



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**CAMPUS CAMPECHE  
POSTGRADO EN BIOPROSPECCIÓN Y SUSTENTABILIDAD AGRÍCOLA  
EN EL TRÓPICO**

## **VEGETACIÓN ASOCIADA A DOS CENOTES EN MIGUEL COLORADO, CHAMPOTÓN, CAMPECHE, MÉXICO: ÁREAS DE CONSERVACIÓN CON POTENCIAL PARA LA APICULTURA**

**MARIA DEL ROSARIO ACOSTA OCH**

**T E S I S  
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRA EN CIENCIAS**

**SIHOCHAC, CHAMPOTÓN, CAMPECHE, MÉXICO**

**2021**



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

La presente tesis, titulada: **Vegetación asociada a dos cenotes en Miguel Colorado, Champotón, Campeche, México: áreas de conservación con potencial para la apicultura**, realizada por la alumna: **Bióloga Maria del Rosario Acosta Och**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS

POSTGRADO EN BIOPROSPECCIÓN Y SUSTENTABILIDAD AGRÍCOLA EN EL TRÓPICO

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERA: *Eliana Noguera S.*  
Dra. Eliana Josefina Noguera Savelli

ASESORA: *[Signature]*  
Dra. Itzel López Rosas

ASESOR: *[Signature]*  
Dr. Gustavo Enrique Mendoza Arroyo

SIHOCHAC, CHAMPOTÓN, CAMPECHE, MÉXICO

**VEGETACIÓN ASOCIADA A DOS CENOTES EN MIGUEL COLORADO,  
CHAMPOTÓN, CAMPECHE, MÉXICO: ÁREAS DE CONSERVACIÓN CON  
POTENCIAL PARA LA APICULTURA**

**Biol. María del Rosario Acosta Och**

Colegio de Postgraduados, 2021

**RESUMEN**

La presente investigación se deriva de la importancia de los cenotes en la Península de Yucatán, debido a la gran cantidad de flora y fauna que se encuentra a su alrededor. El principal objetivo de este trabajo fue: Caracterizar la vegetación circundante a los cenotes Los Patos y Azul del Ejido Miguel Colorado, Champotón, Campeche para generar conocimiento sobre la diversidad florística y su uso potencial en la apicultura, como estrategia para uso sustentable y de conservación. Para el presente trabajo, se realizaron estudios cualitativos y cuantitativos, que permitieron recabar información de las principales especies vegetales circundantes a estos cuerpos de agua, en adición a ello, se aplicaron 65 encuestas para conocer las principales prácticas locales e identificar las especies florales nativas aprovechadas en la apicultura del EMC, además de determinar el contenido de proteínas y el perfil proteico del polen, como una propuesta para identificar el origen botánico de las mieles, mismas que fueron analizadas por melisopalinología, logrando identificar el origen floral de mieles provenientes de apiarios aledaños al CEMC.

Los resultados de caracterización e identificación del origen floral reflejaron que la flora del área de estudio está conformada principalmente por *Heliolepis donnellsmithii*, *Bursera simaruba*, *Viguiera dentata* e *Ipomoea carnea*, especies de importancia para la actividad apícola, misma que es realizada por productores del ejido. El perfil de proteínas mostró una banda principal en los tres perfiles obtenidos de peso molecular de 50 kDa, esto podría deberse a una similitud que presentan las mieles de una misma región. Por lo que, los resultados alcanzados contribuyen al conocimiento de la flora del área, lo que, ayudará a generar interés de los pobladores para proteger las selvas presentes en EMC.

**Palabras clave:** flora, florística, proteínas, melisopalinología, origen floral, miel.

**VEGETATION ASSOCIATED WITH TWO CENOTES IN MIGUEL COLORADO,  
CHAMPOTÓN, CAMPECHE, MEXICO: CONSERVATION AREAS WITH  
BEEKEEPING POTENTIAL**

**Biol. María del Rosario Acosta Och**

Colegio de Postgraduados, 2021

**ABSTRACT**

This research is derived from the importance of cenotes in the Yucatan Peninsula, due to the large amount of flora and fauna found around them. The main objective of this work was: To characterize the vegetation surrounding the cenotes Los Patos and Azul of Ejido Miguel Colorado, Champoton, Campeche to generate knowledge about the floristic diversity and its potential use in beekeeping, as a strategy for sustainable use and conservation. For the present work, qualitative and quantitative studies were carried out to gather information on the main plant species surrounding these bodies of water. In addition, 65 surveys were applied to learn about the main local practices and identify the native floral species used in beekeeping in the EMC, in addition, 65 surveys were conducted to determine the protein content and protein profile of the pollen, as a proposal to identify the botanical origin of the honeys, which were analyzed by melisopalynology, identifying the floral origin of honeys from apiaries near the CEMC.

The results of the characterization and identification of the floral origin showed that the flora of the study area is mainly composed of *Heliocarpus donnellsmithii*, *Bursera simaruba*, *Viguiera dentata* and *Ipomoea carnea*, species of importance for the beekeeping activity, which is carried out by the ejido's producers. The protein profile showed a main band in the three profiles obtained with a molecular weight of 50 kDa, which could be due to a similarity between honeys from the same region. Therefore, the results obtained contribute to the knowledge of the flora of the area, which will help to generate interest among the inhabitants to protect the forests present in EMC.

**Key words:** flora, floristics, proteins, melisopalynology, floral origin, honey



## DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a todas las personas que no se quisieron ir, pero que perdieron la vida a causa del COVID-19.

Muy en especial a mi Abuela: **María Dimas Pool Pool+**.  
**(Familiares y Amigos +)**

A mis Ángeles en el cielo: **Marcelino Acosta+ y Julia Dzul+**.

Abuelos gracias porque, aunque en esta vida no los tengo en cuerpo, sé que desde donde se encuentran siempre me brindan amor, paciencia, apoyo y fortaleza.

A mis padres **Faustina del Rosario Och Pool** y **Fausto Javier Acosta Dzul** quienes son mi inspiración para superarme, a crecer profesionalmente, los que me apoyan en todos los aspectos de esta vida, los cuales me hacen sentir acompañada a pesar de la distancia, gracias por sus regaños, apoyo y sobre todo su amor.

## AGRADECIMIENTOS

A mi consejera académica y directora de tesis, Dra. Eliana Josefina Noguera Savelli por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios de maestría con éxito, si bien dicen que las personas buenas existen, ella es claro ejemplo de ello. Por su apoyo en el trabajo de campo y por su asesoría en la metodología del Análisis Melisopalinológico.

A mi asesora interna Dra. Itzel López Rosas, quien se tomó el arduo trabajo de transmitirme sus diversos conocimientos, especialmente en el laboratorio, muchas gracias por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como poder contar con su apoyo en los momentos complicados. Por su apoyo en el área de Proteómica del Laboratorio de Biología Molecular y Genómica Funcional, y su asesoría en el manejo de los equipos para realizar el análisis de proteínas de polen de las muestras de miel.

A mi asesor externo por el tiempo dedicado en sus revisiones para mejorar mi trabajo, muchas gracias Dr. Gustavo Mendoza Arroyo.

A los Apicultores del Ejido Miguel Colorado, ya que sin su ayuda parte de este trabajo no existiría.

A la Asociación Turística Miguel Colorado S.P.R., por otórgame el permiso para desarrollar mi trabajo de investigación en el Centro Ecoturístico Miguel Colorado.

Al equipo Pronatura-Campeche, por el apoyo brindado en el Ejido Miguel Colorado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por el otorgamiento de la beca de posgrado (Num. 744905).

Al Colegio de Postgraduados Campus Campeche por la oportunidad de formar parte de la institución como estudiante en el programa de posgrado en Bioprospección y

Sustentabilidad Agrícola en el Trópico, así como el apoyo para el uso de las instalaciones e infraestructura para desarrollar mi proyecto de tesis.

Al financiamiento obtenido a través de los Apoyos para Actividades Académicas (AAA) años 2019-2020, 2020-2021, como estudiante del Posgrado en Bioprospección y Sustentabilidad Agrícola en el Trópico.

Al financiamiento otorgado para el apoyo para actividades académicas años 2019-2020, 2020-2021 para la Dra. Eliana Noguera Savelli, perteneciente al Proyecto cátedras CONACyT N° 364-2016 “Reconversión productiva sustentable para el desarrollo de los productores rurales de Campeche.” y para la Dra. Itzel López Rosas, del Proyecto Cátedras CONACyT 1016-2015 “Desarrollo de la Genómica para la Innovación, Bioprospección y Sustentabilidad en el Trópico.

A mis profesores de los cursos, que durante estos años han aportado con un granito de arena a mi formación profesional.

Al personal del Colegio de postgraduados, Campus Campeche, que me acompañó a mis salidas de Campo.

Al Biol. Eduardo Castillo Cupul, por el apoyo en campo, ya que sin él no hubiera logrado culminar con éxito el muestreo de vegetación, además de ayudar con la toma fotográfica de las estructuras de los granos de polen.

A Don Gregorio Dzib y familia, por brindarme un espacio en su hogar para hospedarme en el Ejido Miguel colorado y desarrollar mi trabajo de campo.

A la M. en C. Julia Cristel Alcudia Pérez, por el apoyo en el laboratorio de Suelo, Agua, Plantas y Fisiología Vegetal, para desarrollar la metodología de la técnica de Melisopalinología.

A la Lic. Andrea López por el apoyo en la organización de las encuestas, a Leydi Huchin y Luis Gerardo Collí Cohuo por el apoyo en la aplicación de las mismas a los apicultores cooperantes.

A Héctor Manuel Collí Cohuo, Sofia Aguilar y Luis Gerardo Collí por el apoyo en el trabajo en campo.

Al Ing. Ebenezer Caamal Cahuich, por el apoyo en el traslado del Ejido al Centro Ecoturístico.

A la Dra. Patricia Guadarrama Chávez, por la oportunidad de realizar las tomas fotográficas de las estructuras polínicas en el Área de Microscopia del Laboratorio de Ecología, de la Unidad Multidisciplinaria de Docencia e investigación, Universidad Autónoma de México, sede Sisal, Yucatán.

A mis compañeros del programa de posgrado BIOSAT, por los buenos y malos momentos vividos juntos, los cuales se convirtieron en una auténtica aventura.

A mis compañer@s de vida que me demuestran que, aunque los años pasen la amistad perdura: Claudia Chablé, Guadalupe Kinil, Mirza Ramos, Mercedes Canul, Yeni Mejía, Raúl Castillo, Rufino Gómez y Pedro Homa.

A Bernardino Espinoza y Lucy Ramírez, por hacer más amena mi estancia en el estado de Campeche, además de ser quienes me apoyaron y demostraron que no se necesitan de tantos años para ser buenos amigos.

A la Dra. Patricia Guadarrama y la M. en C. Azucena Alvarado por su motivación a realizar estudios de posgrado, y porque a pesar de la distancia siempre me demuestran su apoyo y cariño.

A mi hermano Juan Carlos Acosta, mi cuñada Suemy Canul y sobrina Jazmín Acosta, gracias por su apoyo a distancia y ese gran ejemplo a seguir adelante, a nunca retroceder y ser firme en mis decisiones.

A lo largo de este camino académico, han sido muchas las personas que me han acompañado, a quienes les agradezco todo el apoyo, cariño, afecto y sobre todo cada consejo brindado en las circunstancias más complicadas, en las que cada palabra me sirvió de aliento para continuar y culminar mis objetivos, sin embargo, el ciclo de vida de

algunas de estas personas concluyo, a pesar de esto les brindo mis más grandes y sinceros agradecimientos hasta el lugar donde se encuentren.



Este trabajo se realizó en el marco del **Proyecto Cátedras CONACyT N° 364: “Reconversión productiva sustentable para el desarrollo de los productores rurales de Campeche.”**

y forma parte del **Proyecto específico:**

**“Determinar las especies de flora nativa multipropósito en el marco de la reconversión productiva del estado de Campeche.”**

## CONTENIDO

LISTA DE CUADROS .....	xiv
LISTA DE FIGURAS .....	xvii
LISTA DE ABREVIATURAS .....	xx
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.2 OBJETIVOS.....	4
1.2.1 Objetivo general .....	4
1.2.2 Objetivos específicos .....	4
1.3 HIPÓTESIS.....	4
CAPITULO II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	5
2.1. Vegetación y flora .....	5
2.2. Vegetación y flora en la Península de Yucatán .....	5
2.3. Servicios ambientales de la cubierta vegetal.....	6
2.4. Vegetación en Campeche .....	8
2.5. Vegetación asociada a los cenotes .....	9
2.5.1. Cenotes.....	10
2.5.2. Problemática de los cenotes .....	12
2.6. Apicultura.....	13
2.6.1. La apicultura en la Península de Yucatán .....	14
2.6.2. Importancia de la apicultura .....	15
2.6.3. Características socioambientales de la apicultura .....	15
2.6.4. Importancia de la flora para la Apicultura .....	16
2.6.5. Flora melífera .....	17
2.6.6. Clasificación de la flora apícola .....	18
2.6.7. Propiedades de las plantas de utilidad en la apicultura .....	18
2.7. De néctar a miel.....	19
2.8. La miel .....	19

2.9. El polen.....	20
2.10. Problemáticas de comercialización de la miel .....	20
2.11. Análisis de proteínas en polen de miel .....	21
2.12. Melisopalinología .....	22
<b>CAPITULO III. AREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>25</b>
3.1. Descripción del área de estudio .....	25
3.1.1. Geología y suelos .....	25
3.1.2. Vegetación .....	27
3.1.3. Características socioeconómicas .....	28
<b>CAPITULO IV.- ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN ASOCIADA A DOS CENOTES EN MIGUEL COLORADO, CHAMPOTÓN, CAMPECHE, MÉXICO. ....</b>	<b>29</b>
4.1. Introducción .....	29
4.2. Materiales y Métodos .....	30
4.2.1. Delimitación del área de estudio .....	30
4.2.2. Recolección de datos de vegetación .....	31
4.2.3 Recolección de muestras botánicas .....	32
4.2.4 Prensado de las muestras botánicas.....	32
4.2.5 Secado de las muestras botánicas.....	32
4.2.6. Identificación de muestras botánicas.....	34
4.2.7. Índice de Margalef.....	34
4.2.8. Diversidad .....	34
4.2.9. Equitabilidad .....	35
4.2.10. Índice de Bray-Curtis.....	35
4.3. Resultados .....	36
4.3.1. Composición florística .....	36
4.3.2. Riqueza.....	37
4.3.3. Diversidad .....	37
<b>D</b>	<b>37</b>
4.3.4. Índice de valor de importancia (I.V.I. ....	38

4.3.5. Índice de similitud.....	42
4.3.6. Análisis de componentes principales.....	45
4.3.7. Estructura.....	47
4.4. Discusión .....	52
CAPITULO V.- CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LOS APICULTORES DEL EJIDO MIGUEL COLORADO, CHAMPOTÓN, CAMPECHE, MÉXICO. ....	56
5.1. Introducción .....	56
5.2. Materiales y Métodos .....	57
5.2.1. Encuestas .....	57
5.2.2. Análisis de datos .....	57
5.2.3. Flora apícola .....	58
5.3. Resultados .....	58
5.3.1. Perfil sociodemográfico de los apicultores.....	58
5.3.2. Actividades principales en los apiarios .....	59
5.3.3. Organización de los apicultores y aspectos socioeconómicos .....	62
5.3.4. Flora de interés apícola.....	62
5.3.5. Fenología de floración.....	62
5.3.6. Problemáticas e intereses generales de la apicultura en EMC .....	65
5.4. Discusión .....	68
CAPITULO VI. DETERMINACIÓN DEL ORIGEN FLORAL DE LAS MIELES PRODUCIDAS EN APIARIOS ALEDAÑOS A LOS CENOTES LOS PATOS Y AZUL. ....	73
6.1. Introducción .....	73
6.2. Materiales y Métodos .....	74
6.2.1. Extracción de proteínas.....	75
6.2.2. Cuantificación de proteínas .....	76
6.2.3. Determinación del Perfil de proteínas.....	76
6.2.4. Melisopalinología .....	79
6.2.5. Determinación de la intensidad de color y pH en muestras de miel.....	82



6.3. Resultados .....	83
6.3.1. Perfiles de proteínas .....	84
6.3.2. Contenido de proteínas .....	88
6.3.3. Melisopalinología .....	88
6.3.4. Valores de colorimetría y pH .....	110
6.4. Discusión .....	116
CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	126
DISCUSIÓN GENERAL .....	126
CONCLUSIONES .....	127
CONSIDERACIONES FINALES .....	129
CAPITULO VIII. LITERATURA CITADA.....	130
ANEXOS.....	151

## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro 2.1.</b> Clasificación de la vegetación en Campeche por autor. ....	9
<b>Cuadro 2.2.</b> Tipos de capitales para la apicultura. ....	14
<b>Cuadro 4.1.</b> Sitios de muestreo de vegetación en el Centro Ecoturístico Miguel Colorado. ....	30
<b>Cuadro 4.3.</b> Valores de diversidad y equitabilidad de tres sitios de muestreo .....	37
<b>Cuadro 4.2.</b> Vegetación presente en cinco parcelas ubicadas en el CEMC. ....	39
<b>Cuadro 4.4.</b> Índice de similitud entre los tres sitios de muestreo en el CEMC. ....	42
<b>Cuadro 4.5.</b> Resultados de análisis del porcentaje de disimilitud (SIMPER) se muestran el porcentaje de contribución de las especies. ....	44
<b>Cuadro 4.6.</b> Datos de estructura de los sitios muestreados en el CEMC. ....	47
<b>Cuadro 4.7.</b> Parámetros estructurales del estrato arbóreo presente en los cenotes Los Patos y Azul. ....	48
<b>Cuadro 4.8.</b> Parámetros estructurales del estrato arbustivo presente en los cenotes los Patos y Azul. ....	48
<b>Cuadro. 4.9.</b> Parámetros estructurales del estrato herbáceo presente en los cenotes Los Patos y Azul. ....	49
<b>Cuadro 5.1.</b> Formas de aprendizaje de la actividad apícola y las principales ocupaciones de los apicultores del Ejido Miguel Colorado. ....	59
<b>Cuadro 5.2.</b> Principales prácticas de manejo realizadas por los apicultores del Ejido Miguel Colorado. ....	60
<b>Cuadro 5.3.</b> Percepción de los apicultores encuestados en cuanto al origen botánico de las mieles. ....	64
<b>Cuadro 5.4.</b> Principales problemas según su frecuencia de repetición por parte de los apicultores encuestados. ....	65
<b>Cuadro 5.5.</b> Principales especies de plantas y meses de floración para la producción de miel reconocidos por los apicultores encuestados del EMC. ....	66

<b>Cuadro 6.1.</b> Listado total de muestras obtenidas por apiario con su ubicación. ....	84
<b>Cuadro 6.2.-</b> Contenido de proteínas en $\mu\text{g}/\text{mg}$ de polen en muestras de miel. ....	88
<b>Cuadro 6.3.</b> Datos proporcionados por los apicultores respecto al origen floral de las mieles producidas y la ubicación de cada apiario. ....	89
<b>Cuadro 6.4.</b> Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 1F. ....	89
<b>Cuadro 6.5.</b> Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 2F. ....	90
<b>Cuadro 6.6.</b> Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 3F. ....	91
<b>Cuadro 6.7.</b> Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 4F.M. ....	91
<b>Cuadro 6.8.</b> Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 5F. ....	92
<b>Cuadro 6.9.</b> Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 6F. ....	93
<b>Cuadro 6.10.</b> Datos proporcionados por los apicultores respecto al origen floral de las mieles producidas y la ubicación de cada apiario. ....	95
<b>Cuadro 6.11.</b> Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 1M. ....	96
<b>Cuadro 6.12.</b> Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 2M. ....	96
<b>Cuadro 6.13.</b> Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 3M. ....	97
<b>Cuadro 6.14.</b> Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 4M. ....	98
<b>Cuadro 6.15.</b> Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 5M. ....	98
<b>Cuadro 6.16.</b> Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 6M. ....	99

<b>Cuadro 6.17.</b> Datos proporcionados por los apicultores respecto al origen floral de las mieles producidas y la ubicación de cada apiario.....	102
<b>Cuadro 6.18.</b> Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 1D.....	102
<b>Cuadro 6.19.</b> Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 2D.....	103
<b>Cuadro 6.20.</b> Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 3D.....	104
<b>Cuadro 6.21.</b> Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 4D.....	104
<b>Cuadro 6.22.</b> Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 5D.....	105
<b>Cuadro 6.23.</b> Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 6D.....	106
<b>Cuadro 6.24.</b> Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 7 octubre.....	109
<b>Cuadro 6.25.</b> Valores obtenidos de análisis de Calorimetría y pH en mieles del ejido Miguel Colorado.....	111

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 3.1.</b> Localización geográfica del Ejido Miguel Colorado Champotón, Campeche, México. ....	25
<b>Figura 3.2.</b> Centro Ecoturístico Miguel Colorado.....	26
<b>Figura 4.1.</b> Mapa de ubicación de las parcelas establecidas en los cenotes Azul y Los Patos del CEMC.....	31
<b>Figura 4.2.</b> Colecta, prensado y secado de las muestras de vegetación obtenidas.....	33
<b>Figura 4.3.</b> Formas de vida y sus porcentajes de presencia en la vegetación del CEMC. ....	37
<b>Figura 4.4.-</b> Especies con mayor valor de importancia.....	38
<b>Figura 4.5.</b> Vegetación presente en la temporada de muestreo en el CEMC.....	41
<b>Figura 4.6.</b> Índice de disimilitud entre las parcelas muestreadas en las tres áreas de estudio. ....	42
<b>Figura 4.7.</b> Distribución de los individuos que se encuentran en cada parcela muestreada.....	43
<b>Figura 4.8.</b> Análisis de Componentes Principales de la contribución de las especies presentes en las cinco parcelas muestreadas en el CEMC. ....	46
<b>Figura 5.1.</b> Apiarios aledaños al Centro Ecoturístico Miguel Colorado.....	61
<b>Figura 5.2.</b> Vegetación circundante en tres apiarios de los apicultores cooperantes del Ejido Miguel Colorado.....	63
<b>Figura 5.3.</b> Análisis de correspondencia entre edad, antigüedad en la actividad apícola y método empírico de clasificación de tipos de mieles.....	64
<b>Figura 6.1.</b> Mapa de ubicación de los apiarios circundantes a los cenotes Los Patos y Azul.....	75
<b>Figura 6.2.</b> Extracción y análisis de proteínas del polen en muestras de miel.....	78
<b>Figura 6.3.</b> Proceso de extracción del polen en las muestras de miel.....	81
<b>Figura 6.4.</b> Determinación de la intensidad de color.....	83

<b>Figura. 6.5.</b> Perfil de proteínas de muestras colectadas en febrero y octubre 2020.. .....	86
<b>Figura. 6.6.</b> Perfil de proteínas de muestras colectadas en mayo y octubre 2020.. .....	86
<b>Figura. 6.7.</b> Perfil de proteínas de muestras colectadas en diciembre y octubre 2020. ....	86
<b>Figura 6.8.</b> Frecuencia de especies arbóreas identificadas de las muestras de miel de febrero.....	94
<b>Figura 6.9.</b> Frecuencia de especies arbustivas identificadas de las muestras de miel de febrero.....	94
<b>Figura 6.10.</b> Frecuencia de especies herbáceas identificadas de las muestras de miel de febrero.....	95
<b>Figura 6.11.</b> Porcentajes (%) de ocurrencia del polen de las familias identificadas de las muestras miel de febrero. ....	95
<b>Figura 6.12.</b> Frecuencia de especies arbóreas identificadas de las muestras de miel de mayo. ....	100
<b>Figura 6.13.</b> Frecuencia de especies arbustivas identificadas de las muestras de miel de mayo. ....	100
<b>Figura 6.14.</b> Frecuencia de especies herbáceas identificadas de las muestras de miel de mayo. ....	101
<b>Figura 6.15.</b> Porcentajes (%) de ocurrencia del polen de las familias identificadas en la miel de mayo. ....	101
<b>Figura 6.16.</b> Frecuencia de especies arbóreas identificadas de las muestras de miel de diciembre.....	107
<b>Figura 6.17.</b> Frecuencia de especies arbustivas identificadas de las muestras de miel de diciembre.....	107
<b>Figura 6.18.</b> Frecuencia de especies herbáceas identificadas de las muestras de miel de diciembre.....	108
<b>Figura 6.19.</b> Porcentajes (%) de ocurrencia del polen de las familias identificadas en la miel de diciembre. ....	108

<b>Figura 6.20.</b> Frecuencia de especies arbóreas identificadas de las muestras de miel de octubre. ....	109
<b>Figura 6.21.</b> Frecuencia de especies arbustivas identificadas de las muestras de miel de octubre. ....	110
<b>Figura 6.22.</b> Porcentajes (%) de ocurrencia del polen de las familias identificadas en la miel de octubre. ....	110
<b>Figura 6.23.</b> Frecuencia por mes de la contribución polínica de cada familia de las muestras de miel colectadas .....	113
<b>Figura. 6.24.</b> Estructuras polínicas con mayor participación en las muestras de miel analizadas.....	114
<b>Figura 6.25.</b> Porcentajes (%) de ocurrencia del polen de las familias identificadas de la miel de todos los meses de cosecha. ....	115
<b>Figura 6.26.</b> Frecuencia de especies arbóreas identificadas de las muestras de miel colectadas durante todo el año.....	115
<b>Figura 6.27.</b> Frecuencia de especies arbustivas identificadas de las muestras de miel colectadas durante todo el año.....	116
<b>Figura 6.28.</b> Frecuencia de especies herbáceas identificadas de las muestras de miel colectadas durante todo el año.....	116

## LISTA DE ABREVIATURAS

**PY.** Península de Yucatán  
**PYM.** Península de Yucatán mexicana  
**EMC.** Ejido Miguel Colorado  
**ANP.** Áreas Naturales Protegidas  
**CEMC.** Centro Ecoturístico Miguel Colorado  
**DAP.** Diámetro de Altura al Pecho  
**I.V.I.** Índice de valor de importancia  
**ANOSIM.** Analysis of Similarities  
**MDIFCOLO.** método de diferenciación por color  
**MDIFTEMP.** método de diferenciación por temporada  
**MEDIFSABO.** método de diferenciación por sabor  
**DDIFOLOR.** método de diferenciación por olor  
**ESPEBAJA.** experiencia baja  
**ESPEMEDI.** experiencia media  
**ESPEALTA.** experiencia alta  
**PROJOVEN.** productor joven  
**PROADUL.** productor adulto  
**PROMAYO.** productor mayor  
**SDS-PAGE.** electroforesis en gel de poliacrilamida con dodecilsulfato sódico  
**kDa.** kilodalton  
**μL.** Microlitro  
**μg.** Microgramo  
**mg.** miligramo  
**M.** metro  
**BSA.** albúmina de suero bovino  
**rpm.** revoluciones por minuto  
**Nm.** nanómetro  
**DC.** desconocido  
**Spp.** Especies



## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Parte de la cubierta vegetal de la Península de Yucatán (PY), está conformada por aproximadamente 10 millones de hectáreas de selvas ocupando así la mayor superficie de su extensión territorial, además, la flora de la PY está constituida por el 5.17 % de especies vegetales endémicas, formando parte de la gran diversidad florística mexicana (Fernández-Carnevali *et al.* 2012, Jong, 2013). El Estado de Campeche es uno de los estados que conforman la PY, el cual posee un macizo forestal aún conservado y que contribuye al mantenimiento de la biodiversidad de la PY, además, ocupa el tercer lugar de extensión territorial con 4.6 millones de hectáreas de superficie, compuesta por el 80% de selvas (SEMARNAT, 2003, Benítez *et al.* 2010, Noguera-Savelli, 2020).

El origen kárstico de la PY, ha dado lugar a importantes procesos de disolución, en el que predominan las formaciones Endo y Exokársticas, entre estas, algunas depresiones en forma de Cenotes (Paredes *et al.* 2019), estos cuerpos de agua contienen numerosos organismos vegetales circundantes a su periferia, conformada por especies de las zonas externas (Coronado-Ávila *et al.* 2015). Se encuentran ubicados en selvas baja subcaducifolia y mediana subcaducifolia, las especies encontradas circundantes a estos cuerpos de agua son generalmente de selva perennifolia y poseen característicamente muchas epífitas (Flores-Guido, 2010). Estos ecosistemas han adquirido potencial importancia al conocimiento de la biodiversidad (Romeu, 1997) por tener gran valor paisajista al poseer una gran diversidad de plantas, flores y agua cristalina, lo que representa una fuente de alimento para la fauna silvestre en la región, entre estas las abejas, se reconoce que las abejas son el polinizador universal, del cual dependen tres de cada cuatro plantas, otro aspecto es que tienen la capacidad de producir miel (Villalobos-Zapata *et al.* 2010, Negrín-Muñoz y Sotelo-Santos, 2016), contribuyendo con ingresos económicos para los apicultores, por lo que no hay duda que estos ecosistemas y las abejas están unidos, quizás esta dualidad une a los humanos con el futuro, además representa un beneficio indirecto para la recuperación y estabilización de ecosistemas en peligro de extinción, contribuyendo con la conservación de la biodiversidad (Ayala-Arcipreste, 2001).

La apicultura es una de las principales actividades económicas de la PY, siendo la región considerada como una importante productora y exportadora de miel a nivel nacional, sin embargo, las condiciones socioeconómicas y técnicas que enfrentan los apicultores han generado consecuencias en sus beneficios económicos, debido a las actuales normas y exigencias de calidad (Martínez-Puc *et al.* 2018), por ello, conocer el origen floral de la miel constituye un sello de calidad y originalidad en la producción de la miel de cada región (Castillo-Cázares *et al.* 2016).

Se han realizado numerosos estudios para investigar la composición de la miel, la cual depende de sus orígenes geográficos y botánicos, el procedimiento estándar para evaluar el origen botánico de la miel es la melisopalinología, que consiste en el análisis microscópico del polen presente en la miel después de la filtración o centrifugación, sin embargo, requiere experiencia en taxonomía vegetal (Ecem-Bayram y Demir, 2018). Por lo tanto, muchos investigadores se han dado a la tarea de buscar y proponer métodos alternativos para conocer el origen floral de las mieles, desde el análisis de compuestos volátiles y el análisis de proteínas, aunque las proteínas se encuentran en cantidades bajas, se originan a partir del néctar y el polen y, como tales, son particulares en ciertos tipos de miel, por lo que, se propone pueden usarse como indicadores para determinar su identidad (Jamnik *et al.* 2012, Erban *et al.* 2019).

La fuente primordial para el desarrollo de las principales actividades en el Ejido Miguel Colorado son las plantas, es por eso, que el principal objetivo del presente trabajo fue caracterizar la vegetación circundante a los cenotes para generar conocimiento sobre la diversidad florística y su uso potencial en la apicultura, como estrategia para su uso sustentable y de conservación en actividades económicas que forman parte del ingreso familiar de los ejidatarios.

## 1.1 JUSTIFICACIÓN

El estado de Campeche está caracterizado por presentar un ecosistema terrestre conformado por diversos tipos de selvas tropicales, parte de estas ubicadas en los linderos o cercanías de los cuerpos de agua llamados cenotes, que además de tener un valor estético, son de importancia ecológica (Flores-Guido, 2010), puesto que, contiene la parte forestal tropical más grande, sin embargo, el conocimiento generado sobre la diversidad florística en la PY, se ha enfocado principalmente al Estado de Yucatán, siendo escaso el conocimiento generado sobre la vegetación y flora del Estado de Campeche (Villalobos-Zapata *et al.* 2010).

Los cenotes son el ecosistema más distintivo de la PY, se encuentran rodeados por especies vegetales que proveen potencial de uso melífero los cuáles tienen un gran valor económico y social, aportando beneficios a las comunidades donde se encuentran estos ecosistemas (Coh-Martínez *et al.* 2017). En la actualidad posee un alto valor turístico al estar destinados en muchos casos como áreas recreativas para el turismo nacional e internacional, sin embargo, hasta la fecha no se ha abordado algún estudio sobre la composición y estructura de su vegetación, el conocimiento de la flora presente en estos ecosistemas representa una aportación para la valoración y conservación de sus recursos florales en la región.

Resulta primordial la conservación de la vegetación en el Ejido Miguel Colorado (EMC), por la importancia que representa para el desarrollo de sus principales actividades económicas, la apicultura y el ecoturismo. La vegetación presente en el EMC es un recurso primordial para las abejas por el pecoreo en las temporadas de floración, por tal razón, contribuir con datos sobre cuáles especies vegetales son más utilizadas por la abejas, aunado con la caracterización de especies vegetales circundantes a los cenotes, ayudará a generar conocimientos sobre la flora de interés apícola, lo que permitirá la concientización de la población sobre el uso, manejo y aprovechamientos de los recursos vegetales, permitiendo así, desarrollar actividades económicas con una visión más sustentable y lograr promover la importancia de la conservación de vegetación que se encuentra circundantes a los cenotes.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo general**

Caracterizar la vegetación circundante a los cenotes Los Patos y Azul del Ejido Miguel Colorado, Champotón, Campeche para generar conocimiento sobre la diversidad florística y su uso potencial en la apicultura, como estrategia para uso sustentable y de conservación.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Determinar la diversidad florística de la vegetación asociada en los cenotes Los Patos y Azul del Ejido Miguel Colorado.
- Caracterizar la vegetación asociada a los cenotes Los Patos y Azul del Ejido Miguel Colorado.
- Identificar el origen floral de las mieles producidas en apiarios aledaños a los cenotes Los Patos y Azul.

## **1.3 HIPÓTESIS**

Las áreas conservadas de vegetación asociadas a cenotes estarán conformadas por una mayor diversidad de especies vegetales características de selva baja y mediana subcaducifolia por lo que constituyen áreas de alta diversidad específica con potencial para actividades económicas que promuevan su uso sustentable como la apicultura.

## CAPITULO II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Vegetación y flora

La vegetación es el resultado de factores ambientales sobre la interacción de las especies que cohabitan en el espacio-tiempo, refleja la naturaleza del suelo, la disponibilidad de agua y de nutrientes, el clima, así como también factores antrópicos y bióticos (Padilla-Gómez, 2007). Se caracteriza por su propia fisonomía (estructura y composición), esencial para comprender su naturaleza y distribución. La fisonomía se registra y conoce en recolección de datos florísticos para caracterizar una comunidad vegetal (Flores y Álvarez-Sánchez, 2011). La florística se trata de un estudio para conocer las especies vegetales de un área geográfica (Escobar, 2013; López-Vargas *et al.* 2015).

### 2.2. Vegetación y flora en la Península de Yucatán

Florísticamente, la península está compuesta por diversas comunidades vegetales, como: vegetación costera, manglar, selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia, selva mediana subperennifolia, selva baja inundable, sabanas, peténes, comunidades de hidrófilas y vegetación secundaria (Flores-Guido *et al.* 1994), se puede encontrar una gran diversidad de plantas con flores con una estimación aproximada de 250 mil especies, sin embargo, esta es diferente dependiendo del autor, debido a que la información es abundante para un solo especialista, por lo que, generalmente los botánicos se centran en el estudio de un grupo ya sea familia o género (Fernández-Carnevali *et al.* 2012).

Se han publicado diversos listados florísticos para la PY, algunos son: Sosa *et al.* (1985), Durán *et al.* (2000), Arellano-Rodríguez *et al.* (2003), Fernández-Carnevali *et al.* (2010), Pérez-Sarabia *et al.* (2017), además el CICY (Centro de Investigación Científica de Yucatán), cuenta con una plataforma digital que concentra la información de los ejemplares depositados en el Herbario CICY, (<https://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital>) (Ramírez-Morillo, 2019). En la PY la flora está comprendida por al menos 2,300 especies

distribuidas en 956 géneros y 161 familias como nativas o asilvestradas (Fernández-Carnevali *et al.* 2010). En el 2018 se actualizaron los datos en la PYM con el registro de 2327 especies de plantas vasculares, las angiospermas tienen la mayor representatividad con 2,259 plantas (Duno de Stefano *et al.* 2018). Posterior al listado florístico publicado por Fernández-Carnevali *et al.* (2010) las principales contribuciones provienen de los estados de Campeche y Quintana Roo (Pérez-Sarabia *et al.* 2017).

Las familias más diversas de la PY son: Fabaceae, Poaceae, Asteraceae, Orchidaceae, entre otras familias de plantas frecuentemente estudiadas por los botánicos como son: Amaranthaceae, Apocynaceae, Arecaceae, Boraginaceae, Bromeliaceae, Convolvulaceae, Loranthaceae, Maranthaceae, Metteniusaceae y Polygonaceae (Duno de Stefano *et al.* 2018). Cabe resaltar que los géneros con mayor riqueza son: *Ipomoea*, *Croton*, *Euphorbia*, *Cyperus* y *Rhynchospora* (Fernández-Carnevali *et al.* 2012).

A la fecha se cuenta con avances en el conocimiento de la flora de la Península de Yucatán, no obstante, continua siendo indispensable seguir estudiandola, a fin de conocer a totalidad su diversidad y distribución, esto es un reto ante los pocos recursos asignados a la ciencia, la escasez de nuevas generaciones de taxónomos y a las tasas de deforestación en la PY (Ramírez-Morillo, 2019).

