tinoco 2012, Hernández 2013, Rojas Rodríguez 2017, SADER 2018).

De manera similar, podemos hablar del cultivo de aguacate y zarzamora que se encuentran en los primeros lugares de producción y exportación en Michoacán (Estrada 2018, SADER 2018, Gobierno de Michoacán 2018, La voz de Michoacán 2019). Sin embargo, el aumento de estos cultivos ha llevado al cambio de uso de suelo en el municipio, lo que ha resultado en diversas problemáticas ambientales, como la falta de agua, la deforestación de los bosques de pino-encino y selva baja caducifolia, la pérdida de biodiversidad y belleza escénica (Notimex 2019, Alfaro 2017, Castillo 2017).

Aunque no se tiene un dato preciso sobre el efecto que estos cultivos tienen sobre la flora apícola, al menos en esta investigación no se encontraron especies herbáceas dentro de las UP de huertas de aguacate y huerta de zarza. Y se sabe que estos cultivos funcionan como una fuerza directa sobre la perturbación de los ecosistemas, lo que genera alteración en el paisaje. Otros estudios han demostrado que la intensificación de la producción agrícola o ganadera puede provocar un aumento de la probabilidad de talar bosques y reemplazar la cobertura vegetal original del sitio, lo que ocasiona diversos problemas, como la erosión del suelo, la pérdida de diversidad de plantas, la disminución de visitantes florales y acarreadores de polen en los cultivos, contaminación de agua, y la baja calidad del suelo (Laurance 1999, Kapos y Jenkins 2002, Etter et al 2006, Gavito Pardo *et al.* 2012).

Otro de los factores, son los incentivos gubernamentales que vulnera a la actividad apícola y por ende a las abejas en el municipio de manera indirecta de forma indirecta. Un ejemplo de ello es el programa de Extensionismo rural de la SAGARPA denominado CEIP, que brindó asistencia técnica y capacitación a los productores para fomentar el desarrollo rural a través de la transferencia de conocimientos técnicos y tecnologías desde 2014 hasta su finalización en 2019 (Santos Chávez *et al.* 2019). Desde entonces, los incentivos federales se han enfocado en su mayoría a la actividad agrícola dejando un poco de lado la actividad pecuaria, específicamente a la apicultura. Para el año 2022 en el 4 informe de labores la SADER reporto, de septiembre 2021 a junio 2022, el acompañamiento técnico de

apiarios, y la entrega de 899 reconocimientos de buenas prácticas pecuarias de producción de miel, sin embargo no menciona en que estados o municipios se realizaron estas actividades, así que se desconoce si el municipios de Madero fue beneficiado.

Con respecto a la heterogeneidad del paisaje y la diversidad de especies apícolas alrededor de los apiarios podemos argumentar lo siguiente. Los apiarios se encuentran inmersos entre áreas de vegetación natural y vegetación secundaria, se mantienen en un sistema de producción a pequeña escala, donde coexisten especies cultivadas y silvestres.

La heterogeneidad que presenta el paisaje, refleja la pluralidad de las actividades socio-económicas de la zona, ya que las unidades de paisaje que se definieron corresponden con el uso de suelo y los estratos de vegetación predominante. De las 13 unidades de paisaje registradas, solo dos se podrían categorizar como vegetación natural “conservada”, que corresponden a Bosque de pino-encino y el Bosque de transición, y tres corresponden a usos de suelo ó tipos de cultivo (cultivo, cultivo de zarza, cultivo de agave, cultivo de aguacate) las demás, tienen cierto grado de perturbación y características de distintos tipos de sucesión ecológica (Pickett 1976). Esto sugiere que la zona de estudio se encuentra perturbada por la dinámica de uso y manejo del suelo.

Con respecto al análisis del efecto de la heterogeneidad del paisaje sobre la presencia de la flora apícola, podemos discutir que, para las especies leñosas existe una correlación negativa con la heterogeneidad del paisaje, y para las especies herbáceas, existe una tendencia positiva, es decir que para la zona de estudio, a mayor heterogeneidad podríamos encontrar más especies de importancia apícola de tipo herbáceas y menos especies leñosas. Esto sugiere que la heterogeneidad del paisaje puede tener efectos diferenciados en la diversidad de especies dependiendo de su forma de vida.

La heterogeneidad del paisaje, depende de los elementos del paisaje, varía en función de la escala y de su conformación. En este caso, las unidades de paisaje que conforman los buffers, fueron variables en combinación y proporción de las UP, además pueden ser variables a lo largo del tiempo, debido a las perturbaciones de origen natural, como la lluvia, la exposición al sol, la sequía, o de manejo relacionadas con la actividad humana, como las actividades de quemas, chaponeos, rotación de cultivos, pastoreo, manejo forestal o cambio de uso de suelo.

La disponibilidad de especies apibotánica dependerá de las unidades de paisaje que se encuentren alrededor de los apiarios, así como de su tamaño y de la dinámica interna, a lo largo del tiempo ya sea natural o de manejo.

Por ejemplo, entre el porcentaje de cobertura de la UP de Bosque de pino-encino y el valor de IDEA para especies herbáceas encontramos una tendencia negativa, ya que el dosel de los bosques no permiten la infiltración de la luz al soto bosque impidiendo el crecimiento de las herbáceas (Chazdon 1988, Valladares 2003). Sin embargo sabemos que áreas continuas de bosques proveen principalmente sitios de anidación tanto para *Apis mellifera* como para especies de abejas nativas como meliponinos y *Bombus* sp. (Geenleaf y Kremen, 2006, Ricketts *et al.* 2004), por lo que es importante mantenerlos conservados como refugios de anidación para las abejas.

Sin embargo cuando se habla de diversidad de especies herbáceas para el Orden 0, 1 y 2 sin tomar en cuenta el peso del valor de IDEA en la UP, tenemos que los Bosques de Pino encino y el Matorral pastizal, parecen ser de las unidades de paisaje con la mayor diversidad de especies. Esto puede deberse a que, las especies con el mayor Índice de Valor Apícola son especies leñosas más que herbáceas, y a que de los apicultores entrevistados, solo uno vivía zonas con mayor proporción de Bosque de Pino encino, y el resto en zonas de transición, matorral, varal etc. Por lo tanto, la percepción general de las plantas de valor apícola es menor en los bosques de pino encino en comparación con otras regiones, y es necesario saber más sobre la percepción de las plantas apícolas por parte de las personas que viven en los bosques de pino encino de la región.

A su vez los resultados para especies leñosas mostraron que la UP de Bosque de transición tiene una correlación significativa de manera positiva con el valor de IDEA. Esto sugiere que esta UP es favorable en cuanto a la disponibilidad de especies leñosas. Para el análisis de diversidad de orden 0,1 y 2, la mayor diversidad se encontró en la UP de Vegetación riparia, las especies encontradas en esta UP no han sido consideradas por los apicultores como de importancia apícola, esto puede deberse a que se encuentran en zonas de difícil acceso, que rara vez es visitada.

Se observó que las actividades humanas tienen un efecto selectivo sobre ciertas especies, lo cual afecta a la biodiversidad de las unidades de paisaje, existe una tendencia

general en los sistemas de producción hacia la utilización de ciertas especies, así como a la eliminación de otras, como es el caso del cultivo de aguacate, de zarza, y de agave, que conlleva a la homogeneización del paisaje.

Con respecto al conocimiento de la flora apícola, podemos destacar que en este estudio de las 310 especies y morfoespecies que se encontraron 260 se reconocieron por diversos medios como parte de la flora apícola de la zona de estudio en el municipio de Madero, superando más del 100 % el número con respecto a la última investigación en la zona, en donde se encontraron 62 especies de la flora melífera del municipio (Romero-Martínez 2017).

Las familias más representativas, Asteraceae, Fabaceae, y Lamiaceae coinciden con lo encontrado en otros estudios sobre flora apícola (Novoa-Lara 1994, Bello Gonzales 2007, Forcone y Ktschner 2007, Forcone y Muñoz 2009, Montoy 2010, Romero-Martínez 2017). Algunos autores señalan que las abejas prefieren especies que les brinden tanto néctar como polen, las especies que generalmente cumplen con esa función son de las familias Asteraceae y Fabaceae. De acuerdo al Índice de Valor Apibotánico, el cual nos ayudó a discernir cuales especies podrían tener una mayor importancia para las abejas, las especies que obtuvieron el mayor puntaje se encuentran dentro de estas familias lo cual nos puede demostrar la utilidad del índice.

Por otra parte, dentro del estudio pudimos observar que la proporción encontrada de especies herbáceas y leñosas es similar. Sin embargo, se ha registrado que la mayoría de las especies herbáceas florecen durante los meses de septiembre, octubre y noviembre, que corresponden al periodo de finales de lluvias en la zona, lo que supone que el recurso es mayor para las abejas. No obstante las especies leñosas tienen su fase fenológica de floración mayormente en los meses de marzo, abril y mayo que es la temporada más seca (Romero Martínez 2017). Es necesario mencionar que si bien en esta temporada el número de especies en floración es más bajo que en el periodo anterior, también corresponde a un elevado número de flores por individuo, y comprenden especies con un valor de IVA mas alto como son el Tepeguaje (*Lysiloma acapulcensis*), las Vara Blancas (*Montanoa* spp.), Huizaches (*Vachellia farnesiana* y *A. pennatula*), varias especies de Encino (*Quercus* spp), la Pororicua (*Vernonia serratuloides*), y el Ocotillo (*Vernonia* sp.).

## CONCLUSIONES

La actividad apícola de la región así como los recursos naturales se encuentran vulnerados por fuerzas externas como el cambio climático y la demanda de productos en el mercado. Localmente la mayoría de las actividades productivas que se realizan son tradicionales las cuales tienen un bajo impacto. Sin embargo existen cultivos como el agave, la zarzamora y el aguacate que están creciendo en zonas importantes como los bosques de pino-encino y los bosques de transición, generando la fragmentación, degradación y homogenización del paisaje.