### **2.3. Servicios ambientales de la cubierta vegetal**

La cobertura vegetal representa un papel importante en los ecosistemas, al formar nichos ecológicos de diversas formas de vida, además, brinda servicios ambientales como; la limpieza de la atmósfera, el suministro y regulación del ciclo del agua, la conservación del suelo, y el equilibrio climático global (Carabias y Arizpe, 1993).

Los servicios ambientales parten de una interpretación antropogénica, donde los elementos de su funcionamiento están valorados de acuerdo con el beneficio que representan, para el ser humano, este concepto contribuye de forma fundamental a que la sociedad pueda notar que la calidad de vida está dependiente de la disponibilidad de los recursos naturales y tome conciencia de la necesidad de mantener los ecosistemas (Sell *et al.* 2006). La Evaluación de Ecosistemas del Milenio (2003), considera cuatro categorías.

1. Servicios de base: son los que brindan soporte para el desarrollo de los demás servicios de los ecosistemas.
2. Servicios de suministro: son los productos que se obtienen de los ecosistemas.
3. Servicios de regulación: son los beneficios que se obtienen de la regulación de los procesos de los ecosistemas.
4. Servicios culturales: son los beneficios intangibles que se obtienen de los ecosistemas.

La cobertura vegetal forma parte fundamental en el ciclo hidrológico al ayudar a conservar el agua y mantenerla en el sistema e influye en los tipos de climas de la región (Orellana-Lanza *et al.* 2008). Si la cubierta vegetal desaparece, se perdería una parte significativa del ciclo hidrológico, dado que, de él dependen los componentes químicos con los que cuentan los organismos vivos y los componentes inertes (Orellana y Espadas, 2017).

La relación entre ambiente-sociedad no ha sido benéfica en muchos casos, y las perturbaciones han aumentado en las últimas décadas. Debido, al crecimiento poblacional y el desarrollo de la agricultura moderna, esta tendencia ha ocasionado la rápida destrucción de la vegetación local y regional en los sistemas agrícolas, eliminando la vegetación y la fauna silvestre como recurso natural (Núñez *et al.* 2003).

El ordenamiento ecológico integra dos conceptos: primero el de la biorregión (territorio que conforma un espacio con características naturales, geográficas e históricas comunes), o ecorregión (es un área biogeográfica relativamente grande), que incorpora la idea de conservar siempre una parte de la vegetación natural, no sólo para valores de paisaje sino también para asegurar el mantenimiento de los servicios ecológicos (Campo y Duval, 2014).

La protección de la vegetación requiere de un entendimiento profundo de la relación ambiente-sociedad en espacios geográficos concretos (Campo y Duval, 2014). En este sentido, Luebert y Becerra, (1998) exponen que la variedad y cantidad de tipos de vegetación son indicadores relevantes en el análisis de la biodiversidad de un ecosistema para su conservación.

Las selvas tropicales son valiosas, porque contienen la mayor diversidad genética y biológica de todas las comunidades terrestres, y sólo se asemejan en biodiversidad a los arrecifes de coral (Gómez-Pompa, 1985; Patiño, 1987), además, cuentan con la capacidad de recarga de los acuíferos y regulan las aguas de escorrentía en la pared alta de las cuencas (Benítez *et al.* 2010).

Por tanto, el uso y manejo de las plantas no pueden separarse uno del otro, puesto que si no se tiene un conocimiento acerca del uso de algún recurso no se puede dar un manejo y aprovechamiento adecuado del mismo (Flores-Guido *et al.* 2010). Los inventarios florísticos, representan una alternativa real y accesible a la población tanto rural como urbana, para conocer los beneficios que proveen las plantas (Segura *et al.* 2001).

El funcionamiento del ecosistema tiene una estrecha relación con la cobertura vegetal, siendo un indicador útil para conocer lo que ocurre con el resto de la biota, por lo tanto, es trascendental tener un registro de la velocidad y dirección del cambio de diversas variables de la vegetación que resulta de ayuda, a fin de considerar mejores bases en el manejo y conservación de la biodiversidad (Leirana-Alcocer *et al.* 2009).

#### **2.4. Vegetación en Campeche**

Campeche es conector de la PY con el fuerte continental del México (territorio nacional ligado al continente americano y a las islas del país) y Centroamérica (Flores-Guido, 2010), contiene la mayor diversidad de especies, la cual no se encuentra registrada en su totalidad (Villalobos-Zapata *et al.* 2010). Presenta una cobertura de selvas tropicales de 4.6 millones de hectáreas de superficie (Flores-Guido *et al.* 1994). Cuenta con una masa forestal que sirve para el mantenimiento de la biodiversidad de la región conectándose con las selvas tropicales de Quintana Roo y Chiapas y con las selvas de Belice y del Petén Guatemalteco, forma parte del Corredor Biológico Mesoamericano (Benítez, *et al.* 2010)

En el estado de Campeche la vegetación se ha clasificado de acuerdo a diferentes autores (Cuadro 2.1), se han publicado diversos estudios florísticos, listados de flora, y estudios de vegetación en estado como el de Duran-García (1995), Zamora-Crescencio



(2003), Escalona *et al.* (2010), Echeverria *et al.* (2014), Gutiérrez-Báez *et al.* (2015, 2016, 2017) y Zamora Crescencio (2020). La Reserva de la Biosfera Calakmul, es una de las áreas del estado más explorada y se han publicado diversos trabajos: Díaz-Gallegos *et al.* (2001), Martínez y Galindo-Leal, (2002), Chan-Dzul, (2010), Díaz-Gallegos *et al.* (2014), entre otros.

**Cuadro 2.1.** Clasificación de la vegetación en Campeche por autor.

<b>Rzedowski (1990, 1994)</b>	<b>Dinerstein <i>et al.</i> 1995 y CONABIO, 1998</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bosque tropical perennifolio</li> <li>• Bosque tropical caducifolio</li> <li>• Bosque tropical subcaducifolio               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pastizal</li> </ul> </li> <li>• Vegetación acuática y subacuática</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selvas secas de la península de Yucatán</li> <li>• Selvas húmedas de la península Yucatán               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manglares de la laguna de Términos</li> <li>• Selvas húmedas Petén-Tehuantepec</li> </ul> </li> <li>• Pantanos de Centla</li> </ul>
<b>Vegetación presente en el estado de campeche (Arteaga, 2007)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selva alta y mediana subperennifolia</li> <li>• Selva mediana caducifolia y subcaducifolia</li> <li>• Selva baja perennifolia y Selva baja subperennifolia               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selva baja caducifolia y subcaducifolia                   <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sabana</li> <li>• Pastizal inducido y cultivado                       <ul style="list-style-type: none"> <li>• Palmar</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Vegetación halófila y gipsófila</li> </ul> </li> </ul>	

## 2.5. Vegetación asociada a los cenotes

La riqueza de especies de flora en un cenote se distribuye rodeando toda la superficie, respondiendo a un gradiente de humedad que comienza en la parte superior del cenote de 20 a 30 m del exterior, continuando por las paredes o pendientes (Flores-Guido, 2010). Los cenotes están ubicados en las selvas baja caducifolia y mediana subcaducifolia y las especies que se encuentran circundantes a estos cuerpos de agua son representativas de la selva perennifolia. La composición y la estructura en las selvas secas de la PY se vincula a la presencia de especies epifitas que viven con la disponibilidad de agua proveniente de la lluvia, el rocío, la neblina y la evaporación de las aguas de los cenotes abiertos (Flores-Guido, 2010).

Los mayas yucatecos definen a la vegetación como un elemento que rodea a los cenotes para delinear ciertos elementos del paisaje que proporcionan una serie de servicios

ambientales, contienen aproximadamente el 10% de todas las especies de plantas de México, incluidas muchas especies endémicas, además que contiene un gradiente ambiental rico en biodiversidad (Fernández-Carnevali *et al.* 2012).

Se ha demostrado que la presencia de materia orgánica es fundamental en el equilibrio químico de los cenotes para la recristalización del agua, puesto que en cenotes con baja presencia de materia orgánica no se produce dicha acción (Gaona-Vizcayno *et al.* 1980).

### 2.5.1. Cenotes

Los cenotes son el ecosistema más distintivo de la PY (Ruiz-Silva *et al.* 2007), están formados por la disolución de la roca carbonatada en la plataforma kárstica de la Península y se encuentran guiados por factores intrínsecos y extrínsecos, que se conducen en distintas etapas de tiempo y espacio, originando una extensa gama de formas y grados de karstificación (Beddows *et al.* 2007).

- Entre los factores intrínsecos comprenden: la litología, el grado de porosidad de la matriz y la fractura de la roca.
- En los extrínsecos contienen: el clima, la temperatura, la vegetación, la mezcla de agua dulce y salada y el tiempo de duración de la exposición al proceso en cuestión.

Los procesos de disolución se deben a la fracturación tectónica y al aumento de la pendiente en las planicies, lo que provoca un mayor contraste en la karstogénesis superficial tomando forma de cenotes, estos cuerpos de agua tienen una lámina de agua que suele estar permanente, con oscilaciones estacionales, sujetas a los procesos de infiltración a través del terreno semipermeable (Rebolledo-Vieyra *et al.* 2010). El mayor número de cenotes está centrados en el llamado “anillo de cenotes” ubicado en el estado de Yucatán (Perry *et al.* 2009) no obstante, en el estado de Campeche también se pueden encontrar estos cuerpos de agua (Noguera-Savelli, 2020).

Los cenotes tienen la característica de tener una gran diversidad ecológica, en el cual la vegetación circundante depende de la topografía del terreno, el tipo de suelo y el clima del lugar (Coronado-Ávila *et al.* 2015). Las características físicas son el resultado de los rasgos geográficos más notables de la región y la historia geológica de los sustratos que

lo conforman (Rebolledo-Vieyra *et al.* 2010). Las formas en las que se presentan los cenotes afectan las condiciones del cuerpo de agua y a su ambiente circundante del que depende en gran forma el ecosistema en conjunto (Beddows, 2015). En este sentido se considera que la roca caliza tiene propiedades físicas que originan la formación de los cenotes, determinan la existencia de un acuífero no confinado (Medina-González, 2013). El proceso de karstogénesis, genera el proceso de formas cilíndricas, con paredes cuasi verticales o troncocónicas, producido por el impacto de los fuertes gradientes geotérmicos (Espinosa-Cárdena *et al.* 2016). Existen tres tipos de cenotes (Medina-González, 2013):

- Abiertos: son los cenotes más antiguos y están completamente abiertos y rodeados de vegetación tipo selva (Medina-González, 2013).
- Semiabiertos: se encuentran en forma de cántaro con una pequeña apertura en parte superior con plantas acuáticas y algas (Medina-González, 2013).
- Subterráneos: son más profundos y no están abiertos al exterior, en estos cuerpos de agua la materia orgánica se encuentra disuelta, particulada, detrito orgánico, la materia orgánica y el detrito orgánico se remineralizan en nutrientes por vía microbiana, modificando las características fisicoquímicas del agua, la turbidez y el contenido de oxígeno disuelto, que inciden en la generación de gradientes químicos dando origen a aguas anóxicas y ácidas en el fondo (Beddows *et al.* 2007; Medina-González, 2013).

En los cenotes abiertos el agua acumula materia orgánica disuelta y detrito, los cuáles se mineralizan en nutrientes por vía microbiana y modifican las características fisicoquímicas de agua, la turbidez y el contenido de oxígeno disuelto, que inciden en la generación de gradientes químicos dando origen a aguas anóxicas y ácidas en el fondo (Beddows *et al.* 2007).

Se ha demostrado que la presencia de materia orgánica en el equilibrio químico de los cenotes es fundamental para la recristalización del agua, puesto que en cenotes con baja presencia de materia orgánica no se produce dicha acción (Gaona-Vizcayno *et al.* 1980). La apertura de un cenote determina hasta cierto punto la cantidad de materia que puede introducirse del suelo de la selva en épocas de lluvia, los cenotes totalmente expuestos

a la luz solar presentan una alta cantidad de materia orgánica: alóctona y autóctona (Beddows *et al.* 2007).

Una característica importante de los cenotes es la capacidad que tienen de reciclar su propio carbono a partir de la degradación de las hojas de la vegetación que crece en sus bordes, así como la disolución de sus paredes (Romeu, 1997, Carrillo-Jovel, 2019). Además, son áreas naturales de gran belleza, en las que la historia de los pueblos nativos de la PY se encuentra relacionado a su distribución como lugares de culto y misticismo (Polanco *et al.* 2015).

### **2.5.2. Problemática de los cenotes**

Estas cavidades han presentado diferentes problemas desde la modificación de sus estructuras, hasta el uso excesivo como sitios de recepción de basura, dichas actividades podrían provocar la desaparición de especies y llegar a ser colonizados por plagas, provocando otros peligros para los cenotes, como la devastación de la vegetación de sus bordes y alrededores (Nava, 2015), el gobierno debería realizar acciones de plan de manejo para convencer a los ganaderos locales, propietario de tierras para recuperar y restaurar la vegetación natural que ha sido removido alrededor de los cenotes (MacSwiney *et al.* 2006).

Los criaderos de cerdos pertenecientes a las granjas porcícolas a gran escala que operan en la PY son una de las fuentes de contaminación, las concentraciones de insecticidas y plaguicidas que son arrastradas directamente a los conductos subterráneos por las fisuras de la tierra dado las características porosas del suelo de la PY. Otra problemática notable, es la extracción de una gran cantidad de agua de ellos para el establecimiento de complejos turísticos, además de los cambios directos que se hacen en las estructuras de algunos cenotes o de sus conductos para utilizarlos como atracción turística (Romeu, 1997, López-Monzalvo, 2017).

Además, se han reportado evidencia de contaminación fecal en los cenotes, los cuales representan un factor de riesgo para la salud, así mismo afectan al ecosistema y a las comunidades de microorganismos que habitan en el (Leal-Bautista *et al.* 2011, Rosiles-González *et al.* 2017).

Todas las problemáticas antes mencionadas derivan en la pérdida de vegetación circundante a estos cuerpos de agua generando así, el desplazamiento de fauna, pérdida del hábitat, reducción de infiltración del agua de lluvia, alteración del paisaje, erosión de suelos y la amenaza del colapso de la roca (Martínez-Díaz *et al.* 2018).

## 2.6. Apicultura

La apicultura destaca al ser una importante actividad tradicional, por los productos que se derivan de las colmenas y por el papel de las abejas en el medio ambiente al ser un grupo importante de polinizadores, siendo así una actividad estratégica en la colaboración a la conservación de la flora y los ecosistemas (Hernández-Rojas, 2006; Rodríguez *et al.* 2010; Potosí-Criollo y Yépez-Moncayo, 2015).

La apicultura obtiene dos beneficios:

- Directos: derivado de la venta de los productos apícolas.
- Indirectos: consecuencia de la labor que realiza como vector de polen en los cultivos

Existen dos tipos de apicultura:

- Apicultura sedentaria: donde la ubicación de las colmenas no varía
- Apicultura trashumante o migratoria: donde las colmenas se trasladan a otros sitios en distintas temporadas de acuerdo al calendario de floración de cada región.

El desarrollo de la apicultura se basa en la presencia de los recursos naturales como: las abejas, la floración de las plantas y el agua, la apicultura asegura la continuidad en el tiempo de la naturaleza a través de la polinización de las plantas (Villanueva y Colli-Uca; 1996; Bradbear, 2005; Rodríguez *et al.* 2010). Es una actividad que ayuda a crear sistemas de vida sostenibles, los cuales dependen de la disponibilidad de varios tipos de capitales, que podemos resumir en cinco categorías: naturales, humanos, materiales, sociales y económicos, aunque este último no sea esencial para iniciar una actividad de apicultura competitiva, logra ser satisfactoria, si se reúnen las cinco capitales mencionadas por Bradbear, 2005 (Cuadro 2.2).

**Cuadro 2.2.** Tipos de capitales para la apicultura.

Naturales	Humanos	Materiales	Sociales	Económicos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las abejas</li> <li>• Sitios de crianza               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua</li> </ul> </li> <li>• Luz solar</li> <li>• Diversidad biológica</li> <li>• Recursos ambientales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades</li> <li>• Conocimientos</li> <li>• Buena salud               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortaleza</li> </ul> </li> <li>• Experiencia en la comercialización</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos</li> </ul> </li> <li>• Materiales</li> <li>• Transporte</li> <li>• Caminos               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua no contaminada</li> </ul> </li> <li>• Energía e instalaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyo familiar, amigos y redes sociales</li> <li>• Socios de grupo               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acceso a un ambiente social más amplio</li> </ul> </li> <li>• Resultados de investigaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinero en efectivo</li> <li>• Ahorros</li> <li>• Accesibilidad a préstamos o subsidio</li> </ul>

### 2.6.1. La apicultura en la Península de Yucatán

En la península de Yucatán la apicultura es practicada desde tiempos prehispánicos, pero con abejas sin aguijón; su fortaleza como economía rural, está sustentada por los recursos naturales que posee, misma que se refleja en el alto volumen de producción de miel y por cantidad de productores dedicados a ella. Exportando un 95% de la miel elaborada en la PY, generando mayores ganancias al organizarse los apicultores en sociedades y así comercializar sus propios productos, sin recurrir a intermediarios, coordinando su producción de forma comunitaria y familiar, procurando así mantener sus técnicas lo más parecidas a las que conocen y han heredado culturalmente (Ayala-Arcipreste, 2001, Güemes-Ricalde *et al.* 2003).

Los apicultores mayas tienen el conocimiento de ser esta una actividad vinculada a los ciclos naturales de su entorno, específicamente con árboles frutales, en donde las abejas son fuente importante en los ciclos ecológicos del ecosistema, por medio de la polinización, siendo la apicultura una manera de cooperar en el mantenimiento de los ciclos naturales, afortunadamente en las comunidades aún son responsables de necesitar de sus selvas y de su protección. Por tal motivo, el apoyo técnico para los apicultores es necesario, a fin de continuar la producción de miel de manera tradicional, sin afectar las selvas y los seres vivos presentes en ella (Güemes-Ricalde *et al.* 2003, Serralta-Batún, 2019).

### **2.6.2. Importancia de la apicultura**

En México, la apicultura es una actividad destacada, desarrollada en el sector agropecuario, con una producción de aproximadamente 57, 000 toneladas de miel por año, ocupando el sexto lugar a nivel mundial (SIAP 2017).

En la PY la apicultura es una de las actividades que aprovecha los recursos florísticos de su entorno, por tal motivo además de su función productiva representa un beneficio para la conservación de la biodiversidad y es esencial para la protección del medio ambiente (Cetzal-Ix *et al.* 2019).

La apicultura tiene un sistema competitivo, equitativo y sostenible por el bajo uso de insumos, por ser promotor del desarrollo tecnológico, generador de empleo, productor de alimentos y mejorador de la calidad de vida de los que ejercen esta actividad (Vázquez-Romero *et al.* 2012). Además, de ser una actividad predominante de tipo familiar en donde el apicultor y su familia desempeñan todas las actividades que implica, (SENASICA, 2008) por consiguiente, representa una actividad económica de gran valor económico para las comunidades, al generar productos que se puedan consumir y comercializar (Ayala-Arcipreste, 2001).

### **2.6.3. Características socioambientales de la apicultura**

La apicultura además de ser una actividad productiva que brinda beneficios económicos también representa un beneficio indirecto en la conservación de la biodiversidad y en ser un soporte esencial en la protección integrada del medio ambiente (Pérez de Ayala, 2010). Es una actividad que aprovecha los recursos florísticos nativos y cultivados de su entorno, es compatible con el cultivo tradicional de la milpa y con la conservación de la biodiversidad (Martínez-Puc *et al.* 2018).

Esta actividad presenta un gran valor ecológico, además es considerada como una actividad generadora de divisas, en la apicultura las abejas son elementales para el equilibrio del medio ambiente, debido que al obtener alimento de las flores; las plantas generan su proceso de fecundación, conocido como polinización cruzada, en donde las plantas generan oxígeno suficiente para la vida y, agrandan el rendimiento en los cultivos, facilitando un incremento en alimentos de origen vegetal (Espinosa-Montaña, 2005).

La apicultura provee de un capital natural, basándose en la presencia de recursos naturales como: las abejas, plantas en flor y el agua, esta actividad se integra fácilmente con una buena cantidad de sistemas de vida, utilizando los mismos recursos como ejemplo la silvicultura, la agricultura y las actividades de conservación, la apicultura garantiza la continuidad en el tiempo de la naturaleza a través de la polinización, las plantas silvestres y cultivadas, la plantas con flor y las abejas tiene una perfecta armonía, al no poder vivir una sin la otra (FAO, 2018).

#### **2.6.4. Importancia de la flora para la Apicultura**

Existe una gran diversidad de flora melífera en la PY registrada en diversos estudios a nivel local, estatal y regional (Cetzal-Ix *et al.* 2019), la flora apícola es fundamental al presentar diversos usos, algunos comerciales y otros significativos para los hogares (Porter-Bolland *et al.* 2009).

La lista de plantas melíferas y poliníferas registradas para el estado de Campeche es de por lo menos de 146 especies, provenientes de 101 géneros y representando 35 familias (Porter-Bolland, 2010). Estas especies incluyen árboles, arbustos, trepadoras, trepadoras leñosas y plantas anuales que se encuentran en diferentes tipos de vegetación.

La mayoría de las especies de importancia apícola son nativas, aunque algunas exóticas han venido a formar parte de las comunidades vegetales, sobre todo en los agroecosistemas (Porter-Bolland, 2010). La importancia de cada una de las especies como recurso para las abejas varía tanto en función de su distribución y abundancia como en la cantidad y calidad del néctar y del polen de cada una de las especies (Coh-Martínez *et al.* 2019).

Para un manejo adecuado de apiarios frente a los cambios naturales, es necesario contar con el conocimiento de las plantas que son aprovechadas por las abejas para la producción de miel y polen, las temporadas de floración y los elementos presentes del paisaje. Tales conocimientos pueden servir también para evaluar las posibilidades de producir mieles de determinado origen floral, aspecto principal para la comercialización en mercados internacionales Los estudios para la identificación de vegetación de uso



melífero aportan conocimientos para el manejo en la conservación, de los ecosistemas donde se localizan, logrando así, saber cuáles plantas las abejas emplean para obtener miel y polen, en sus épocas de floración (May *et al.* 2012).

### 2.6.5. Flora melífera

La flora melífera son especies vegetales que producen sustancias que son recolectadas por las abejas para su alimentación, por lo que constituye un insumo primordial en la planificación de la actividad apícola (Velandia *et al.* 2012; Montoya-Bonilla *et al.* 2017).

En la PY existe un registro de 849 especies herbáceas y 2,300 arbóreas con uso potencial melífero, aunque en literatura se registran especies melíferas con diferentes hábitos de crecimiento (árboles, arbustos, trepadoras, lianas, plantas anuales, palmas y hierbas) localizados en diversos tipos de vegetación (Coh-Martínez *et al.* 2017).

Las especies melíferas se encuentran localizadas en su mayoría en el neotrópico, en la PY, algunas especies se han registrado en un solo estado, como lo menciona Coh-Martínez *et al.* (2017) para los casos de *Imperata contracta* (Kunth) Hitchc, localizada en Yucatán, *Machaerium falciforme* Rudd. y *Milleria quinqueflora* L. en Campeche (Fernández-Carnevali *et al.* 2010).

Aunque las especies con uso melífero son de gran consideración, existen pocos estudios científicos que aporten datos donde se evalué la diversidad de estas especies por tipo de vegetación conservada *versus* perturbada. Además, que se ven afectadas las especies con potencial melífero por el uso excesivo de pesticidas y agroquímicos en cultivos cercanos a los apiarios dado que eliminan vegetación donde se establecen las abejas, además de causarles la muerte (Cetzal-Ix *et al.* 2019).

Existen registros de especies con potencial de uso melífero en la PY, sin embargo, solo están mencionadas cuatro especies principales: *Piscidia piscipula* L., *Viguiera dentata*, *Lysiloma latisiquum* (L.) Benth. y *Gymnopodium floribundum* Rolfe. dándoles así un uso excesivo, Martínez-Puc *et al.* (2018) resaltan a *V. dentata* (Cav.) Spreng. y *G. floribundum* Rolfe como las especies más utilizadas. En el trabajo de Martínez-Puc (2010) menciona dos especies arbóreas con importancia apícola *L. latisiliquum* (L.) Benth. y *P. piscipula* L. Sarg. También existen otras especies que pueden ser útiles para

la actividad apícola, Flores-Guido *et al.* (2009) reporta para la PY 16 especies con potencial melífero como *Metopium brownei* (Jacq.) Urb., *Acrocomia mexicana* Karw. Ex Mart., *Sabal japa* C., Wright ex H.H. Bartlett, *Chromolaena albicaule* Sch. Bip. Ex Klatt, *Viguiera dentata*, var. *helianthoides* (Kunth) S.F. Blake, *Jacquemontia pentantha* (Jacq.) G., Don, *Croton niveus* Jacq., *Croton reflexifolius* Kunth, *Caesalpinia gaumeri* Greenm., *Dalbergia glabra* (Mill.) Standl., *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth., *Mucuna* sp., *Coccoloba spicata* Lundell A, *Gymnopodium floribundum* Rolfe., *Thouinia paucidentata* Radlk., *Alvaradoa amorphoides* Liebm.

#### **2.6.6. Clasificación de la flora apícola**

La flora apícola está determinada de acuerdo a la producción de néctar, polen o por ambos componentes, siendo estos un suministro de alimentación y nutrición para las abejas, por lo que se conocen como (Díaz-González, 2003; Quiñones, 2012; Pietronave, 2001; Polaino, 2006; González-Suárez, 2017; Tuesta-Chichipe, 2018; Aguilar-Cabrera; 2019):

- Plantas nectaríferas; son las plantas en donde las abejas solamente obtienen néctar, aunque, no es suficiente con que una planta segregue néctar para ser considerada como nectarífera, sino que necesita producirlo y segregarlo en gran abundancia).
- Plantas poliníferas: se definen como aquellas plantas de cuales las abejas recolectan solo polen.
- Plantas néctar-poliníferas: plantas en donde las abejas aprovechan tanto del néctar como del polen y conforman a la flora apibotánica.

#### **2.6.7. Propiedades de las plantas de utilidad en la apicultura**

Para que una planta sea considerada de importancia para la actividad apícola, se han considerado los presentes aspectos (Apinet-INTA, 2000; Tuesta-Chichipe, 2018):

- Atractividad o intensidad de uso: considerado por el favoritismo de las abejas por una especie floral en específico.

- Fidelidad: considerado por delimitación de las plantas utilizadas como recurso para identificar su grado de abundancia.
- Oportunidad de la floración: definido por momento de disposición dentro de la curva de floración de algún área en específico.
- Intensidad y longitud de floración: en las plantas con floración corta, se expone un crecimiento del número de flores, hasta lograr la plenitud y posteriormente al corto plazo de intensidad, disminuye hasta el final, en especies de larga floración, la intensidad es oscilante, respondiendo a condiciones ambientales.

## **2.7. De néctar a miel**

Las abejas obreras recogen el néctar de las flores y lo trasladan por medio de su buche melífero hacia la colonia, donde es transferido a una o varias abejas, quienes lo depositan en las celdas (Hart y Ratnieks, 2001; Alfaro-Bates *et al.*, 2010). El cambio de néctar a miel se genera por los cambios químicos y físicos; los químicos comienzan cuando el néctar se localiza en el buche, por la adición de enzimas como la invertasa que hidroliza la sacarosa presente en el néctar a glucosa y fructosa. Los cambios físicos por la evaporación, donde el néctar pierde una tercera parte de su contenido de humedad en el proceso de almacenamiento en la colmena, al madurar las abejas cubren la celda con una tapa de cera (opérculo) y al final, el néctar es convertido en miel (Moguel *et al.* 2005).

## **2.8. La miel**

La miel es el resultado del cambio del néctar de las flores o de secreciones vegetales por las abejas, provisionalmente procesadas por insectos. Clasificada en dos categorías principales, en base al origen geográfico y botánico. La mayoría de las regulaciones nacionales autorizan distinguir la miel por: el nombre geográfico de la región, el área exclusiva de la miel producida, y la fuente floral o planta, las características organolépticas, físico-químicas y microscópicas correspondientes a su origen (Codex Alimentarius, 2001).

Anteriormente, la miel era consumida como un producto genérico, por el valor de sus propiedades medicinales, sus características organolépticas, fisicoquímicas y

palinológicas. El valor de la composición de la miel no se atribuye por la ingesta diaria recomendada, sino a los efectos fisiológicos que sugieren efectos benéficos para la salud asociados a ella, como el mantenimiento del equilibrio oxidativo intracelular por antioxidantes naturales y la actividad bactericida. La actual demanda de miel en diversos países provocó la requisición de la diferenciación de otros tipos de mieles, debido a la contaminación entre las mieles, la autenticación es un aspecto crucial en el control de calidad y su origen en términos de fuente debe determinarse (Zavala-Olalde, 2013).

## **2.9. El polen**

El polen en la miel se genera por el descenso de granos de polen de los estambres a la parte interior de la flor, donde se localiza el néctar. Esta pérdida es debido a factores externos como el viento entre otros agentes, como la acción de los insectos en las plantas. De forma, que el polen es esparcido por las abejas y formando parte de la miel producida dentro de la colmena (Santos-Ramos, 2008).

El polen apícola es la agrupación del polen de plantas recolectadas por las abejas y aglomeradas con gotas de néctar de plantas y secreciones salivares de las abejas. Una pelota de polen está normalmente constituida por miles de granos de polen de una o varias especies botánicas. El polen es necesario para la alimentación y desarrollo de la colonia, sobre todo para la producción de crías, dado que, proporciona los nutrientes necesarios tales como proteínas, carbohidratos, vitaminas, lípidos, minerales, etc. (Bogdanov, 2012).

## **2.10. Problemáticas de comercialización de la miel**

Para el comercio la miel de abeja debe cumplir normas básicas de inocuidad: que no esté adulterada con otros azúcares ni contaminada con insecticidas, antibióticos y otros compuestos. Para México, uno de los países exportadores de miel, esta normatividad es fundamental, debido al aumento entre consumidores por la atracción por diversidad de las mieles; cuando la calidad de una miel está certificada, cada consumidor elige aquellas con características específicas que respondan a sus gustos (Sistema Producto Apícola del estado de Campeche, 2009).

La caracterización de las mieles conlleva a percibir las, definir las y etiquetar las para el comercio nacional y extranjero, y darlas a conocer con cuyas cualidades e identidad conocemos y compartimos con el consumidor, para lograr una producción de mieles diferenciadas es necesario capacitaciones para los apicultores y estrategias específicas de comercialización (Villanueva *et al.* 2009).

### **2.11. Análisis de proteínas en polen de miel**

La miel natural es un edulcorante popular utilizado en todo el mundo, por esta razón, recientemente existe un interés por la miel de alta calidad con una clara identidad regional, consecuencia de esto, los productores de miel tienen el deber de indicar el origen botánico y geográfico de la miel, lo que ha generado la necesidad de utilizar métodos para la identificación de origen botánico y geográfico (Baroni *et al.* 2002).

Wang *et al.* (2009) comenta que la presencia de proteínas en la miel se ha considerado como un indicador útil de orígenes geográficos y florales, debido a que las diferentes regiones tienen comunidades florales con características distintas, para diferenciar orígenes florales los análisis de proteínas de polen proveniente de la miel pueden ser ventajosos en comparación con otros compuestos tales como, compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles, azúcares, actividades enzimáticas, productos de fermentación como el glicerol y el etanol, dado que contienen propiedades enzimáticas y funcionales útiles para probar la frescura de la miel, Sin embargo, no siempre estos análisis permiten distinguir las fuentes florales o geográficas de la miel, debido a que se requieren otros análisis tales como la identificación de proteínas (Seif-Eldin *et al.* 2012).

El análisis de proteínas es un método alternativo y novedoso para la evaluación del origen floral en muestras de miel, sirve como un método alternativo o complementario para el análisis melisopolinológico habitual para evaluar el origen floral de la miel (Wang *et al.*, 2009, Baroni *et al.* 2002).

Marshall y Williams, (1987) realizaron el análisis de la composición y origen de las proteínas de polen recuperado de mieles, mediante análisis electroforético SDS-PAGE y tinción de plata, los resultados obtenidos mostraron que la miel contiene proteínas en pequeñas cantidades y varias enzimas que son componentes principales de la miel,

como: a-glucosidasa, b-glucosidasa, amilasa y glucosa oxidasa, además Won *et al.* (2008) se concluyó que la técnica empleada en el estudio previo permite distinguir el polen de diferentes plantas y que las proteínas de polen pueden usarse como marcadores químicos para la clasificación floral de la miel.

Por otra parte, Baroni *et al.* (2002) a través de la técnica de SDS-PAGE determinó las principales proteínas en muestras de miel producidas por la abeja *Apis mellifera*, aunque los patrones de bandas de proteínas no mostraron diferencias significativas entre las dos muestras analizadas, sí distinguió fácilmente una banda abundante, considerada como proteínas mayoritarias. Además, observaron diferencias en el peso molecular de las proteínas más abundantes en las mieles analizadas.

## 2.12. Melisopalinología

Esta ciencia está basada en el estudio del polen presente en la miel, constituye uno de los métodos más eficaces para conocer el origen de las mieles, tipificarlas y caracterizarlas desde el punto de vista botánico y geográfico (Piedras y Quiroz, 2007) pudiéndose distinguir mieles uniflorales y las multiflorales (González-Castillo *et al.* 2017). Las bases creadas de la melisopalinología, se generaron por la presencia de fraudes en la comercialización, así como también por necesidad de conocer el origen floral y geográfico de las mieles (Alfaro-Bates *et al.* 2011), utilizadas para desarrollo de múltiples trabajos de investigación, Louveaux *et al.* (1978) publicó los métodos de análisis melisopalinológico creados en la comisión internacional de botánica apícola, donde se establecieron los objetivos principales de la melisopalinología los cuales son:

- Determinar el origen floral de la miel
- Conocer el origen geográfico de las mieles
- Determinar la riqueza polínica
- Determinar la riqueza de impurezas

El sedimento de la miel contiene granos de polen de distintas plantas, que presentan características morfológicas diferenciables y de esta manera marcan a la miel en la que se encuentra, el origen botánico de la miel responde a la pregunta, ¿Cuál es la procedencia botánica?, en la metodología realizado por Louveaux *et al.* (1978) menciona

que una miel es unifloral, y está caracterizada por poseer granos de polen de un planta en particular dominante o multifloral para el caso de la miel constituida por granos de polen de diferentes plantas. El tipo de polen que caracteriza una miel, para el caso de mieles uniflorales está presente en el sedimento en un 45%, y en mieles multiflorales, ninguna especie alcanza a ser dominante y tres o más tipos de polen se registran con porcentajes de menos del 45% (González-Villareal, 2010; Ramírez-Arriaga *et al.* 2011). Existen acervos bibliográficos de la PY donde ya se ha documentado vegetación en estudios melisopalinológicos (Villanueva *et al.* 2002, Villanueva *et al.* 2009, Castañón 2009, Alfaro-Bates *et al.* 2010; Alfaro-Bates *et al.* 2011, Ramos-Díaz *et al.* 2015), autores como Villanueva *et al.* (2002), reportaron la identificación de 168 especies de diferentes pólenes, que pertenecen a 41 familias diferentes, destacó a 10 familias de plantas que contribuyen con mayor porcentaje y que representan un recurso alimenticio para las abejas durante todo el año, las cuales fueron: Fabaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Sapindaceae, Poaceae, Myrtaceae, Sapotaceae y Tiliaceae. Asimismo, reportaron la participación de ocho especies: *Cecropia peltata*, *Trema micrantha*, *Bursera simaruba*, *Eugenia sp.*, *Thouinia canesceras*, *Pouteria sp.*, *Mimosa bahamensis* y *Viguiera dentata*. Villanueva *et al.* (2009), reportaron mieles uniflorales identificando especies tales como: *Viguiera dentata* (Cav.) Spreng., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Piscidia piscipula* (L.) Sarg., *Eugenia sp.*, *Pimenta dioica* (L.) Merr., *Melothria pendula* L., *Gymnanthes lucida* Sw., *Phoradendron quadrangulare* (Kunth) Griseb., *Gymnopodium floribundum* Rolfe, *Thouinia paucidentata* Radlk, *Thouinia canescens* var. *paucidentata* (Radlk.) Votava, y *Pouteria mammosa* (L.) Cronquist, las cuales destaca en su estudio como posibles especies indicadoras para la producción de mieles uniflorales, en una región de gran diversidad vegetal como lo es la PY. Ramos-Díaz *et al.* (2015) en su catálogo polínico reportaron y describieron 27 familias: Acanthaceae, Amaranthaceae, Anacardiaceae, Arecaceae, Asteraceae, Bignoniaceae, Bombacaceae, Boraginaceae, Burseraceae, Combretaceae, Commelinaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malphigiaceae, Malvaceae, Meliaceae, Myrtaceae, Passifloraceae, Poaceae, Polygonaceae, Rubiaceae, Sapindaceae, Sapotaceae, Tiliaceae, Ulmaceae y Verbenaceae. Estos trabajos contribuyen realizar

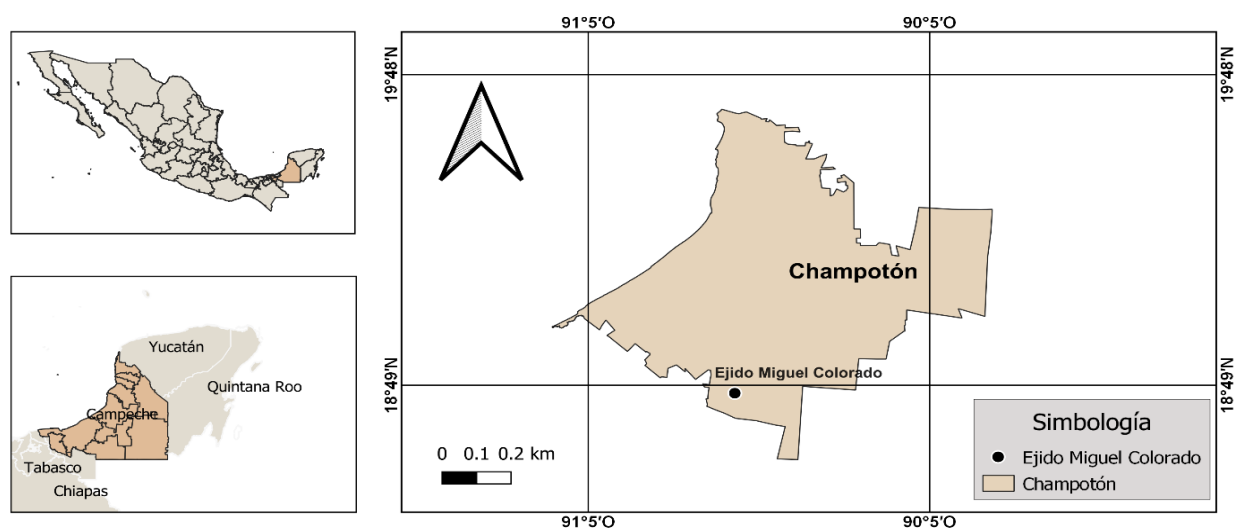
estudios sobre el contenido de polen en muestras de miel, y obtener conocimiento del origen al permitir caracterizar la diversidad de ellas (Ramos-Díaz *et al.* 2015).



## CAPITULO III. AREA DE ESTUDIO

### 3.1. Descripción del área de estudio

El predio ejidal Miguel Colorado, se localiza hacia el Sureste del municipio de Champotón, carretera Federal Champotón-Escárcega, a 65 km, del estado de Campeche (Figura 3.1). El Centro Ecoturístico Miguel Colorado (CEMC) se ubica a una distancia aproximada de 9 km de desvío a la comunidad de Miguel Colorado (Figura 3.2). Longitud: -90.655278, Latitud: 18.784722 a de 30 m sobre el nivel del mar (Lucio-Contreras, 2013).

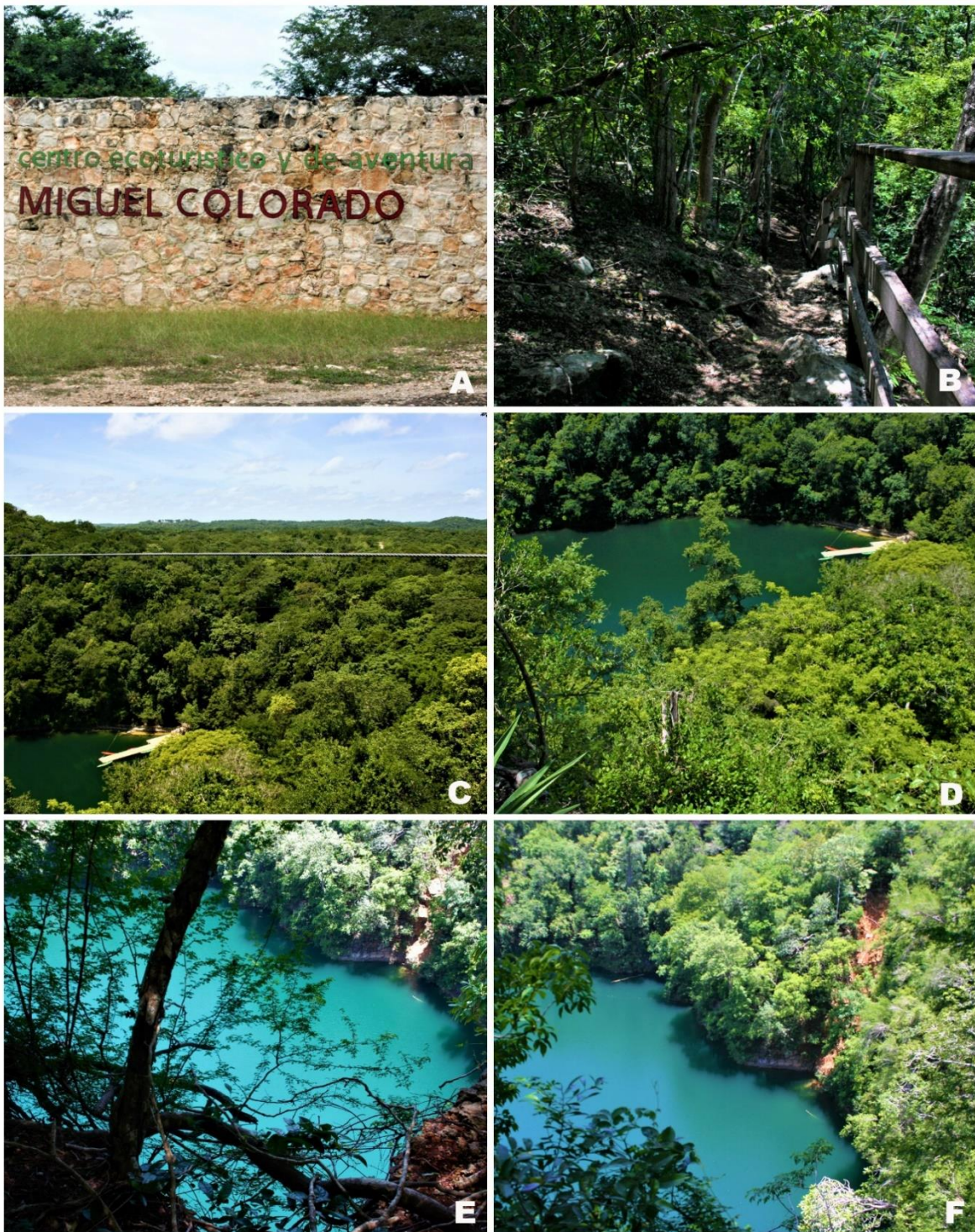


**Figura 3.1.** Localización geográfica del Ejido Miguel Colorado Champotón, Campeche, México (Realizado en un sistema de información geográfica en QGIS 3.20.2).

#### 3.1.1. Geología y suelos

El Ejido se localiza en la región denominada Subprovincia Carso y Lomeríos de Campeche, su relieve característico es una combinación de llanuras con lomeríos bajos cuya altura varía de 50 a 150 m, con pendientes y exposiciones ligeras, existiendo también algunas depresiones o hundimientos naturales en donde se forman acumulaciones de agua denominadas bajos y aguadas. El Ejido presenta una cadena de lomeríos que va de norte a sur, donde se encuentran cuatro tipos de suelos, los cuales son: Vertisol Gleico (Ya'axhom) 58%; Rendzinas (Tzequel) 24%; Gleysol Vertico

(Akalche) 14% y Vertisol Crómico (Kankab) 4% (Herrera-Gloria, 2007, Lucio-Contreras, 2013).



**Figura 3.2. Centro Ecoturístico Miguel Colorado. A.** entrada del CEMC, **B.** senderos del CEMC, **C.** y **D.** Cenote Azul, **E.** y **F.** Cenote Los Patos.

### 3.1.2. Vegetación

El área de estudio se encuentra representada principalmente vegetación de tipo selva mediana subperennifolia, este tipo de vegetación cubre una buena parte del territorio estatal, se caracteriza por la altura de sus árboles dominantes, que oscilan entre 15 y 30 m de altura, se tiene que del 25 al 50 % de las especies que la componen pierden en su totalidad el follaje en la época seca del año. El componente arbóreo que integra esta comunidad vegetal es: *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth., *Swietenia macrophylla* King, *Pouteria campechiana* (Kunth) Baehni, *Brosimum alicastrum* Sw, entre otras. Los estratos arbóreos se encuentran desarrollados en terreno planos con una ligera inclinación de origen calcáreo en suelos no tan profundos. Mientras que la selva baja subperennifolia este tipo de vegetación está muy relacionada con la selva mediana subperennifolia, se encuentra formada por vegetación arbórea selectiva cuyas alturas oscilan de 5 a 12 m, se desarrolla en suelos relativamente profundos que se inundan en época de lluvias y pueden llegar a secarse totalmente durante la época seca (Herrera-Gloria, 2007, Lucio-Contreras, 2013).

Recientemente, se publicaron datos preliminares de las familias y especies vegetales que se encuentran circundante a los cenotes Los Patos y Azul en el EMC, en estos cuerpos de agua las familias más diversas son: Fabaceae, Rubiaceae, Asteraceae, Convolvulaceae y Orchidaceae, con la identificación de 180 plantas vasculares, mencionando algunas como *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Catsetum integerrimum* Hook., *Ceiba schottii* Britten & Baker f., *Cordia dodecandra* DC., *Dorstenia contrajerva* L., *Guazuma ulmifolia* Lam., *Gymnopodium floribundum* Rolfe, *Hamelia patens* Jacq., *Hampea trilobata* Standl., *Heliocarpus donnellsmithii* Rose, *Lophiaris lindenii* (Brongn.) Braem, *Melochia pyramidata* L., *Nidema boothii* (Lindl.) Schltr., *Notylia barkeri* Lindl., *Oeceoclades maculata* (Lindl.) Lindl., *Plumeria rubra* L., *Piscidia piscipula* (L.) Sarg., *Voyra parasitica* (Schltdl. & Cham.) Ruyters & Maas y *Zamia prasina* W. Bull (Noguera-Savelli, 2020).

### **3.1.3. Características socioeconómicas**

El Ejido cuenta con aproximadamente 50 Cenotes de tipo abierto (com. Pers. Gregorio Dzib), hábitats para especies vegetales y animales, este ecosistema provee de un valor económico a los ejidatarios por sus actividades ecoturísticas, dicho ejido posee un centro ecoturístico el cual lleva el nombre del EMC, además de encontrar circundante a los cenotes, vegetación donde el desarrollo de la apicultura genera un fácil acceso a sus recursos melíferos y nectaríferos en el cual los apicultores aprovechan los recursos de su medio adyacente sin necesidad de moverse de su área, dicha actividad la desarrollan como actividad principal para obtención de su recurso económico y como actividades secundarias desarrollan otras actividades como la agricultura y los recursos forestales (Lucio-Contreras, 2013, Noguera-Savelli, 2020).



## CAPITULO IV.- ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN ASOCIADA A DOS CENOTES EN MIGUEL COLORADO, CHAMPOTÓN, CAMPECHE, MÉXICO.

### 4.1. Introducción

Los cenotes son cuerpos de agua con características kársticas y limnológicas, típicas de la Península de Yucatán. Estos ecosistemas resguardan especies endémicas y son una importante fuente regional epigea de agua dulce (Cervantes-Martínez *et al.* 2017, Angyal *et al.* 2020). La gran mayoría de estos cuerpos de agua se encuentran interconectados por una red de gran alcance mediante cuevas subterráneas, lo que origina la mezcla de agua dulce y salina. La presencia de agua salina se encuentra más profunda a medida que aumenta la distancia desde la costa, por lo que, la mayoría de los cenotes en la PY son de agua dulce (Mercado-Salas *et al.* 2013; Angyal *et al.* 2018; Angyal *et al.* 2020).

La vegetación de estos ecosistemas está desarrollada de acuerdo a la topografía, suelo y clima de donde se encuentren ubicados, sin embargo, la vegetación circundante se encuentra conformada por selvas baja caducifolia y mediana subcaducifolia, aunque en su periferia las especies son generalmente de selva perennifolia (Flores, 2010). La riqueza de especies arbóreas que rodea la parte superior de los cenotes, presenta raíces que se extienden del exterior hasta el manto acuífero, en donde generalmente se pueden encontrar especies como: *Brosimum alicastrum* Berg., *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Cedrela odorata* L., *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth., *Metopium brownei* (Jacq.) Urb., *Piscidia piscipula* (L.) Sarg., *Enterolobium cyclocarpum* Griseb., especies de características de la PY (Sosa-Escalante y Chablé-Santos, 2013).

Los cenotes representan un ecosistema de gran valor para los pueblos mayas como recurso hídrico, por las creencias y rituales de importancia practicadas por mayas peninsulares, también son considerados valiosos en términos ecológicos, sociales y económicos, por la gran diversidad de hábitats y recursos naturales que proporciona a las poblaciones, así como por el desarrollo de importantes actividades económicas. Sin embargo, son afectados por diversas actividades antropogénicas, tales como el uso para fines productivos, como la instalación de sistemas de riego, depósitos de desechos, pérdida de la vegetación y, en particular, la venta de servicios turísticos, debido a la

belleza paisajística y a su relación con sitios arqueológicos. Lo que ha generado la modificación de estos ecosistemas, así como la deforestación de la vegetación presente, logrando afectar su conservación, la calidad del agua y la fauna silvestre que actualmente mantienen (Sosa-Escalante y Chablé-Santos, 2013; Cortés-Campos, 2018).

Por tal razón, el presente trabajo de investigación pretende describir e identificar la estructura y diversidad de la vegetación presente en estos cuerpos de agua, con el fin de generar información que contribuya y brinde elementos para su manejo y conservación.

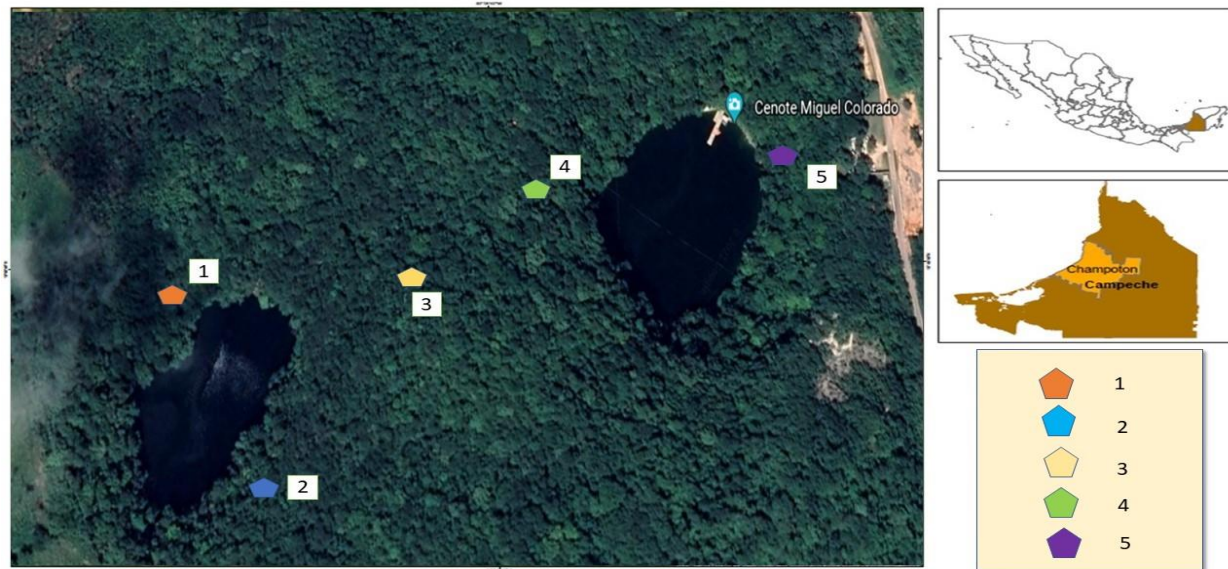
## 4.2. Materiales y Métodos

### 4.2.1. Delimitación del área de estudio

Se realizaron salidas a campo del 8 al 12 de febrero de 2021, en el Centro Ecoturístico Miguel Colorado (18°48'44.12", 90°38'47.96") para demarcar 4 sitios circundantes a los cenotes Los Patos y Azul para muestreo de la vegetación, dichos lugares se seleccionaron con base en la presencia de vegetación y su estado de conservación (Cuadro 4.1) (Figura 4.1).

**Cuadro 4.1.** Sitios de muestreo de vegetación en el Centro Ecoturístico Miguel Colorado.

Cenote	Parcela	Georreferencia	
		X	Y
Los Patos	1	18°48'32.75"N	90°38'35.43"O
	2	18°48'34.64"N	90°38'38.39"O
Área compartida	6	18°48'37.58"N	90°38'42.17"O
Azul	9	18°48'42.10"N	90°38'49.13"O
	10	18°48'41.24"N	90°38'47.31"O



**Figura 4.1.** Mapa de ubicación de las parcelas establecidas en los cenotes Azul y Los Patos del CEMC. (Imagen tomada de Google maps).

#### 4.2.2. Recolección de datos de vegetación

En cada sitio se utilizó la metodología propuesta por Duivenvoorden (1994) el cual consistió en establecer dos parcelas con cuadrantes de 20 m x 50 m por área a muestrear, por lo cual se obtuvo un total de cinco parcelas en total, subdivididas en 5 cuadrantes de 20 m x 10 m por sitio. Por cada cuadrante se realizó el registro de todo individuo vegetal con  $DAP_{1.30} \geq 2.5$  cm, y se registró la presencia de plantas de hábito hierbas y trepadoras.

Con los datos obtenidos en las parcelas se determinaron los parámetros estructurales:

- Densidad (número de individuos por unidad de área)
- Frecuencia (porcentaje de cuadrantes, o unidades submuestrales, en las que aparece la especie)
- Dominancia (estimada a través del total del área basal para árboles)
- Cobertura (para herbáceas de una especie entre el área muestreada)

Índice de valor de importancia (frecuencia + densidad + dominancia). Con el uso del I.V.I. se representó aquellas especies que contribuyen en la estructura del área de muestreo (Muller-Dombois y Ellenberg, 1974, Guadarrama *et al.* 2018).

### **4.2.3 Recolección de muestras botánicas**

Se colectaron 352 ejemplares, en la libreta de campo se anotaron sus datos correspondientes:

- Número de parcela
- Coordenadas
- Nombre común de la vegetación
- Forma de vida.
- Cobertura
- DAP
- Altura
- No. de individuos

### **4.2.4 Prensado de las muestras botánicas**

Los ejemplares recolectados fueron prensados al terminar cada muestreo, el material se organizó en paquetes, se cubrieron las muestras con papel periódico y se depositaron en una bolsa de plástico humedeciéndolas con la solución de alcohol (1 L alcohol + 1 L H<sub>2</sub>O), y fueron selladas con cinta adherible y resguardadas a temperatura ambiente hasta el momento de su secado (Figura 4.2).

### **4.2.5 Secado de las muestras botánicas**

Para realizar el secado del material vegetal, las muestras fueron extraídas de los paquetes antes realizados y se armaron prensas con papel periódico seco y cartones, los cuales fueron amarrados, el secado se realizó en una estufa eléctrica a una temperatura de 70 °C en el Laboratorio de Agua, Suelos y Fisiología Vegetal del Colegio de Postgraduados, Campus Campeche, las prensas se revisaron diariamente hasta que se secaron las muestras vegetales de acuerdo a la metodología de González-Pendás *et al.* (2015).





**Figura 4.2. Colecta, prensado y secado de las muestras de vegetación obtenidas. A.** colecta de muestras botánicas, **B.** preparación del prensado del material botánico en la solución 1 L alcohol + 1 L H<sub>2</sub>O, **C.** prensas obtenidas y transportadas en las instalaciones del CP Campus Campeche **D.** prensado en seco de las muestras botánicas, **E.** y **F.** muestras botánicas secas.

#### 4.2.6. Identificación de muestras botánicas

Para la identificación de las muestras recolectadas en campo se consultó las bases de datos de las páginas oficiales: The Plant List <http://www.theplantlist.org/>, Tropicos <http://www.tropicos.org> y Flora Península de Yucatán [http://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/índice\\_busqueda.php](http://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/índice_busqueda.php)

Posterior a la identificación del material botánico se elaboró un listado florístico con los datos de familia, género y de especie.

#### 4.2.7. Índice de Margalef

Para estimar la riqueza de especies se utilizó el índice de Margalef ( $D_{Mg}$ ), mediante la siguiente ecuación (Mora Donjuán *et al.* 2013).

$$D_{Mg} = \frac{(S - 1)}{\ln(N)}$$

Donde: S = número de especies.

N = número total de individuos.

Este índice se desarrolló con el propósito de conocer que tan homogéneos o heterogéneos serán los sitios de muestreo (Magurran 1988; Krebs 1989).

#### 4.2.8. Diversidad

Para determinar la diversidad de especies se utilizó el índice de diversidad Shannon-Wiener que asume que todos los individuos fueron muestreados al azar y están representados en la comunidad (Magurran 2004, Samo *et al.* 2008).

$$H' = -\sum Pi * \ln Pi$$

Donde:

H = Índice de Shannon-Wiener    Pi = Abundancia relativa    Ln = Logaritmo natural

Los valores obtenidos con el índice de Shannon se compararon con una prueba de *t de Student*, para comprobar diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre sitios (Shannon, 1948, Romero, 2008).

#### 4.2.9. Equitabilidad

Mide la distribución de la abundancia de las especies, es decir, cómo es de uniforme un ecosistema.

$$E = \frac{1}{SP1} = \frac{N}{n1}$$

(Tiene valores de 0 a 1, siendo 1 igual abundancia entre las especies y más cercano a 0, dominancia de alguna especie).

Por ejemplo, en una comunidad con 10 especies, si el 90 % de los individuos pertenecen a una sola especie y el restante 10 % se distribuye entre las otras 9, la equitabilidad será baja. En cambio, si cada una de las 10 especies cuenta con el 10 % del total de los individuos, la equitabilidad será máxima (Samo *et al.* 2008).

#### 4.2.10. Índice de Bray-Curtis

Se utilizó el índice de similitud de Bray- Curtis (1957) para cuantificar la similitud en la composición entre los sitios de muestreo, que estará basado en los conteos que se realizaran en cada sitio (Báez Vargas *et al.* 2017).

$$[(BC)]_{ij} = [(2C)]_{ij} / (S_i + S_j)$$

$C_{ij}$ . - Es la suma del valor menor para únicamente aquellas especies vegetales en común entre ambos sitios.

$S_i$  y  $S_j$ . - Son el número total de especímenes contados en ambos sitios.

El índice de Bray-Curtis tiene un rango entre 0 y 1, donde 1 significa que los dos sitios tendrían la misma composición y 0 significa que los dos sitios no comparten ninguna especie (Caranqui, 2015). Se corrió el análisis ANOSIM (Analysis of Similarities), para saber las diferencias posibles en cuanto a la composición de especies vegetales, es un procedimiento no paramétrico donde se obtiene el estadístico R, el cual es una medida absoluta de distancia entre los grupos. Valores positivos de R y cercanos a 1, indican baja similitud entre grupos, mientras que los valores bajos hasta 0 indican alta similitud entre grupos (Magurran, 2004).

Posteriormente se realizó el procedimiento SIMPER para detectar la contribución de cada especie a la asociación vegetal, (aquellas que no solo contribuyen a la disimilitud

entre áreas, sino que lo hacen consistentemente entre todas las muestras de ambas áreas) (Clarke, 1993).

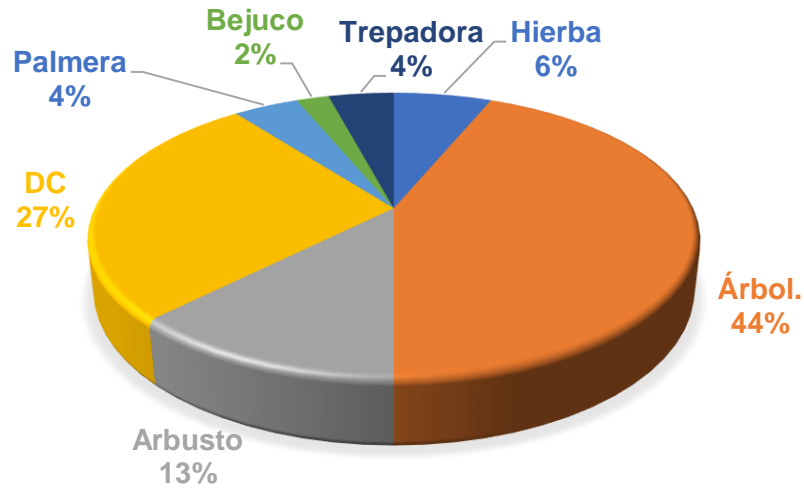
### **4.3. Resultados**

#### **4.3.1. Composición florística**

En las parcelas muestreadas se identificaron 49 especies de plantas que corresponden a 35 géneros y 24 familias (Cuadro 4.2). Las familias con mayor riqueza fueron Rubiaceae (13%), Fabaceae (8 %), Malvaceae (8%), Sapotaceae (8%) y Sapindaceae (8%); de las cuales el estrato arbóreo (44%) fue el más representativo (Figura 4.3) (Figura 4.5).

- En el cenote Los Patos la composición florística fue de 21 especies que pertenecen a 18 géneros y 15 familias, las familias mejor representadas son: Asteraceae, Fabaceae, Sapotaceae, Malvaceae y Sapindaceae (Anexo 3).
- En el cenote Azul se identificaron 27 especies que pertenecen a 25 géneros y 17 familias, destacan las familias Fabaceae, Malvaceae, Rubiaceae, Arecaceae, Apocynaceae y Acanthaceae (Anexo 5).
- Área común entre ambos cenotes se identificaron 14 especies que pertenecen a 11 géneros y 12 familias, donde sobresalen las familias Fabaceae, Malvaceae, Rubiaceae y Sapotaceae (Anexo 4).

El cenote Los Patos presenta la mayor abundancia con 318 individuos de 21 especies, seguido del cenote Azul con 223 individuos de 27 especies y teniendo menor abundancia absoluta el área común entre los cenotes con 103 individuos de 14 especies.



**Figura 4 3.** Formas de vida y sus porcentajes de presencia en la vegetación del CEMC.

#### 4.3.2. Riqueza

Se utilizó el índice de Margalef, de acuerdo a los resultados obtenidos no se encuentran diferencias significativas entre el cenote Los Patos (20.44) y El Azul (19.181), lo mismo ocurre entre el área común entre cenotes (24.344), estando toda el área homogénea al no presentar diferencias significativas.

#### 4.3.3. Diversidad

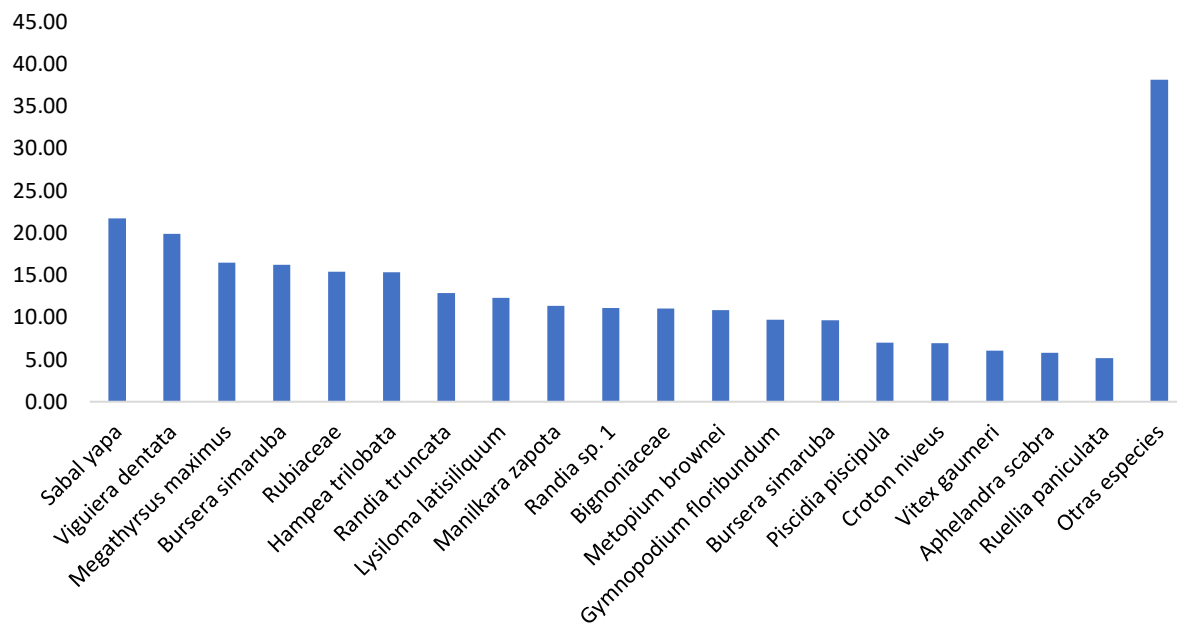
De acuerdo con el índice de Shannon la diversidad fue mayor en el cenote Azul (3.195), sin embargo, ambos cenotes tuvieron valores similares en cuanto a la equitabilidad (Cuadro 4.3).

**Cuadro 4.2.** Valores de diversidad y equitabilidad de los tres sitios de muestreo.

	C. Azul	Área compartida	C. Los Patos
<b>Especies</b>	29	18	23
<b>Individuos</b>	223	103	318
<b>Dominancia</b>	0.0472	0.09624	0.06881
<b>Shannon</b>	3.195	2.595	2.849
<b>Equitabilidad</b>	0.9488	0.8979	0.9087

#### 4.3.4. Índice de valor de importancia (I.V.I.)

Con respecto al I.V.I., en las parcelas muestreadas las especies *Sabal yapa* (21.71%) y *Viguiera dentata* (19.89%), fueron las de mayor valor de importancia en el CEMC (Figura 4.4). Para el cenote Los Patos fueron de igual manera *Sabal yapa* (35.15%) y *Viguiera dentata* (34.96%). En el cenote Azul, fueron: *Bursera simaruba* (43.18%) y *Randia truncata* (25.01%). Para el área común de vegetación entre los cenotes la especie *Hampea trilobata* (37.17%) y una Bignoniaceae (Morfo-Especie C) (36.60%) (Anexos 3,4,5).



**Figura 4.4.- Especies con mayor valor de importancia** (En las especies raras se engloban las especies de menor I.V.I.).

**Cuadro 4.3.** Vegetación presente en cinco parcelas ubicadas en el CEMC.

Familia	Especie	Nombre común	Hábito	Presencia		
				P	D	A
Acanthaceae	<i>Aphelandra scabra</i> (Vahl) Sm.	DC	Hierba	X		X
	<i>Ruellia paniculata</i> L.	DC	Hierba			X
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Cheechem	Árbol.	X		X
Apocynaceae	<i>Cameraria latifolia</i> L.	Cheechen blanco	Arbusto			X
	<i>Plumeria rubra</i> L.	Flor de mayo	Árbol.			X
Arecaceae	Especie A	DC	DC		X	
	<i>Chamaedorea seifrizii</i> Burret	Xiat	Palmera			X
	<i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.	Huano	Palmera	X		X
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng.	Tahonal	Hierba	X		X
	Especie B	DC	DC	X		
Bignoniaceae	<i>Bignonia diversifolia</i> Kunth	Anilkab	Bejuco	X		
	Especie C	DC	DC		X	
	<i>Mansoa sp</i>	DC	DC			X
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chakaj	Árbol	X	X	X
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	Papaya	Árbol	X	X	
Celastraceae	<i>Maytenus guatemalensis</i> Lundell	Chak che'	Árbol			X
Cucurbitaceae	<i>Cayaponia racemosa</i> (Mill.) Cong.	Sandía ratón	Trepadora	X		
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea gaumeri</i> Kunth	DC	Trepadora			X
Euphorbiaceae	<i>Croton niveus</i> Jacq.	DC	Árbol.	X		
	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tsalam	Árbol	X	X	X
Fabaceae	<i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms	Bálsamo	Árbol	X		
	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Jabín	Árbol	X		X
	<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	Box kaatsim	Árbol	X		
Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Ya'axnik	Árbol	X		
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Kabal pixoy	Árbol	X		X



Familia	Especie	Nombre común	Hábito	Presencia		
				P	D	A
	<i>Melochia sp.</i>	DC	DC		X	
	<i>Hampea trilobata</i> Standl.	Majagua	Arbusto	X	X	X
	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> Rose	Joolol	Árbol.			X
<b>Moraceae</b>	Especie D	DC	DC		X	
<b>Poaceae</b>	<i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) B. K. Simon & S.W.L. Jacobs	Pasto guineo	Hierba	X		
<b>Polygonaceae</b>	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	Ts'iits'ilche'	Árbol	X	X	X
	<i>Ruprechtia sp.</i>	DC	DC	X		
<b>Pteridaceae</b>	<i>Adiantum sp.</i>	DC	DC			X
	<i>Randia aculeata</i> L.	Tinta che'	Arbusto			X
	<i>Randia sp. 1</i>	DC	DC		X	
	<i>Randia sp. 2</i>	DC	DC		X	
<b>Rubiaceae</b>	<i>Randia truncate</i> Greenm. & C.H. Thomps.	K'aakal che'	Arbusto		X	X
	Especie E	DC	DC	X	X	X
	<i>Morinda royoc</i> L.	Piñuela	Arbusto	X		
	<i>Allophylus cominia</i> (L.) Sw.	lik' baach	Árbol.	X		
<b>Sapindaceae</b>	Especie F	DC	DC			X
	<i>Serjania sp.</i>	DC	DC	X		
	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.	K'an chunúup	Árbol		X	X
	<i>Chrysophyllum venezuelense</i> Pierre T.D. Penn. .	Caymito	Árbol	X		
<b>Sapotaceae</b>	<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegees ex Standl.	Caymito	Árbol	X		X
	<i>Sideroxylon salicifolium</i> (L.) Lam.	Zapote faisán	Arbusto	X		
	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	Chico zapote	Árbol	X		X
<b>Simaroubaceae</b>	<i>Simarouba glauca</i> DC.	DC	Árbol	X		
<b>Urticaceae</b>	<i>Cecropia peltata</i> L.	Guarumbo	Árbol	X		

Leyenda. DC desconocido, P cenote Los Patos, A cenote Azul, D área común entre cenotes





**Figura 4.5. Vegetación presente en la temporada de muestreo en el CEMC. A.** Fruto de *Metopium brownei* (Jacq.) Urb., **B.** *Metopium brownei* (Jacq.) Urb., **C.** *Bursera simaruba* (L.) Sarg., **D.** *Sabal yapa* C. Wright. ex Becc., **E.** *Manilkara zapota* (L.) P. Royen., **F.** *Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth., **G.** *Aphelandra scabra* (Vahl) Sm. **H.** *Ipomoea* L.

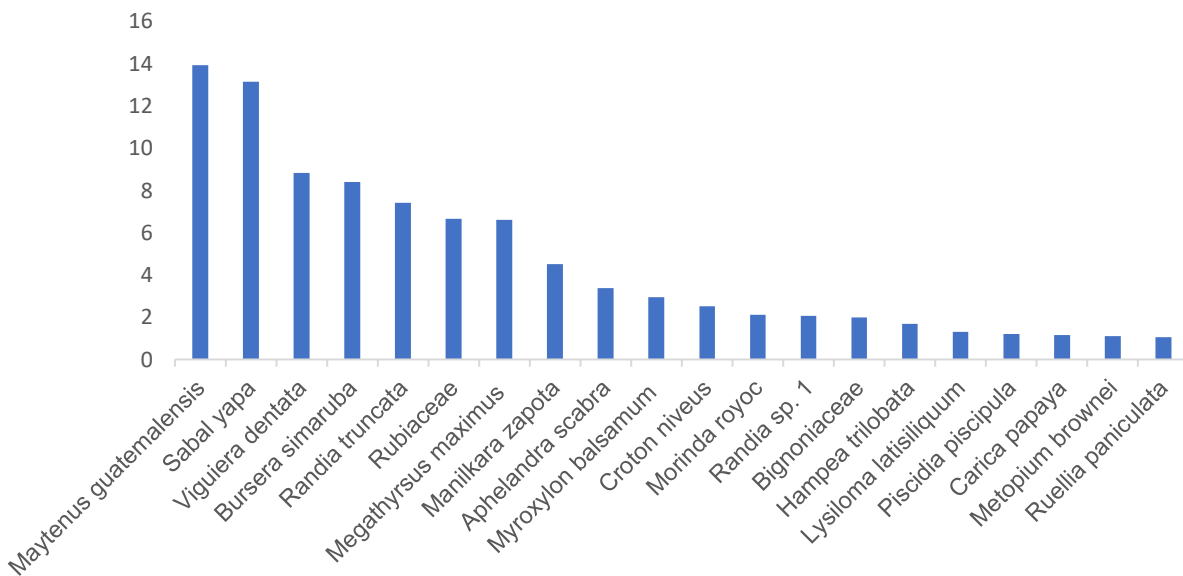
#### 4.3.5. Índice de similitud

El análisis de similitud (ANOSIM) que está basado en el índice de Bray Curtis dio como resultado un valor de  $R = 0.3373$  (0.0037), lo que indican alta similitud entre las cinco parcelas muestreadas (Cuadro 4.4).