La heterogeneidad del paisaje, depende de los elementos que conforman el paisaje, varía en función de la escala y de su conformación. Los paisajes de la zona de estudio tienden a tener menos especies leñosas de importancia para las abejas, a medida que son más heterogéneos, y para las especies herbáceas no se encontró una correlación significativa.

En cuanto a las unidades de paisaje, existe una correlación positiva con las especies leñosas y el bosque de transición, las especies con el mayor IVA son especies que se encuentran en esta unidad de paisaje, por lo que es de vital importancia seguir manteniendo las superficies de bosque de transición en la zona, para asegurar el mantenimiento de las colmenas de abejas.

El conocimiento de la flora apícola ayuda a los apicultores a reconocer los lugares más aptos para la colocación de los apiarios, sin embargo hace falta generar e incentivar la difusión de los conocimientos sobre las especies importantes para las abejas y los diferentes usos que se les da localmente, para poder crear estrategias de manejo para su establecimiento y propagación en diferentes sitios, especialmente con las especies leñosas.

Los análisis a nivel de paisaje podrían ayudar a determinar sitios aptos para la ubicación de apiarios. Ya que se pueden encontrar las zonas de bosques de transición en este caso, que son las que tienen una mayor presencia de flora apícola leñosa.

La conservación de los ecosistemas naturales a través de las prácticas tradicionales de la zona, es una estrategia que se debe seguir realizando para asegurar los recursos florales disponibles para las abejas.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

A partir de esta investigación, se sugiere realizar estudios de flora apícola exhaustivos a nivel de unidades de paisaje a lo largo de todo el año, para discernir las especies presentes y su fenología floral.

Para corroborar la importancia de las especies apícolas se sugiere realizar estudios melisopalinológicos en cada apiario, con ello se podrá discernir con mayor precisión las especies que realmente son utilizadas por las abejas, ya que la identificación y conteo de polen dentro de la miel nos muestra exactamente de qué plantas están extrayendo estos recursos.

Para verificar que la disponibilidad de las especies de interés apícola es proporcional a la producción de miel de los apiarios, es necesario realizar investigaciones donde también se realicen muestreos de la cantidad de producción de miel por apiario y por temporada.

Se sugiere elaborar una guía de especies apícolas, en las que se incluya la descripción de cada especie, recurso que ofrece a las abejas, meses en los que se encuentra en floración, y uso local, para poder dar a conocer estas especies con las personas del municipio principalmente.

En cuanto al manejo de los recursos naturales se sugiere utilizar sistemas agroforestales, principalmente en los cultivos que se encuentran en expansión como el de agave y aguacate, así como el sistema de milpa en el cultivo de maíz. Ya que este tipo de sistemas incentivan la diversificación de especies dentro de los cultivos.

## REFERENCIAS

- Abou-Shaara, H., Al-Ghamd, A., y Mohamed, A. (2013). A Suitability Map for Keeping Honey Bees Under Harsh Environmental Conditions Using Geographical Information System. *World Applied Sciences Journal*, 1099-1105.
- Araujo-Mondragón, F. y R. Redonda-Martínez. (2019). Flora melífera de la región centro-este del municipio de Pátzcuaro, Michoacán, México. *Acta Botánica Mexicana*, 126: e1444. DOI: 10.21829/abm126.2019.1444.
- Ayala, R. (1999). Revisión de las abejas sin aguijón de México (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Folia Entomológica Mexicana*, 106:1–123.
- Baena-Díaz, Fernanda, Chévez, Estrella, Ruiz de la Merced, Fortunato, & Porter-Bolland, Luciana. (2022). *Apis mellifera* in Mexico: honey production, melliferous flora and pollination aspects. Review. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 13(2), 525-548.
- Beekman, M. y Ratnieks, F. L. (2000). Long-range foraging by the honey-bee, *Apis mellifera* L.. *Functional Ecology*, 14: 490-496.
- Bellarby, J., Foereid, B., Hastings, A., y Smith, P. (2008). Cool Farming: Climate impacts of agriculture and. *Campaigning for Sustainable Agriculture (GREENPEACE)*, 5.
- Bello-González, M. (2007). Plantas Melíferas silvestres de la sierra purépecha Michoacán, México. *Ciencia Forestal en México* 32 (102), 103- 126.
- Brose, U. (2001). "Relative importance of isolation, area and habitat heterogeneity for vascular plant species richness of temporary wetlands in East-Germany farmland", *Ecography*, 24, 722-730.
- Burel, F. y Baudry, J. (2002). *Ecología del Paisaje*, Ed. Mundiprensa.
- Cambio de Michoacán. (2018). Michoacán líder en producción de zarzamora. <http://www.cambiodemichoacan.com.mx/nota-n45774>
- Camino Dorta, J., Gimeno Ortiz, M., y Ramón Ojeda, A. A. (2014). Las unidades ambientales homogéneas como herramienta para la ordenación territorial y la

- caracterización de litorales áridos. *Vegueta: Anuario de la Facultad de Geografía e Historia*.
- Castellanos-Potenciano, B. P., Gallardo-López, F., Sol-Sánchez, A., Landeros-Sánchez, C., Díaz-Padilla, G., Sierra-Figueroa, P., Santibañez-Galarza, J. (2016). Impacto potencial del cambio climático en la apicultura. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 2 (1), 1-19.
- CIATEJ A.C. y Gobierno del Estado de Michoacán. (2020). *La producción de Mezcal en el Estado de Michoacán. Segunda edición*.
- Coro Arizmendi, M. C. (2009). "La crisis de los polinizadores", *Biodiversitas*, núm. 85, pp. 1-5.
- Contreras-Escareño, F., Pérez-Armendáriz, B., Echazarreta, C. M., Cavazos-Arroyo, J., Macías-Macías, J. O., Tapia-González, J. (2013). Características y situación actual de la apicultura en las regiones Sur y Sureste de Jalisco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 4(3), 387-398. ISSN: 2007-1124.
- De-Jaime, L. J. M. (2007). Miel y cera de las abejas europeas en las misiones franciscanas de nueva España y México, aproximación a un problema. En *38th International Congress for the History of Pharmacy*. Sevilla, España.
- "De la O-Toris, J., Maldonado, B. y Martínez-Garza, C. (2012). Efecto de la perturbación en la comunidad de herbáceas nativas y ruderales de una selva estacional mexicana. *Botanical Sciences* 90 (4), 469-480.
- Delgado, D. I.; Eglee P. M.; Galindo-Cardona A.; Giray T. And C. R. (2012). Forecasting the influence of Climate change on agroecosystem services: Potential impacts on honey yields in a small-island Developing state. *Psyche*, 1-10.
- Díaz, S., Tilman, D., Fargione, J., Chapin III, F.S., Dirzo, R., Kitzberger, T., Gemmill, B., Zobel, M., Vilà, M., Mitchell, C., Wilby, A., Daily, G.C., Galetti, M., Laurance, W.F., Pretty, J., Naylor, R., Power, A. Y Harvell, D. (2005). Biodiversity regulation of ecosystem services. En *Ecosystems and human well-being: Current state and trends*. (Eds. Hassan, R., Scholes, R. Y Ash, N.), 297-329.
- Díaz-Bravo, L; Torruco-García, U; Martínez-Hernández, M; Varela-Ruiz, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en Educación Médica*, 2,162-167.



- Duque, A., Álvarez, E., Rodríguez, Wilson, Lema, Á. (2013). Impacto de la fragmentación en la diversidad de plantas vasculares en bosques andinos del nororiente de Colombia. Colombia Forestal. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=423939620001>
- El financiero. Michoacán. (2018). líder mundial de producción de aguacate y zarzamora. <https://www.elfinanciero.com.mx/economia/michoacan-lider-mundial-de-produccion-de-aguacate-y-zarzamora>
- Escobedo, K. N., Dardón-Peralta M.J., López E. J., Martínez O., Cardona, E. (2014). Efecto de la configuración del paisaje en las comunidades de abejas de un mosaico de bosque pino-encino y áreas agrícolas de Sacatepéc y Chimaltenango, Guatemala. Ciencia, Tecnología y Salud. 1(1).
- FAO. (2004). Food and Agriculture Organization. Conservation and management of pollinators for sustainable agriculture the international response. In: Freitas, B. M. and Pereira, J. O. P. (Ed.) Solitary bees: conservation, rearing and management for pollination. Imprensa Universitária. Fortaleza, Brasil. 19p.
- Fagúndez, G. A, Reinoso, P. D, y Aceñolaza, P. G. (2016). Caracterización y fenología de especies de interés apícola en el departamento Diamante (Entre Ríos, Argentina). Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica. 51(2), 243-267.
- Farina, W. M. (1993). "Canales de comunicación asociados con la productividad de las fuentes de néctar en la abeja *Apis mellífera* L". Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
- Ferraz, G., Russell, G. J., Stouffer, P.C., Bierregaard, R.O., Pimm, S. L., & Lovejoy, T. E. (2003). Rates of species loss from Amazonian forest fragments. Proc. Natl. Acad. Sci., 100, 14069-14073.
- Forman, R. T. (1995). Land mosaics: the ecology of landscape and regions, Camb. Univ. Press, USA.
- Garibaldi, L. A., Steffan-Dewenter I., Winfree, R., Aizen, M. A., Bommarco, R., Cunningham, S. A., Kremen, C., Carvalheiro, L. G., Harder, L. D., Afik, O., Bartomeus, I., Benjamin, F., Boreux, V., Cariveau, D., Chacoff, N. P., Dudenhöffer, J. H., Freitas, B. M., Ghazoul, J., Greenleaf, S., Hipólito, J., Holzschuh, A., Howlett, B., Isaacs, R., Javorek, S. K., Kennedy, C. M., Krewenka, K., Krishnan, S.,