**Cuadro 4.4.** Índice de similitud entre los tres sitios de muestreo en el CEMC.

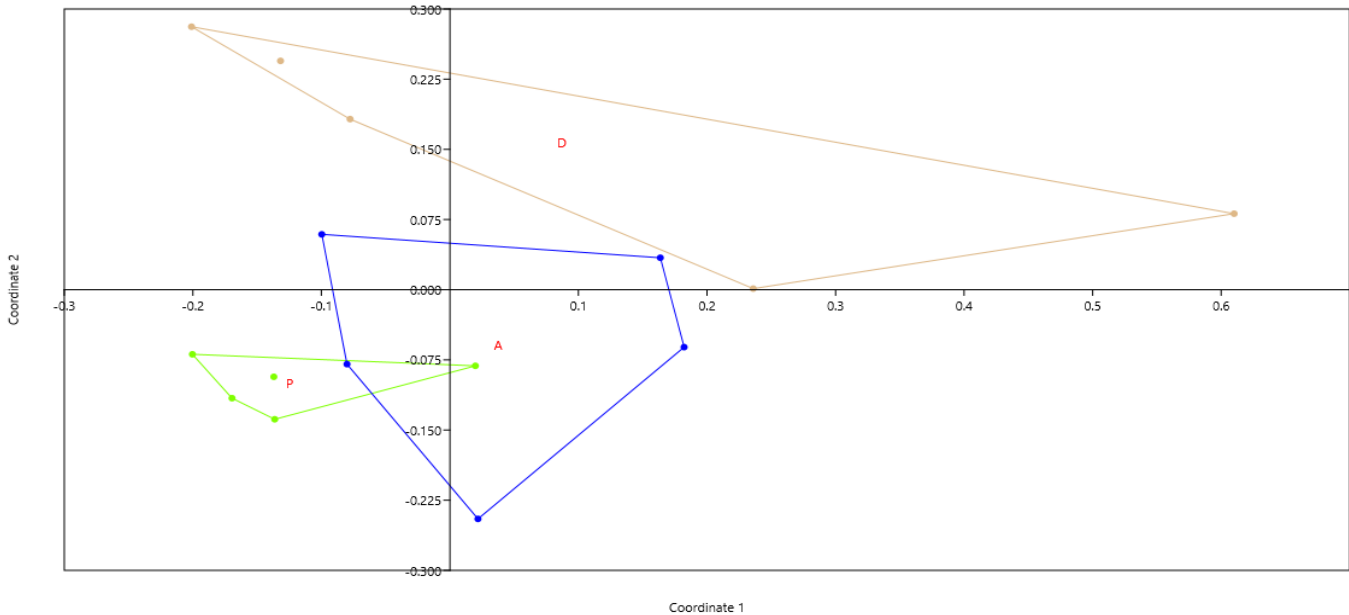
	Los Patos	Área compartida	Azul
Patos		<b>0.438</b>	<b>0.3</b>
Área compartida	<b>0.438</b>		0.208
Azul	0.3	0.208	

En los resultados de análisis del porcentaje de disimilitud (SIMPER) se muestran las especies que contribuyen en la diferencia entre sitios, donde las especies que con mayor participación son: *Maytenus guatemalensis* Lundell, *Sabal yapa* C. Wright. ex Becc., *Viguiera dentata* (Cav.) Spreng. y *Randia truncata* L. (Figura 4.6). La disimilitud promedio fue de 95.92, siendo el porcentaje de contribución de las especies más significativas en las cinco parcelas muestreadas (Figura 4.7).



**Figura 4.6.** Índice de disimilitud entre las parcelas muestreadas en las tres áreas de estudio.





**Figura 4.7.** Distribución de los individuos que se encuentran en cada parcela muestreada. Donde P significa cenotes Los Patos, A cenote Azul y D área común. Leyenda. A cenote Azul, D área común, P cenote Los Patos.

La disimilitud promedio entre los cenotes Los Patos y Azul es de 93.23, donde las especies que participan con mayor contribución son: *Maytenus guatemalensis* (21.48), *Sabal yapa* (18.31) y *Viguiera dentata* (10.54). Entre en cenote Los Patos y el área común el promedio es de 99.26 con mayor contribución de *Maytenus guatemalensis* (20.15), *Sabal yapa* (19.37) y *Viguiera dentata* (10.8). Respecto al cenote Azul el promedio fue de 95.28, donde las especies de mayor contribución son: *Bursera simaruba* (17.21), *Randia truncata* (16.2) y *Manilkara zapota* (11.38)

De manera general, el análisis SIMPER mostró que las especies *Sabal yapa*, *Metopium brownei*, *Maytenus guatemalensis*, *Manilkara zapota*, *Gymnopodium floribundum*, *Bursera simaruba*, evidenciaron presencia en abundancia y ocurrencia en las tres áreas muestreadas. Por ejemplo, *Sabal yapa*, presento la mayor contribución (19.37 %) en las tres áreas muestreadas, la principal diferencia se observó en la especie *Megathyrus maximus* (9.968 %) debido a la variación de abundancia que presentó en el cenote Los Patos en comparación con el cenote Azul (Cuadro 4.5).

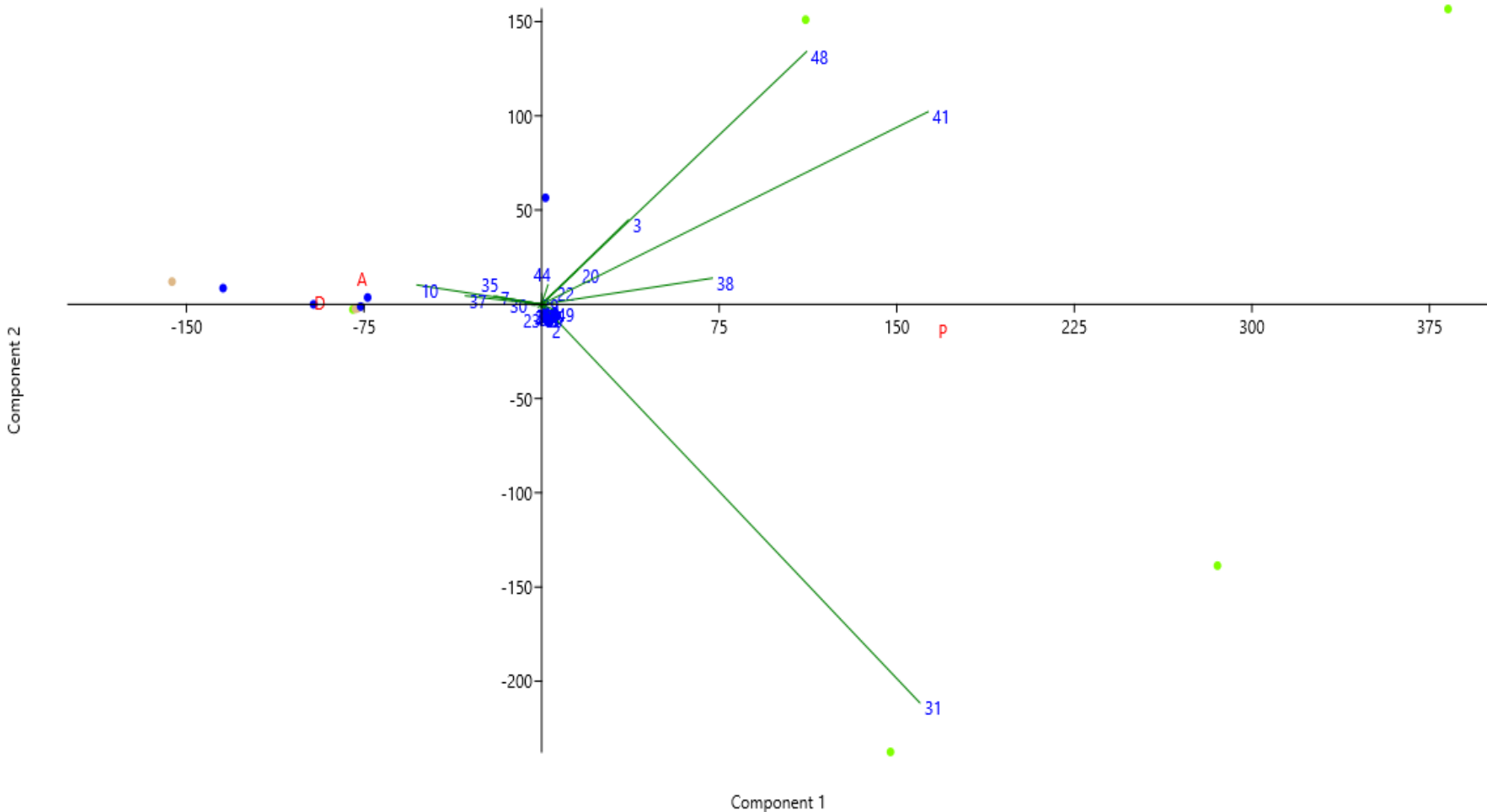
**Cuadro 4. 5.** Resultados de análisis del porcentaje de disimilitud (SIMPER) se muestran el porcentaje de contribución de las especies.

<b>Especies</b>	<b>Sitio P y A %</b>	<b>sitio P y D %</b>	<b>Sitio A y D %</b>
<i>Adiantum sp.</i>	0.4956	0	1.221
<i>Allophylus cominia</i> (L.) Sw.	2.20E-07	2.06E-07	0
<i>Aphelandra scabra</i> (Vahl) Sm.	2.931	2.1	5.122
Arecaceae	0	0.05666	0.3039
Asteraceae	0.1793	0.1848	0
<i>Bignonia diversifolia</i> Kunth	0	0	0
Bignoniaceae	0	2.071	3.816
<i>Carica papaya</i> L.	0.5971	0.8683	2.003
<i>Cameraria latifolia</i> L.	0.04126	0	0.1022
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	5.808	2.36	17.21
<i>Cayaponia racemosa</i> (Mill.) Cong.	0	0	0
<i>Cecropia peltata</i> L.	0	0.1148	0.5611
<i>Chamaedorea seifrizii</i> Burret	0.009588	0	0.03485
<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	0	0.4686	2.29
<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegees ex Standl.	0.1784	0.1029	0.3459
<i>Croton niveus</i> Jacq.	3.312	4.16	0
<i>Dioscorea gaumeri</i> Kunth	0	0	0
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	0.3623	1.49E-08	0.8998
<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	0.1871	0.2645	0.8591
<i>Hampea trilobata</i> Standl.	1.012	1.321	2.684
<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> Rose	0.007494	0	0.01846
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	0.7075	0.8633	2.39
<i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) B. K. Simon & S.W.L. Jacobs	9.758	9.968	0
<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	1.288	0.9694	11.38
<i>Mansoa sp.</i>	0	0	0
<i>Maytenus guatemalensis</i> Lundell	21.48	20.15	0.05392
<i>Melochia sp.</i>	0	0.1702	0.9198
<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	0.7374	1.061	1.51
Moraceae	0	0.1646	0.8829
<i>Morinda royoc</i> L.	2.755	3.526	0
<i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms	3.57	4.565	0.6248
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg	0.6661	0.2064	2.752
<i>Plumeria rubra</i> L.	0.5646	0	1.64
<i>Randia aculeta</i> L.	0.03853	0	0.1841
<i>Randia sp. 1</i>	0	2.166	3.992
<i>Randia sp. 2</i>	0	0.1778	0.9536

<b>Especies</b>	<b>Sitio P y A %</b>	<b>sitio P y D %</b>	<b>Sitio A y D %</b>
<i>Randia truncate</i> Greenm. & C.H. Thomps.	3.941	2.245	16.2
Rubiaceae	6.644	5.781	7.593
<i>Ruellia paniculata</i> L.	0.9206	0	2.286
<i>Ruprechtia</i> sp.	0.1432	0.1594	0
<i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.	18.31	19.37	1.578
Sapindaceae	0.07386	0	0.2537
<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	0	0.1033	0.4996
<i>Serjania</i> sp.	1.125	1.252	0
<i>Sideroxylon salicifolium</i> (L.) Lam.	0	0.1413	0.683
<i>Simarouba glauca</i> DC.	0.1648	0.17	0
<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.	0.02307	0.2072	1.044
<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng.	10.54	10.8	5.11
<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	1.43	1.709	0

#### 4.3.6. Análisis de componentes principales

Se realizó un análisis de componentes principales tomando como base la densidad de las especies en las tres parcelas muestreadas, para graficar las distancias entre las áreas muestreadas en cuanto a su composición y abundancia. Las especies que más se asemejan precisando la composición florística son: *Bursera simaruba*, *Hampea trilobata* y *Serjania* sp. en los primeros 30 m de las parcelas en ambos cenotes, en las adyacencias de las parcelas del cenote los patos se encuentran las especies *Thouinia paucidentata*, *Sabal yapa* y *Megathyrsus maximus* lo que caracteriza el extremo de la parcela que circunda este cenote (Figura 4.8).



**Figura 4.8. Análisis de Componentes Principales de la contribución de las especies presentes en las cinco parcelas muestreadas en el CEMC.** Leyenda. A Cenote Azul, D área común entre cenotes, P Cenote Los Patos. 10 *Bursera simaruba*, 37 *Hampea trilobata*, 35 *Serjania* sp., 7 *Bignonia diversifolia*, 30 *Myroxylon balsamum*, 44 *Senegalia gaumeri*, 20 *Heliocarpus donnellsmithii*, 3 *Aphelandra scabra*, 31 *Megathyrsus maximus*, 38 *Randia truncata*, 48 *Thouinia paucidentata*, 41 *Sabal yapa*

### 4.3.7. Estructura

En cuanto a la altura promedio del área muestreada fue de  $6 \pm 237.59$  (m $\pm$ e.e.), con una cobertura promedio de  $42 \pm 30.54$  (m $\pm$ e.e.) y una densidad de  $2 \pm 0.95$  (indiv/m $^2$   $\pm$ e.e.).

Los valores más altos en la densidad promedio ( $6 \pm 9.67$  indiv/m $^2$   $\pm$ e.e.) se encontró entre área común entre cenotes, presentando valores significativamente diferentes a los cenotes, esto puede deberse a la posición en donde se encuentra ubicado. En cuanto a la cobertura se presentaron valores similares en el cenote Los Patos ( $47 \pm 31.13$  m $^2$   $\pm$ e.e) y el área en común ( $42 \pm 77.45$  m $^2$   $\pm$ e.e). La altura en el Cenote Los Patos  $6.87 \pm 258.40$  m  $\pm$ e.e.), fue mayor, en comparación al cenote azul y el área común (Cuadro 4.6).

**Cuadro 4.6.** Datos de estructura de los sitios muestreados en el CEMC.

	Densidad (indiv/m $^2$ $\pm$ e.e.)	Cobertura (m $^2$ $\pm$ e.e.)	Altura (m $\pm$ e.e.)
Los Patos	$4 \pm 1.52$	$47 \pm 31.13$	$6.87 \pm 258.40$
Área Común	$6 \pm 9.67$	$42 \pm 77.45$	$5.38 \pm 925.08$
Azul	$3 \pm 0.78$	$29 \pm 10.30$	$5.88 \pm 271.49$

### Estructura de la vegetación:

Para la descripción de estructura de la vegetación presente en los cenotes muestreados se agruparon en los tres estratos generales arbóreo, arbustivo y herbáceo. El estrato arbóreo se encuentran especies con mayor altura entre un rango de 20-25 metro como *Myroxylon balsamum* con un DAP de 57.30 cm, *Plumeria rubra* (49.02 cm), *Simarouba glauca* (38.2 cm) (Cuadro 4.7). En el estrato arbustivo se presentan especies de mayor altura como: *Randia truncata* con 8.2 m y *Hampea trilobata* con 5.02 m, debido a la cercanía con potreros en el área muestreada se presenta un espacio cubierto de *Megathyrsus maximus* alcanzando una altura de 2.6 m (Cuadro 4.8). Para el estrato herbáceo las especies que presentan mayor altura están *Viguiera dentata* (2.25 m) y *Ruellia paniculata* (1 m) (Cuadro 4.9).

De acuerdo al registro de especies realizado en cada parcela de muestreo, las especies que caracterizan la estructura del CEMC son principalmente de selva media subcaducifolia con alturas que oscilan entre 8 a 25 m con la presencia de especies como: *Heliocarpus donnellsmithii*, *Thouinia paucidentata*, *Bursera simaruba*, *Sabal yapa*, *Vitex gaumeri*, *Piscidia piscipula*, *Senegalia gaumeri*, *Lysiloma latisiliquum*, *Metopium brownei*.

**Cuadro 4.7.** Parámetros estructurales del estrato arbóreo presente en los cenotes Los Patos y Azul.

<b>Especie</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>DAP (cm)</b>
<i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms	25.0	57.30
<i>Plumeria rubra</i> L.	22.0	49.02
<i>Simarouba glauca</i> DC.	20.0	38.2
<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	16.55	19.42
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	15.2	11.57
<i>Allophylus cominia</i> (L.) Sw.	14.0	21.00
<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegee ex Standl.	12.0	9.94
<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	10.2	12.36
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	9.9	7.38
<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	10.0	9.54
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	9.4	5.93
<i>Croton niveus</i> Jacq.	9.0	6.63
<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> Rose	7.0	0.38
<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	7.0	3.52
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg	6.0	4.06
<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.	6.0	3.55
<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	6.0	2.97
<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	5.4	13.43
<i>Cecropia peltata</i> L.	5.0	3.29
<i>Maytenus guatemalensis</i> Lundell	5.0	1.11

**Cuadro 4.8.** Parámetros estructurales del estrato arbustivo presente en los cenotes los Patos y Azul.

<b>Especie</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Cobertura (m<sup>2</sup>)</b>
<i>Randia truncate</i> Greenm. & C.H. Thomps.	8.2	162.20
<i>Hampea trilobata</i> Standl.	5.02	54.98
<i>Cameraria latifolia</i> L.	4.67	120.00
<i>Sideroxylon salicifolium</i> (L.) Lam.	4.25	269.00
<i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.	2.88	256.35
<i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) B. K. Simon & S.W.L. Jacobs.	2.6	153.23
<i>Morinda royoc</i> L.	1.60	47.12
<i>Chamaedorea seifrizii</i> Burret	1.50	100.00
<i>Randia aculeata</i> L.	1.30	310.00



**Cuadro. 4. 9.** Parámetros estructurales del estrato herbáceo presente en los cenotes Los Patos y Azul.

Espece	Altura (m)	Cobertura (m <sup>2</sup> )
<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng. var. Dentata	225	162.45
<i>Ruellia paniculata</i> L.	124	46.27
<i>Aphelandra scabra</i> (Vahl) Sm.	73.5	44.37
<i>Cayaponia racemosa</i> (Mill.) Cong.	0	1
<i>Dioscorea gaumeri</i> Kunth	0	0.5
<i>Bignonia diversifolia</i> Kunth	0	0.8

### Cenote Los Patos

**Parcela 1.** Los individuos entre el primer cuadrante de 0-10 m presentan un rango de altura de 1 a 20 m, siendo *Bursera simaruba* la especie con mayor altura con un DAP de 38 cm, las especies presentes en este cuadrante son: *Allophylus cominia*, *Bursera simaruba*, *Chrysophyllum mexicanum*, *Guazuma ulmifolia*, *Lysiloma latisiliquum*, *Metopium brownei*, *Piscidia piscipula*, *Viguiera dentata*, en el cuadrante de 10-20 m se encuentran especies con mayor altura de 80 cm a 22 m alcanzado por la especie *Lysiloma latisiliquum* con un DAP de 57.30 cm, además de especies presentes como: *Aphelandra scabra*, *Chrysophyllum mexicanum*, *Hampea trilobata*, *Lysiloma latisiliquum*, *Metopium brownei*, entre el cuadrante de 20-30 m se encontró un rango a partir de los 40 cm a los 20 m de altura, donde las especies más reportadas son: *Croton niveus*, *Gymnopodium floribundum*, *Manilkara zapota*, *Metopium brownei*, *Morinda royoc*, *Vitex gaumeri*, además de encontrarse un área con una cobertura promedio de 230.92 m<sup>2</sup> de *Megathyrsus maximus*. Para el cuadrante de 30-40 m las especies presentes son: *Croton niveus*, *Manilkara zapota*, *Metopium brownei*, *Simarouba glauca*, *Vitex gaumeri* en un rango de altura de 8 a 25 m, donde también *Megathyrsus maximus* ocupa una cobertura de 306.31 m<sup>2</sup>. En el último cuadrante muestreado de 40-50 m, en esta área se encontró un rango menor de altura a los anteriores cuadrantes de 45 cm a los 15 m, con la presencia de especies principales como: *Croton niveus*, *Manilkara zapota*, *Piscidia piscipula*, *Lysiloma latisiliquum*, *Viguiera dentata*, *Ruprechtia sp.*, *Serjania sp.*

**Parcela 2.** La mayor altura alcanzada entre el primer cuadrante (0-10 m) fue de 13 m con un DAP de 19.50 cm para la especie *Bursera simaruba*, con una altura mínima de 6 m para *Manilkara zapota*, en donde se encontraron especies como: *Gymnopodium floribundum*, *Hampea trilobata*, *Lysiloma latisiliquum*, *Metopium brownei*, *Piscidia*

*piscipula*. En cuadrante de 10-20 m se registró una altura máxima de 20 m para especie *Vitex gaumeri* con un DAP de 49.02 cm, representado por especies como: *Gymnopodium floribundum*, *Hampea trilobata*, *Metopium brownei*, *Sabal yapa*, *Viguiera dentata*. Mientras que en el cuadrante 20-30 m la mayor altura alcanzada es de 17 m por *Bursera simaruba* con un DAP de 27.06 cm, con especies como: *Lysiloma latisiliquum*, *Manilkara zapota*. En el cuadrante 30-40 m la especie con mayor altura la alcanzo *Metopium brownei* con 12 m, cuyas especies más representativas son: *Lysiloma latisiliquum*, *Sabal yapa*, *Piscidia piscipula*. En el último cuadrante de 40-50 m se encontró una cobertura promedio de 337.71 m<sup>2</sup> ocupada por *Viguiera dentata*, la altura máxima de 15 m con un DAP de 21.65 cm la presento *Lysiloma latisiliquum*, con especies como: *Bursera simaruba*, *Sabal yapa*, *Piscidia piscipula*.

### Área común

**Parcela 3.** En esta área el primer cuadrante de 0-10 m de altura máxima es de 25 m con un DAP de 31.19 cm por *Metopium brownei*, con una altura mínima 3 m por, *Manilkara zapota*, donde, además, se registraron a las especies: *Adiantum sp.*, *Plumeria rubra*, *Randia sp. 2*. En el cuadrante de 10-20 m se encontró un rango de alturas de 44 cm a 22 m por *Gymnopodium floribundum*, las especies que más contribuyen son: *Cayaponia racemosa*, *Dioscorea gaumeri*, *Hampea trilobata*, *Melochia sp.*, *Metopium brownei*, *Plumeria rubra* y *Randia aculeta*. Para el cuadrante 20-30 m la mayor altura la presento *Manilkara zapota* con 16 m con un DAP de 27.37 cm. Mientras que en los metros de 30-40, se alcanzó una altura mayor de 12 m por *Lysiloma latisiliquum* con 36.61 de DAP, con la presencia de especies como *Gymnopodium floribundum*, *Hampea trilobata*, *Manilkara zapota*, *Ruellia paniculata*, *Senegalia gaumeri*, *Sideroxylon salicifolium* y *Viguiera dentata* con una cobertura promedio de 620.46 m<sup>2</sup>. En el último cuadrante de 40-50 m *Piscidia piscipula* con 14 m exhibió la mayor altura, mientras que la altura menor se registró en *Randia aculeta* con 95 cm, además de registrarse especies como: *Bursera simaruba*, *Carica papaya*, *Lysiloma latisiliquum*, *Manilkara zapota*, *Randia sp. 1*.

### Cenote Azul

**Parcela 4.** La especie *Metopium brownei* con 20 m de altura y 31.19 cm de DAP en el cuadrante de 0-10 m alcanzó la altura máxima, siendo *Cameraria latifolia* la especie con

menor altura con 2 m. En el cuadrante de 10-20 m se encontraron alturas de 22 m, como es el caso de *Bursera simaruba* y arbustos de 6 m como es caso de *Chrysophyllum mexicanum*. La especie *Lysiloma latisiliquum* exhibió la mayor altura con 20 m y un DAP de 35 cm, además de registrarse especies como: *Cameraria latifolia*, *Manilkara zapota*, *Sabal yapa* en el cuadrante de 20-30 m. En los metros de 30-40 m la especie *Manilkara zapota* alcanzó la altura mayor con 15 m y *Sabal yapa* con 3 m es la de menor altura. Para el ultimo cuadrante de 40-50 m se registró una altura máxima de 14 m con un DAP de 29.28 cm de la especie *Piscidia piscipula*, con una mínima de 6 m para la especie

**Parcela 5.** La altura máxima alcanzada es de 10 m por *Heliocarpus donnellsmithii*, con una mínima de 1.4 m de la especie *Chamaedorea seifrizii*, con especies presentes como: *Mansoa sp.*, *Maytenus guatemalensis* Lundell, *Myroxylon balsamum*, *Thouinia paucidentata*. En el cuadrante 10-20 m, *Metopium brownei* se registró con la mayor altura con 8 m, con una altura menor de 3 m la especie *Myroxylon balsamum*, compartiendo el cuadrante con especies como: *Manilkara zapota*, *Sabal yapa*, *Cayaponia racemos*. Para el cuadrante de 20-30 m se registró una altura máxima de 6 m para *Sabal yapa* y una mínima de 3 m de la especie *Myroxylon balsamum*. *Guazuma ulmifolia* con 23 m de altura y 54.11 cm de DAP exhibió la mayor altura alcanzada, con la presencia de especies como: *Bursera simaruba*, *Metopium brownei*, *Sabal yapa*. En el cuadrante 30-40 m la especie más alta fue *Bursera simaruba* de 8 m con un DAP 16.87 cm, además se registró a las especies: *Aphelandra scabra*, *Chamaedorea seifrizii*, *Hampea trilobata*, *Randia aculeta*.

#### 4.4. Discusión

Los resultados señalan que la vegetación circundante en los cenotes Los Patos y Azul está conformada principalmente por especies arbóreas. Esto coincide con los trabajos de Vázquez-Vázquez *et al.* (2012), Gutiérrez-Báez *et al.* (2016) y Zamora-Crescencio *et al.* (2018), realizados en el estado de Campeche donde evidencian la participación de vegetación de especies arbóreas en las selvas presentes en el estado. La diversidad vegetal de las 5 parcelas muestreadas en los cenotes del CEMC presenta 49 especies, superior a lo reportado por Gutiérrez-Báez *et al.* (2013), Zamora-Crescencio *et al.* (2011) y Coronado-Ávila *et al.* (2016) en Quintana Roo y Campeche, donde la composición florística se encuentra dominada por: *Bursera simaruba*, *Guazuma ulmifolia*, *Hampea trilobata*, *Lysiloma latisiliquum*, *Manilkara zapota*, *Maytenus guatemalensis*, *Randia truncata*, *Sabal yapa*, *Gymnopodium floribundum* y *Vitex gaumeri* especies características de selva mediana subcaducifolia (Gutiérrez-Báez *et al.* 2011; Zamora-Crescencio *et al.* 2020), así mismo se coincide con las especies identificadas en estudios previos realizados en cenotes de la PY (Enrique-Sosa y Chablé-Santos, 2013, Pérez-Sarabia *et al.* 2017), donde las familias con mayor riqueza de especies fueron: Rubiaceae y Fabaceae, además de ser estas las familias más diversas, con mayor distribución en la mayoría de las comunidades vegetales presentes en la PY y las reportadas con mayor frecuencia en estudios florísticos de la región (Zamora-Crescencio *et al.* 2008; Gutiérrez-Báez *et al.* 2011; Zamora Crescencio *et al.* 2020), lo cual también concuerda con estudios previos en selvas medianas subcaducifolias de otros sitios como el Estado Yucatán y Campeche ( González-Iturbe *et al.* 2002; Escobar, 2013; Gutiérrez-Báez *et al.* 2011; Gutiérrez-Báez *et al.* 2012).

En ambos cenotes se encontró la presencia de tres especies, *Bursera simaruba*, *Lysiloma latisiliquum* y *Gymnopodium floribundum*, reportados como elementos sobresalientes de las selvas medianas subcaducifolias (Zegeye *et al.* 2011), considerados ecológicamente importantes, tal como lo afirma Zamora Crescencio *et al.* (2020), presentes en áreas de regeneración natural, (Gutiérrez-Báez *et al.* 2013; Pérez-Sarabia, 2017). El registro de estas especies en diferentes estudios florísticos en la PY las ha estimado como especies ampliamente distribuidas en el centro y norte de la Península (Zamora-Crescencio *et al.* 2008), así mismo se han catalogado como especies

de rápido crecimiento, debido a su densidad reportada en diferentes sitios de estudio (González-Iturbe *et al.* 2002), sin embargo, como plantea Zamora-Crescencio *et al.* (2008) puede deberse a la influencia de las condiciones edáficas o bien puede ser que sean favorecidas por la pendiente del área de estudio, al comparar el listado con otros trabajos se encontró a 9 especies compartidas (*Metopium brownei*, *Sabal yapa* *Croton niveus*, *Lysiloma latisiliquum*, *Senegalia gaumeri*, *Vitex gaumeri*, *Thouinia paucidentata*, *Manilkara zapota*, *Cecropia peltata*) en la selva mediana subcaducifolia de ejidos pertenecientes al estado de Campeche como Hobomó, Pachuitz, Mucuychacán (Zamora-Crescencio *et al.* 2020; Echeverría *et al.* 2014, Gutiérrez-Báez *et al.* 2014).

En cuanto a las formas de vida, en este trabajo se encontró la poca participación de especies herbáceas esto puede estar relacionado con la intervención de actividades turísticas desarrolladas en el área, la falta de entrada de luz para penetrar el suelo, debido a la dominancia de especies arbóreas, además de los desastres naturales, como lo huracanes y tormentas, esto coincide con el trabajo realizado, por Coronado-Ávila *et al.* (2016), quienes reportaron que debido a que la poca iluminación que entra al suelo, hay limitaciones en el crecimiento de plantas que no pueden crecer bajo la sombra, es importante también resaltar que este estrato arbóreo ofrece diversos beneficios a la localidad, como la madera para la construcción de sus viviendas y la leña para la preparación de alimentos, por lo cual es necesario no agotar este recurso vegetal local (Dzib-Castillo *et al.* 2014; Zamora-Crescencio *et al.* 2020).

En términos de alturas se registró a individuos de hasta 25 m con DAP de 57.30 cm, dato superior a lo registrado por Coronado-Ávila *et al.* (2016) para la vegetación circundante a cenotes en Quintana Roo, nuestros resultados concuerdan con lo publicado por Castillo Acosta y García Gil (2002) y Martínez y Galindo Leal (2002) en trabajos realizados en la Reserva de la Biosfera Calakmul, en Campeche, ellos reportaron alturas similares en las selvas medianas subcaducifolias, lo que puede indicar que las selvas presentes en el CEMC, todavía presentan un relativo estado de conservación, aun cuando ya han sido afectadas por el impacto humano, al modificar el área para convertirlo en un sitio turístico. En la parcela 3 se registró la mayor altura de 25 m en individuos de *Metopium brownei*, similar a las observaciones realizadas por Gutiérrez-Báez *et al.* (2011) mencionando que la presencia de plantas con esta altura denota un área de vegetación menos perturbada

considerando que son especies presentes en estratos superiores e inferiores. A diferencia de la parcela 5 donde la altura máxima alcanzada por individuos de *Heliocarpus donnellsmithii* es de 10 m, una especie que llega a medir hasta los 25 m, además, están presentes especies como *Bursera simaruba* y *Lysiloma latisiliquum* que de acuerdo a Pennington y Sarukhán, (2005) llegan a medir más de 14 m alcanzando alturas entre 24 y 30 m, no obstante, las condiciones edáficas, topográfico y climáticas, pueden afectar el desarrollo de la altura de los árboles, como lo mencionan Martínez y Galindo, (2002).

Con el índice de Margalef se determinó homogeneidad entre los cenotes, compartiendo especies como *Bursera simaruba*, *Gymnopodium floribundum*, *Lysiloma latisiliquum* y *Piscidia piscipula* estos resultados difieren a lo reportado por Valdez *et al* (2018), en donde evaluaron áreas perturbadas y en recuperación debido a actividades turísticas. La similitud florística entre las tres áreas estudiadas en el CEM puede deberse a: la ubicación de las parcelas de muestreo, a la topografía del CEMC y la posible uniformidad de sus suelos, a diferencia de estudios previos (González-Iturbe y Tun-Dzul, 2004; López-Jiménez *et al.* 2019) donde las áreas de muestreo exceden más de 4 kilómetros de distancia entre cada sitio, aunque se deben considerar otros factores como la composición, las condiciones ambientales, la presencia o ausencia de especies de plantas y la diversidad regional, ya que juegan un papel clave en cuanto a la presencia de especies que puede existir entre sitios, tal como lo señala Arroyo-Rodríguez *et al.* (2017) y López-Jiménez *et al.* (2019).

Los resultados correspondientes al Índice de valor de importancia permitieron determinar, a las especies ecológicamente más notables las cuales son: *Sabal yapa* (21.71%) y *Viguiera dentata* (19.89%), especies que de acuerdo a su ecología se localizan en selvas medianas, en la PY (Tun-Dzul *et al.* 2008; Martínez y Galindo-Leal 2002), no obstante, Zamora-Crescencio *et al.* (2008) señalaron que las especies que llegan a ser dominantes alcanzan una alta tolerancia ecológica y se presentan con distintas alturas, densidades y tamaños de diámetro, lo cual se relaciona con una actividad antropogénica y desastres naturales (Dzib-Castillo *et al.* 2014), estas especies suelen ser dominantes debido a que superan a especies de lento crecimiento,

provocando cambios en la estructura y composición florística de la vegetación natural (León *et al.* 2009; Zamora-Crescencio *et al.* 2020).

En las parcelas establecidas en los cenotes, se observó que en los metros 30-40 de la parcela 1 correspondiente al cenote Los Patos se registró la presencia *Megathyrus maximus*, una especie invasiva en la PY, en comparación con los otros subcuadrantes de las parcelas 2, 3 y 4, lo que indica la invasión de esta especie al encontrarse en las adyacencias de un potrero, esto contrasta con Coronado-Ávila *et al.* (2016) al afirmar que existe una cierta semejanza en composición florística cuando se establecen parcelas cercanas a cenotes, sin embargo, esto depende de la situación en la que se encuentre el área de la selva a muestrear, debido a que la única parcela que presentó una especie característica de zonas perturbadas fue la parcela 1.

La diversidad obtenida en el CEMC es de 3.1, comparado con lo analizado por Zamora-Crescencio *et al.* (2008) y Dzib-Castillo *et al.* (2014) en ejidos del estado de Campeche, es mayor el valor alcanzado en el presente trabajo, además de ser más diverso que otras regiones que presentan el mismo tipo de vegetación como Pomuch, Hampolol y Yucatán (Gutiérrez-Báez *et al.* 2013; Zamora-Crescencio *et al.* 2011; Ceccon *et al.* 2002), no obstante, a pesar de la perturbación generada en el área, este resultado se considera diverso, debido a que aún se conserva el ambiente propio de la vegetación de selvas, al encontrarse especies características de la selva mediana subcaducifolia como: *Heliocarpus donnellsmithii*, *Manilkara zapota*, *Metopium brownei* y *Piscidia piscipula*.

Por otro lado, con el análisis del estadístico R del ANOSIM se obtuvo, que las tres áreas comparadas muestran una similitud de (0.0037), lo que demuestra un proceso de sucesión en tiempo y espacio entre las tres áreas estudiadas, que parece estar conformando una unidad ecológica, como expresa Guillermo-Sandoval *et al.* (2021), desde el punto de vista ecológico, esto se asocia a los servicios ambientales que ofrece la zona donde se encuentre circundante, como por ejemplo, provee refugio a polinizadores, coadyuva a la regulación del clima local, entre otros servicios, por lo cual, es claro que la conservación del área del CEMC brinda beneficios no solo a la fauna presente, sino también a los pobladores de la comunidad.

## **CAPITULO V.- CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LOS APICULTORES DEL EJIDO MIGUEL COLORADO, CHAMPOTÓN, CAMPECHE, MÉXICO.**

### **5.1. Introducción**

En México la apicultura es una actividad tradicional que guarda un valioso acervo de conocimientos ancestrales, que a su vez genera empleos para el desarrollo económico de comunidades rurales (Rodríguez-Balam y Pinkus-Rendón, 2015, Magaña-Magaña *et al.* 2017). En la península de Yucatán la actividad apícola se ha desarrollado desde tiempos prehispánicos, su fortaleza como economía rural también se sustenta por los recursos naturales que posee, misma que se refleja en los volúmenes de miel producidos y la cantidad de productores dedicados a ella (Güemes-Ricalde *et al.* 2003).

La apicultura destaca al ser una actividad tradicional importante, por los productos que se derivan de las colmenas y por el papel desarrollado por las abejas en el medio ambiente al ser un grupo importante de polinizadores, siendo así una actividad estratégica de conservación de la flora y los ecosistemas (Rodríguez *et al.* 2010; Potosí-Criollo y Yépez-Moncayo, 2015). La actividad apícola juega un papel importante en la conservación de las selvas, porque permite la propagación natural de las semillas, siendo los apicultores grandes aliados para conservar y aprovechar de manera sostenible las selvas (Velázquez *et al.* 2002, Liu y Taylor, 2002).

El estado de Campeche dispone de una importante región productora de miel, concentrando su mayor producción en los municipios de Champotón (2,197 ton.), Hopelchén (1,940 ton.) y Campeche (1,363 ton.), donde se ubica el mayor número de apicultores (7,670), establecidos frecuentemente en la selva baja caducifolia y la selva baja subcaducifolia, ambas conformadas por especies consideradas con un enorme potencial melífero (Canepa-Pérez y Pérez-Akaki, 2017; Martínez-Puc *et al.* 2018).

Desafortunadamente, la apicultura se enfrenta a grandes problemas como: sanitarios, falta de capacitación, organización de los apicultores, cambios climatológicos y deforestación, logrando provocar una disminución en los recursos florísticos de los cuales depende la producción de miel; por lo que, se requiere plantear soluciones



estratégicas para que la apicultura se mantenga y desarrolle (Magaña-Magaña *et al.* 2016).

Ante tal escenario, y debido a la importancia de ser una actividad económica sustentable que contribuye a salvaguardar la biodiversidad y que ayuda a mejorar la calidad de vida de las personas que viven en las comunidades. El presente estudio tiene el objetivo de determinar las principales especies florales nativas en la apicultura en el Ejido Miguel Colorado (EMC).

## **5.2. Materiales y Métodos**

### **5.2.1. Encuestas**

Se elaboró una encuesta compuesta por 30 preguntas de opción múltiple y 18 preguntas abiertas, siguiendo el modelo de entrevistas del autor Quispe-Parí y Sánchez-Mamani (2011). Con un tipo de estructura formal, adaptado a la actividad apícola, conformada por cuatro apartados: 1.- Características/aspectos generales del apicultor, 2.- Conocimiento empírico, 3.- Usos, tipo de manejo y aprovechamiento de la vegetación por los apicultores y 4.- Percepción de la actividad apícola en el EMC.

A partir de un muestro aleatorio simple, durante los meses de julio y agosto 2020, se aplicó la encuesta a 65 apicultores, que representan el 54% de la población total de apicultores en el EMC.

### **5.2.2. Análisis de datos**

Los datos obtenidos de las encuestas se capturaron en una hoja de cálculo (Excel) y fueron analizados con estadística descriptiva estimando medias y cuadros de frecuencias de cada una de las variables que describen la actividad apícola (SAS, 2016).

Con el propósito de analizar la relación entre las variables de identificación del origen floral de acuerdo al conocimiento empírico de los apicultores, se usó un análisis de correspondencia múltiple con el programa SAS 9.4 ([https://www.sas.com/es\\_mx/software/university-edition.html](https://www.sas.com/es_mx/software/university-edition.html)), utilizando las variables: edad, antigüedad en la actividad apícola y método empírico. A cada variable se le asignó

un código (MDIFCOLO, MDIFTEMP, MEDIFSABO, DDIFOLOR, ESPEBAJA, ESPEMEDI, ESPEALTA, PROJOVEN, PROADUL, PROMAYO) para su posterior análisis, con el fin de representar gráficamente la relación entre cada variable (SAS, 2016).

### **5.2.3. Flora apícola**

Se construyó un listado de las plantas con los nombres comunes, en maya y/o español, con los datos que proporcionaron los apicultores acerca de las principales especies vegetales utilizadas en la actividad apícola, posteriormente se realizó una revisión de artículos científicos y catálogos digitales de flora de la PY (Porter-Bolland, 2003; Arellano-Rodríguez *et al.* 2003; Alfaro-Bates *et al.* 2011) para la identificación de nombres científicos, familias a la que pertenecen y para determinar su hábito de crecimiento utilizando los registros de la base de datos “Flora de la Península de Yucatán del CICY” (Duno de Stefano *et al.* 2010). Algunas de las especies determinadas se clasificaron como plantas nectaríferas, poliníferas y nectarpoliníferas, para determinar su utilidad en la alimentación y nutrición de las abejas. Por último, se elaboró el calendario de la fenología de floración de acuerdo a la información de los meses de floración proporcionada por los apicultores.

## **5.3. Resultados**

### **5.3.1. Perfil sociodemográfico de los apicultores**

La edad promedio de los apicultores fue de  $48.09 \pm 1.68$  años, con un rango entre 22 a 81 años, y se registró entre los apicultores una antigüedad en la actividad apícola de  $19.93 \pm 1.63$  años. En cuanto al género, el 95% de los apicultores son hombres, mientras que sólo el 5% son mujeres. Los apicultores encuestados cuentan con escolaridad a nivel de primaria cumplida ( $6.41 \pm 0.45$ ). De los 65 apicultores encuestados el 87.69% tiene como actividad principal la agricultura, solamente un 6.15% considera la actividad apícola como fuente principal de ingresos económicos (Cuadro 5.1).

**Cuadro 5.1.** Formas de aprendizaje de la actividad apícola y las principales ocupaciones de los apicultores del Ejido Miguel Colorado.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje %
<b>Obtención de conocimientos</b>		
Familia o amigos	37	56.92
Cuenta propia	28	43.08
<b>Ocupación principal</b>		
Agricultura	57	87.69
Apicultura	4	6.15
Ama de casa	2	3.08
Comerciante	1	1.54
Ganadero	1	1.54

### 5.3.2. Actividades principales en los apiarios

- Mantenimiento de colmenas: en promedio los apicultores llevan a cabo el mantenimiento de sus colmenas cada  $6.15 \pm 0.69$  días al mes, con una mínima de 2 y una máxima de 30 días.
- Manejo de plagas: El 100% de los encuestados notificó la presencia de plagas en sus colmenas principalmente de hormigas *Xulab (Eciton burchelli)* y ácaros (*Varroa destructor*), de los cuales el 92.31% lo contrarresta aplicando remedios caseros, para el control; los remedios los aplican en forma de aromatizantes utilizando ajo, cal, cebolla morada y cáscara de cedro, colocados dentro del ahumador.
- Movilidad de colmenas: El 21.54% de los encuestados señaló realizar apicultura migratoria, algunos apicultores trasladan sus colmenas a sitios dentro del EMC conocidos como: “la montaña rumbo a la Laguna Mokú, al danto y la fortuna”. Los apicultores que no realizan este movimiento de apiarios (78.46%), manifestaron tenerlos establecidos en sitios cercanos a la población, al hacerlo evitan viajar largas distancias para llegar a sus colmenas y tienen mayor tiempo de realizar otras actividades (Figura 5.1).
- Suministro de agua: Para mantener la hidratación de las abejas, los apicultores encuestados utilizan en su mayoría bebederos (78.46%) (Cuadro 5.2), empleando recipientes de plástico de gran tamaño o tambores.

- Cambio de reina: Es una práctica realizada por el 50.77% de los apicultores cooperantes con la finalidad de mejorar su producción al tener abejas reinas jóvenes, sin embargo, no existe diferencia significativa de quienes no realizan esta actividad (49.23%).

**Cuadro 5.2.** Principales prácticas de manejo realizadas por los apicultores del Ejido Miguel Colorado.

<b>Parámetros</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje %</b>
<b>Obtención de abeja</b>		
Panales silvestres	6	64.62
Compra	11	16.92
División	6	9.23
Herencia	6	9.23
<b>Suministro de agua</b>		
Bebedores	51	78.46
Cenotes	5	7.69
Jagüey	5	7.69
Aguada	4	6.15
<b>Manejo sanitario</b>		
Remedios propios	60	92.31
Ninguno	3	4.62
Pesticidas	2	3.08





**Figura 5.1. Apiarios aledaños al Centro Ecoturístico Miguel Colorado. A.** apiario establecido en un área cubierta por vegetación secundaria. **B.** apiario fijado en un área abierta aledaño a cultivos agrícolas, **C.** apiario ubicado en un área baja principalmente rodeado de una gran variedad de especies herbáceas, **D.** trampa para capturar enjambres.

### 5.3.3. Organización de los apicultores y aspectos socioeconómicos

En cuanto, a la adscripción de los apicultores a grupos apícolas, el 65% mencionó no pertenecer a alguna organización. El 35% reportó estar adscrito a alguna de las siguientes asociaciones: Miel y Cera Campeche S.P.R. de R.L., Miel y Cera Champotón S.P.R. y Apicultores de Champotón S.P.R. de R.I.

En promedio los apicultores cuentan con una media de  $1.13 \pm 0.04$  apiarios, los cuales albergan  $32.36 \pm 2.72$  colmenas por apiario. Los apicultores del EMC, venden en promedio el 52.31% de la cosecha de miel a compradores locales e intermediarios estatales y nacionales. El precio del kilogramo de miel a granel que recibieron los apicultores en la temporada analizada (2020) fue de \$29.90 en promedio, mientras que el precio por litro es de \$82.00.

### 5.3.4. Flora de interés apícola

Los encuestados proporcionaron el nombre común en maya y en español de 34 plantas que de acuerdo a la revisión de literatura que se realizó conocemos que corresponden a 33 géneros distribuidos en 19 familias (Cuadro 5.5) (Figura 5.2).

### 5.3.5. Fenología de floración

En las encuestas los apicultores manifestaron realizar hasta  $6.15 \pm 0.22$  (Cuadro 5.5) cosechas al año, las cuales están relacionadas con la floración en los meses: enero (45%), febrero (3%), marzo (32%), abril (69%), mayo (89%), junio (3%), noviembre (3%) y diciembre (78%). Los apicultores del ejido consideran 11 plantas como las más importantes en su producción de miel, las cuales por orden de importancia son: *Bauhinia herrerae* (kibix, 100%), *Piscidia piscipula* (Ja'abin, 95%), *Spondias radlkoferi* (Jobo, 58%), *Lysiloma latisiliquum* (Tsalam, 53%), *Terminalia buceras* (Puk'te, 29%), *Turbina corymbosa* (Xtabentun, 26%), *Rauvolfia tetraphylla* (Muk, 24%), *Bursera simaruba* (Chakaj, 24%), *Metopium brownei* (Cheechem, 23%), *Vitex gaumeri* (Ya'axnik, 23%) y *Lonchocarpus castilloi* (Machiche 20%).



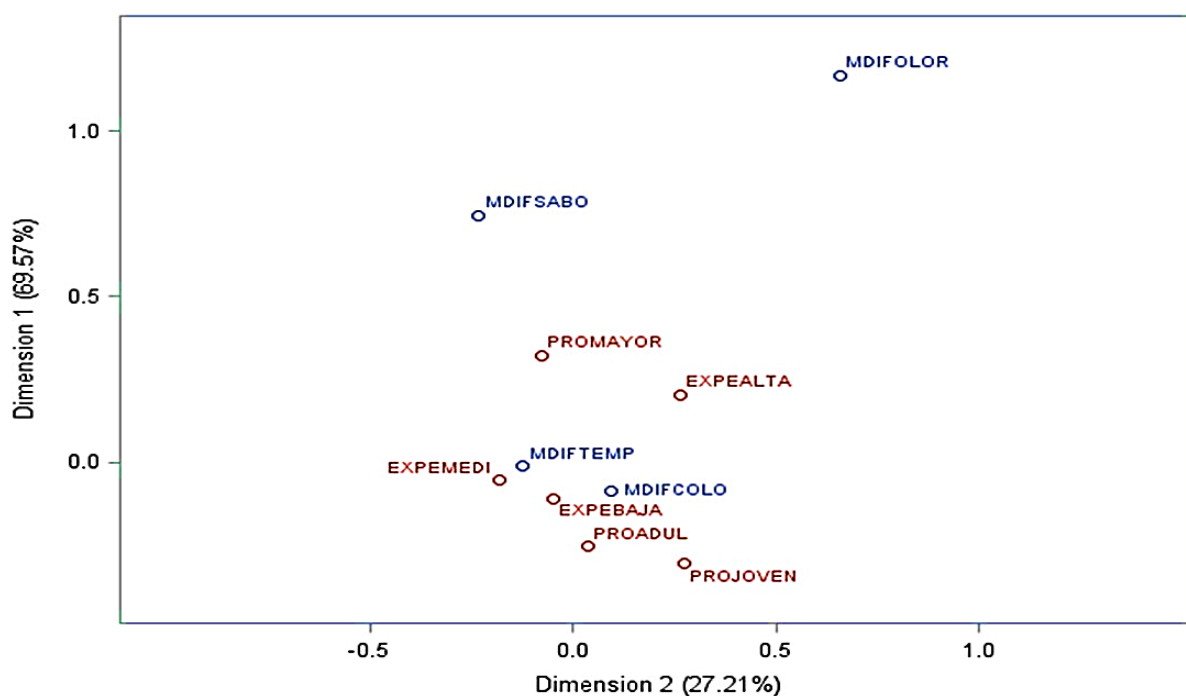
Para determinar, si la coloración es un indicador de utilidad para diferenciar el tipo de miel entre los apicultores, se realizó un análisis de correspondencia múltiple, (Figura 5.3) en el grafico porcentual se puede observar que los productores tanto adultos (PROADUL) como jóvenes (PROJOVEN); que poseen una experiencia baja (EXPEBAJA) tienen la capacidad de identificar y diferenciar las mieles mediante la observación de la coloración (MDIFCOLO), siendo el color un principal indicador de identificación de miel (Cuadro 5.3).



**Figura 5.2. Vegetación circundante en tres apiarios de los apicultores cooperantes del Ejido Miguel Colorado. A.** *Viguiera dentata* (Tahonal) especie de importancia para los apicultores encuestados, **B.** *Allophylus cominia* conocida localmente como lik' baach encontrada en abundancia en el mes de octubre, **C.** y **D.** variedad de flora localizada en la periferia de los apiarios.

**Cuadro 5.3.** Percepción de los apicultores encuestados en cuanto al origen botánico de las mieles.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje %
<b>Importancia del origen floral</b>		
Conocer la floración	12	18.46
Mejorar el precio	7	10.77
Tipo de miel producida	46	70.77
<b>Identificación de origen floral por apicultor</b>		
Color	35	53.85
Temporada de floración	26	40.00
Sabor	3	4.62
Olor	1	1.54
<b>Composición de la miel</b>		
Multifloral	62	95.38
Unifloral	3	4.62



**Figura 5.3. Análisis de correspondencia entre edad, antigüedad en la actividad apícola y método empírico de clasificación de tipos de mieles.** MDIFCOLO (método de diferenciación por color), MDIFTEMP (método de diferenciación por temporada), MDIFSABO (método de diferenciación por sabor), MDIFOLOR (método de diferenciación por olor), EXPEBAJA (experiencia baja), EXPEMEDI (experiencia media), EXPEALTA (experiencia alta), PROJOVEN (productor joven), PROADUL (productor adulto), PROMAYO (productor mayor).



### 5.3.6. Problemáticas e intereses generales de la apicultura en EMC

Las problemáticas más citadas por los apicultores encuestados según su frecuencia se encuentran en el cuadro 15. Debido a las necesidades que identifican los apicultores entrevistados manifestaron la necesidad de recibir capacitación técnica mediante cursos, talleres o pláticas que se relacionen con el control de plagas (33.85%), el cambio de abejas reina (23.08%), entre otros (Cuadro 5.5). Lo anterior con la finalidad de adquirir nuevos conocimientos para desarrollar estrategias que les generen beneficios y así mejorar las practicas desarrolladas en la actividad apícola en el EMC.

**Cuadro 5.4.** Principales problemas según su frecuencia de repetición por parte de los apicultores encuestados.

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje %
<b>Problemáticas</b>		
Precio inestable	24	36.92
Plagas	21	32.31
Cambio climático	7	10.77
Deforestación	5	7.69
Ninguno	5	7.69
Falta de capacitación	2	3.08
Incendios forestales	1	1.54
<b>Temas de interés de capacitaciones</b>		
Control de plagas	22	33.85
Cambio de reina	15	23.08
Producción de miel orgánica	7	10.77
Producción de polen	6	9.23
División de abejas	5	7.69
Mejora genética	5	7.69
Extracción de miel	3	4.62
Alimentación	2	3.08

**Cuadro 5.5.** Principales especies de plantas y meses de floración para la producción de miel reconocidos por los apicultores encuestados del EMC.

Familia	Especie	Nombre común	N/P	Meses de floración												Habito
				E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Cheechem	N-P			•	•	•		•	•					A
	<i>Spondias radlkoferi</i> Donn. Sm.	Jobo	N-P				•	•	•							A
Apocynaceae	<i>Rauvolfia tetraphylla</i> L.	Muk	N-P			•	•	•	•	•	•		•			Ar
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	Sak chakaj	N	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	A
Arecaceae	<i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.	Huano	P					•	•	•						A
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng. var. <i>dentata</i>	Tajonal	N-P	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	H
Boraginaceae	<i>Cordia collococca</i> L.	Candelero	N-P		•	•	•									A
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chakaj	X				•	•								A
Combretaceae	<i>Terminalia buceras</i> (L.) C. Wright	Puk'te	N-P	•	•	•	•	•						•	•	A
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Canutillo	N		•	•						•	•		•	H
Convolvulaceae	<i>Turbina corymbosa</i> (L.) Raf.	Xtabentun	N	•	•		•						•	•	•	T
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum confusum</i> Britton	Cascarillo	P			•			•		•			•		A
Fagaceae	<i>Quercus oleoides</i> Schlecht. & Cham.	Roble	N	•			•			•						A
Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Ya'axnik	X						•	•						A
Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i> L.	Béek che'	N	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	A
Malvaceae	<i>Heliocharpus donnellsmithii</i> Rose	Joolol	P	•	•								•	•	•	A
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	Ts'iits'ilche'	N	•	•	•	•	•	•				•	•	•	A
Sapindaceae	<i>Matayba oppositifolia</i> (A. Rich.) Britton	Tempezquite	N	•	•	•										A
	<i>Allophylus cominia</i> (L.) Sw.	lik' baach	N										•	•	•	A
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	Chico zapote	P						•	•	•	•	•	•		A

Familia	Especie	Nombre común	N/P	Meses de floración												Habito	
				E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Fabaceae	<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	Catzim	P				•	•	•		•			•	•	A	
	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Ja'abin	N	•		•	•									A	
	<i>Lonchocarpus castilloi</i> Standl.	Machiche	N								•					A	
	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tsalam	N			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	A	
	<i>Swartzia cubensis</i> (Britton & P. Wilson) Standl. var. <i>cubensis</i>	K'aatal oox	P			•										A	
	<i>Croton reflexifolius</i> Kunth	P'e'es' kúuch	N-P	•	•	•	•	•	•	•	•				•	A	
	<i>Caesalpinia yucatanensis</i> (Britton & Rose) Greenm.	Taa k'in che'	P	•	•											•	A
	<i>Simarouba glauca</i> DC.	Pa' sak	N-P	•	•											•	A
	<i>Senna racemosa</i> (Mill.) H.S. Irwin & Barneby var. <i>racemosa</i>	K'an ja' abin	N	•	•	•	•							•	•	•	A
	<i>Haematoxylum campechianum</i> L.	Tinto	N-P	•	•	•									•	•	A
	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i> Pittier	Ya'ax xu'ul	N							•	•	•	•	•			A
	<i>Bauhinia herrerae</i> (Britton & Rose) Standl. & Steyerl.	Kibix	N-P											•		•	E
	<i>Sideroxylon foetidissimum</i> Jacq. ssp. <i>Gaumeri</i> (Pittier) Penn.	Sibul	N-P				•	•				•	•	•	•		A
	<i>Pouteria campechiana</i> (Kunth) Baehni	K'aniste'	N	•	•	•	•	•	•		•					•	A

Leyenda: N nectaríferas, P poliníferas, NP nectarpolinífera. E enero, F febrero, M marzo, A abril, M mayo, J junio, J julio, A agosto, S septiembre, O octubre, N noviembre, D diciembre. A árbol, Ar arbusto, H hierba, E enredadera, T trepadora (Porter Bolland , 2003; Arellano Rodríguez *et al.* 2003; Duno de Stefano *et al.* 2010; Alfaro Bates *et al.* 2011).

## 5.4. Discusión

La edad promedio de los apicultores fue de  $48.09 \pm 1.68$  años y se registró una antigüedad en la actividad apícola de  $19.93 \pm 1.63$  años. En estudios previos en la Península Yucatán el intervalo de edad promedio de los apicultores oscila entre los 39 a 58 años (Contreras-Uc *et al.* 2017; Serralta-Batún, 2019; Coh-Martínez *et al.* 2019; Becerril-García *et al.* 2020). Contreras-Escareño *et al.* (2013), argumentan que la edad no es necesariamente un indicador del grado de especialización y profesionalización, en algunos casos puede ser un factor limitante para la adopción de nuevas tecnologías. Al respecto, Zocchi *et al.* (2020) y Patel *et al.* (2020), mencionan que la edad del apicultor tiene relación directa con las practicas apícolas, debido al conocimiento adquirido a través del tiempo, sobre todo en el manejo de los apiarios, además, logra ser un atributo clave que determina la experiencia y el conocimiento ecológico local; contribuyendo a la conservación de especies vegetales. En cuanto al género, el 95% de los apicultores son hombres, mientras que el 5% son mujeres, se puede observar que como ocurre en otras regiones productoras de miel, la apicultura es una actividad realizada en su mayoría por hombres, como también se reporta para las zonas sur y sureste de Jalisco, en donde la participación del hombre es del 93% y de la mujer es del 7% (Contreras-Escareño *et al.* 2013), siendo una característica importante en el EMC, aun cuando es un área de oportunidad para integrar mujeres en este sector productivo; es escasa la participación de la mujer en la PY (Serralta-Batún, 2019).

Los apicultores encuestados cuentan con escolaridad a nivel de primaria concluida ( $6.41 \pm 0.45$ ), lo que representa un logro importante para ellos, dado que en la zona rural en la que se localizan, solamente cuentan con escuela primaria y secundaria, por lo que, se tienen que trasladar a otras poblaciones, para obtener educación a nivel superior, similar a lo reportado para Campeche y Yucatán (Fierros y Ávila, 2017; Serralta-Batún, 2019; Hernández-Cuevas *et al.* 2019), sin embargo, podría ser una limitante en la adopción de nuevas técnicas de mejora en la actividad apícola, ya que evidencia un arraigo a las prácticas tradicionales, lo que provoca una resistencia al cambio de mentalidad para mejorar la actividad apícola (Contreras-Uc *et al.* 2017).

De los 65 apicultores encuestados el 87.69% tiene como actividad principal la agricultura, solamente un 6.15% considera la actividad apícola como fuente principal de ingresos económicos. Con dichos resultados se logró confirmar lo reportado en trabajos anteriores en la Península de Yucatán (Serralta-Batún, 2019; Coh-Martínez *et al.* 2019; Becerril-García *et al.* 2020), donde la apicultura es una actividad secundaria a la agricultura, lo que, representa una fuente importante económica para los apicultores, al estar considerada como una actividad complementaria en sus ingresos económicos.

El 100% de los encuestados notificó la presencia de plagas en sus colmenas principalmente de hormigas “Xulab” (probablemente *Eciton burchelli*) y “Varroa” (*Varroa destructor*), de los cuales el 92.31% lo contrarresta aplicando remedios de elaboración propia, como tratamientos de control; en forma de aromatizantes de ajo, cal, cebolla morada y cáscara de cedro, colocados dentro del ahumador. Tal y como lo reportaron Hernández-Cuevas *et al.* (2019) y Cencetti *et al.* (2017), la presencia de plagas trae consigo afectaciones a las colmenas, perturbando la sanidad de las mismas, a causa del mal manejo, lo que resalta la importancia de implementar programas de inocuidad y capacitaciones para el control de plagas y así mejorar el conocimiento de los apicultores. Por otro lado, solamente el 21.54% señaló realizar apicultura migratoria, de acuerdo a los autores Zocchi *et al.* (2020) y Castellanos-Potenciano *et al.* (2017) realizar apicultura migratoria logra aumentar la productividad, como fuentes externas a las nuevas condiciones socioeconómicas y ambientales en las que están arraigados sus medios de vida.

Para mantener hidratadas a las abejas, los apicultores encuestados utilizan en su mayoría bebederos (78.46%), autores como Cetzal-Ix *et al.* (2018) y Hernández-Cuevas *et al.* (2019) mencionan que, los sitios estratégicos de suministro de agua para los apiarios; son los depósitos de aguas naturales, ya que son indicadores valiosos al tener una gran predominancia de árboles. El EMC es un sitio importante para la actividad apícola, al poseer una gran diversidad de plantas y flores, sin embargo, no están siendo utilizados potencialmente por los apicultores, aun cuando representa una fuente primordial para las abejas, además refleja un beneficio indirecto para la recuperación y estabilización de ecosistemas en peligro de extinción, contribuyendo con la conservación de la biodiversidad (Rodríguez y Pinkus. 2015). El cambio de abeja reina es practicado

por el 50.77% de los apicultores cooperantes con la finalidad de mejorar su producción al tener abejas reinas jóvenes, sin embargo, no existe diferencia significativa de quienes no realizan esta actividad (49.23%), debido a que estos apicultores aun no tienen el conocimiento suficiente para realizar el recambio de reinas. Similar a Contreras-Uc *et al.* (2017) y Hernández-Cuevas *et al.* (2019), quienes reportan, que esta práctica se encuentra relacionada con el manejo reproductivo y de mejoramiento de la colonia. De acuerdo, a lo reportado por los encuestados las abejas que utilizan son en su totalidad híbridos locales, conocidos por ellos como: abeja africanizada cruce de la abeja africana (*A. mellifera scutellata*) (92%) y abejas europeas (*A. mellifera caucásica*) (5%), (*A. mellifera mellifera*) (3%), las cuales son obtenidas por medio de panales silvestres, debido a que los apicultores practican la captura de los mismos y de esta manera logran aumentar el número de colmenas en sus apiarios.

En cuanto, a la adscripción de los apicultores a grupos apícolas, el 65% mencionó no pertenecer a alguna organización apícola, lo que les permite vender y comercializar la producción de miel directamente con compradores, e intermediarios, tanto locales como regionales, logrando duplicar el ingreso por la venta de su producción. El 35% reportó estar adscrito a alguna de las siguientes asociaciones: Miel y Cera Campeche S.P.R. de R.L., Miel y Cera Champotón S.P.R. de R. L. y Apicultores de Champotón S.P.R. de R. L., siendo este un aspecto similar a lo reportado en el Estado de Campeche y Yucatán (Serralta-Batún, 2019; Contreras-Uc y Magaña-Magaña, 2017; Martínez-Puc *et al.* 2018; Magaña-Magaña *et al.* 2007), quienes mencionan que la integración de grupos productores apícolas, facilitan los canales de comercialización, sin embargo, se encuentran sujetos a los precios de las empresas intermediarias de compra en los centros de acopio.

En promedio los apicultores cuentan con una media de  $1.13 \pm 0.04$  apiarios, los cuales albergan  $32.36 \pm 2.72$  colmenas por apiario, lo que difiere con estudios previos de la región, donde el promedio de apiarios por apicultor oscila entre 2.27 a 2.47, sin embargo, el número de colmenas coincide con lo reportado por Martínez-Puc *et al.* (2018).

Los apicultores del EMC, venden en promedio el 52.31% de la cosecha de miel a compradores locales e intermediarios estatales y nacionales. El precio del kilogramo de miel a granel que recibieron los apicultores en la temporada analizada fue de \$29.90 en

promedio, mientras que el precio por litro es de \$82.00, no obstante, el precio depende de la floración y la zona productora, por ejemplo, en lo reportado por (Contreras-Uc *et al.* 2017; Zocchi *et al.* 2020) el precio más alto fue en el 2016 por \$35 por kilogramo, para Yucatán y Campeche, lo que significa que el precio que obtienen los apicultores en el EMC aún no ha disminuido considerablemente en un lapso de 5 años.

Los encuestados proporcionaron el nombre común de la flora de interés apícola en maya y en español de 34 plantas que corresponden a 33 géneros distribuidas en 19 familias, lo que representa el 22% del total de la lista de especies melíferas registradas para el estado de Campeche con 146 especies, 101 géneros y 35 familias (Porter-Bolland, 2010). Comparado con los registros de flora melífera en la PY, representa un valor mínimo para el EMC (4%) (Parra, 2009; Velázquez-Rentería, 2011). No obstante, con otros estudios previos, de esta índole como es el caso de Coh-Martínez *et al.* (2019), donde se comparte el 30% de las especies reportadas, no existe una diferencia significativa, así como también, con lo reportado por Porter-Bolland (2010) con 100 especies en 67 géneros y 31 familias para 8 comunidades. Por lo tanto, la flora que se comparte con estos estudios, indica que son especies que están distribuidas en el estado de Campeche y se encuentran dentro de la vegetación de la PY (Fernández-Carnevali *et al.* 2010).

Por otro lado, las familias con mayor número de especies fueron la Fabaceae (12), Sapotaceae (3), Anacardiaceae (2) y Sapindaceae (2), lo que coincide con los datos reportados con otros estudios de la flora en la PY, particularmente en zonas similares al presente trabajo, donde la vegetación predominante son selvas mediana y baja subcaducifolia (Flores-Guido *et al.* 2010; Zamora-Crescencio *et al.* 2011; Rodríguez-Sánchez *et al.* 2019; Cetzal-Ix *et al.* 2019). Además, estas familias albergan dos especies *Lonchocarpus yucatanensis* (Ya'ax xu'ul) y *Sideroxylon foetidissimum* (Sibul) restringidas en México a la Península de Yucatán de acuerdo a Porter-Bolland y Fernández-Carnevali *et al.* (2010).

Con la información brindada por los apicultores sobre las plantas utilizadas, se determinó con base en la literatura (Duno de Stefano *et al.* 2010), los hábitos de crecimiento, donde los más abundantes fueron los árboles (85%), herbáceas (6%), enredaderas (6%) y arbustos (3%), para el área de estudio. Tales resultados coinciden con otros estudios en

el estado Campeche y Yucatán (Camargo *et al.* 2014; Coh-Martínez *et al.* 2019), donde el hábito de crecimiento más abundante fue el de los árboles, lo que representa el 23% de las especies arbóreas registradas de la flora melífera de la PY por Arellano *et al.* (2013). Aunado a lo anterior, este patrón de dominancia de especies arbóreas registradas en el EMC, se encuentra relacionada con la cercanía de los apiarios a cuerpos de agua naturales como: “la laguna Mocú y otros cenotes”, sitios donde la característica más importante, es que, se registra una dominancia de especies arbóreas, las cuales presentan epifitismo, lo cual logra ser una fuente alterna de floración para los apicultores (Camargo *et al.* 2014). Sin embargo, los hábitos de crecimiento tienden a cambiar, es decir las especies que generalmente son arbóreas, suelen encontrarse en hábitos arbustivos debido a la alta capacidad de rebrote de las especies en selvas tropicales secas (Velázquez-Rentería, 2011).

Al analizar los datos de los meses de floración, se observa que algunas especies florecen varias veces al año, por lo que se pueden considerar de importancia para calendario de cosechas en el EMC, además, en los meses de enero, febrero, marzo, abril y noviembre, florecen más de 16 especies, similar a la información reportada en estudios previos en la PY, quienes también reportan floraciones en Campeche en los meses de diciembre-abril (Camargo *et al.* 2014; Martínez-Puc *et al.* 2018) y de marzo-mayo (Magaña-Magaña *et al.* 2007). Con la información obtenida de las plantas mencionadas por los apicultores, se clasificaron 34 plantas como flora melífera, teniendo un total de 15 plantas nectaríferas, 12 nectarpoliníferas y 7 poliníferas (Porter-Bolland, 2010; Caro-Encalada *et al.* 2012); aspecto importante para los apicultores, dado que las abejas recolectan el néctar para transformar miel y con el polen alimentan a sus crías, elemento importante para el control de la colmena (Coh-Martínez *et al.* 2019).



## **CAPITULO VI. DETERMINACIÓN DEL ORIGEN FLORAL DE LAS MIELES PRODUCIDAS EN APIARIOS ALEDAÑOS A LOS CENOTES LOS PATOS Y AZUL.**

### **6.1. Introducción**

México se encuentra entre los diez primeros países en producción y exportación de miel a nivel mundial. Por lo que, se han introducido numerosos métodos para establecer parámetros de control de calidad y estandarización de la miel, a través de sus diferentes propiedades como el sabor, color y aroma, mismas que son producto de especies vegetales y que les otorga su origen botánico. Por su calidad y sabor, el 90% de la miel Yucateca, es reconocida por tradición a nivel mundial, exportada al mercado internacional (SIAP, 2020, SADER, 2020, Castillo-Cázares *et al.* 2016, Echazarreta-González, 2016).

En consecuencia, la atención de los consumidores por la miel de alta calidad, ha generado que los productores de miel tengan que indicar el origen botánico y geográfico de la miel, aunque el precio a granel de la miel se encuentra condicionado por la cantidad ofrecida, existe un mercado que paga precios excedentes por miel unifloral o por un certificado de origen floral de miel (Mohammed y Azim, 2012; Castillo-Cázares *et al.* 2016).

Por consiguiente, la presencia de una serie de proteínas en la miel se ha considerado un indicador útil de los orígenes geográficos y florales, debido a que las proteínas de la miel provienen de la abeja y también de las plantas (polen y néctar), además, las diferentes regiones donde se producen las mieles, presentan distintas comunidades florales y características, logrando ser un método ventajoso en comparación con otros compuestos para diferenciar los orígenes florales y geográficos (Baroni *et al.* 2002, Lewkowski *et al.* 2019).

La determinación de proteínas en la miel por SDS-PAGE se ha considerado como un índice de control de calidad de la miel, y aunque existe poca información sobre los marcadores de origen floral utilizando este método en la Península de Yucatán, existen informes sobre el uso de electroforesis de proteínas en otros países, para verificar la utilidad de las proteínas de polen como marcadores de origen floral en la miel (Ramón-Sierra *et al.* 2015).

Sin embargo, la metodología más aplicada para determinar el origen botánico y geográfico de la miel, es el estudio melisopalinológico que consiste en el análisis de los tipos polínicos presentes en la miel, para darle un valor agregado a la miel (Jones y Bryant, 2014; Sahinler *et al.* 2009). La diversidad morfológica que presentan y la relativa constancia de sus caracteres dentro de los distintos taxones, hacen del polen elementos valiosos en la taxonomía vegetal para la identificación de las plantas.

En la Península de Yucatán, la producción de miel esta conocida por dos principales floraciones, tahonal (*Viguiera dentata*) y t'sit'silche' (*Gymnopodium floribundum*), aun cuando se han registrado aproximadamente 2,400 especies vegetales, de las cuales 600 son melíferas y 30 de ellas consideradas de gran importancia apícola (Castillo-Cázares *et al.* 2016; Martínez-Puc *et al.* 2018).