- Mandelik, Y., Mayfield, M. M., Motzke, I., Munyuli, T., Nault, B. A., Otieno, M., Petersen, J., Pisanty, G., Potts, S. G., Rader, R., Ricketts, T. H., Rundlof, M., Seymour, C. L., Schüepp, C., Szentgyörgyi, H., Taki, H., Tschamntke, T., Vergara, C. H., Viana, B. F., Wanger, T. C., Westphal, C., Williams, N. y Klein, A. M. (2013). Wild Pollinators Enhance Fruit Set of Crops Regardless of Honey Bee Abundance.
- Goodman, L. A. (1961). Snowball Sampling. *The Annals of Mathematical Statistics*, 32 (1), 148–170. <http://www.jstor.org/stable/2237615>
- Gómez-Orea, D. (1978). *El medio físico y la planificación*. Madrid, Centro Internacional.
- Grajales-Conesa, Julieta, Meléndez-Ramírez, Virginia, & Cruz-López, Leopoldo. (2011). Aromas florales y su interacción con los insectos polinizadores. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82(4), 1356-1367. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-34532011000400033&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532011000400033&lng=es&tlng=es).
- Henry, M. I., Beguin, M., Requier, F., Rollin, O., Odoux, J. F., Aupinel, P., Aptel, J., Tchamitchian, S. y Decourtye, A. (2012). A Common Pesticide Decreases Foraging Success and Survival in Honey Bees. DOI:10.1126/ science.1215039.
- Hill, M.O. (1973) Diversity and Evenness: A Unifying Notation and Its Consequences. *Ecology*, 54, 427-432. <http://dx.doi.org/10.2307/1934352>
- Hsieh, T.C., Ma, K.H. & Chao, A. (2016). iNEXT: An R package for interpolation and extrapolation of species diversity (Hill numbers). To appear in *Methods in Ecology and Evolution*.
- INEGI. (2016). *Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación*. Escala 1:250 000. Serie VI (Capa Union), escala: 1:250 000. edición: 1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México.
- IPCC. (2014). *Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad Resumen para responsables de políticas*. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S.

- Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza, 34p.
- Jaramillo-Monroy, O., Guzmán-Díaz, M. A., Cuadriello-Aguilar, J.I., Medina-Camacho, M. (1992). Biología y cultivo de *Scaptotrigona pachysoma*. Parte I: Características de los nidos naturales de abejas “congo” en Unión Juárez, Chiapas. Memorias del VI Seminario Americano de Apicultura; Oaxtepec, Morelos, 102–106.
- Kotliar, N. B., y Wiens, J. A. (1990). Multiple Scales of Patchiness and Patch Structure: A Hierarchical Framework for the Study of Heterogeneity. *Oikos*, 59 (2), 253–260. <https://doi.org/10.2307/3545542>
- Laurance, W. F. (2011). The fate of Amazonian forest fragments: A 32-year investigation. *Biological Conservation*, 144, 56-67.
- Lorente-Adame, M. P. (1992). Plantas de importancia apícola en tres localidades de la reserva de la biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco, México. Tesis de licenciatura. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México. 70p.
- Magaña, M. M. A., Tavera C. M. E., Salazar B. L. L. y Sanginés, G. J. R. (2016). Productividad de la apicultura en México y su impacto sobre la rentabilidad. *Rev. Nal. de Ciencias Agrícolas*, 7(5), 1103-1115.
- Magaña, M., Aguilar, A.; Lara, P. y Sanginés, J. (2007). Caracterización socioeconómica de la actividad apícola en el estado de Yucatán, México. *Agronomía*, Universidad de Caldas, Colombia, 15 (2):17-24. <https://biblat.unam.mx/es/revista/agronomia-manizales/articulo/caracterizacion-socioeconomica-de-la-actividad-apicola-en-el-estado-de-yucatan-mexico>
- Martin-Culma, N. Y; Arenas-Suarez, y Nelson, E. (2018). Daño colateral en abejas por la exposición a pesticidas de uso agrícola. *Entramado*, 4 (1), 232-240. <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2018v14n1.27113>
- Martínez-Pérez de Ayala, L. R., Martínez-Puc, J. F. y Cetzal-Ix, W. R. (2017). Apicultura: Manejo, Nutrición, Sanidad y Flora Apícola, Universidad Autónoma de Campeche, Campeche. 112 p.
- May, T. y Rodríguez, S. (2012). Plantas de interés apícola en el paisaje: observaciones de campo y la percepción de apicultores en república dominicana. *Revista Geográfica*

- De América Central, 1(48), 133-162.  
<http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/4002>
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). (2005). Ecosystems and human well-being: Biodiversity synthesis. World Resources Institute., Washington, D.C.
- Medina-Flores, C. A., Guzmán-Novoa E., Aréchiga-Flores C. F., Aguilera-Soto J. I. y Gutiérrez-Piña F. J. (2011). Efecto del nivel de infestación de varroa destructor sobre la producción de miel de colonias de apis mellifera en el altiplano semiárido de México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias* 2, 313-317.
- Mi Morelia. (2016). Michoacán, lugar 11 en producción de miel a nivel nacional. <https://www.mimorelia.com/michoacan-lugar-11-en-produccion-de-miel-a-nivel-nacional/>
- Michener, C. (2007). *The Bees of the World*. 2a Edición. The Johns Hopkins University Press. EUA.
- Montoya-Bonilla, B. P., A. E. Baca-Gamboa y B. L. Bonilla. (2017). Flora melífera y su oferta de recursos en cinco veredas del municipio de Piendamó, Cauca. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 15(1), 20-28. <https://dx.doi.org/10.18684/BSAA>
- Montoy-Koh, L. (2010). Estudio apibotánico para un mejor aprovechamiento de los recursos en la región de las montañas, Veracruz. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico de Chiná, Tecnológico Nacional de México. Chiná, Campeche, México. 70 p.
- Morlans, M. C. (2005). *Introducción a la Ecología del Paisaje*. Universidad Nacional de Catamarca.
- Mostacedo, B. y Fredericksen, T. S. (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Santa Cruz, Bolivia.
- National Research Council. (2012). *A Review of the U.S. Global Change Research Program's Draft Strategic Plan*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13330>.
- Naeem, S., Chapin Iii, F. S.; Costanza, R.; Ehrlich, P. R.; Golley, F. B.; Hooper, D. U.; Lawton, J. H.; O'Neill, R. V.; Mooney, H. A.; Sala, O. E.; Symstad, A. J.; Tilman,

- D. (1999). Biodiversity and ecosystem functioning: maintaining natural life support processes. Washington, D.C.: Ecological Society of America, Issues in Ecology, 4.
- Novoa, L. C.P. (1994). Flora de importancia apícola de Cofradía del Rosario, municipio de Amacueca, Jalisco, México. Tesis de licenciatura. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco.
- Paz, A. F. (2017). Crece cien por ciento la producción de mezcal michoacano. Capital Michoacán. <http://www.capitalmichoacan.com.mx/local/crece-cien-por-ciento-la-produccion-de-mezcal-michoacano/>
- Porter-Bolland, L. (2009). Flora melífera de la montaña, Campeche: Su importancia para la apicultura y para la vida diaria. Instituto de Ecología, A. C. ISBN: 978-607-7579-11-3.
- Potts, S. G., J. C. Biesmeijer, C. Kremen, P. Neumann, O. Schweiger & W.E. Kunin. (2010). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. Trends Ecol, 25, 345- 353.
- Quiroz-García, D., y Arreguín-Sánchez, M.L. (2008). Determinación palinológica de los recursos florales utilizados por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) en el estado de Morelos, México. Polibotánica, (26), 159-173.
- Ramírez, J. (1996). Las Abejas, prodigio de la naturaleza. Biodiversitas, (6), 1-8.
- Ramos, F. A. (1979). Planificación física y ecológica: modelos y métodos. Madrid. Real Academia Española: Diccionario de la lengua española, 23.<sup>a</sup> ed., [versión 23.2 en línea]. <<https://dle.rae.es>>
- Reyes-Carrillo, J. L; Galarza-Mendoza, J. L; Muñoz-Soto, R. y Moreno-Reséndez, A. (2014). Diagnóstico territorial y espacial de la apicultura en los sistemas agroecológicos de la Comarca Lagunera. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 5(2), 215-228. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342014000200004&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342014000200004&lng=es&tlng=es).
- Reyes-González, A. (2013). Manejo y conservación de abejas sin aguijón (Apidae: Meliponini) en una región del Balsas Michoacano, México. En Heredia, VIII Congreso Mesoamericano de Abejas Nativas. Congreso llevado a cabo en el CINAT-UNA, Costa Rica.

- Reyes-González, A., A. Camou-Guerrero, y S. Gómez-Arreola. (2016). From extraction to meliponiculture: a case study of the management of stingless bees in the West-Central Region of Mexico. En E. Chambo (Ed), *Beekiping and bee conservation-advances in research*. 201-223 p.
- Reyes-González, A., Camou-Guerrero, A., Del Val, E., Ramirez, M. I. y Porter Bolland, L. (2020). Biocultural diversity Loss: the Decline of Native Stingless Bees Human ecology, 48. 10.1007/s
- Reyes-González, A., Mora, F., Porter-Boland, L. Ramírez Ramírez, M.I., y Del Val, E. (2022). Stingless bees (Apidae: Meliponini) at risk in western Mexico. *Biotropica*, 54. 829-838 p.
- Ríos, P. R. (2016). Decayó 80% la producción de miel en Michoacán. Cambio de Michoacán. <http://www.cambiodemichoacan.com.mx/nota-273562>
- Román, L. y Palma, J. M. (2007). Árboles y arbustos tropicales nativos productores de néctar y polen en el estado de Colima, México. *Avances en investigación Agropecuaria* 11(3), 3-24.
- Romero-Martínez, D. L. (2017). Disponibilidad temporal de la flora api botánica en distintos tipos de vegetación, en el municipio de Madero, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Licenciatura en Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 95 p.
- Rzedowski, J. (2006). 1ra. Vegetación de México. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Rzedowski, J., y G. Calderón. (2001). Flora fanerogámica del Valle de México. Incol-Conabio, México.
- Rzedowski, J. (1986). Vegetation of México. Limusa, México, 432p.
- Scheper, J., Reemer, M., van Kats, R. (2014). Las muestras de museos revelan la pérdida de plantas hospedadoras de polen como factor clave que impulsa la disminución de las abejas silvestres en los Países Bajos. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias*, 111, 17552-17557.
- SAGARPA. (2010). Coordinación General de Ganadería. Situación actual y perspectiva de la apicultura en México. *Claridades Agropecuarias*. 199p

- Santos Chávez M. V., Álvarez Macías A., Pérez Cachuz F., Pérez Sosa L. (2019). El Extensionismo rural mexicano: análisis coyuntural con enfoque de políticas públicas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Columen 10. Número 1. 63-77pp
- Secretaría de Agricultura, y Desarrollo rural. (1999). Primera Edición. *Flora Nectarifera y Polinifera del Estado de Michoacán*. ISBN 968-800-469-3. 180p.  
<https://atlasnacionaldelasabejasmx.github.io/atlas/pdfs/FloraNectarifera%20y%20polinifera%20Michoacan.pdf>
- Secretaria del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2009). Informe sobre la Conservación de las Especies Vegetales: Una revisión de los progresos realizados en la aplicación de la Estrategia Mundial para la Conservación de Plantas (GSPC). 48 p.
- Serrano-Guine, D. (2012). Consideraciones en torno al concepto de unidad de paisaje y sistematización de propuestas. *Estudios Geográficos*. 272 pp.
- SIAP. 2021. Anuario Estadístico de la Producción Ganadera.  
[http://nube.siap.gob.mx/cierre\\_pecuario/](http://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/)
- Silva, L. M., 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.
- Soto-Muciño, L. E., Elizabarras-Baena, R. y Soto-Muciño, I. (2017). Situación apícola en México y perspectiva de la producción de miel en el estado de Veracruz. *Rev. Estrat. De des.* 3(7), 40-64.
- Vaquero, J., y Vargas, P. 2010. Guía técnica de nutrición apícola. Proyecto Apícola Swisscontact FOMIN-BID, Managua-Nicaragua. 30 p.
- Valladares, F., Aranda, I., y Sánchez-Gómez, D. (2004). La luz como factor ecológico y evolutivo para las plantas y su interacción con el agua. En: Valladares, F. (Ed). *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. 335-369 p. Ministerio de Medio Ambiente, EGRAF, S.A., Madrid
- Vila, S. J., Varga, L. D., Llausàs, P. A., Ribas, P. A. (2006). Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology) Una interpretación desde la geografía. Universitat de Girona.

- Villaseñor, J. (2014). Biodiversidad de las plantas con flores (División Magnoliophyta) en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, S134-S142. 10.7550/rmb.31987.
- Villaseñor, J. L. (2004) Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 75, 105-135.
- Villaseñor, R., J.L. y F.J. Espinosa. (1998). Catálogo de malezas de México. UNAM. Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario. Fondo de Cultura Económica. México.
- Villegas, G., Bolaños, A., Miranda, J. y Zenón, A. (2000). Flora nectarífera y polinífera en el estado de Chiapas. Primera edición. COTECOCA-SAGAR. México, 4-26.
- Villegas, D. G. A. Bolaños, M. J. A. Miranda, S. O. M. Galván, G. y J. García A. (2000). Flora nectarífera y polinífera en el estado de Tamaulipas. SAGARPA. Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero, México.
- Visscher, P. K., y Seeley, T. D. (1982). Foraging Strategy of Honeybee Colonies in a Temperate Deciduous Forest. *Ecology*, 63 (6), 1790-1801.  
<https://doi.org/10.2307/194012>
- Vitousek, P. M. (1992). "Global environmental change: An introduction", *Annual Review of Ecology and Systematics*, 23, 1-14.
- Winfree, R. (2010). The conservation and restoration of wild bees. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1195, 169-97.
- Winfree, R., Aguilar, R., Vázquez, D. P., LeBuhn, G. y Aizen, M. A. (2009). A meta-analysis of bees' responses to anthropogenic disturbance. *Ecology*, 90, 2068-2076.
- Winfree, R., Griswold, T. y Kremen, C. (2007). Effect of human disturbance on bee communities in a forested ecosystem. *Conservation Biology* 21(1), 213-223.
- Zambrano, L. (2014). La complejidad de los socioecosistemas. *Ciencias* 111-112, 16-23.



## **ANEXOS**

### **ANEXO 1**

#### **Entrevista a los integrantes del grupo de apicultores y meliponicultores**

##### **Material:**

Entrevista impresa

Tabla con clip

Lápiz

Hojas blancas

Grabadora

Cámara fotográfica

##### **Objetivo**

La siguiente entrevista busca recabar información que ayude a cumplir el objetivo no 1 de la tesis: Describir la heterogeneidad de ecosistemas naturales y manejados en la zona de estudio. Por medio de la descripción de la percepción del apicultor/meliponicultor sobre el contexto actual de la dinámica de las actividades productivas que el realiza y las que están presentes alrededor de sus cajones. Así como documentar si existe una percepción sobre cómo afectan las actividades productivas a la flora melífera y en qué forma.

##### **Guion de entrevista**

¡Buen Día! Soy estudiante de la UNAM y estoy realizando mi trabajo de Tesis de Maestría el cual busca describir desde la perspectiva local, las implicaciones de la heterogeneidad ambiental producto del manejo de ecosistemas sobre la disponibilidad de flora apibotánica, la cual es el sustento alimenticio de las abejas. Por lo que esta entrevista está dirigida a los apicultores y meliponicultores del municipio de Madero. Sí me permite entrevistarla toda la información que nos proporcione será utilizada de manera confidencial.

1. No de entrevista
2. Fecha
3. Lugar
4. Entrevistador
5. No grabación
6. No. Fotos

##### **Fase 1. Datos del entrevistado**

7. Nombre:
8. Sexo: F ( ) M ( )
9. Edad:
10. Lugar de nacimiento:
11. Lugar de residencia:
12. Actividades productivas a las que se dedica:

**Fase 2 Descripción de sus actividades productivas.**

**Si se dedica a la agricultura:**

13. ¿Cuántas parcelas tiene?
14. ¿Son pequeña propiedad o ejidales?
15. ¿De qué tamaño son?
16. ¿Qué siembra en sus parcelas?
17. ¿En qué temporada?
18. ¿Cómo es la siembra? (con tractor, animales, monocultivo etc.)
19. ¿Sabe cuánto tiempo hace que se desmontaron sus parcelas?
20. ¿Hay monte alrededor de sus parcelas?
21. ¿Cómo es, que tipo de vegetación tiene?
22. ¿Desde hace cuánto tiempo siembra?
23. ¿Además de sus cultivos, deja crecer otras planas en sus parcelas agrícolas?
24. ¿Ha visto abejas en sus parcelas?
25. ¿Sabe de cuáles son?

**Si se dedica a la ganadería:**

26. ¿Qué tipo de ganado tiene?
27. ¿En dónde lo tiene?
28. ¿Qué tipo de pasto o vegetación tiene en sus potreros?
29. ¿Cómo alimentan al ganado? (Agostadero, pastoreo libre, corrales)?

**Si tiene huerto:**

30. ¿De qué tamaño es?
31. ¿Qué plantas cultiva? (árboles frutales, hortalizas, medicinales, ornamentales, árboles de sombra)
32. ¿Ha visto abejas en su huerto?

33. ¿Sabe de cuáles son?

**Si tiene monte:**

34. ¿Tiene monte?

35. ¿Cómo es el monte que usted tiene? (Qué tipo de vegetación, es ladera o planicie, etc., donde está ubicado, etc.).

36. ¿Es ejidal o pequeña propiedad?

37. ¿Para qué lo usa o que actividades realiza en su monte?

**Fase 3. Información de apiarios y meliponarios.**

38. ¿Desde hace cuánto se dedica a la apicultura y/o la meliponicultura?

39. ¿Por qué comenzó con esta actividad?

40. ¿Cuántos apiarios y meliponarios tiene?

41. ¿En dónde los tiene ubicados (localidades/parajes)?

42. ¿Cuántos cajones tiene en cada apiario/meliponario?

43. ¿Desde hace cuánto tiempo tiene sus cajones en esos parajes?

44. ¿Siempre los deja ahí?

45. De ser negativa su respuesta ¿A dónde los cambia?, ¿En qué temporadas?, ¿por qué?

46. ¿Cada cuánto y cuándo cosecha la miel?

47. ¿Qué actividades realiza en el apiario/meliponario y en que temporadas?

(Alimentación, Revisión, cambio de reinas, cambio de bastidores, prevención de enfermedades, cosecha, división, etc.)

48. ¿Con cuánta gente trabaja usted sus apiarios/meliponarios?

49. ¿Qué productos obtiene de sus abejas?

50. ¿Cuánto produce en promedio de miel? Preguntar para cada temporada

51. ¿Qué hace con los productos que obtiene de las abejas? Si los vende en donde / a quien, en cuanto.

**Fase 4. Identificación de las características de los parajes donde se practica la apicultura y la meliponicultura.**

52. ¿Qué características busca de un lugar para colocar sus cajones de abejas?

53. ¿Usted es dueño de los predios donde se colocan los cajones? De ser negativa la respuesta

54. ¿Cómo accede a estos lugares? (si conoce al dueño y le dan permiso, o lo renta, o se va a medias, u otra forma de acceso al sitio)

55. ¿Podría describir los lugares? (como se ven por temporadas, tipo de vegetación, geomorfología, poblaciones, accesibilidad)

56. ¿Qué plantas hay en el lugar de importancia para las abejas?

57. ¿En qué fechas distingue una mayor presencia de las flores de estas plantas?

58. ¿Cuál de los parajes tiene una mayor importancia con respecto a la producción de miel y a la presencia de flora melífera? ¿Por qué piensa que es más importante?

**Fase 5. Descripción de las actividades productivas a los alrededores de los parajes donde se ubican los apiarios y meliponarios.**

59. ¿Cuáles son las actividades productivas que ha visto que se realizan alrededor de donde coloca sus cajones en los diferentes lugares mencionados? (agrícolas, ganaderas, cultivo de aguacate, maguey, cultivo de frutales etc)?