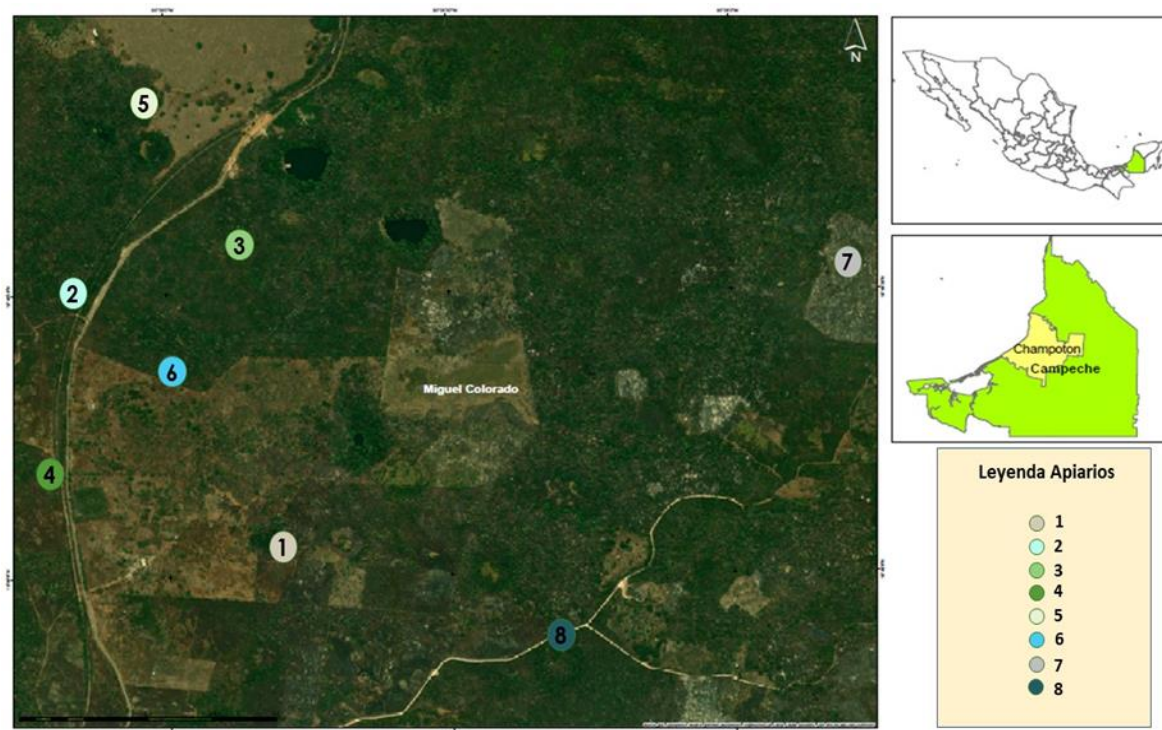
En el estado de Campeche, aun no se reportan los principales recursos nectaríferos que contribuyen a la producción de miel, lo cual sería importante para la conservación de las plantas nativas melíferas, en la PY se han realizado diversos estudios sobre la flora de interés apícola, pero enfocados en el estado de Yucatán (Villanueva, 2002; Villanueva *et al.* 2009; Alfaro-Bates *et al.* 2007, 2010).

Por tal motivo, el presente trabajo tiene el objetivo de identificar el origen floral de mieles provenientes de apiarios aledaños al CEMC.

## **6.2. Materiales y Métodos**

Para identificar el origen floral de la miel producida en los apiarios cercanos a los cenotes Los Patos y Azul, pertenecientes al EMC, se realizaron tres colectas de miel en apiarios cercanos al área de muestreo de vegetación (Figura 6.1) y se realizaron análisis de proteínas y melisopalinología. Las colectas se realizaron en los meses de febrero, mayo y octubre del año 2020, meses en los que los apicultores participantes, cosechan miel. Las muestras fueron recuperadas en frascos de plástico de 500mL con tapa de rosca, cada frasco fue etiquetado con los datos de nombre del apicultor, número de apiario, fecha y vegetación de origen (información proporcionada por los apicultores). Todas las muestras fueron transportadas a temperatura ambiente al Área de Proteómica del

laboratorio de Biología Molecular y Genómica Funcional del Campus Campeche del Colegio de Postgraduados para su almacenamiento y posterior análisis.



**Figura 6.1.** Mapa de ubicación de los apiarios circundantes a los cenotes Los Patos y Azul. (Realizado en un sistema de información geográfica en ArcGIS 10.2 y Google Maps).

### 6.2.1. Extracción de proteínas

El análisis de proteínas se llevó a cabo en el Colegio de Postgraduados Campus Campeche en el laboratorio de Biología Molecular y Genómica Funcional, en el área de Proteómica se realizó la extracción de proteínas y electroforesis, en el área de Genómica se hizo la cuantificación de las proteínas.

Las proteínas se obtuvieron siguiendo el protocolo descrito por Wang *et al.* (2009) con ligeras modificaciones. Brevemente, se diluyeron 5g de miel en 5 ml de agua destilada, las proteínas se extrajeron a temperatura ambiente, por agitación a 40 rpm durante 60 minutos, a continuación, las muestras de miel diluidas en agua se centrifugaron en un equipo Thermo Scientific, modelo Sorvall Legend Micro 21 R a 10,000 rpm por 60 minutos

a 4°C; el sobrenadante fue recuperado y almacenado en tubos cónicos plásticos de 15 ml a 4°C para su posterior análisis (Figura 6.2).

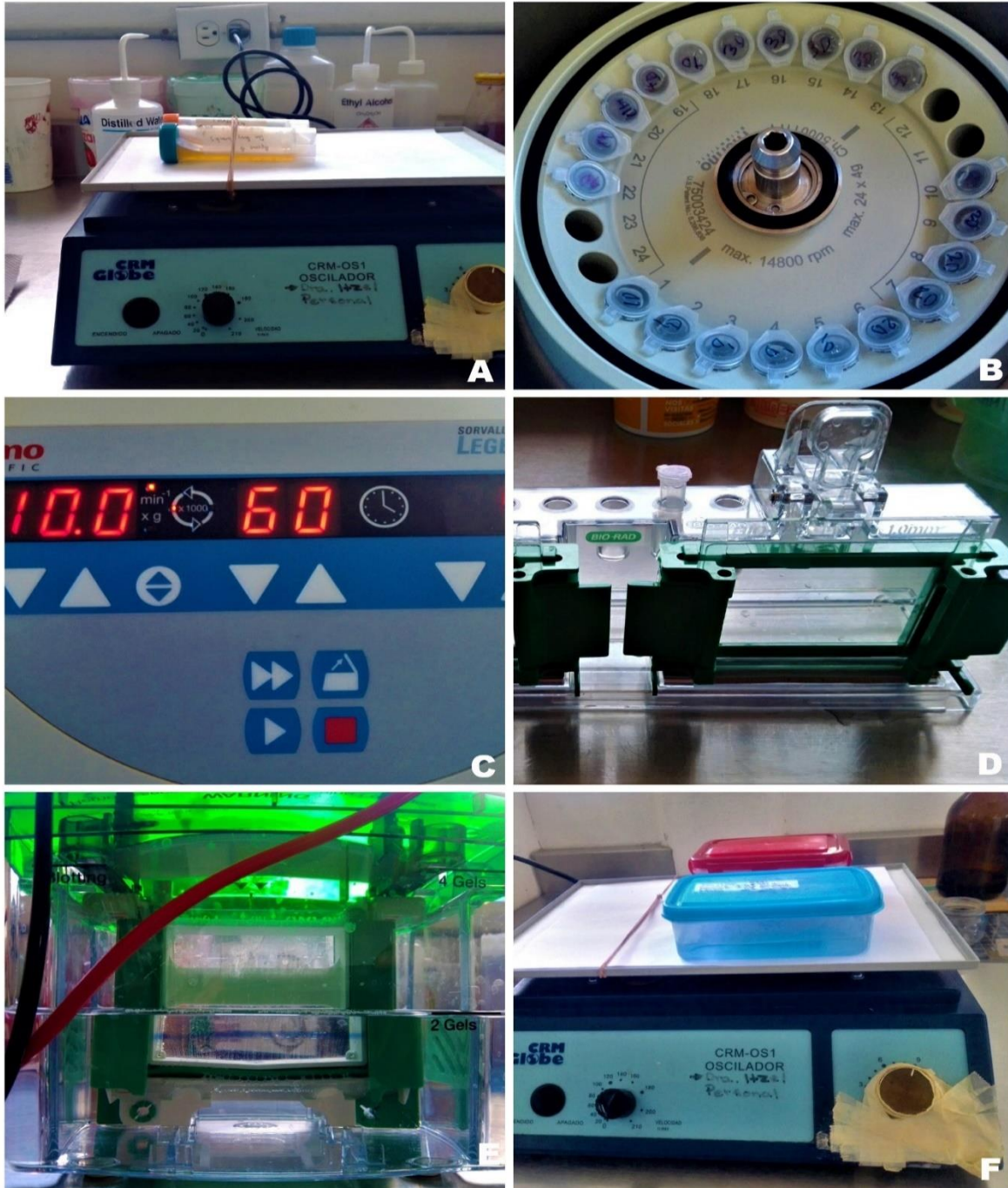
### 6.2.2. Cuantificación de proteínas

Para determinar el contenido de proteínas en las muestras de miel se siguió la técnica de cuantificación por el método de Bradford (1976). La curva estándar para el cálculo de la concentración de proteínas se realizó de acuerdo al trabajo de Azeredo *et al*, (2003), la curva se construyó con una solución de albúmina de suero bovino (BSA); en tubos cónicos de 1.5 ml se adicionaron 0, 25, 50, 75, 100 µg/1mL de BSA. Para la cuantificación proteica de las 19 muestras de miel, se tomaron volúmenes de 100 µL de cada una de las extracciones recuperadas y fueron mezcladas con 200 µL del reactivo de Bradford (BioRad). Después de 5 minutos de incubación a temperatura ambiente las absorbancias de los estándares y de las muestras fueron medidas a 595nm en un espectrofotómetro UV/Vis marca Perkin Elmer modelo Victor 5X. Los datos de absorbancia obtenidos fueron utilizados para calcular las concentraciones de cada muestra, sustituyendo los valores de absorbancia de las muestras en la ecuación de la recta ( $y = m x + b$ ), a partir de los valores de la curva estándar. En la ecuación  $y = m x + b$ ,  $y$  es la absorbancia a 595 nm,  $m$  es la pendiente,  $x$  es la concentración de proteínas y  $b$  es la ordenada al origen.

### 6.2.3. Determinación del Perfil de proteínas

Se realizó el análisis de las proteínas extraídas de las muestras de miel, por electroforesis en geles de poliacrilamida desnaturalizantes (SDS-PAGE), de acuerdo al método de Mohammed y Azim, (2012). Se prepararon geles al 12% con SDS (Dodecil Sulfato Sódico) para analizar y comparar el perfil de corrida electroforética de las proteínas de las distintas muestras de miel, organizándolas por mes de cosecha (febrero, mayo y diciembre). Los geles fueron corridos en un sistema de electroforesis vertical de BioRad. Las muestras fueron preparadas con buffer de carga 6X y posteriormente por pozo (carril) se colocaron 24µL de la mezcla de proteínas más buffer de carga. Para determinar el peso molecular de las proteínas extraídas se utilizó como referencia el marcador de peso molecular Precision Protein™ standards, Dual Color de la marca BioRad en cada uno de

los geles realizados. La corrida electroforética se realizó a 100V durante 2h 50 minutos. Después de la electroforesis, los geles se tiñeron durante toda la noche con una solución de tinción de Azul de Coomassie G-250, elaborada en el laboratorio y se decoloraron con una solución desteñidora (Anexo 6) hasta la visualización de las proteínas (Figuras 6.2). Para observar la integridad y perfil de las proteínas los geles se documentaron en un equipo ChemiDoc de la marca BioRad en el laboratorio de Fisiología Genómica.



**Figura 6.2. Extracción y análisis de proteínas del polen en muestras de miel. A.** dilución de la solución 5 g de miel + 5 ml agua destilada por agitación a 40 rpm por 60 minutos, **B.** centrifugación de las muestras obtenidas por disolución en duplicados de tubos cónicos de 1.5 ml, **C.** centrifugación a 10,000 rpm por 60 minutos a 4°C para extracción de proteínas de polen en muestras, **D.** preparación de los geles de poliacrilamida al 12%, **E.** corrida electroforética del perfil de proteínas a 100V durante 2h 50 minutos, **F.** tinción con solución de Azul de Coomassie.



## 6.2.4. Melisopalinología

### 6.2.4.1. Análisis cualitativo de muestras de miel del EMC

Los análisis cualitativos de las muestras de miel colectadas en el EMC se realizaron en las instalaciones del Laboratorio de Agua y Suelos del Colegio de Postgraduados, Campus Campeche, usando el método modificado de Von-Der *et al.*, (2004), obtenido de Alfaro-Bates *et al.*, (2010).

Para obtener las estructuras polínicas primero se pesaron 10 g de miel de cada una de las muestras colectadas, en tubos de plástico de fondo cónico, graduados de 50 ml. A los 10 g de miel, se le añadieron 20 ml de agua destilada tibia (35-37 °C), se agitó hasta que se diluyó por completo la miel. Se centrifugó a 3000 rpm por 10 minutos y se decantó sin perder el sedimento. El sedimento obtenido se resuspendió en 20 ml de agua destilada tibia (35 °C) y se centrifugó nuevamente a 3000 rpm por 5 minutos y se decantó sin perder el sedimento (Figura 6.3). El sedimento obtenido se transfirió con una micropipeta de 200 µl a un microtubo de 1.5ml para su acetólisis.

### 6.2.4.2. Acetólisis

El sedimento obtenido en el análisis cualitativo de las muestras de miel, se llevó a un proceso de acetólisis para la destrucción de la celulosa y el contenido celular de los granos de polen por medios de ácidos (mezcla acetolítica) para limpiarlos y permitir el reconocimiento de las estructuras útiles, Erdtman (1960) para la subsecuente identificación del polen.

Los sedimentos obtenidos del análisis cualitativo de las muestras de miel procesadas previamente, se les añadió 1ml de ácido acético glacial, se cerró el tubo y se homogenizó de forma manual suavemente. La solución del sedimento más ácido acético glacial se centrifugó a 3000 rpm durante 6 minutos, se decantaron los desechos ácidos en un frasco de vidrio que posteriormente fueron neutralizados y desechados con seguridad en el área de desechos del laboratorio. Al sedimento obtenido se le añadió 1 ml de mezcla acetolítica (9 partes de anhídrido acético por una de ácido sulfúrico) recién preparada. Es indispensable realizar este paso bajo campana de extracción de gases y con uso de

guantes. El tubo fue cerrado y se agitó suavemente hasta que se homogenizó la solución, misma que se llevó a un baño de agua a ebullición por 5 minutos. Posteriormente se centrifugó y se decantó con cuidado de no perder el sedimento. Al sedimento obtenido se le añadió 1 ml de agua destilada con 3 gotas de una mezcla de glicerina agua al 50%, el tubo se cerró, se agitó y se centrifugó a 3000 rpm por 5 minutos. Este mismo paso se repitió con agua destilada. El sedimento obtenido se transfirió a un portaobjetos limpio con una micropipeta de 200  $\mu$ l para su montaje. Se dejó secar sobre una placa de calentamiento a una temperatura de 40 °C y se dejó enfriar, para posteriormente realizar el sellado de las laminillas (Figura 6.3).

#### 6.2.4.3. Identificación de los granos de polen

Para identificar el polen preparado en las laminillas se utilizó un microscopio óptico de la marca Leica modelo 01203 con los objetivos de 40x y 100x. El proceso de identificación y comparación del material polínico se basó en la literatura especializada: Alfaro-Bates *et al.* (2010), Palacios *et al.* (1991) y Ramos-Díaz *et al.* (2015).

#### 6.2.4.4. Caracterización botánica de las mieles

Se siguió la clasificación propuesta por Louveaux *et al.* (1978):

- Se clasificaron en uniflorales: (cuando el polen de una especie vegetal dominante  $\geq 45$  %)
- Biflorales: cuando se presentaban dos o más especies de una sola familia con porcentajes secundarios de polen entre 16-45 %
- Multiflorales; cuando ninguna especie alcanza a ser dominante y tres o más tipos de polen se registraron con porcentajes  $\geq 10$  %.

#### 6.2.4.5. Análisis cuantitativo de muestras de miel.

Para cuantificación de los granos de polen se siguió la metodología propuesta por González-Castillo *et al.* (2017), los porcentajes de cada tipo polínico se calcularon a partir



del conteo de 600 granos de polen por muestra (Stockmarr, 1971). Para la clasificación de las mieles, se calcularon los porcentajes de polen en las muestras, utilizando la nomenclatura: polen dominante (D), más del 45 %; polen secundario (S), entre 16 y 45 %; polen de menor importancia (I), entre 3-15 %; polen en traza (T), menos del 3 % (Louveaux *et al.* 1978).



**Figura 6.. Proceso de extracción del polen en las muestras de miel. A.** pesado de 10 g de miel en un tubo cónico de 50 ml para su dilución en 20 ml de agua destilada, **B.** y **C.** extracción del sedimento polínico por centrifugación de la solución (10 g de miel y 20 ml de agua destilada) a 3000 rpm por 10 minutos, **D.** traspaso del sedimento polínico a microtubos de 1.5 ml y **E.** secado del sedimento polínico en portaobjetos mediante una placa de calentamiento a 40 °C, **F.** Identificación de las muestras polínicas mediante observación al microscopio con los objetivos 40x y 100x.

## 6.2.5. Determinación de la intensidad de color y pH en muestras de miel

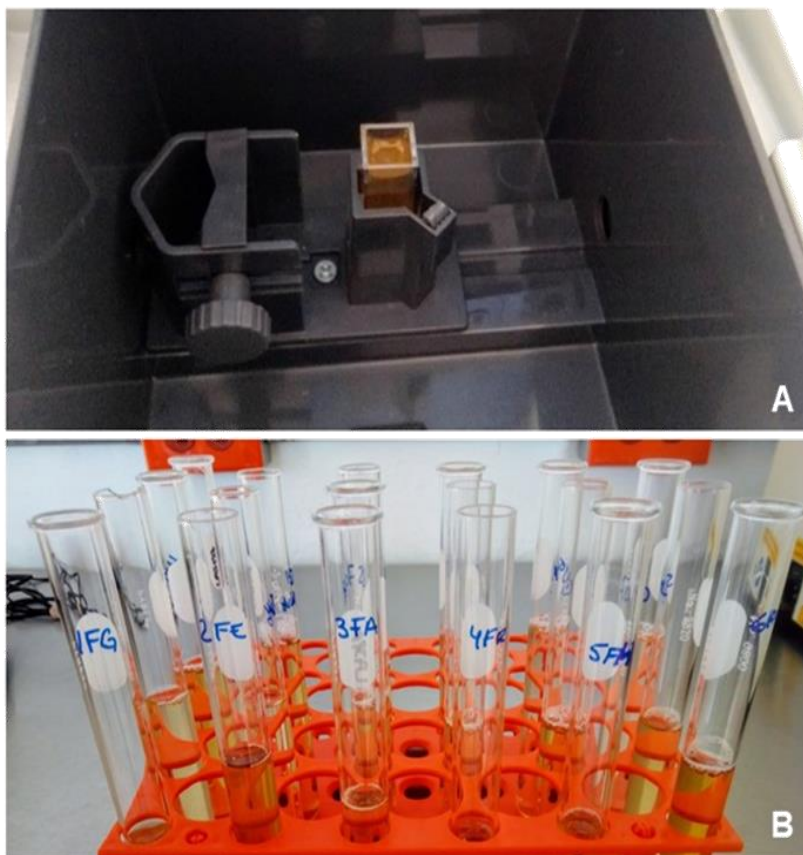
El análisis colorimétrico y el potencial de hidrógeno, se llevó a cabo en el Colegio de Postgraduados Campus Campeche en las instalaciones del laboratorio de Suelo, Agua, Plantas y Fisiología Vegetal.

### 6.2.5.1. Intensidad del color

Dado que el color de la miel es una característica visual para los consumidores además de reflejar en parte el contenido de pigmentos con propiedades antioxidantes (carotenoides, flavonoides, etc.), se procedió a analizar la intensidad de color de las mieles colectadas. Se pesaron y diluyeron 10 g de miel en 10 ml de agua destilada tibia (45°C), por 5 min y se filtró con membranas de nitrocelulosa con tamaño de poro de 0.45 µm para eliminar las partículas grandes presentes en las muestras. La absorbancia neta de las mieles se determinó en un Espectrofotómetro Modelo Spectronic 200 Marca Thermo, midiendo la diferencia entre la absorbancia espectrofotométrica a 450 y 720 nm. (Figura 6.4) (Beretta *et al.* 2005).

### 6.2.5.1. Potencial de hidrógeno (pH)

Se disolvieron 10 g de miel en 75 ml de agua destilada libre de dióxido de carbono en un recipiente de vidrio de 250 ml.; la muestra se agitó vigorosamente con agitador magnético, posteriormente se introdujo el electrodo del potenciómetro Jakton PC700 en la solución y se registró el pH (Alcudia-Pérez, 2017).



**Figura 6.3. Determinación de la intensidad de color.** **A.** lectura de las absorbancias colorimétricas mediante el Espectrofotómetro Modelo Spectronic 200 Marca Thermo, **B.** solución de 10 g de miel en 10 ml de agua destilada tibia (45 °C) para medición de la intensidad de color.

### 6.3. Resultados

En total se colectaron 19 muestras de miel, obtenidas directamente de los apicultores cooperantes; cada muestra obtenida proviene de la mezcla del total de las colmenas de cada apiario muestreado (Cuadro 6.1).

**Cuadro 6.1.** Listado total de muestras obtenidas por apiario con su ubicación.

Apiario	Clave A	Número de muestras					Vegetación
		Feb	Mayo	Dic	Oct	Total	
1 (P)	1F 1D	1		1		2	Feb: Ja'abin, Sak Chakaj, Kibix, Jobo Dic: Ik baack, Sacta
2 (A)	2F 1M 2D	1	1	1		3	Feb: Ja'abin Mayo: Muk, Cheechem Dic: Ik baack, Cola de ratón, Ja'abin
3 (A)	3F 2M	1	1			2	Feb: Kibix, Ja'abin, Cheechem Mayo: Ja'abin, Kibix
4 (A)	4F 3D	1		1	1	3	Feb: Machiche, Sak Chakaj, Kibix, Ja'abin Diciembre: Sacta, Cola de ratón, Muk
5 (A)	5F 3M	1	1			2	Feb: Kibix, Ja'abin, Cheechem Mayo: Ja'abin
6 (A)	6F 4M 4D	1	1	1		3	Feb: Xtabentun, Sak Chakaj, Kibix, Jobo Mayo: Ja'abin, Jobo, Muk Dic: Sacta, Muk
7 (P)	5M 5D		1	1		2	Mayo: Ja'abin Dic: Ik baack, Cola de ratón, Sacta
8 (P)	6M 6D		1	1		2	Mayo: Ja'abin Dic: Ik baack, Sacta
<b>Total</b>		6	6	6	1	19	

Leyenda: P cenote Los Patos, A cenote Azul, F febrero, M mayo, D diciembre, Feb febrero, Dic diciembre, Oct octubre.

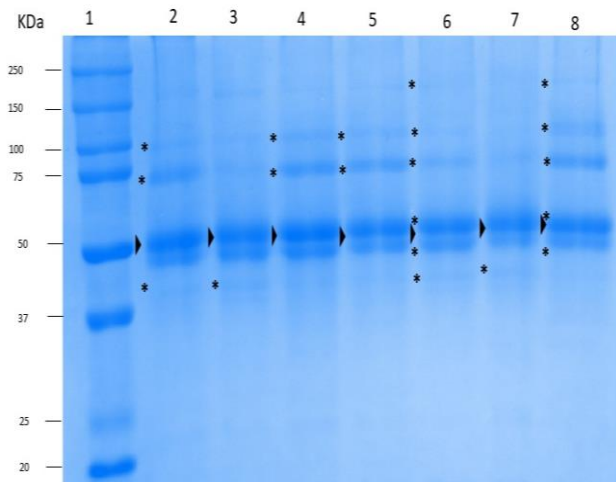
### 6.3.1. Perfiles de proteínas

Los perfiles de resolución de las proteínas de polen en los geles SDS-PAGE, mostraron la detección de entre 6 a 9 bandas correspondientes a proteínas con pesos moleculares que van desde los 25 kDa hasta los 150 kDa, con un patrón de expresión diferencial entre los meses de cosecha. En los tres perfiles obtenidos, se registraron 4 bandas de proteínas con peso molecular similar entre 45 y 100 kDa que estuvieron presentes en las 19 muestras analizadas, notoriamente se encuentran en mayor abundancia en comparación con el resto de las proteínas, dato determinado por el grosor e intensidad de las bandas en los geles (Figura 5, 6, 7).

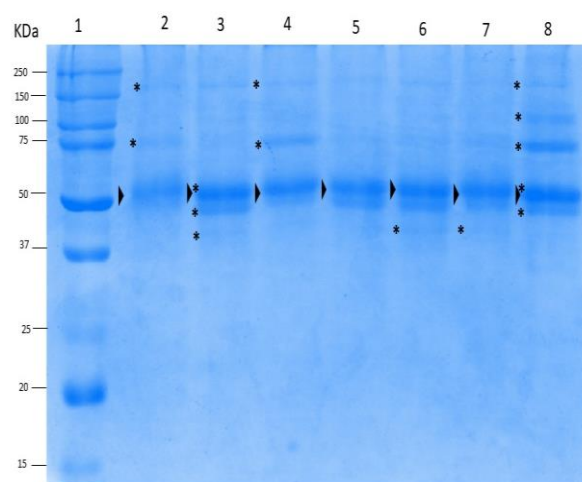
En las seis muestras de febrero además de la presencia de las bandas de 45 kDa y 50kDa, se observó que las bandas de 75 kDa y 100 kDa son más intensas en los carriles 2, 4 y 5 en comparación con las proteínas de esos mismos pesos, presentes en el resto de los carriles, para las muestras de los carriles 3 y 6 el patrón de bandas es similar.

También se detectó una banda poco visible con un peso molecular de aproximadamente 40 kDa en los carriles 2, 3, 6 y 7. En la muestra de octubre en el carril 8 se observaron bandas de pesos moleculares entre 45 kDa y 150 kDa, similar a lo determinado en las muestras de febrero, sin embargo, no se detectaron las proteínas de 38 kDa y 40 kDa, la diferencia entre la presencia de estas bandas en las muestras de febrero logran ser el sello distintivo entre los meses de cosecha de la miel (Figura 5). En todos los carriles se cargó la misma cantidad de muestra.

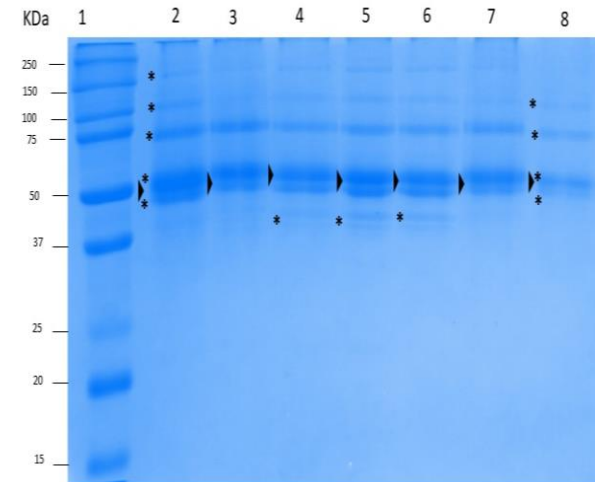
En las mieles analizadas de la colecta de mayo, también se detectaron las proteínas de 45 kDa y 50 kDa en mayor intensidad que el resto de las proteínas. La cantidad de bandas es similar entre las muestras de mayo, pero a diferencia de las muestras de febrero, las proteínas de 75 kDa y 150 kDa se ven menos intensas, la comparación entre las muestras de mayo permite observar que para los carriles 2 y 4 las proteínas de 75 kDa y 150 kDa están ligeramente en mayor cantidad que en el resto de las muestras. La muestra en los carriles 3, 6 y 7 se detectó una banda 40 kDa. En cuanto a la muestra de octubre en el carril 8 es similar a las muestras de mayo, sin embargo, presenta bandas con mayor intensidad por el caso de las proteínas de 75 kDa y 100kDa. (Figura 6). Las muestras del mes de octubre y diciembre mostraron la detección con más intensidad de las proteínas de 75 kDa, 100 kDa y 150 kDa a diferencia de las expresadas en las muestras de febrero y mayo. En las muestras de diciembre el patrón de banda visible en el gel obtenido es casi idéntico para las muestras (carril 2 al 7) que corresponden a proteínas con pesos moleculares de 45 a 150 kDa (Figura 7), sin embargo, en el carril 3 las bandas de peso molecular de 75 y 150 kDa son poco visibles. En los carriles 4, 5 y 6 se observan dos bandas adicionales entre los pesos moleculares de aproximadamente 40 kDa. En cuanto a las muestras de octubre (carril 8) las bandas presentes son menos intensas a las de diciembre y las más visibles corresponden a pesos moleculares de 45 kDa y 100kDa (Figura 7).



**Figura. 6.4. Perfil de proteínas de muestras colectadas en febrero y octubre 2020.** Geles SDS-PAGE al 12%. Carril 1 marcador de peso molecular Precision Protein™ standards, Dual Color (4 µL), Carriles 2 al 7, muestras de febrero y carril 8 muestra de octubre. Los asteriscos señalan las bandas detectadas con mayor intensidad, la cabeza de flecha señala las bandas comunes entre todas las muestras.



**Figura. 6.5. Perfil de proteínas de muestras colectadas en mayo y octubre 2020.** Geles SDS-PAGE al 12%. Carril 1 marcador de peso molecular Precision Protein™ standards, Dual Color (4 µL), Carriles 2 al 7, muestras de mayo y carril 8 muestra de octubre. Los asteriscos señalan las bandas detectadas con mayor intensidad en los pesos moleculares y la cabeza de flecha señalan la banda común entre todos los carriles.



**Figura. 6.6. Perfil de proteínas de muestras colectadas en diciembre y octubre 2020.** Geles SDS-PAGE al 12%. Carril 1 marcador de peso molecular Precision Protein™ Standards, Dual Color (4 µL), Carriles 2 al 7, muestras de diciembre y carril 8 muestra de octubre. Los asteriscos señalan las bandas detectadas con mayor intensidad y la cabeza de flecha señalan la banda común entre todos los carriles.

En general, en los tres perfiles obtenidos en los geles se observó un patrón parecido, siendo notorio la presencia de bandas de pesos moleculares de 45 kDa y 50 kDa en mayor abundancia en las 19 muestras. En los geles de febrero y mayo en los carriles 2, 4 y 5 la intensidad de la banda de peso molecular de 75 kDa es similar al carril 6 de la muestra de febrero y carril 3 de diciembre. En estas muestras de miel se registraron 3 bandas de proteínas similares con peso molecular que varía entre 37 kDa y 50 kDa.

En la muestra de octubre, carril 8, los tres geles presentan bandas de peso molecular de 45 a 150 kDa, siendo más intensas las bandas en las muestras de febrero y mayo en comparación con las de diciembre donde las bandas son menos visibles.

La variación de la intensidad de las bandas y los diferentes pesos moleculares en los tres geles son el sello distintivo entre el perfil de cada mes de cosecha, sin embargo, aunque los apiarios tienen una considerable distancia aproximada de 47 m a 1.30 km entre ellos, el patrón de peso molecular en el rango de 40 a 150 kDa se presentó en todas las muestras, pero, son diferentes entre cada perfil (carriles), como es el caso del carril 3 de mes de febrero, carril 2 del mes de mayo y carril 3 de mes de diciembre, aunque son del mismo apiario y se cargó la misma cantidad de muestra, en febrero y mayo la banda de peso molecular de 150 kDa presenta la misma intensidad, notoriamente se observó una banda de 40 kDa solamente en el mes de febrero, que a diferencia de diciembre, su intensidad es mayor en las bandas de aproximadamente 45 a 50 kDa.

Otro caso, son el gel de febrero, los carriles 5 y 8 del mes de octubre y las muestras del gel de diciembre y los carriles 4 y 8 de la cosecha de octubre, ambos geles siguen el mismo patrón de bandas de pesos moleculares de 45 a 150 kDa, marcando la diferencia en la banda de peso molecular de 100 y 150 kDa, para el carril 8 en donde ambas bandas presentan mayor intensidad en comparación del carril 5 del mes de febrero. En el carril 4 del mes de diciembre la diferencia se observa en la presencia de una única banda de 40 kDa y en la ausencia de la banda de 150 kDa en el carril 8.

### 6.3.2. Contenido de proteínas

Las concentraciones más altas de proteínas se obtuvieron en las muestras de mayo en un rango de 79 a 95  $\mu\text{g}/5\text{mg}$ , en comparación con la cantidad de las proteínas obtenidas en febrero, octubre y diciembre (Cuadro 6.2). En las muestras de febrero, se determinaron las concentraciones más altas de proteínas para las muestras 1F (84.02  $\mu\text{g}/5\text{mg}$ ), 5F (85.71  $\mu\text{g}/5\text{mg}$ ) y 6F (87.10  $\mu\text{g}/5\text{mg}$ ). El registro de las concentraciones más altas y similares de proteínas para las muestras de mayo, se presentan en las muestras 1M (94.5  $\mu\text{g}/5\text{mg}$ ) y 2M (94.8  $\mu\text{g}/5\text{mg}$ ). En las muestras de diciembre las concentraciones más altas corresponden a las muestras 5D (86.5  $\mu\text{g}/5\text{mg}$ ) y 6D (87.3  $\mu\text{g}/5\text{mg}$ ), mientras que en el mes de octubre se registró un contenido de proteínas de 81.3  $\mu\text{g}/5\text{mg}$ .

**Cuadro 6.2.-** Contenido de proteínas en  $\mu\text{g}/\text{mg}$  de polen en muestras de miel.

Muestras Febrero	Proteínas ( $\mu\text{g}/5\text{mg}$ )	Muestras Mayo	Proteínas ( $\mu\text{g}/5\text{mg}$ )	Muestras Diciembre	Proteínas ( $\mu\text{g}/5\text{mg}$ )	Muestras	Proteínas ( $\mu\text{g}/5\text{mg}$ )
1F	84.02	1M	94.5	1D	83.62	7O	81.3
2F	70.54	2M	94.8	2D	78.93		
3F	71.77	3M	79.3	3D	81.81		
4F	78.25	4M	93.5	4D	82.21		
5F	85.72	5M	90.1	5D	86.56		
6F	87.10	6M	91.8	6D	87.36		

### 6.3.3. Melisopalínología

Luego de realizar el análisis melisopalínológico mediante observación del polen obtenido se identificaron las principales especies de plantas presentes en las 19 muestras miel, así como su clasificación por origen floral de acuerdo a Louveaux *et al.* (1978).

A continuación, se presentan los resultados por muestra de miel y mes de cosecha destacando las especies presentes y su clasificación en origen floral (Cuadro 6.3).



## Recolección de mieles en febrero

**Cuadro 6.3.** Datos proporcionados por los apicultores respecto al origen floral de las mieles producidas y la ubicación de cada apiario.

Clave	Vegetación proporcionada por el apicultor	Tipo de miel	Coordenadas	
			X	Y
1F	Kibix, Ja'abin, Cheechem	Multifloral	18°48'2.67"N	90°38'48.86"O
2F	Ja'abin	Unifloral	18°48'34.82"N	90°38'53.31"O
3F	Kibix, Ja'abin, Cheechem	Multifloral	18°48'49.90"N	90°39'3.15"O
4F	Xtabentun, Sak Chakaj	Multifloral	18°48'21.87"N	90°39'0.64"O
5F	Machiche, Sak Chakaj, Kibix, Ja'abin	Multifloral	18°48'10.67"N	90°39'13.30"O
6F	Ja'abin, Sak Chakaj, Kibix, Jobo	Multifloral	18°48'30.14"N	90°39'11.02"O

### Muestra de miel 1F

En esta muestra de miel con el análisis cualitativo se identificaron 43 especies que pertenecen a 20 familias (Anexo 10). De acuerdo al análisis cuantitativo la miel 1F fue clasificada como unifloral con un alto porcentaje de polen predominante de la familia Convolvulaceae representado por *Ipomoea carnea* (58 %) como polen secundario se identificó a *Viguiera dentata* (30 %) perteneciente a la familia Asteraceae (Cuadro 6.4). Las familias Fabaceae, Tiliaceae y Moraceae fueron determinadas como de menor importancia en esta muestra de miel.

**Cuadro 6.4.** Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 1F.

Especie	NC	NP	Porcentaje	Dominancia
<i>Ipomoea carnea</i>	Campanilla	699	57.82	D
<i>Viguiera dentata</i>	Tajonal	366	30.27	S
<i>Mimosa pudica</i>	Múuts'il xiiw	116	9.59	I
<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	15	1.24	T
<i>Heliocarpus donnellsmithii</i>	Joolol	7	0.58	T
<i>Sabal mexicana</i>	Huano	6	0.50	T
<b>Total</b>		1209	100.00	

Leyenda: NC nombre común, NP número de pólenes, D polen dominante, S polen secundario, I polen de menor importancia, T polen en traza.

### Muestra de miel 2F

Con el análisis cualitativo se identificaron 52 especies que pertenecen a 29 familias (Anexo 11). De acuerdo con el análisis cuantitativo la miel 2F fue clasificada como multifloral, sin embargo, *Cecropia peltata* (26%) y *Heliocarpus donnellsmithii* (22%) presentaron los mayores porcentajes, encontrándose entre el 45-16 %, por lo que resultó ser una miel bifloral, como polen secundario se categorizó a la especie *Cecropia peltata* perteneciente a la familia Moraceae (Cuadro 6.5).