60. ¿Usted realiza alguna de las actividades en el lugar?

61. ¿Cuáles de las actividades percibe que se realizan en una mayor superficie?

62. ¿Conoce como es la intensidad de las actividades presentes? (Describir el nivel de intensidad: Muy intensivo con maquinaria, tractores y herbicida en el caso de los cultivos, Muchas cabezas en caso de cría de animales; Poco intensivo de forma tradicional con yunta o chaponeo a mano)

63. ¿Nota que han cambiado con el tiempo las actividades productivas que se realizan en el lugar?

**Fase 7. Percepción sobre la afectación de las actividades productivas a las abejas y las plantas melíferas.**

64. ¿Cuáles lugares cree que son importantes para el refugio, el alimento y la producción de miel de las abejas apis y meliponinos, y porque?

65. ¿Cuáles actividades productivas afectan a las abejas y a la flora melífera y porque?

66. ¿Cuáles actividades percibe que afectan más la distribución de flora melífera y porque?

67. ¿En qué lugares nota que existe más flora melífera? ¿Cómo son estos lugares?

68. ¿Siempre ha visto la misma cantidad de flores o ha variado en el tiempo por lugares?

**Fase 8. Problemas que los productores tienen en torno a las abejas por las actividades productivas de los alrededores de sus apiarios y meliponarios.**

69. ¿Cuáles son los principales problemas que observa en torno a la actividad apícola y la meliponicultura? Explicar a detalle su respuesta:

70. ¿En qué lugares se presentan?

71. ¿Cómo lo afecta? (muerte de abejas, productividad de miel, salud de la colonia)

72. ¿Por qué cree que pase esto?

73. ¿Es frecuente?

74. ¿Desde hace cuánto?

75. ¿Quiénes cree que están involucrados?

76. ¿Se ha resuelto? Si la respuesta es afirmativa ¿Cómo?

77. Si es negativa la respuesta ¿Conoce alguna estrategia para resolverlo?

**Preguntas complementarias**

78. ¿Conoce a algún otro apicultor o meliponicultor que tenga cajones en el municipio de Madero y no esté dentro del grupo de apicultores de usted? De ser afirmativa su respuesta:

79. ¿Cuál es su nombre? ¿Cómo lo contacto?

**Guión de despedida**

Gracias por brindarme el tiempo para la entrevista, seguiremos trabajando en el proyecto por esta zona, después es probable que lo volvamos a buscar ya sea para alguna actividad o para mostrarle resultados de la investigación.

80. ¿Le interesaría seguir cooperando con nosotros?

En los próximos meses estaremos haciendo muestreos de vegetación en algunos lugares de los que Se mencionaron así que no nos despedimos por completo.

## ANEXO 2

### Ficha de Caracterización de apiarios y meliponarios

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

Localidad: \_\_\_\_\_

No. Apiario/meliponario: \_\_\_\_\_

Nombre del apicultor/meliponicutor: \_\_\_\_\_

Nombre del apiario/meliponicultor: \_\_\_\_\_

Propietario: \_\_\_\_\_

Coordenadas: \_\_\_\_\_

Altitud: \_\_\_\_\_

Descripción local del sitio:

Tipo de vegetación:

Bosque de pino-encino

Bosque de encino-pino

Matorral (Huizache, nopales)

Matorral (arbustos sin espinas , herbáceas)

Pastizal

Parcela de cultivo

Parcela en descanso

Bosque de encino

Bosque de transición (Encino- Tepehuajes)

Tepehuajes- burseras

Estratos vegetales

Arbóreo

Arbustivo

Herbáceo

Uso de suelo actual

Cultivo de agave

Cultivo de Maíz

Cultivo de frijol, avena, etc.

Extracción de madera

Cultivo de aguacate

Cultivo de frutales

Huerto de traspatio y  
ornamentales

*Manejo:*

A mano

Uso de tractor

Uso de herbicidas

Uso de plaguicidas

Chaponeo tradicional

Orgánico

*Clima:*

*Cuerpos de agua:*

Cálido

Riachuelo

Templado

Olla de agua

Accesibilidad

Distancia del camino: \_\_\_\_\_

Flora melífera presente: \_\_\_\_\_

Observaciones:

---

### ANEXO 3

Listado de especies vegetales considerando su forma de vida, su puntuación respecto al Índice de Valor Apibotánico (IVA) y el recurso floral que ofrece para las abejas (n=néctar, p=polen)

Familia	Genero	Especie	Nombre común	Forma de vida	IVA
<i>Fabaceae</i>	<i>Lysiloma</i>	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Tepeguaje	Arbóreo	0.95
<i>Asteraceae</i>	<i>Montanoa</i>	Morfo 110	Vara blanca	Arbustivo	0.95
<i>Asteraceae</i>	<i>Montanoa</i>	Morfo 177	Vara blanca	Arbustivo	0.95
<i>Asteraceae</i>	<i>Montanoa</i>	Morfo 195	Vara blanca	Arbustivo	0.95
<i>Asteraceae</i>	<i>Montanoa</i>	Morfo 200	Vara blanca	Arbustivo	0.95
<i>Asteraceae</i>	<i>Vernonia</i>	Morfo166	s/d	Arbustivo	0.90
<i>Asteraceae</i>	<i>Vernonia</i>	Morfo 166	Ocotillo	Arbustivo	0.90
<i>Asteraceae</i>		Morfo 168	s/d	Herbaceo	0.90
		<i>Vachellia farnesiana</i> (L)			
<i>Fabaceae</i>	<i>Vachellia</i>	Willd.	Huizache	Arbustivo	0.87
<i>Fabaceae</i>	<i>Vachellia</i>	<i>Vachellia pennatula</i>	Huizache	Arbustivo	0.87
<i>Asteraceae</i>	<i>Bidens</i>	<i>Bidens odorata</i> Cav.	Cadillo	Herbaceo	0.85
<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	Morfo 227	Encino	Arbóreo	0.85
<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>Quercus acutifolia</i>	Encino	Arbóreo	0.85
<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>Quercus crassifolia</i>	Encino	Arbóreo	0.85
<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>Quercus obtusata</i>	Encino	Arbóreo	0.85



<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i>	<i>Quercus magnolifolia</i> Nee <i>Mimosa benthamii</i> J. F.	Encino	Arbóreo	0.82
<i>Fabaceae</i>	<i>Mimosa</i>	Macbr.	Uña de gato	Arbustivo	0.79
<i>Fabaceae</i>	<i>Mimosa</i>	<i>Mimosa galeottii</i>	Uña de gato	Arbustivo	0.79
<i>Asteraceae</i>	<i>Calea</i>	Morfo 32	Amarogosilla	Arbustivo	0.79
<i>Asparagaceae</i>	<i>Agave</i>	<i>Agave cupreata</i>	Maguey	Arbustivo	0.77
<i>Fabaceae</i>	<i>Mimosa</i>	<i>Mimosa albida</i> Willd.	Vergonsoza	Arbustivo	0.77
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	Morfo 1	Catarinilla	Herbaceo	0.77
<i>Malvaceae</i>	<i>Sida</i>	Morfo 148	Huinare	Herbaceo	0.77
<i>Malvaceae</i>	<i>Sida</i>	Morfo 149	Huinare	Herbaceo	0.77
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	Morfo 3	Catarinilla	Herbaceo	0.77
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	Morfo 4	Catarinilla	Herbaceo	0.77
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	Morfo 5	Catarinilla	Herbaceo	0.77
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	Morfo 6	Catarinilla	Herbaceo	0.77
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	Morfo 9	s/d	Herbaceo	0.77
<i>Lauraceae</i>	<i>Persea</i>	<i>Persea americana</i>	Aguacate	Arbustivo	0.77
<i>Myrtaceae</i>	<i>Psidium</i>	<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	Arbóreo	0.77
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia laevis</i> <i>Salvia lasiocephala</i> Hook y	Catarinilla	Herbaceo	0.77
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	Arn <i>Salvia lavanduloides</i>	s/d	Herbaceo	0.77
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	Kunth	Lavanda	Herbaceo	0.77
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia polystachya</i> Ort.	Catarinilla	Herbaceo	0.77
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia pururea</i>	Catarinilla	Herbaceo	0.77
<i>Asteraceae</i>	<i>Tagetes</i>	<i>Tagetes lunulata</i> Ort.	Cinco llagas	Herbaceo	0.77
<i>Fabaceae</i>	<i>Aeschynomene</i>	<i>Aeschynomene americana</i>	s/d	Herbaceo	0.74
<i>Asteraceae</i>	<i>Barkleyanthus</i>	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	Jara	Arbustivo	0.74
<i>Commelinaceae</i>	<i>Commelina</i>	<i>Commelina tuberosa</i> <i>Eysenhardtia polystachya</i>	Hierba del pollo	Herbaceo	0.74
<i>Fabaceae</i>	<i>Eysenhardtia</i>	(Ort.) Sarg.	Palo dulce	Arbustivo	0.74
<i>Lamiaceae</i>	<i>Hyptis</i>	Morfo 2	Hierba del haito,	Herbaceo	0.74

			Mirto		
<i>Commelinaceae</i>	<i>Tripogandra</i>	Morfo 210	s/d	Herbaceo	0.74
<i>Commelinaceae</i>	<i>Commelina</i>	Morfo 211	Hierba del pollo	Herbaceo	0.74
<i>Cactaceae</i>	<i>Opuntia</i>	Morfo 225	Nopal	Arbustivo	0.74
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	<i>Salvia longispicata</i>	Catarinilla	Arbustivo	0.74
<i>Rutaceae</i>	<i>Citrus</i>	<i>Citrus aurantifolia</i>	Limón	Arbóreo	0.72
<i>Convolvulaceae</i>	<i>Ipomoea</i>	<i>Ipomoea triloba</i>	Campanita	Herbaceo	0.72
			Hierba del aire, Tarete, La nuera		
<i>Verbenaceae</i>	<i>Lantana</i>	<i>Lantana camara</i>	y La suegra	Arbustivo	0.72
<i>Asteraceae</i>	<i>Stevia</i>	Morfo 13	s/d	Herbaceo	0.72
<i>Rosaceae</i>	<i>Rubus</i>	Morfo 197	Zarza	Arbustivo	0.72
<i>Rosaceae</i>	<i>Rubus</i>	Morfo 198	Zarzamora	Arbustivo	0.72
<i>Asteraceae</i>	<i>Galinsoga</i>	Morfo 23	Estrellita	Herbaceo	0.72
<i>Convolvulaceae</i>	<i>Ipomoea</i>	Morfo 232	Canpanita	Arbustivo	0.72
<i>Rubiaceae</i>		Morfo 70	s/d	Herbaceo	0.72
<i>Rubiaceae</i>		Morfo 71	s/d	Herbaceo	0.72
<i>Rubiaceae</i>		Morfo 72	s/d	Herbaceo	0.72
<i>Rubiaceae</i>		Morfo 73	s/d	Herbaceo	0.72
<i>Rubiaceae</i>		Morfo 74	s/d	Herbaceo	0.72
<i>Rubiaceae</i>		Morfo 75	s/d	Herbaceo	0.72
<i>Rubiaceae</i>		Morfo 76	s/d	Herbaceo	0.72
<i>Rubiaceae</i>		Morfo 77	s/d	Arbustivo	0.72
			Campanita,		
<i>Convolvulaceae</i>	<i>Ipomoea</i>	Morfo 90	henredadera	Herbaceo	0.72
			Campanita,		
<i>Convolvulaceae</i>	<i>Ipomoea</i>	Morfo 91	henredadera	Herbaceo	0.72
			Campanita,		
<i>Convolvulaceae</i>	<i>Ipomoea</i>	Morfo 92	henredadera	Herbaceo	0.72
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Ricinus</i>	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	Arbustivo	0.72

<i>Verbenaceae</i>	<i>Verbena</i>	<i>Verbena litoralis</i>	s/d	Herbaceo	0.72
<i>Malvaceae</i>	<i>Anoda</i>	<i>Anoda cristata</i> (L.) Shldl	Quesito	Herbaceo	0.69
<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera</i>	<i>Bursera fagaroides</i>	s/d	Arbustivo	0.69
<i>Rutaceae</i>	<i>Citrus</i>	<i>Citrus medica</i>	Toronja	Arbóreo	0.69
<i>Fabaceae</i>	<i>Crotalaria</i>	<i>Crotalaria pumila</i> Ort.	Cascabelillo	Herbaceo	0.69
<i>Fabaceae</i>	<i>Crotalaria</i>	<i>Crotalaria sagittalis</i> L.	Cascabelillo	Herbaceo	0.69
		<i>Desmodium Tortuosum</i>			
<i>Fabaceae</i>	<i>Desmodium</i>	(SW. DC.)	s/d	Arbustivo	0.69
<i>Asteraceae</i>	<i>Dyssodia</i>	<i>Dyssodia tagetiflora</i>	s/d	Herbaceo	0.69
<i>Rosaceae</i>	<i>Eriobotrya</i>	<i>Eriobotrya japonica</i> Lindl	s/d	Herbaceo	0.69
<i>Lamiaceae</i>	<i>Hyptis</i>	<i>Hyptis mutabilis</i>	s/d	Herbaceo	0.69
<i>Amaranthaceae</i>	<i>Iresine</i>	Morfo 107	s/d	Herbaceo	0.69
<i>Asteraceae</i>	<i>Galinsoga</i>	Morfo 12	Estrellita	Herbaceo	0.69
		Morfo 120	s/d	Arbustivo	0.69
<i>Ericaceae</i>	<i>Arbutus</i>	Morfo 139	Madroño	Arbóreo	0.69
<i>Ericaceae</i>	<i>Arbutus</i>	Morfo 140	Madroño	Arbóreo	0.69
<i>Asteraceae</i>	<i>tagetes</i>	Morfo 181	s/d	Herbaceo	0.69
<i>Burseraceae</i>	<i>Bursera</i>	Morfo 202	s/d	Arboreo	0.69
		Morfo 208	s/d	Arbustivo	0.69
<i>Oleaceae</i>	<i>Fraxinus</i>	Morfo 221	Fresno	Arbóreo	0.69
		Morfo 239	s/d	Arbóreo	0.69
			Hierba del haito,		
<i>Lamiaceae</i>	<i>Hyptis</i>	Morfo 8	Mirto	Arbustivo	0.69
<i>Rosaceae</i>	<i>Prunus</i>	<i>Prunus persica</i>	Durazno	Arbustivo	0.69
<i>Asteraceae</i>	<i>Erigeron</i>	Morfo 170	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Myrtaceae</i>	<i>Eucalyptus</i>	Morfo 141	Eucalipto	Arbustivo	0.67
		<i>Asclepia graucenscens</i>			
<i>Apocynaceae</i>	<i>Asclepias</i>	Kunth	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Fabaceae</i>	<i>Bauhinia</i>	<i>Bauhinia variegata</i> L	Pata de Vaca	Herbaceo	0.67
<i>Polemoniaceae</i>	<i>Bonplandia</i>	<i>Bonplandia geminiflora</i>	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Scrophulariaceae</i>	<i>Buchnera</i>	<i>Buchnera pusilla</i> Kunth	s/d	Herbaceo	0.67

<i>Scrophulariaceae</i>	<i>Buddleja</i>	<i>Buddleja sessiliflora</i>	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Malvaceae</i>	<i>Ceiba</i>	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Ceiba	Arbóreo	0.67
		<i>Chamaecrista rotundifolia</i>			
<i>Fabaceae</i>	<i>Chamaecrista</i>	(Pers.) Greene	s/d	Herbaceo	0.67
		<i>Chamaecrista nictitans</i> (L.)			
<i>Fabaceae</i>	<i>Chamaecrista</i>	Moench	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Boraginaceae</i>	<i>Cordia</i>	<i>Cordia Curassavica</i>	s/d	Arbóreo	0.67
<i>Rosaceae</i>	<i>Crataegus</i>	<i>Crataegus mexicana</i>	Tejocote	Arbustivo	0.67
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Croton</i>	<i>Croton adspersus</i> Benth	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbia</i>	<i>Euphorbia milii</i>	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbia</i>	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	s/d	Herbaceo	0.67
		<i>Heterosperma pinnatum</i>			
<i>Asteraceae</i>	<i>Heterosperma</i>	Cav.	s/d	Herbaceo	0.67
		<i>Hypoestes</i>			
<i>Acanthaceae</i>	<i>Hypoestes</i>	<i>phyllostachya</i> Baker	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Bignonaceae</i>	<i>Jacaranda</i>	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacaranda	Arbóreo	0.67
<i>Onagraceae</i>	<i>Lopezia</i>	<i>Lopezia racemosa</i> Cav.	Alfilerillo	Herbaceo	0.67
<i>Primulaceae</i>	<i>Lysimachia</i>	<i>Lysimachia arvensis</i>	s/d	Herbaceo	0.67
		<i>Macroptilium</i>			
		<i>gibbosifolium</i> (Ort.) A.			
<i>Fabaceae</i>	<i>Macroptilium</i>	Delgado	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Manguifera</i>	<i>Maguifera indica</i>	Mango	Arbóreo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 100	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Onagraceae</i>		Morfo 102	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 106	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Solanaceae</i>		Morfo 108	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Lythraceae</i>	<i>Cuphea</i>	Morfo 111	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Campanulaceae</i>	<i>Lobelia</i>	Morfo 112	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Fabaceae</i>	<i>Calliandra</i>	Morfo 114	Cabello de angel	Arbustivo	0.67
<i>Fabaceae</i>	<i>Aeschynomene</i>	Morfo 115	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Fabaceae</i>		Morfo 116	s/d	Herbaceo	0.67

<i>Fabaceae</i>		Morfo 117	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Fabaceae</i>	<i>Senna</i>	Morfo 118	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Fabaceae</i>		Morfo 122	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Fabaceae</i>	<i>Eriosema</i>	Morfo 123	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Fabaceae</i>		Morfo 124	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Fabaceae</i>		Morfo 125	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Rubiaceae</i>		Morfo 126	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Rubiaceae</i>		Morfo 127	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Solanaceae</i>	<i>Nicandra</i>	Morfo 132	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Asteraceae</i>	<i>Verbesina</i>	Morfo 135	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Begoniaceae</i>	<i>Wigandia</i>	Morfo 138	Sosa	Herbaceo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 14	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Rubiaceae</i>	<i>Radia</i>	Morfo 145	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Asteraceae</i>	<i>Verbesina</i>	Morfo 15	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Malvaceae</i>		Morfo 151	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Solanaceae</i>		Morfo 156	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Onagraceae</i>		Morfo 158	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 16	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 160	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 161	s/d	Herbaceo	0.67
		Morfo 162	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 164	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 165	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 167	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 17	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 172	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 173	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Asteraceae</i>	<i>Gnaphalium</i>	morfo 174	Gorbolobo	Herbaceo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 175	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 176	s/d	Herbaceo	0.67