**Cuadro 6.5.** Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 2F.

Especie	NC	NP	Porcentaje	Dominancia
<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	321	<b>26.33</b>	S
<i>Heliocarpus donnellsmithii</i>	Joolol	266	<b>21.82</b>	S
<i>Bursera simaruba</i>	Chakaj	157	12.88	I
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'iits'ilche'	108	8.86	I
<i>Antigonon leptopus</i>	Chak lool	72	5.91	I
<i>Croton chichenensis</i>	Éck baalam	62	5.09	I
<i>Eleocharis cellulosa</i>	Desconocido	59	4.84	I
<i>Strophocactus testudo</i>	Pitaya de tortuga	43	3.53	T
<i>Casearia thamnia</i>	Ix iim che'	41	3.36	T
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	34	2.79	T
<i>Trema micrantha</i>	Sak pixoy	22	1.80	T
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	15	1.23	T
<i>Smilax spinosa</i>	Espina de cristo	10	0.82	T
<i>Ipomoea carnea</i>	Campanilla	6	0.49	T
<i>Ocimum campechianum</i>	Albahaca de monte	3	0.25	T
<b>Total</b>		1219	100	

Leyenda: NC nombre común, NP número de pólenes, S polen secundario, I polen de menor importancia, T polen en traza.

### Muestra de miel 3F

En el análisis cualitativo se identificaron 28 especies que pertenecen a 18 familias (Anexo 12). De acuerdo con el análisis cuantitativo la miel 3F fue clasificada como multifloral, como polen secundario se categorizó a la especie *Mimosa pudica* (38 %) perteneciente a la familia Fabaceae (Cuadro 6.6).

**Cuadro 6.6.** Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 3F.

Especie	NC	NP	Porcentaje	Dominancia
<i>Mimosa pudica</i>	Múuts'il xiiw	459	<b>37.93</b>	S
<i>Ipomoea carnea</i>	Campanilla	204	16.86	S
<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	188	15.54	I
<i>Viguiera dentata</i>	Tajonal	58	4.79	I
<i>Diphysa carthagenensis</i>	Desconocido	57	4.71	I
<i>Heliocarpus donnellsmithii</i>	Joolol	53	4.38	I
<i>Ipomoea crinicalyx</i>	Campanilla	52	4.30	I
<i>Pimenta dioca</i>	Boox pool	49	4.05	I
<i>Psidium sartorianum</i>	Guayabillo	45	3.72	T
<i>Euphorbia schlechtendalii</i>	Sak chakaj	45	3.72	T
<b>Total</b>		1210	100	

Leyenda: NC nombre común, NP número de pólenes, S polen secundario, I polen de menor importancia, T polen en traza.

#### Muestra de miel 4F

En el análisis cualitativo se identificaron 61 especies que pertenecen a 30 familias (Anexo 13). De acuerdo con el análisis cuantitativo la miel 4F fue clasificada como multifloral, como polen secundario se caracterizó a la especie *Bursera simaruba* (19%) por encontrarse entre 16 y 45 %, *Gymnopodium floribundum* (15%) e *Ipomoea carnea* se consideraron como polen de menor importancia por presentar polen menor al 16 % (Cuadro 6.7).

**Cuadro 6.7.** Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 4F.M

Especie	NC	NP	Porcentaje	Dominancia
<i>Bursera simaruba</i>	Chakaj	258	<b>19</b>	S
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'iits'ilche'	203	15	I
<i>Ipomoea carnea</i>	Campanilla	203	15	I
<i>Mimosa pudica</i>	Múuts'il xiiw	158	11	I
<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	151	11	I
<i>Psychotria pubescens</i>	K'aanan	108	8	I
<i>Heliocarpus donnellsmithii</i>	Joolol	80	6	I
<i>Melia azedarach</i>	Árbol del paraíso	70	5	I
<i>Psittacanthus mayanus</i>	K'uben ba'	49	4	I
<i>Pimenta dioca</i>	Boox pool	24	2	T
<i>Senegalia gaumeri</i>	Kaatsim	21	2	T
<i>Viguiera dentata</i>	Tajonal	29	2	T
<i>Strophocactus testudo</i>	Pitaya de tortuga	26	2	T
<b>Total</b>		1380	100	

Leyenda: NC nombre común, NP número de pólenes, S polen secundario, I polen de menor importancia, T polen en traza.

### Muestra de miel 5F

En el análisis cualitativo se identificaron 38 especies que pertenecen a 23 familias (Anexo 14). De acuerdo al análisis cuantitativo la miel 5F fue clasificada como multifloral, sin embargo, *Mimosa pudica* (35%) y *Ipomoea carnea* (19%) presentaron los mayores porcentajes, encontrándose entre el 45-16 %, por lo que resultó ser una miel bifloral, como polen secundario se categorizó a la especie *Mimosa pudica* perteneciente a la familia Fabaceae (Cuadro 6.8).

**Cuadro 6.8.** Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 5F.

Especie	NC	NP	Porcentaje	Dominancia
<i>Mimosa pudica</i>	Múuts'il xiiw	426	34.63	S
<i>Ipomoea carnea</i>	Campanilla	231	18.78	S
<i>Heliocarpus donnellsmithii</i>	Joolol	172	13.98	I
<i>Ipomoea crinicalyx</i>	Campanilla	138	11.22	I
<i>Viguiera dentata</i>	Tajonal	128	10.41	I
<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo	99	8.05	I
<i>Psidium sartorianum</i>	Guayabillo	28	2.28	T
<i>Turbina corymbosa</i>	Xtabentun	8	0.65	T
<b>Total</b>		1230	100	

Leyenda: NC nombre común, NP número de pólenes, S polen secundario, I polen de menor importancia, T polen en traza.

### Muestra de miel 6F

En el análisis cualitativo se identificaron 25 especies que pertenecen a 19 familias (Anexo 15). De acuerdo al análisis cuantitativo la miel 6F fue clasificada como multifloral, como polen secundario se categorizó a la especie *Bursera simaruba* (33 %) perteneciente a la familia Burseraceae (Cuadro 6.9).

**Cuadro 6.9.** Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 6F.

Especie	NC	NP	Porcentaje	Dominancia
<i>Bursera simaruba</i>	Chakaj	399	<b>33.00</b>	S
<i>Casearia thamnia</i>	Ix iim che'	240	19.85	S
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'iits'ilche'	187	15.47	I
<i>Spondias mombin</i>	Jobo	141	11.66	I
<i>Melia azedarach</i>	Árbol del paraíso	89	7.36	I
<i>Strophocactus testudo</i>	Pitaya de tortuga	49	4.05	I
<i>Ipomoea carnea</i>	Campanilla	45	3.72	I
<i>Croton chichenensis</i>	Éck baalam	23	1.90	T
<i>Psidium sartorianum</i>	Guayabillo	12	0.99	T
<i>Trema micrantha</i>	Sak pixoy	11	0.91	T
<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	8	0.66	T
<i>Metopium brownei</i>	Chechem	2	0.17	T
<i>Haematoxylum campechianum</i>	Palo tinto	2	0.17	T
<i>Senegalia gaumeri</i>	Kaatsim	1	0.08	T
<b>Total</b>		1209	100	

Leyenda: NC nombre común, NP número de pólenes, S polen secundario, I polen de menor importancia, T polen en traza.

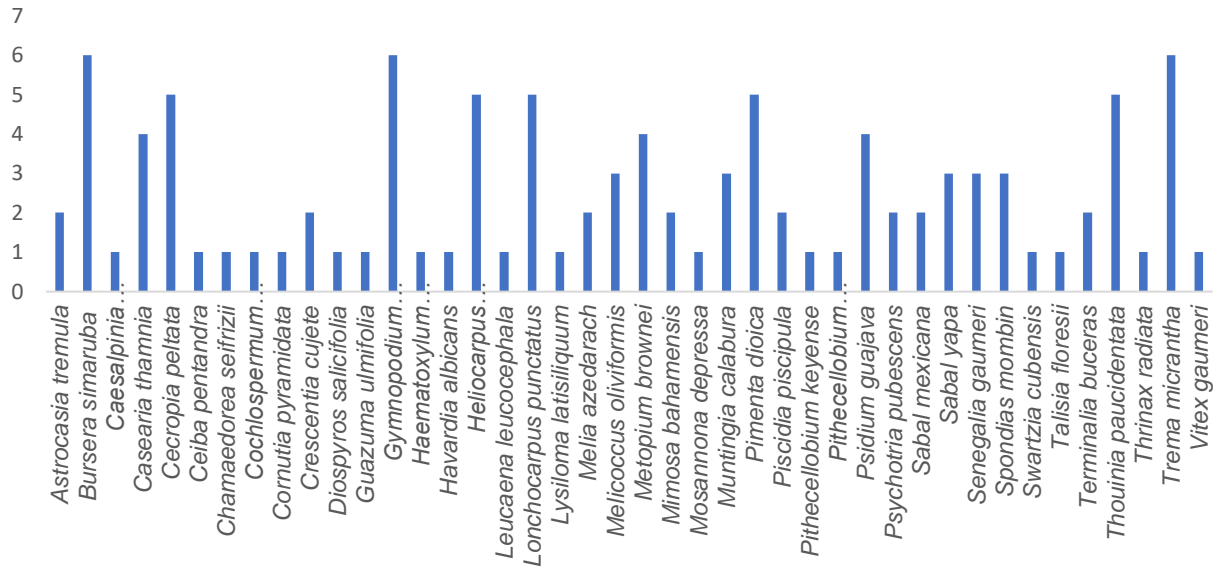
### Resultados de las mieles cosechadas en febrero

En las muestras de miel obtenidas en la cosecha de febrero se encontraron que cinco de las mieles son multiflorales y una unifloral determinada como miel de *Ipomoea carnea* perteneciente a la familia Convolvulaceae. Las familias que contribuyen principalmente en la composición polínica de las mieles de febrero son: Arecaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae y Malvaceae (Figura 6.11).

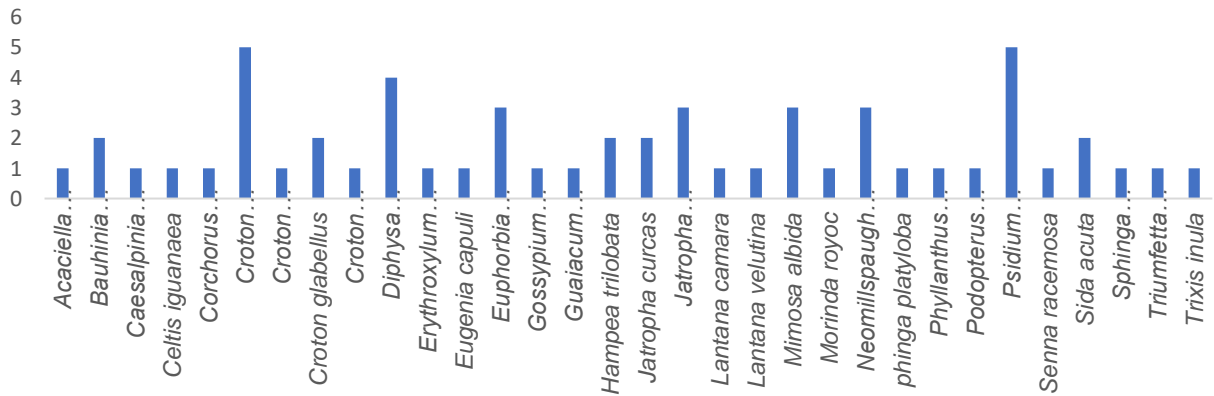
En general en las seis muestras de miel se identificaron mediante estructuras polínicas 117 especies que corresponden a 46 familias, de las cuales las especies presentes en todas las muestras fueron *Bursera simaruba*, *Gymnopodium floribundum*, *Ipomoea carnea* e *Ipomoea crinicalyx* (Anexo 29).

En cuanto a las especies arbóreas con mayor presencia de polen en la miel fueron: *Trema micrantha*, *Gymnopodium floribundum* y *Bursera simaruba* (Figura 6.8). Las especies arbustivas más frecuentes son: *Psidium sartorianum* y *Croton chichenensis* (Figura 6.9). La participación más frecuente de las especies herbáceas es: *Ipomoea carnea*, *Ipomoea crinicalyx* y *Tithonia rotundifolia* (Figura 6.10). El polen examinado en

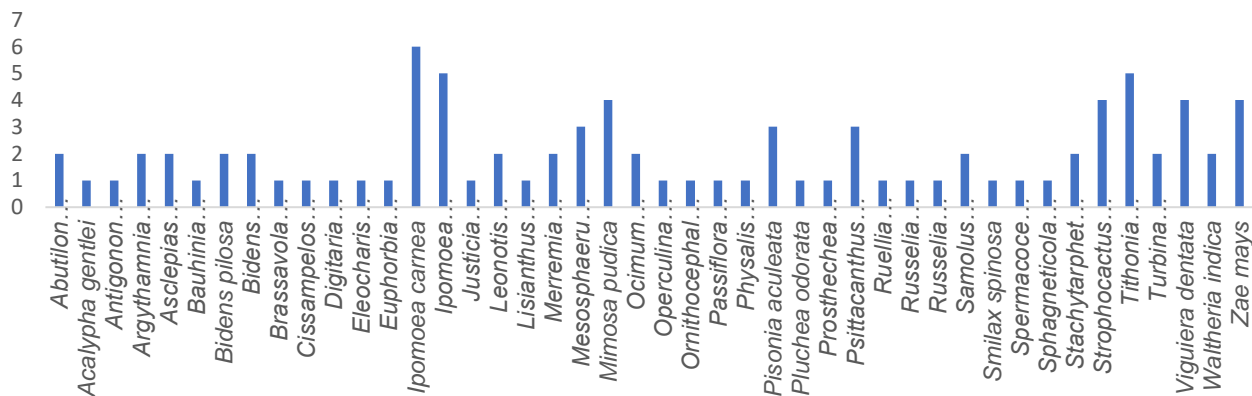
las muestras de febrero proviene en un 38% a especies herbáceas, 36% son árboles y 26% son arbustivas.



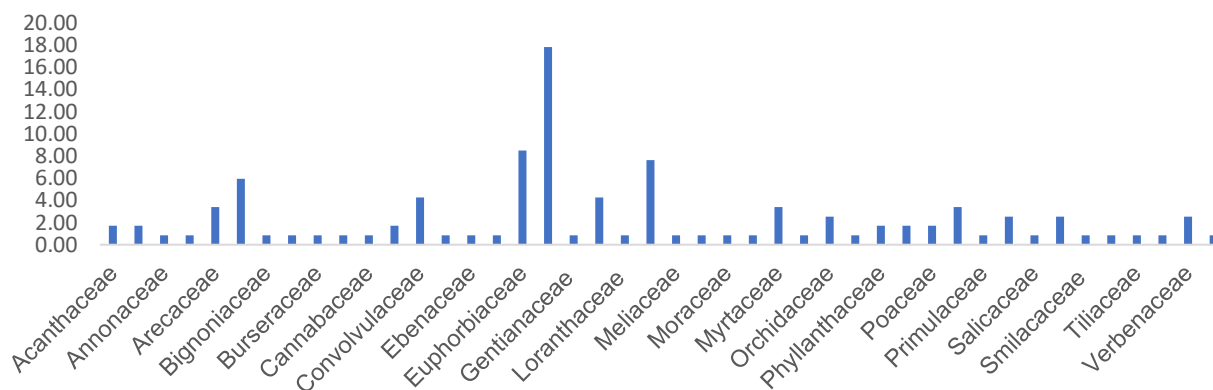
**Figura 6.7.** Frecuencia de especies arbóreas identificadas de las muestras de miel de febrero.



**Figura 6.8.** Frecuencia de especies arbustivas identificadas de las muestras de miel de febrero.



**Figura 6.9.** Frecuencia de especies herbáceas identificadas de las muestras de miel de febrero.



**Figura 6.10.** Porcentajes (%) de ocurrencia del polen de las familias identificadas de las muestras miel de febrero.

### Recolección de mieles en mayo

**Cuadro 6.10.** Datos proporcionados por los apicultores respecto al origen floral de las mieles producidas y la ubicación de cada apiario.

Clave	Vegetación proporcionada por el apicultor	Origen floral	Coordenadas	
			X	Y
1M	Muk, Cheechem	Multiflora	18°48'34.82"N	90°38'53.31"O
2M	Ja'abin, Kibix	Multiflora	18°48'2.67"N	90°38'48.86"O
3M	Ja'abin	Uniflora	18°48'31.65"N	90°37'48.27"O
4M	Ja'abin, Jobo, Muk	Multiflora	18°48'21.87"N	90°39'0.64"O
5M	Ja'abin	Uniflora	18°47'53.09"N	90°38'19.61"O
6M	Ja'abin	Uniflora	18°48'49.90"N	90°39'3.15"O

### Muestra de miel 1M

En el análisis cualitativo se identificaron 24 especies que pertenecen a 16 familias (Anexo 16). De acuerdo con el análisis cuantitativo la miel 1M fue clasificada como unifloral con un alto porcentaje de polen predominante de la familia Tiliaceae representada por la especie *Heliocarpus donnellsmithii* (45 %) como polen en traza se categorizó a la especie *Bursera simaruba* (13 %) perteneciente a la familia Burseraceae (Cuadro 6.11).

**Cuadro 6.11.** Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 1M.

Especie	NC	NP	Porcentaje	Dominancia
<i>Heliocarpus donnellsmithii</i>	Joolol	571	<b>45.32</b>	D
<i>Bursera simaruba</i>	Chakaj	170	13.49	I
<i>Merremia aegyptia</i>	Campanilla	130	10.32	I
<i>Quadrella incana</i>	Kanaan che'	120	9.52	I
<i>Turnera diffusa</i>	Damiana	70	5.56	I
<i>Croton chichenensis</i>	Éck baalam	64	5.08	I
<i>Antigonon leptopus</i>	Chak lool	60	4.76	I
<i>Trema micrantha</i>	Sak pixoy	56	4.44	I
<i>Strophocactus testudo</i>	Pitaya de tortuga	19	1.51	T
<b>Total</b>		1260	100	

Leyenda: NC nombre común, NP número de pólenes, D polen dominante, S polen secundario, I polen de menor importancia, T polen en traza.

### Muestra de miel 2M

En el análisis cualitativo se identificaron 10 especies que pertenecen a 8 familias (Anexo 17). De acuerdo con el análisis cuantitativo la miel 2M fue clasificada como unifloral con un alto porcentaje de polen predominante de la familia Fabaceae representada por la especie *Piscidia piscipula* (45 %) como polen en traza se categorizó a la especie *Bursera simaruba* (7 %) perteneciente a la familia Burseraceae (Cuadro 6.12).

**Cuadro 6.12.** Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 2M.

Especie	NC	NP	Porcentaje	Dominancia
<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin	1110	<b>88.80</b>	D
<i>Bursera simaruba</i>	Chakaj	92	7.36	I
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'iits'ilche'	18	1.44	T
<i>Thouinia paucidentata</i>	K'an chuunup	17	1.36	T
<i>Senegalia gaumeri</i>	Kaatsim	13	1.04	T
<b>Total</b>		1250	100	

Leyenda: NC nombre común, NP número de pólenes, D polen dominante, I polen de menor



### Muestra de miel 3M

Con el análisis cualitativo se identificaron 12 especies que pertenecen a 12 familias (Anexo 18). De acuerdo con el análisis cuantitativo la miel 3M fue clasificada como multifloral, sin embargo, *Heliocarpus donnellsmithii* (26%) y *Pilocarpus racemosus* (18%) presentaron los mayores porcentajes, encontrándose entre el 45-16 %, por lo que resultó ser una miel bifloral, como polen secundario se categorizó a la especie *Heliocarpus donnellsmithii* perteneciente a la familia Tiliaceae (Cuadro 6.13).

**Cuadro 6.13.** Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 3M.

Especie	NC	NP	Porcentaje	Dominancia
<i>Heliocarpus donnellsmithii</i>	Joolol	339	26	S
<i>Pilocarpus racemosus</i>	Desconocido	232	18	S
<i>Bursera simaruba</i>	Chakaj	175	14	I
<i>Trema micrantha</i>	Sak pixoy	123	10	I
<i>Waltheria indica</i>	Malva del monte	127	10	I
<i>Strophocactus testudo</i>	Pitaya de tortuga	124	10	I
<i>Terminalia buceras</i>	Puk'te	88	7	I
<i>Melia azedarach</i>	Árbol del paraíso	45	3	T
<i>Antigonon leptopus</i>	Chak lool	39	3	T
<b>Total</b>		1292	100	

Leyenda: NC nombre común, NP número de pólenes, S polen secundario, I polen de menor importancia, T polen en traza.

### Muestra de miel 4M

Con el análisis cualitativo se identificaron 19 especies que pertenecen a 13 familias (Anexo 19). De acuerdo al análisis cuantitativo la miel 4M fue clasificada como multifloral, sin embargo, *Dendropanax arboreus* (25%) y *Bursera simaruba* (24%) presentaron los mayores porcentajes, encontrándose entre el 45-16 %, por lo que resultó ser una miel bifloral, y se categorizaron como polen secundario (Cuadro 6.14).

**Cuadro 6.14.** Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 4M.

Especie	NC	NP	Porcentaje	Dominancia
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	312	25	S
<i>Bursera simaruba</i>	Chakaj	305	24	S
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'iits'ilche'	238	19	S
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	Ya'ax xu'ul	104	8	I
<i>Strophocactus testudo</i>	Pitaya de tortuga	95	7	I
<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	76	6	I
<i>Melia azedarach</i>	Árbol del paraíso	70	6	I
<i>Ipomoea carnea</i>	Campanilla	32	3	T
<i>Tithonia rotundifolia</i>	Árnica	25	2	T
<i>Senegalia gaumeri</i>	Kaatsim	10	1	T
<b>Total</b>		1267	100	

Leyenda: NC nombre común, NP número de pólenes, S polen secundario, I polen de menor importancia, T polen en traza.

### Muestra de miel 5M

Con el análisis cualitativo se identificaron 17 especies que pertenecen a 12 familias (Anexo 20). De acuerdo al análisis cuantitativo la miel 5M fue clasificada como multifloral, sin embargo, *Gymnopodium floribundum* (39%) y *Erythroxyllum areolatum* (23%) presentaron los mayores porcentajes, encontrándose entre el 45-16 %, por lo que resultó ser una miel bifloral, y se categorizaron como polen secundario (Cuadro 6.15).

**Cuadro. 6.15.** Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 5M.

Especie	NC	NP	Porcentaje	Dominancia
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'iits'ilche'	492	39.3	S
<i>Erythroxyllum areolatum</i>	Fruto de paloma.	282	22.5	S
<i>Amphilophium paniculatum</i>	Luuch pich'	188	15.0	I
<i>Casearia thamnia</i>	Ix iim che'	140	11.2	I
<i>Strophocactus testudo</i>	Pitaya de tortuga	133	10.6	I
<i>Croton reflexifolius</i>	P'e'es' kúuch	10	0.8	T
<i>Pimenta dioca</i>	Boox pool	6	0.5	T
<b>Total</b>		1251	100	

Leyenda: NC nombre común, NP número de pólenes, S polen secundario, I polen de menor importancia, T polen en traza.

### Muestra de miel 6M

Con el análisis cualitativo se identificaron 12 especies que pertenecen a 11 familias (Anexo 21). De acuerdo al análisis cuantitativo la miel 5M fue clasificada como multifloral, sin embargo, *Bursera simaruba* (28%) y *Trema micrantha* (20%) presentaron los mayores porcentajes, encontrándose entre el 45-16 %, por lo que resultó ser una miel bifloral, y se categorizaron como polen secundario (Cuadro 6.16).

**Cuadro. 6.16.** Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 6M.

Espece	NC	NP	Porcentaje	Dominancia
<i>Bursera simaruba</i>	Chakaj	342	28.01	S
<i>Trema micrantha</i>	Sak pixoy	246	20.15	S
<i>Strophocactus testudo</i>	Pitaya de tortuga	177	14.50	I
<i>Pilocarpus racemosus</i>	Desconocido	122	9.99	I
<i>Heliocarpus donnellsmithii</i>	Joolol	114	9.34	I
<i>Jatropha guameri</i>	Xu'ul	88	7.21	I
<i>Pimenta dioca</i>	Boox pool	44	3.60	T
<i>Vachellia collinsii</i>	Subin	17	1.39	T
<i>Haematoxylum campechianum</i>	Palo tinto	16	1.31	T
<i>Mimosa pudica</i>	Múuts'il xiiw	13	1.06	T
<i>Senegalia gaumeri</i>	Kaatsim	12	0.98	T
<i>Ipomoea carnea</i>	Campanilla	12	0.98	T
<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Taa k'in che'	9	0.74	T
<i>Randia obcordata</i>	Kat k'aax	9	0.74	T
<b>Total</b>		1221	100	

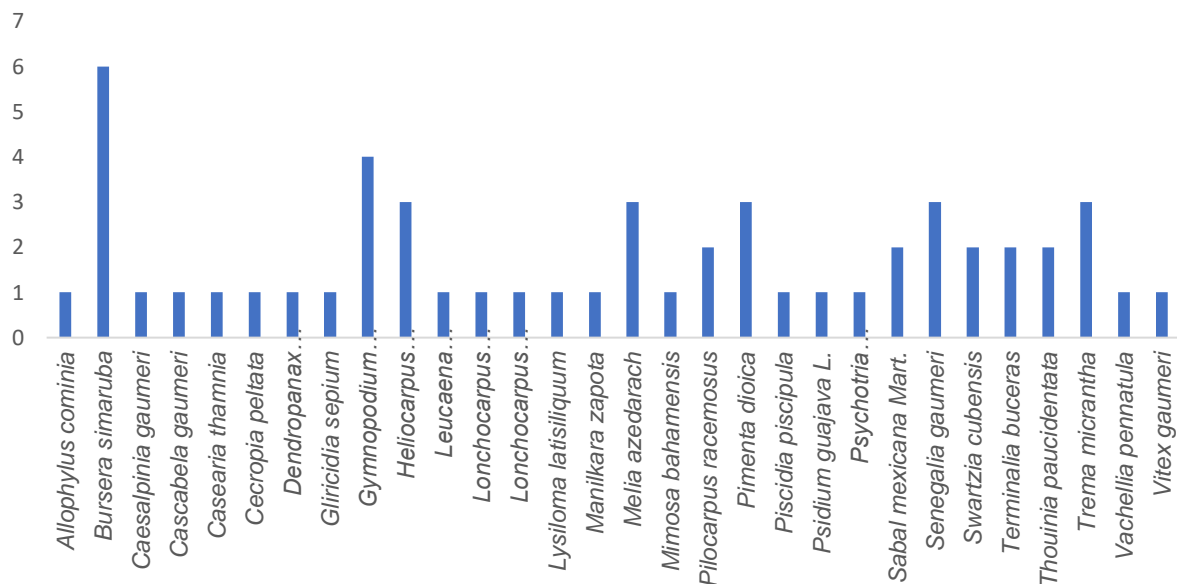
Leyenda: NC nombre común, NP número de pólenes, S polen secundario, I polen de menor importancia, T polen en traza.

### Resultados de las mieles cosechadas en mayo

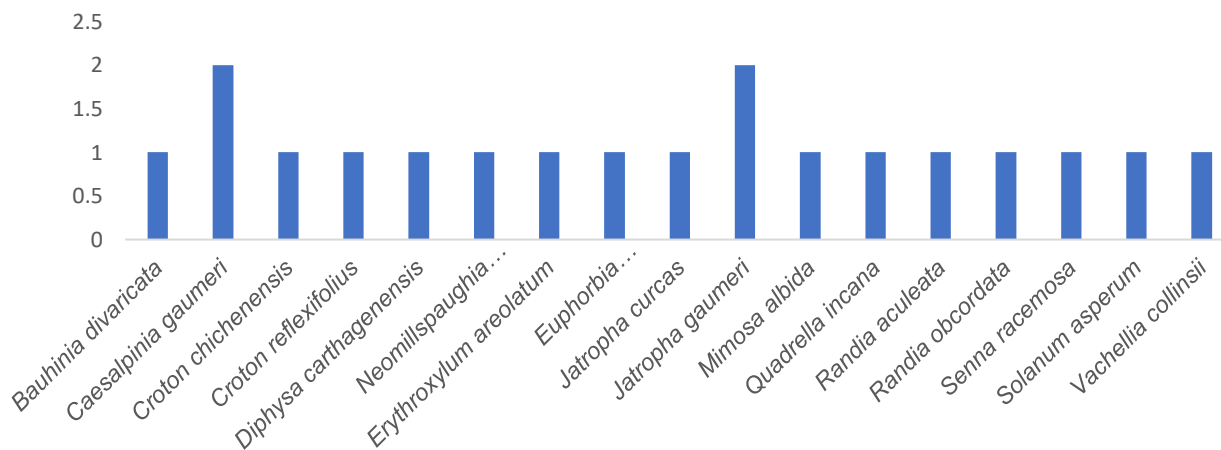
De las 6 muestras de miel obtenidas en mayo se encontraron 4 mieles multifloras y 2 determinadas como unifloral, una como miel de *Heliocarpus donnellsmithii* y la otra como miel de *Piscidia piscipula*. La familia que contribuye principalmente en la composición polínica de las mieles de mayo es la Fabaceae (Figura 6.15).

En las 6 muestras de miel, se identificaron mediante estructuras polínicas 60 especies que corresponden a 29 familias, de las cuales la especie presente en todas las muestras fue *Bursera simaruba*. En cuanto a las especies arbóreas con mayor frecuencia destacan: *Bursera simaruba* y *Gymnopodium floribundum* (Figura 6.12). Las especies arbustivas más frecuentes son: *Jatropha guameri* y *Caesalpinia gaumeri* (Figura 6.13).

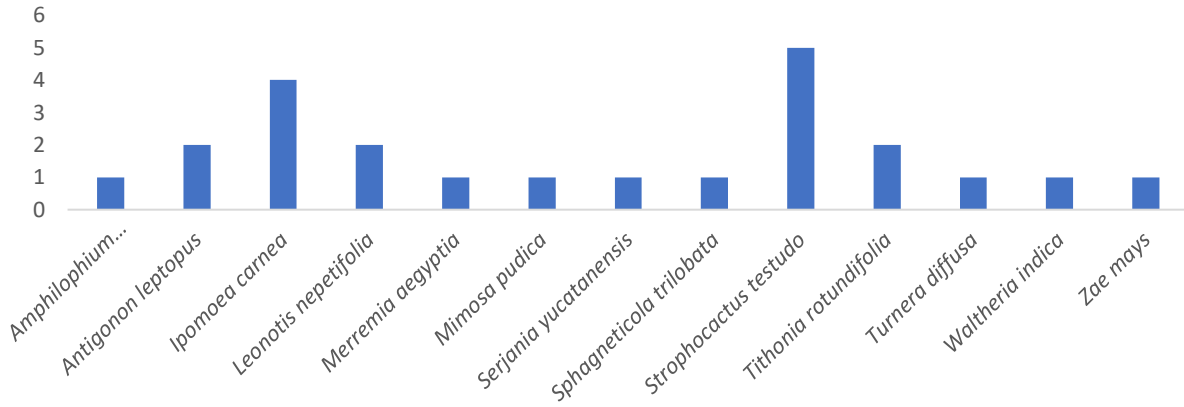
La participación más frecuente de las especies herbáceas es: *Strophocactus testudo* y *Ipomoea carnea* (Figura 6.14). Se identificó en las mieles de mayo que el polen proviene del 29% de las especies arbóreas, 18% son arbustivas y 13% son herbáceas.



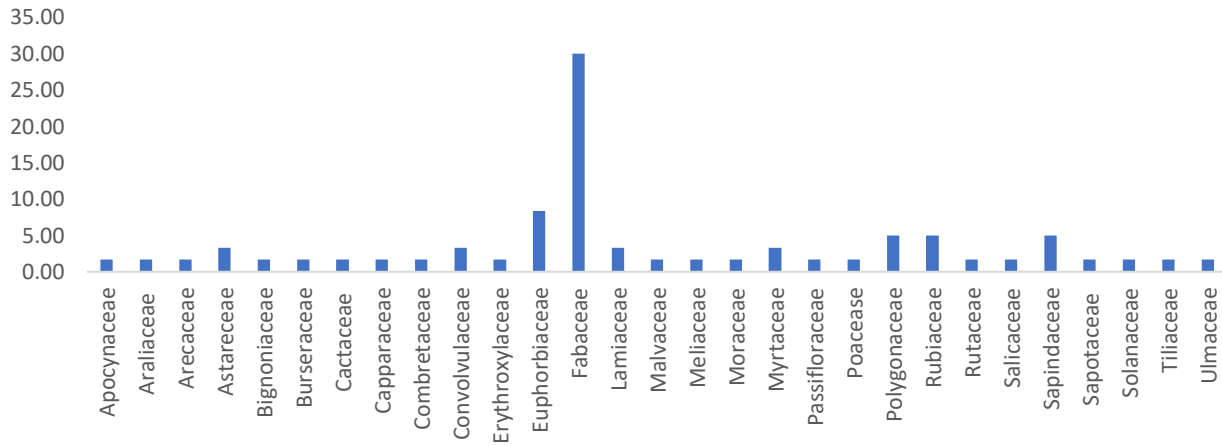
**Figura 6.11.** Frecuencia de especies arbóreas identificadas de las muestras de miel de mayo.



**Figura 6 12.** Frecuencia de especies arbustivas identificadas de las muestras de miel de mayo.



**Figura 6.13.** Frecuencia de especies herbáceas identificadas de las muestras de miel de mayo.



**Figura 6.14.** Porcentajes (%) de ocurrencia del polen de las familias identificadas en la miel de mayo.

## Recolección de mieles en diciembre

**Cuadro 6.17.** Datos proporcionados por los apicultores respecto al origen floral de las mieles producidas y la ubicación de cada apiario.

Clave	Vegetación proporcionada por el apicultor	Origen floral	Coordenadas	
			X	Y
1D	Ik baack, Sacta	Multifloral	18°48'30.14"N	90°39'11.02"O
2D	Ik baack, Cola de ratón, Ja'abin	Multifloral	18°48'34.82"N	90°38'53.31"O
3D	Sacta, Cola de ratón, Muk	Multifloral	18°48'10.67"N	90°39'13.30"O
4D	Ja'abin, Jobo, Muk Dic: Sacta, Muk	Multifloral	18°48'21.87"N	90°39'0.64"O
5D	Ik baack, Cola de ratón, Sacta	Multifloral	18°47'53.09"N	90°38'19.61"O
6D	Ik baack, Sacta	Multifloral	18°48'31.65"N	90°37'48.27"O

### Muestra de miel 1D

Con el análisis cualitativo se identificaron 19 especies que pertenecen a 15 familias (Anexo 22). De acuerdo al análisis cuantitativo la miel 1D fue clasificada como multifloral, sin embargo, *Heliocarpus donnellsmithii* (18%) y *Euphorbia dioeca* (18%) presentaron el mismo porcentaje, al encontrarse entre el 45-16 % se categorizaron como polen secundario ambas especies (Cuadro 6.18).

**Cuadro 6.18.** Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 1D.

Especie	NC	NP	Porcentaje	Dominancia
<i>Heliocarpus donnellsmithii</i>	Joolol	247	18.43	S
<i>Euphorbia dioeca</i>	Xana mukuy	242	18.06	S
<i>Trixis inula</i>	Sak k'an aak'	213	15.90	I
<i>Strophocactus testudo</i>	Pitaya de tortuga	167	12.46	I
<i>Casearia thamnia</i>	Ix iim che'	161	12.01	I
<i>Gliricidia sepium</i>	Frijolillo	149	11.12	I
<i>Bursera simaruba</i>	Chakaj	122	9.10	I
<i>Jatropha guameri</i>	Xu'ul	20	1.49	T
<i>Senegalia gaumeri</i>	Kaatsim	9	0.67	T
<i>Ipomoea carnea</i>	Campanilla	8	0.60	T
<i>Leonotis nepetifolia</i>	Jaras xiiv	2	0.15	T
<b>Total</b>		1340	100	

Leyenda: NC nombre común, NP número de pólenes, S polen secundario, I polen de menor importancia, T polen en traza.

### Muestra de miel 2D

Con el análisis cualitativo se identificaron 15 especies que pertenecen a 12 familias (Anexo 23). De acuerdo al análisis cuantitativo la miel 2D fue clasificada como multifloral, se categorizo como polen secundario a *Heliocarpus donnellsmithii* (30%) perteneciente a la familia Tiliaceae, y se definió como polen de menor importancia a *Euphorbia dioeca* (14%) (Cuadro 6.19).

**Cuadro 6.19.** Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 2D.

Especie	NC	NP	Porcentaje	Dominancia
<i>Heliocarpus donnellsmithii</i>	Joolol	374	30.43	S
<i>Croton chichenensis</i>	Éck baalam	223	18.14	S
<i>Euphorbia dioeca</i>	Xana mukuy	177	14.40	I
<i>Cestrum nocturnum</i>	K'an chuunuk	153	12.45	I
<i>Casearia thamnina</i>	Ix iim che'	106	8.62	I
<i>Metopium brownei</i>	Cheechem	85	6.92	I
<i>Merremia dissecta</i>	Desconocido	48	3.91	T
<i>Senna pallida</i>	K'an lool che',	21	1.71	T
<i>Bursera simaruba</i>	Chakaj	18	1.46	T
<i>Senna racemosa</i>	K'an ja' abin	12	0.98	T
<i>Leonotis nepetifolia</i>	Jaras xiw	8	0.65	T
<i>Trema micrantha</i>	Sak pixoy	4	0.33	T
<b>Total</b>		1229	100	

Leyenda: NC nombre común, NP número de pólenes, S polen secundario, I polen de menor importancia, T polen en traza.