<i>Asteraceae</i>	<i>Gnaphalium</i>	Morfo 178	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 180	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Fabaceae</i>		Morfo 182	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Malpighiaceae</i>	<i>Galphimia</i>	Morfo 183	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 19	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 196	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Apiaceae</i>	<i>Eringium</i>	Morfo 199	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 20	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 204	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Asteraceae</i>	<i>Sigesbeckia</i>	Morfo 21	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 226	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Fabaceae</i>		Morfo 228	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 231	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Salicaceae</i>	<i>Salix</i>	Morfo 235	Sauce	Arbóreo	0.67
<i>Fabaceae</i>		Morfo 236	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Poaceae</i>	<i>Zea</i>	Morfo 238	Maizillo	Herbaceo	0.67
		Morfo 240	s/d	Arbóreo	0.67
<i>Clusiaceae</i>	<i>Clusia</i>	Morfo 241	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Nyctaginaceae</i>	<i>Boungainvillea</i>	Morfo 243	Boganvilea	Arbustivo	0.67
<i>Rosaceae</i>	<i>Rosa</i>	Morfo 244	Rosal	Herbaceo	0.67
<i>Fabaceae</i>	<i>Spathiphyllum</i>	Morfo 245	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 25	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Fabaceae</i>		Morfo 251	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Myristicaceae</i>	<i>Myristica</i>	Morfo 254	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Fabaceae</i>	<i>Erythrina</i>	Morfo 255	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Malvaceae</i>	<i>Hisbiscus</i>	Morfo 256	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Phytolaccaceae</i>	<i>Phytolacca</i>	Morfo 257	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Asteraceae</i>	<i>Melampodium</i>	Morfo 26	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 27	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 28	s/d	Arbustivo	0.67

---

<i>Asteraceae</i>		Morfo 29	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 30	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 31	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 34	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 35	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 36	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 41	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 42	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 46	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 47	s/d	Herbaceo	0.67
		Morfo 48	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Asteraceae</i>	<i>Ageretina</i>	Morfo 49	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 50	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 51	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 52	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 53	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 56	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 57	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 58	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Asteraceae</i>		Morfo 59	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Malvaceae</i>		Morfo 60	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Malvaceae</i>		Morfo 62	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Euphorbiaceae</i>		Morfo 63	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Euphorbiaceae</i>		Morfo 64	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Euphorbiaceae</i>		Morfo 65	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Euphorbiaceae</i>		Morfo 66	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Fabaceae</i>		Morfo 67	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Fabaceae</i>		Morfo 68	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Fabaceae</i>		Morfo 69	s/d	Arbustivo	0.67

---

<i>Lamiaceae</i>		Morfo 7	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Lamiaceae</i>		Morfo 80	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Solanaceae</i>	<i>Solanum</i>	Morfo 83	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Solanaceae</i>		Morfo 84	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Solanaceae</i>		Morfo 85	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Solanaceae</i>		Morfo 86	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Solanaceae</i>		Morfo 87	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Solanaceae</i>		Morfo 88	s/d	Arbustivo	0.67
<i>Solanaceae</i>		Morfo 89	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Cucurbitaceae</i>		Morfo 94	s/d	Enredadera	0.67
<i>Solanaceae</i>		Morfo 98	s/d	Herbaceo	0.67
		<i>Phaseolus leptoschylus</i>			
<i>Fabaceae</i>	<i>Phaseolus</i>	Benth	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Acanthaceae</i>	<i>Pseuderanthemum</i>	<i>Pseuderanthemum praecox</i>	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Asteraceae</i>	<i>Tagetes</i>	<i>Tagetes filifolia</i> Lag.	Anis	Herbaceo	0.67
<i>Asteraceae</i>	<i>Tagetes</i>	<i>Tagetes micranta</i>	Anis	Herbaceo	0.67
<i>Acanthaceae</i>	<i>Tetramerium</i>	<i>Tetramerium nervosum</i>	s/d	Herbaceo	0.67
		<i>Thunbergia alata</i> Bojer ex			
<i>Acanthaceae</i>	<i>Thunbergia</i>	Sims	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Fabaceae</i>	<i>Trifolium</i>	<i>Trifolium amabile</i> Kunth	Trebol	Herbaceo	0.67
<i>Tropaeolaceae</i>	<i>Tropaeolum</i>	<i>Tropaeolum majus</i>	s/d	Herbaceo	0.67
		<i>Zinnia americana</i> (Mill.)			
<i>Asteraceae</i>	<i>Zinnia</i>	Olorade y A. M. Torres	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Fabaceae</i>	<i>Zornia</i>	<i>Zornia reticulata</i>	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Fabaceae</i>	<i>Zornia</i>	<i>Zornia thymifolia</i> Kunth	s/d	Herbaceo	0.67
<i>Rubiaceae</i>		Morfo 78	s/d	Herbaceo	0.38
<i>Asphodelaceae</i>	<i>Aloe</i>	<i>Aloe Vera</i>	Savila	Arbustivo	0.36
		<i>Evolvulus alsinoides</i> (L.)			
<i>Convolvulaceae</i>	<i>Evolvulus</i>	L.	s/d	Herbaceo	0.33
<i>Moraceae</i>	<i>Ficus</i>	<i>Ficus carica</i>	Higo	Arbóreo	0.33



<i>Moraceae</i>	<i>Ficus</i>	<i>Ficus petiolaris</i>	s/d	Arbóreo	0.33
<i>Malvaceae</i>	<i>Guazuma</i>	<i>Guazuma guazuma</i>	Guazuma	Arbóreo	0.33
<i>Lamiaceae</i>	<i>Lobelia</i>	<i>Lobelia mexicana</i>	s/d	Herbaceo	0.33
<i>Polemoniaceae</i>	<i>Loeselia</i>	<i>Loeselia mexicana</i>	s/d	Herbaceo	0.33
		<i>Mandevilla foliosa</i> (Muell.			
<i>Apocynaceae</i>	<i>Mandevilla</i>	Arg.) Helml.	s/d	Arbustivo	0.33
<i>Malvaceae</i>	<i>Melochia</i>	<i>Melochia pyramidata</i> L.	s/d	Herbaceo	0.33
<i>Polygaceae</i>	<i>Monnina</i>	<i>Monnina ciliolata</i>	s/d	Arbustivo	0.33
		Morfo 101	s/d	Arbustivo	0.33
<i>Plantaginaceae</i>		Morfo 104	s/d	Arbustivo	0.33
		Morfo 105	s/d	Arbustivo	0.33
<i>Loaceae</i>	<i>Klaprothia</i>	Morfo 109	s/d	Herbaceo	0.33
<i>Asteraceae</i>		Morfo 11	s/d	Herbaceo	0.33
<i>Asteraceae</i>		Morfo 113	s/d	Herbaceo	0.33
<i>Orobanchaceae</i>	<i>Castilleja</i>	Morfo 119	Copete	Herbaceo	0.33
		Morfo 121	s/d	Herbaceo	0.33
		Morfo 131	s/d	Arbustivo	0.33
		Morfo 133	s/d	Herbaceo	0.33
		Morfo 134	s/d	Arbustivo	0.33
		Morfo 136	s/d	Arbustivo	0.33
<i>Orobanchaceae</i>	<i>Castilleja</i>	Morfo 137	s/d	Herbaceo	0.33
		Morfo 142	s/d	Arbustivo	0.33
		Morfo 143	s/d	Arbustivo	0.33
		Morfo 144	s/d	Arbustivo	0.33
		Morfo 150	s/d	Arbustivo	0.33
<i>Amarantaceae</i>		Morfo 152	s/d	Arbustivo	0.33
<i>Amarantaceae</i>		Morfo 153	s/d	Arbóreo	0.33
<i>Amaranthaceae</i>		Morfo 154	s/d	Herbaceo	0.33
<i>Amarantaceae</i>	<i>Iresine</i>	Morfo 155	s/d	Arbustivo	0.33
		Morfo 157	s/d	Arbustivo	0.33

---

<i>Asteraceae</i>		Morfo 18	s/d	Arbustivo	0.33
<i>Orobanchaceae</i>	<i>Castilleja</i>	Morfo 187	s/d	Herbaceo	0.33
		Morfo 189	s/d	Arbustivo	0.33
		Morfo 190	s/d	Arbustivo	0.33
		Morfo 192	s/d	Herbaceo	0.33
<i>Malpighiaceae</i>	<i>Gaudichaudia</i>	Morfo 193	s/d	Enredadera	0.33
		Morfo 205	s/d	Arbustivo	0.33
		Morfo 206	s/d	Arbustivo	0.33
		Morfo 207	s/d	Arbustivo	0.33
		Morfo 209	s/d	Arbustivo	0.33
		Morfo 212	s/d	Arbustivo	0.33
		Morfo 214	s/d	Arbustivo	0.33
<i>Asteraceae</i>		Morfo 22	s/d	Herbaceo	0.33
		Morfo 230	s/d	Arbustivo	0.33
		Morfo 233	s/d	Arbustivo	0.33
		Morfo 234	s/d	Arbustivo	0.33
		Morfo 237	s/d	Arbustivo	0.33
<i>Asteraceae</i>		Morfo 24	s/d	Herbaceo	0.33
		Morfo 242	s/d	Herbaceo	0.33
		Morfo 247	s/d	Arbóreo	0.33
		Morfo 252	s/d	Herbaceo	0.33
		Morfo 258	s/d	Herbaceo	0.33
		Morfo 259	s/d	Herbaceo	0.33
Lamiaceae		Morfo 37	s/d	Herbaceo	0.33
Asteraceae		Morfo 38	s/d	Herbaceo	0.33
Asteraceae		Morfo 39	s/d	Herbaceo	0.33
Asteraceae		Morfo 40	s/d	Herbaceo	0.33
Asteraceae		Morfo 43	s/d	Herbaceo	0.33
Asteraceae		Morfo 44	s/d	Herbaceo	0.33

---

		Morfo 45	s/d	Herbaceo	0.33
Acanthaceae	Dyschoriste	Morfo 79	s/d	Arbóreo	0.33
Acanthaceae	Cuphea	Morfo 81	s/d	Herbaceo	0.33
Acanthaceae		Morfo 82	s/d	Arbustivo	0.33
Cucurbitaceae	Echinopepon	Morfo 93	s/d	Herbaceo	0.33
Begoniaceae		Morfo 95	s/d	Herbaceo	0.33
Berbenaceae		Morfo 96	s/d	Herbaceo	0.33
		Morfo 97	s/d	Herbaceo	0.33
Lythraceae	Punica	Punica granatum	Granada	Arbóreo	0.33
Anacardiaceae	Rhus	Rhus aromatica	s/d	Herbaceo	0.33
Lamiaceae	Rosmarinus	Rosmarinus officinalis	s/d	Herbaceo	0.33
Lamiaceae	Salvia	Salvia sessei	s/d	Arbustivo	0.33
Lamiaceae	Leonotis	Leonotis nepetifolia	s/d	Herbaceo	0.33
Liliaceae	Lilium	Lilium orientalis	s/d	Herbaceo	0.33
Asteraceae		Morfo 179	s/d	Herbaceo	0.33
		Morfo 216	s/d	Arbustivo	0.33
Rubiaceae		Morfo 74	s/d	Herbaceo	0.33
Lamiaceae	Salvia	Morfo 10	Catarinilla	Herbaceo	0.77

#### ANEXO 4

#### MENCIONES DE PLANTAS EN EL TALLER DE FLORA APIBOTÁNICA

Planta	No. De menciones
Tepehuaje ( <i>Lysiloma acapulcensis</i> )	8
Vara blanca ( <i>Montanoa</i> sp.)	7
Huizache ( <i>Vachellia</i> sp.)	6
Encino ( <i>Quercus</i> sp.)	5
Ocotillo ( <i>Vernonia</i> sp.)	4
Jara ( <i>Barkleyanthus salicifolius</i> )	3
Aguacate ( <i>Persea</i> sp.)	3
Aceitilla ( <i>Bidens</i> sp.)	3

Uña de gato (rosa) ( <i>Mimosa benthamii</i> )	2
Uña de gato (blanca) ( <i>Leucaena</i> sp. y <i>Mimosa</i> sp.)	2
Pororicua ( <i>Vernonia serratuloides</i> )	2
Limón ( <i>Citrus</i> sp.)	2
Lima ( <i>Citrus</i> sp.)	2
Cinco llagas ( <i>Tagetes lunulata.</i> )	2
Zarzamora ( <i>Rubus</i> sp.)	1
Tejocote ( <i>Crataegus mexicana</i> )	1
Sosa (Solanacea sp.)	1
Santa María ( <i>Tagetes lucida</i> )	1
Refresquillo ( <i>Salvia</i> sp.)	1
Palo dulce ( <i>Eysenhardtia polystachya</i> )	1
Mimosa ( <i>Mimosa</i> sp.)	1
Membrillo ( <i>Cydonia oblonga</i> )	1
Madroño ( <i>Arbutus</i> sp.)	1
Fresno ( <i>Fraxinus</i> sp.)	1
Enredadera ( <i>Ipomoea</i> sp.)	1
Durazno ( <i>Prunus pérsica</i> )	1
Chayotillo ( <i>Ricinus comunis</i> )	1
Amargosilla ( <i>Calea</i> sp.)	1

## ANEXO 5

### Caracterización del paisaje en las localidades

Localidad	Vegetación dominante	Actividades	Tipo de manejo
<b>Angandio</b>	Bos p-n	Cultivo de aguacate	Intensivo/exportación
		Cultivo de zarzamora	Intensivo/exportación
		Cultivo de maíz	Tradicional
		Extracción de resina	Tradicional

		Manejo forestal	No intensivo
<b>San Pedro Piedras G.</b>	Bos p-n	Cultivo de aguacate	Intensivo/exportación
		Cultivo de maíz	Tradicional
		Extracción de resina	Tradicional
		Manejo forestal	No intensivo
<b>El Herrero</b>	Bos p-n	Manejo forestal	No intensivo
		Extracción de resina	Tradicional
		Cultivo de agave	No intensiva
<b>Etúcuaro</b>	Mosaico de cultivos y Matorral	Cultivo de maíz	Tradicional
		Cultivo de agave	No intensiva
		Ganadería	Tradicional
		Horticultura	No intensiva
<b>El Rincón</b>	Bos trans	Cultivo de agave	No intensiva
		Cultivo de zarzamora	Intensivo
		Horticultura	Tradicional
<b>Las Azucenas</b>	Bos trans	Ganadería	No intensivo
		Cultivo de agave	Tradicional
<b>Piumo</b>	Bos trans	Cultivo de maíz	Tradicional
		Cultivo de agave	Tradicional
<b>Ucásiro</b>	Bos trans	Cultivo de maíz	Tradicional
		Cultivo de agave	Tradicional
<b>El Fresno</b>	Matorral	Ganadería	No intensiva
<b>El Reparó</b>	Pastizal	Cultivo de agave	No intensiva
		Ganadería	No intensiva
		Cultivo de maíz	Tradicional

Bos p-n= Bosque de pino encino

Bos trans= Bosque de transición de Pino-encino a selva baja caducifolia

Intensivo/exportación = Manejo con tractor en grandes superficies continuas, aplicación de pesticidas y herbicidas, riego tecnificado, acceso controlado, producto con calidad de exportación.

Intensivo = Manejo con tractor en pequeñas superficies de terreno, aplicación de algunos pesticidas o herbicidas, riego tecnificado.

No intensivo = Manejo de herramientas mecánicas, realizado en pequeñas superficies de terreno alternadas, sin agroquímicos, riego de temporal.

Tradicional = Manejo con herramientas manuales, sin aplicaciones químicas, en caso del maíz cultivo tipo milpa, riego de temporal, en caso de ganadería bajo número de cabezas con pastoreo libre.

## ANEXO 6

### Área relativa de cada UP en los buffers

Apiario	UP	Área ha	% de área	
	Total	155	100	
	Bosque pino-encino	84	54	
	Angandio	Huerta de aguacate	12	8
	Pastizal	10	6	
	Varal-matorral	49	32	
El arenal	Total	157	100	
	Area urbana	29	18	
	Cultivo	2	1	
	Cultivo de Agave	7	5	
	Matorral	69	44	
	Pastizal	36	23	
	Pastizal (agave)	4	3	
	Cultivo de agave			
	Varal	9	6	
	Vegetación riparia	5	3	
El fresno	Total	155	100	
	Bosque de transición	5	3	
	Bosque pino-encino	37	24	
	Matorral	3	2	
	Matorral-pastizal	58	37	
	Pastizal	41	26	
	Pastizal-matorral	2	1	
	Pastizal-potrero	10	6	
El herrero	Total	160	100	
	Bosque de transición	29	18	

	Huerta	2	1
	Matorral	22	14
	Pastizal	34	21
	Pastizal-matorral	17	11
	Varal	22	14
	Varal-matorral	34	21
	<b>Total</b>	<b>143</b>	<b>100</b>
El reparo	Bosque de transición	25	17
	Bosque pino-encino	15	10
	Pastizal	21	15
	Pastizal-matorral	60	42
	Varal-matorral	22	15
	<b>Total</b>	<b>157</b>	<b>100</b>
El rincón	Bosque de transición	24	15
	Bosque pino-encino	39	25
	Cultivo de Agave	26	17
	Cultivo Zarza	3	2
	Matorral	25	16
	Pastizal-matorral	14	9
	Varal	19	12
	Vegetación riparía	6	4
	<b>Total</b>	<b>155</b>	<b>100</b>
Las azucenas	Bosque pino-encino	27	17
	Cultivo de Agave	6	4
	Matorral	18	12
	Matorral-pastizal	13	8
	Pastizal	12	8
	Varal-matorral	66	43
	Vegetación riparía	14	9
	<b>Total</b>	<b>155</b>	<b>100</b>
Piumo	<b>Total</b>	<b>155</b>	<b>100</b>



	Bosque de transición	31	20
	Bosque pino-encino	105	68
	Matorral-pastizal	20	13
	Total	155	100
San Pedro	Bosque pino-encino	67	43
	Huerta de aguacate	45	29
	Huerta de Zarza	6	4
	Pastizal	5	3
	Pastizal-matorral	7	5
	Varal-matorral	27	17
	Total	155	100
Ucasiro	Bosque de transición	91	59
	Pastizal	2	1
	Pastizal-matorral	39	25
	Varal-matorral	24	15
Apiario	Unidad ambiental	Área ha	% de área
	Total	155	100
Angandio	Bosque pino-encino	84	54
	Huerta de aguacate	12	8
	Pastizal	10	6
	Varal-matorral	49	32
	Total	157	100
El arenal	Area urbana	29	18
	Cultivo	2	1
	Cultivo de Agave	7	5
	Matorral	69	44
	Pastizal	36	23
	Pastizal (agave) =	4	3
	Cultivo de agave		
	Varal	9	6

	Vegetación riparía	5	3
El fresno	Total	155	100
	Bosque de transición	5	3
	Bosque pino-encino	37	24
	Matorral	3	2
	Matorral-pastizal	58	37
	Pastizal	41	26
	Pastizal-matorral	2	1
	Pastizal-potrero	10	6
El herrero	Total	160	100
	Bosque de transición	29	18
	Huerta	2	1
	Matorral	22	14
	Pastizal	34	21
	Pastizal-matorral	17	11
	Varal	22	14
	Varal-matorral	34	21
El reparo	Total	143	100
	Bosque de transición	25	17
	Bosque pino-encino	15	10
	Pastizal	21	15
	Pastizal-matorral	60	42
	Varal-matorral	22	15
El rincón	Total	157	100
	Bosque de transición	24	15
	Bosque pino-encino	39	25
	Cultivo de Agave	26	17
	Cultivo Zarza	3	2
	Matorral	25	16
	Pastizal-matorral	14	9

	Varal	19	12
	Vegetación riparia	6	4
	Total	155	100
Las azucenas	Bosque pino-encino	27	17
	Cultivo de Agave	6	4
	Matorral	18	12
	Matorral-pastizal	13	8
	Pastizal	12	8
	Varal-matorral	66	43
	Vegetación riparia	14	9
	Total	155	100
Piumo	Bosque de transición	31	20
	Bosque pino-encino	105	68
	Matorral-pastizal	20	13
	Total	155	100
San Pedro	Bosque pino-encino	67	43
	Huerta de aguacate	45	29
	Huerta de Zarza	6	4
	Pastizal	5	3
	Pastizal-matorral	7	5
	Varal-matorral	27	17
	Total	155	100
Ucasiro	Bosque de transición	91	59
	Pastizal	2	1
	Pastizal-matorral	39	25
	Varal-matorral	24	15