### Muestra de miel 3D

Con el análisis cualitativo se identificaron 20 especies que pertenecen a 14 familias (Anexo 24). De acuerdo al análisis cuantitativo la miel 3D fue clasificada como multifloral, se categorizo como polen secundario a *Heliocarpus donnellsmithii* (29%) y *Bursera simaruba* (20%), y se definió como polen de menor importancia a *Dendropanax arboreus* (14%) (Cuadro 6.20).

**Cuadro 6.20.** Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 3D.

Espece	NC	NP	Porcentaje	Dominancia
<i>Heliocarpus donnellsmithii</i>	Joolol	180	<b>29.13</b>	S
<i>Bursera simaruba</i>	Chakaj	123	19.90	S
<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj	86	13.92	I
<i>Croton chichenensis</i>	Éck baalam	64	10.36	I
<i>Trema micrantha</i>	Sak pixoy	50	8.09	I
<i>Euphorbia dioeca</i>	Xana mukuy	34	5.50	I
<i>Psidium sartorianum</i>	Guayabillo	29	4.69	I
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'iits'ilche'	19	3.07	T
<i>Jatropha guameri</i>	Xu'ul	16	2.59	T
<i>Turnera diffusa</i>	Damiana	10	1.62	T
<i>Hampea trilobata</i>	Majaua	7	1.13	T
<b>Total</b>		618	100	

Leyenda: NC nombre común, NP número de pólenes, S polen secundario, I polen de menor importancia, T polen en traza.

#### Muestra de miel 4D

Con el análisis cualitativo se identificaron 12 especies que pertenecen a 10 familias (Anexo 25). De acuerdo al análisis cuantitativo la miel 4D fue clasificada como multifloral, se categorizó como polen secundario a *Heliocarpus donnellsmithii* (29%) perteneciente a la familia Tiliaceae, y se definió como polen de menor importancia a *Ipomoea tuxtlensis* (14%) perteneciente a la familia Convolvulaceae (Cuadro 6.21).

**Cuadro 6.21.** Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 4D.

Espece	NC	NP	Porcentaje	Dominancia
<i>Heliocarpus donnellsmithii</i>	Joolol	195	<b>31.97</b>	S
<i>Ipomoea tuxtlensis</i>	Le'aak'	81	13.28	I
<i>Cassia fistula</i>	Lluvia de oro	49	8.03	I
<i>Citrus sinensis</i>	China	42	6.89	I
<i>Cucurbita mixta</i>	Calabaza	41	6.72	I
<i>Trema micrantha</i>	Sak pixoy	37	6.07	I
<i>Sida acuta</i>	Chi'chi'bej	30	4.92	I
<i>Psidium sartorianum</i>	Guayabillo	30	4.92	I
<i>Spondias mombin</i>	Jobo	30	4.92	I
<i>Sphagneticola trilobata</i>	K'utumbuy	30	4.92	I
<i>Ipomea crinalyx</i>	Campanilla	25	4.10	I
<i>Ipomea cornea</i>	Campanilla	20	3.28	T
<b>Total</b>		610	100	

Leyenda: NC nombre común, NP número de pólenes, S polen secundario, I polen de menor importancia, T polen en traza.



## Muestra de miel 5D

Con el análisis cualitativo se identificaron 11 especies que pertenecen a 7 familias (Anexo 26). De acuerdo al análisis cuantitativo la miel 5D fue clasificada como multifloral, se categorizó como polen secundario a *Pilocarpus racemosus* (29%) perteneciente a la familia Rutaceae, y se definió como polen de menor importancia a *Mimosa albida* (14%) perteneciente a la familia Fabaceae (Cuadro 6.22).

**Cuadro 6.22.** Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 5D.

Especie	NC	NP	Porcentaje	Dominancia
<i>Pilocarpus racemosus</i>	Desconocido	206	33.61	S
<i>Mimosa albida</i>	Dormilona macho	90	14.68	I
<i>Cionosicyx excisus</i>	Calabacilla	52	8.48	I
<i>Ipomea crinalyx</i>	Campanilla	40	6.53	I
<i>Ipomoea tuxtlensis</i>	Le'aak'	38	6.20	I
<i>Sida acuta</i>	Chi'chi'bej	38	6.20	I
<i>Sabal yapa</i>	Huano	36	5.87	I
<i>Trema micrantha</i>	Sak pixoy	28	4.57	I
<i>Ipomea cornea</i>	Campanilla	26	4.24	I
<i>Nopalea gaumeri</i>	Tsakam	23	3.75	T
<i>Viguiera dentata</i>	Tajonal	22	3.59	T
<i>Strophocactus testudo</i>	Pitaya de tortuga	14	2.28	T
<b>Total</b>		613	100	

Leyenda: NC nombre común, NP número de pólenes, S polen secundario, I polen de menor importancia, T polen en traza.

## Muestra de miel 6D

Con el análisis cualitativo se identificaron 16 especies que pertenecen a 9 familias (Anexo 27). De acuerdo al análisis cuantitativo la miel 6D fue clasificada como multifloral, se categorizó a tres especies como polen secundario a *Bursera simaruba* (27%), *Trixis inula* (17%) y *Ateleia gummifera* (17%), y se definió como polen de menor importancia a *Strophocactus testudo* (13%) (Cuadrado 6.23).

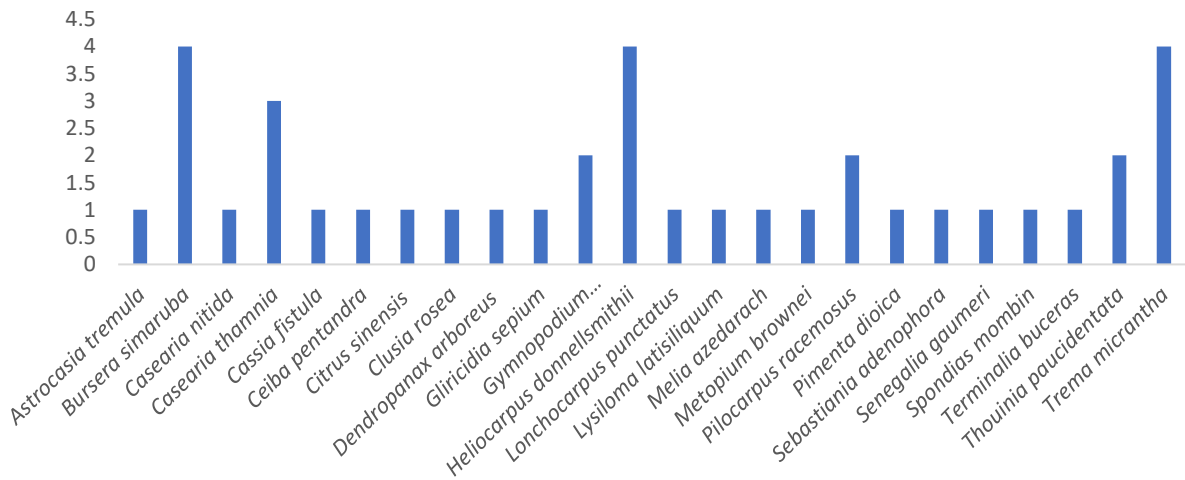
**Cuadro 6.23.** Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 6D.

Especie	NC	NP	Porcentaje	Dominancia
<i>Bursera simaruba</i>	Chakaj	347	<b>27.54</b>	S
<i>Ateleia gummifera</i>	Desconocido	215	17.06	S
<i>Trixis inula</i>	Sak k'an aak'	210	16.67	S
<i>Strophocactus testudo</i>	Pitaya de tortuga	166	13.17	I
<i>Melia azedarach</i>	Árbol del paraíso	124	9.84	I
<i>Jatropha gaumeri</i>	Xu'ul	70	5.56	I
<i>Bucida buceras</i>	<i>Puk'te</i>	62	4.92	I
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	52	4.13	I
<i>Senna racemosa</i>	K'an ja' abin	13	1.03	T
<i>Randia obcordata</i>	K'atoch	1	0.08	T
<b>Total</b>		1260	100	

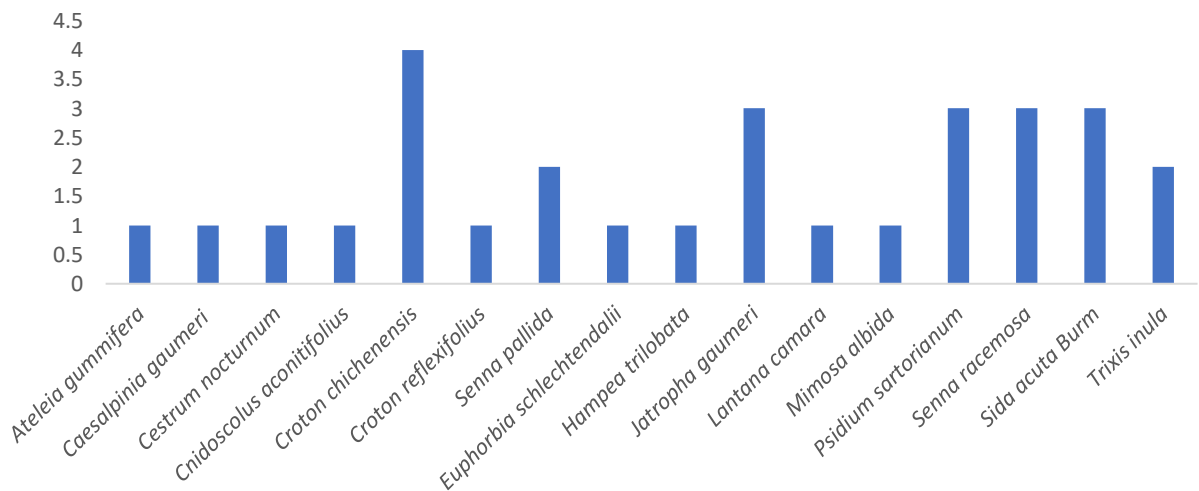
Leyenda: S polen secundario, I polen de menor importancia, T polen en traza.

### Resultados generales de las muestras de miel cosechadas en diciembre

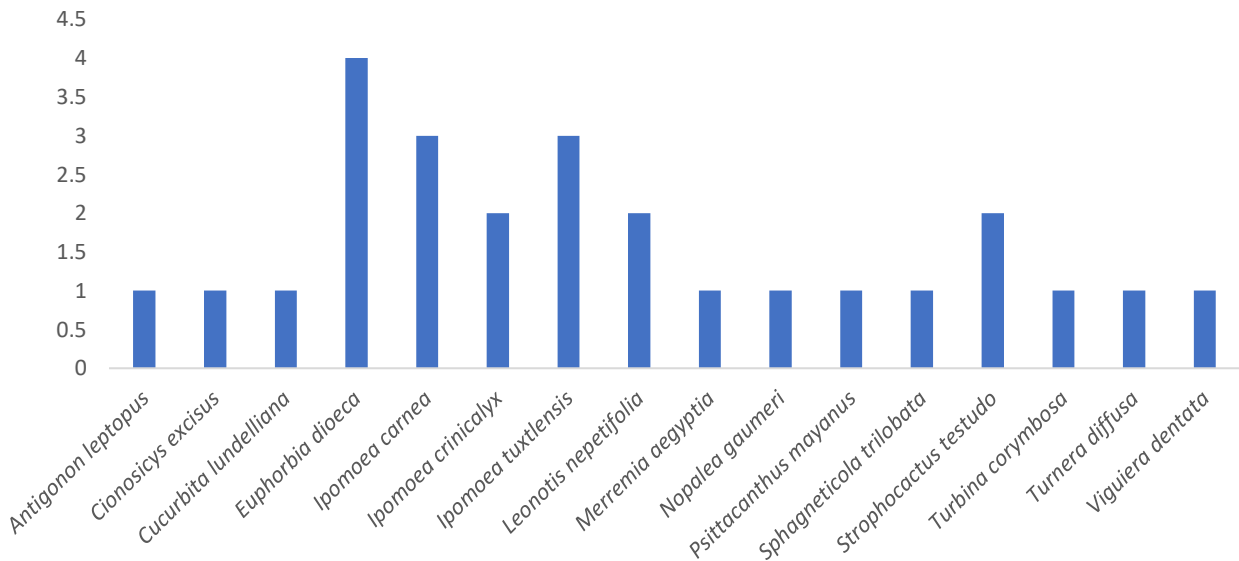
Las muestras de miel diciembre fueron determinadas como multiflorales, con la participación principal de la familia Fabaceae en la composición polínica (Figura 6.19). Mediante la identificación de las estructuras polínicas de las muestras de diciembre se reconocieron a 56 especies que corresponden a 27 familias, de las cuales las especies presentes en al menos 4 de las muestras fueron: *Bursera simaruba*, *Heliocarpus donnellsmithii*, *Trema micrantha*, *Croton chichenensis* y *Euphorbia dioeca*. (Anexo 31). En cuanto a las especies arbóreas con mayor frecuencia fueron *Bursera simaruba* y *Heliocarpus donnellsmithii* (Figura 6.16). La especie arbustiva con mayor frecuencia es *Croton chichenensis* (Figura 6.17). La participación más frecuente de las especies herbáceas fue la de *Euphorbia dioeca* (Figura 6.18). Se identificó en las mieles de diciembre que el polen proviene del 43% de las especies arbóreas, 29% son arbustivas y 28% son herbáceas.



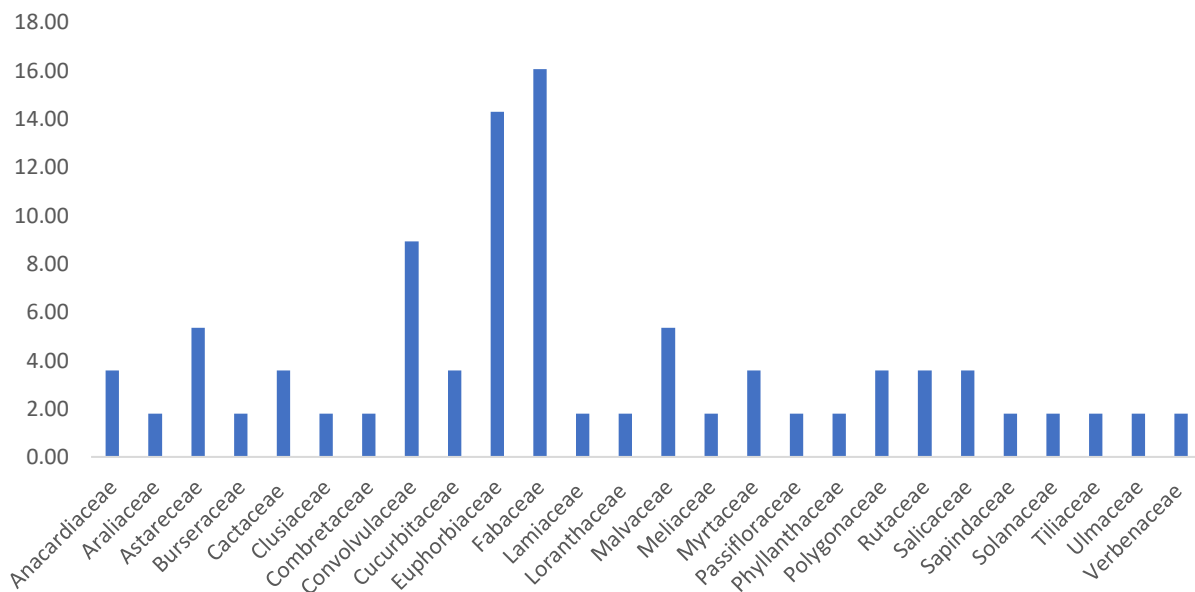
**Figura 6.15.** Frecuencia de especies arbóreas identificadas de las muestras de miel de diciembre.



**Figura 6.16.** Frecuencia de especies arbustivas identificadas de las muestras de miel de diciembre.



**Figura 6.17.** Frecuencia de especies herbáceas identificadas de las muestras de miel de diciembre.



**Figura 6.18.** Porcentajes (%) de ocurrencia del polen de las familias identificadas en la miel de diciembre.

### Muestra de miel 7OCT

Con el análisis cualitativo se identificaron 14 especies que pertenecen a 9 familias (Anexo 28). De acuerdo al análisis cuantitativo la miel 7 oct fue clasificada como multifloral, se categorizó como polen secundario a *Croton reflexifolius* (18%) y *Heliocarpus*

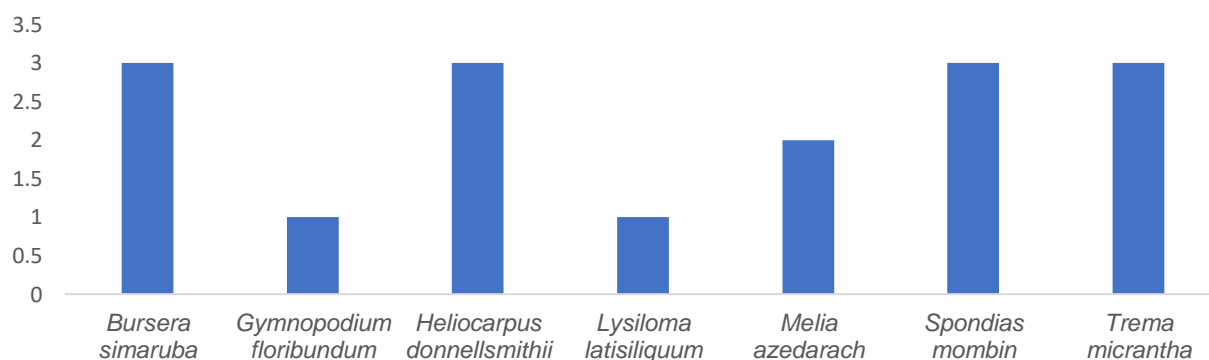
*donnellsmithii* (16%), y se definió como polen de menor importancia a *Strophocactus testudo* (13%) (Cuadro 6.24).

La participación principal de la composición polínica es de la familia Fabaceae (Figura 6.20). Las especies arbóreas de mayor frecuencia fueron cuatro (Figura 6.21); las especies arbustivas con mayor frecuencia fueron: *Ceasalpinia guameri* y *Croton reflexifolius* (Figura 6.22). En cuanto al estrato herbáceo epifito solo se presentó una especie *Strophocactus testudo*.

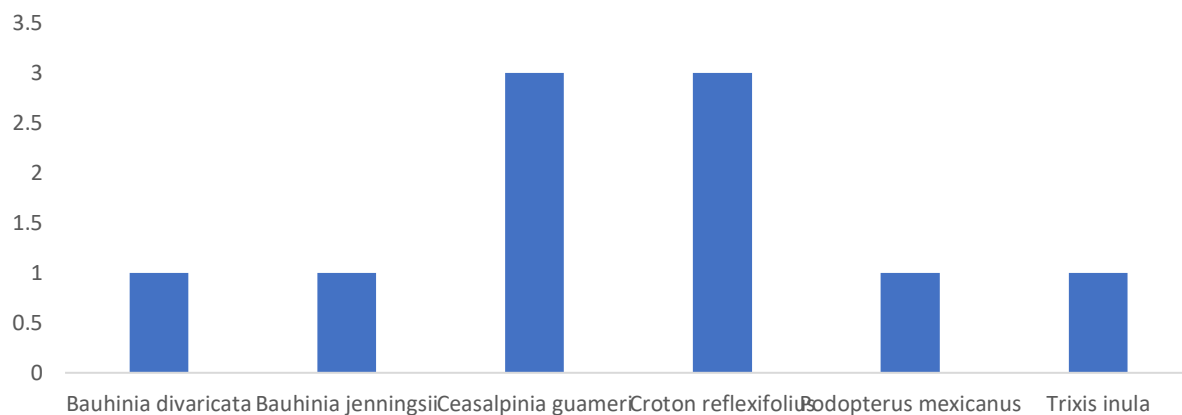
**Cuadro 6.24.** Porcentaje de contribución de los granos de polen presentes en la muestra de miel 7 octubre.

Especie	NC	NP	Porcentaje	Dominancia
<i>Croton reflexifolius</i>	P'e'es' kúuch	224	18.01	S
<i>Heliocarpus donnellsmithii</i>	Joolol	195	15.68	S
<i>Strophocactus testudo</i>	Pitaya de tortuga	158	12.70	I
<i>Trema micrantha</i>	Sak pixoy	115	9.24	I
<i>Melia azedarach</i>	Árbol del paraíso	114	9.16	I
<i>Bursera simaruba</i>	Chakaj	103	8.28	I
<i>Spondias mombin</i>	Jobo	91	7.32	I
<i>Trixis inula</i>	Sak k'an aak'	76	6.11	I
<i>Ceasalpinia guameri</i>	Kitimche'	71	5.71	I
<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	51	4.10	I
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'iits'ilche'	23	1.85	T
<i>Podopterus mexicanus</i>	Sak baach	15	1.21	T
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	8	0.64	T
<b>Total</b>		1244	100	

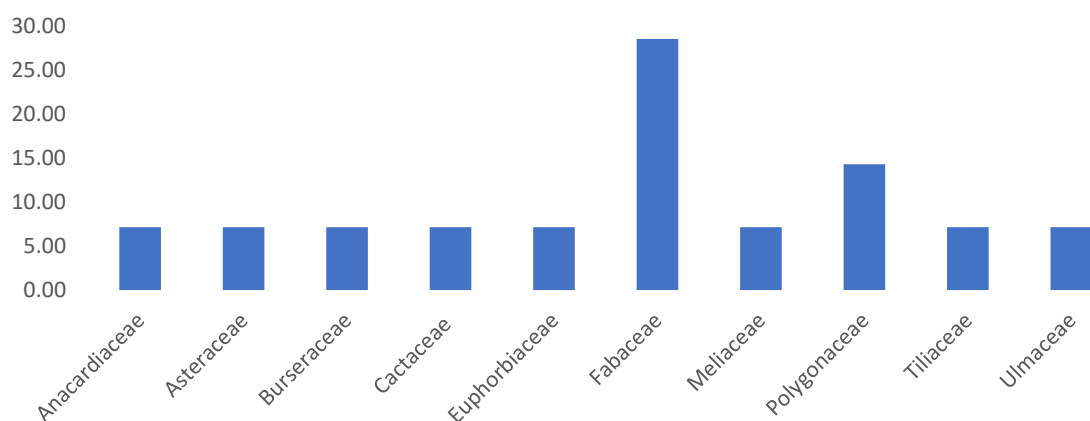
Legenda: NC nombre común, NP número de pólenes, S polen secundario, I polen de menor importancia, T polen en traza



**Figura 6.19.** Frecuencia de especies arbóreas identificadas de las muestras de miel de octubre.



**Figura 6.20.** Frecuencia de especies arbustivas identificadas de las muestras de miel de octubre.



**Figura 6.21.** Porcentajes (%) de ocurrencia del polen de las familias identificadas en la miel de octubre.

#### 6.3.4. Valores de colorimetría y pH

##### Intensidad de color

Las absorbancias de las muestras de miel analizadas presentaron valores diferentes, aun cuando todas las muestras son de una solución de miel al 50% (10 g de miel + 10 g de H<sub>2</sub>O). La muestra que obtuvo el valor más alto de acuerdo al cuadro 41 fue la 2F (749 nm), la cual corresponde a una miel bifloral, en cuanto a las mieles multiflorales cada valor obtenido fue distinto, las absorbancias obtenidas para las mieles uniflorales 1F (559 nm, *Ipomoea carnea*), 2M (236nm, *Heliocarpus donnellsmithii*), 2M (83 nm, *Piscidia*

*piscipula*), presentaron valores únicos, a pesar de que las mieles 1M y 2M corresponden al mismo mes de cosecha (Cuadro 6.25).

## pH

Los resultados de pH para las 19 muestras de miel analizadas se visualizan en el cuadro 6.25, donde los valores más altos lo obtuvieron dos mieles multiflorales (3M, 4.39) (7O, 4.38), los datos obtenidos arrojaron una igualdad en el pH de 4.01 de las mieles uniflorales (1F, 2M, 3M), lo que puede estar relacionado con el porcentaje de dominancia polínica en la miel. De acuerdo con los resultados obtenidos se encuentran entre los valores normales de la miel en un rango de 3.5 a 4.5. (Cuadro 6.25).

**Cuadro 6.25.** Valores obtenidos de análisis de Calorimetría y pH en mieles del ejido Miguel Colorado.

Clave	Abs.	pH	Origen floral	TP	Especie polínica
<b>Febrero</b>					
1F	559	4.01	Unifloral	PD	<i>Ipomoea carnea</i> (58 %)
2F	749	4.01	Multifloral	PS	<i>Cecropia peltata</i> (26%) <i>Heliocarpus donnellsmithii</i> (22%)
3F	376	3.59	Multifloral	PS	<i>Mimosa pudica</i> (38 %)
4F	261	3.69	Multifloral	PS	<i>Bursera simaruba</i> (19%)
5F	253	3.68	Multifloral	PS	<i>Mimosa pudica</i> (35 %) <i>Ipomoea carnea</i> (19%)
6F	327	3.73	Multifloral	PS	<i>Bursera simaruba</i> (33%)
<b>Mayo</b>					
1M	236	4.01	Unifloral	PD	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> (45 %)
2M	83	4.01	Unifloral	PD	<i>Piscidia piscipula</i> (45 %)
3M	362	4.39	Multifloral	PS	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> (26 %)
4M	449	4.2	Multifloral	PS	<i>Dendropanax arboreus</i> (25%) <i>Bursera simaruba</i> (24%)
5M	239	4.1	Multifloral	PS	<i>Gymnopodium floribundum</i> (39%) <i>Erythroxylum areolatum</i> (23%)
6M	374	4.34	Multifloral	PS	<i>Bursera simaruba</i> (28%) <i>Trema micrantha</i> (20%)
<b>Diciembre</b>					
1D	195	3.83	Multifloral	PS	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> (18%) <i>Euphorbia dioeca</i> (18%)
2D	253	4.1	Multifloral	PS	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> (30%)
3D	142	3.67	Multifloral	PS	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> (29%) <i>Bursera simaruba</i> (20%)

Clave	Abs.	pH	Origen floral	TP	Especie polínica
4D	58	3.5	Multifloral	PS	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> (32%)
5D	114	3.53	Multifloral	PS	<i>Pilocarpus racemosus</i> (29%)
6D	344	4.1	Multifloral	PS	<i>Bursera simaruba</i> (27%)
<b>Octubre</b>					
7O	291	4.38	Multifloral	PS	<i>Croton reflexifolius</i> (18%) <i>Heliocarpus donnellsmithii</i> (16%)

Leyenda: Abs. Absorbancia, TP tipo de polen, PD polen dominante, PS polen secundario.

En general tres de las muestras de miel se diferenciaron como uniflorales correspondientes a: *Ipomoea carnea* en el mes de febrero donde las especies herbáceas presentaron mayor floración, *Heliocarpus donnellsmithii* y *Piscidia piscipula* en el mes de mayo, con mayor presencia de especies arbóreas, es importante destacar que estas mieles uniflorales presentaron el mismo valor de pH de 4.01 a diferencia de las 16 muestras que fueron determinadas como mieles multiflorales durante todo el año.

Los resultados colorimétricos reflejan que, para cada miel, sin importar su origen floral el color es único, sin embargo, los valores más altos obtenidos de 559 nm y 744 nm, se reflejaron en el mes de febrero, donde la presencia de herbáceas es mayor, lo que, puede inducir la presencia de pigmentos con actividad antioxidantes para las especies de este tipo de estratos.

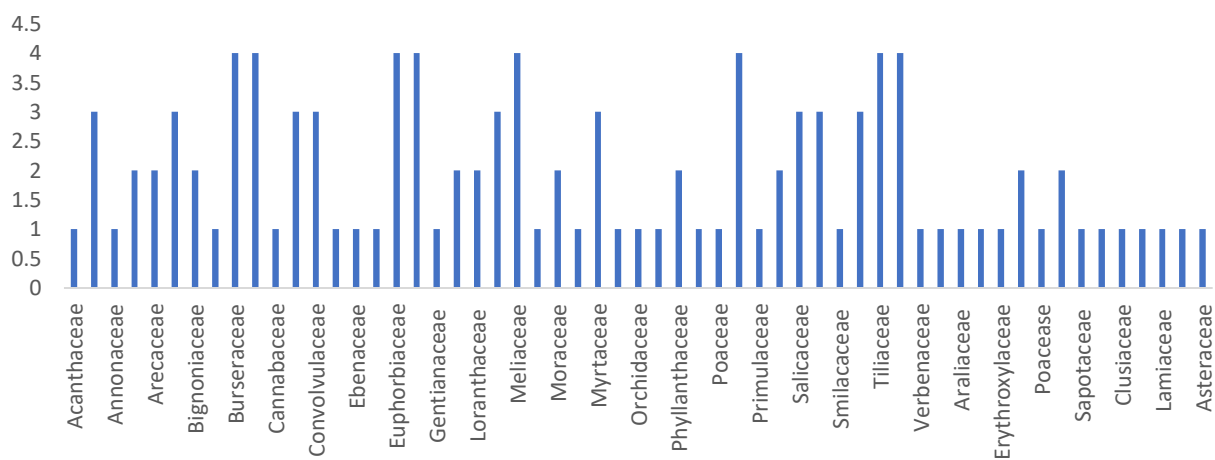
Las familias que contribuyeron principalmente a la composición polínica de la miel en todo el año: Burseraceae, Cactaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Meliaceae, Polygonaceae, Tiliaceae y Ulmaceae (Figura 6.23). En cuanto a las familias que presentan mayor número de especies se registraron Fabaceae (30 spp.), Euphorbiaceae (13 spp.), Malvaceae (9 spp.), Asteraceae (7 spp.), Convolvulaceae (6 spp.). Este estudio reflejó la diversidad de 148 especies de plantas superiores que pertenecen a 50 familias que son fuente de polen y néctar, donde la mayoría de tipos polínicos provienen de especies arbóreas (37%) y herbáceas (34%) (Anexo 32), donde el periodo de mayor floración se presentó en febrero con especies herbáceas como el caso de géneros como las *Ipomoeas*.

Las especies arbóreas partícipes durante el año analizado son: *Bursera simaruba*, *Gymnopodium floribundum*, *Heliocarpus donnellsmithii*, *Lysiloma latisiliquum*, *Melia azedarach* y *Trema micrantha* (Figura 6.24). Las especies arbustivas con mayor

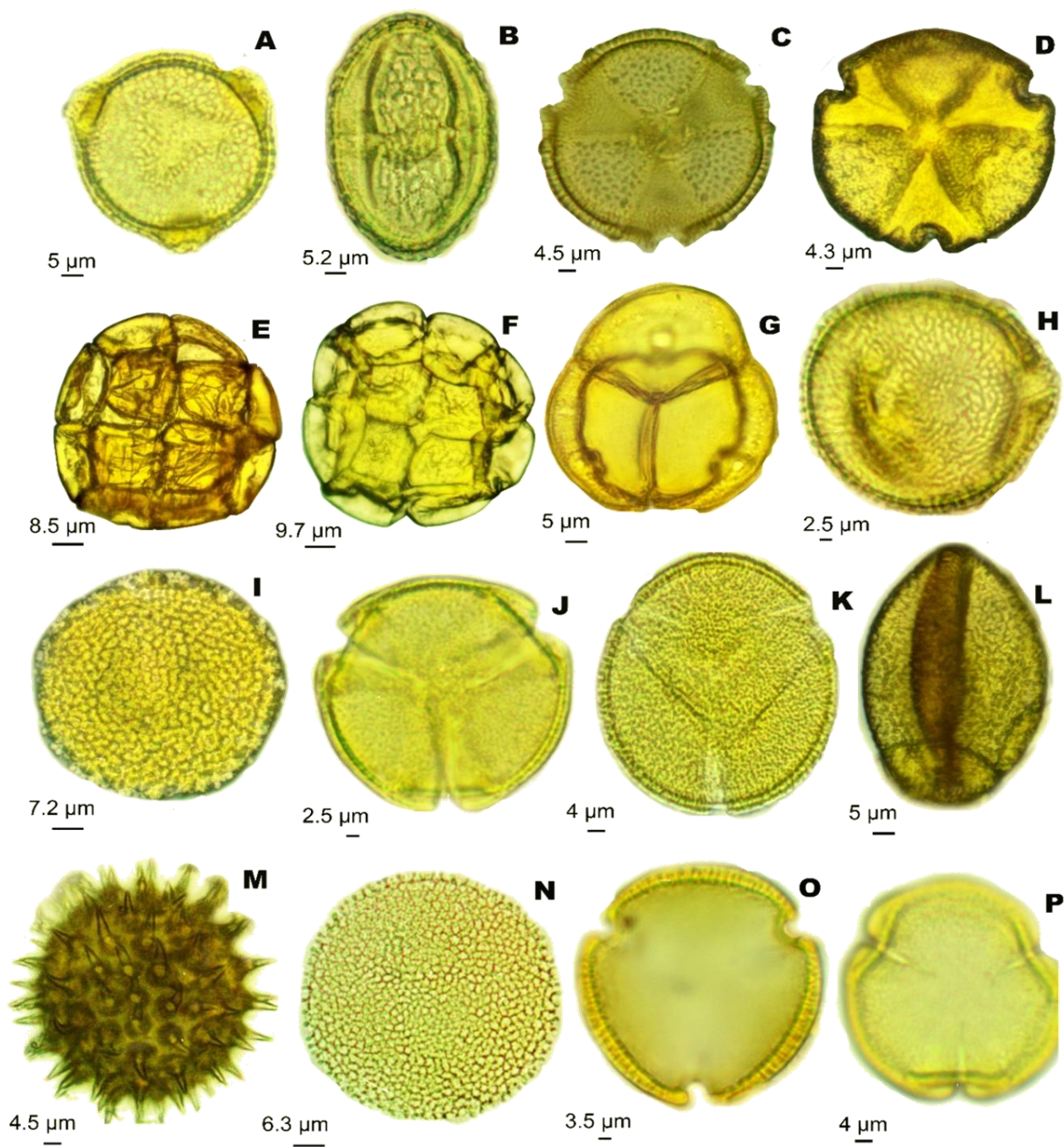


frecuencia fueron *Ceasalpinia guameri* y *Croton reflexifolius* (Figura 6.25). En cuanto al estrato herbáceo epífita solo se registró la especie *Strophocactus testudo*.

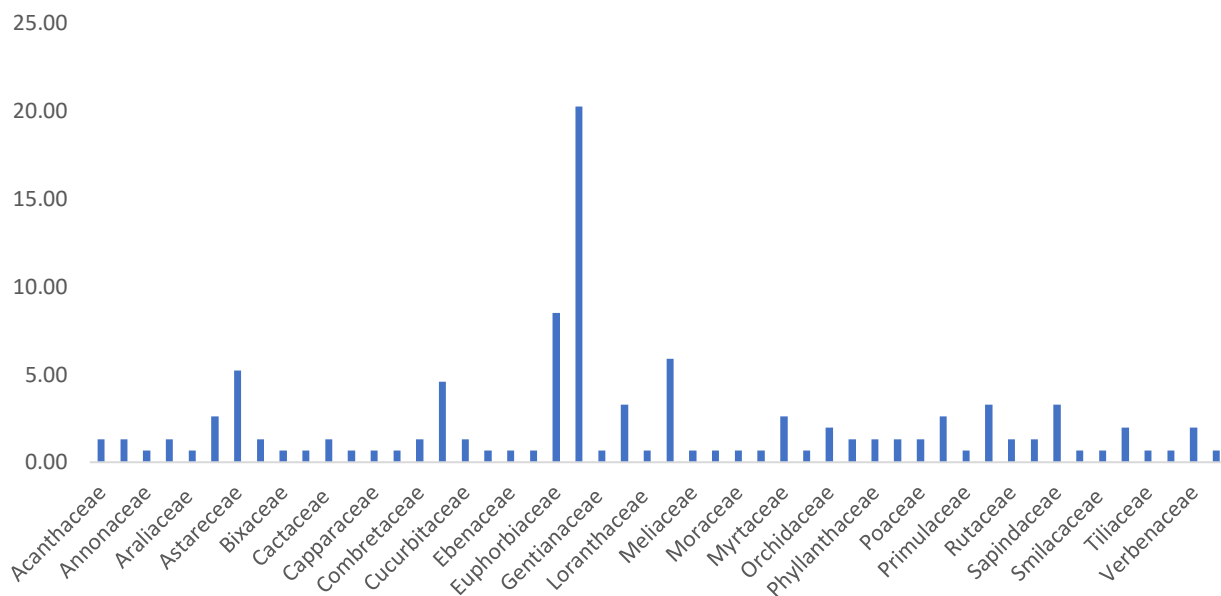
Existe una relación entre las especies presentes en la composición de la miel de los apiarios estudiados y las encontradas en el CEMC (área estudiada circundante a los cenotes) compartiendo un total de 25 especies vegetales, entre las más abundantes están: *Metopium brownei*, *Sabal yapa*, *Viguiera dentata*, *Bursera simaruba*, *Lysiloma latisiliquum*, *Piscidia piscipula*, *Heliocarpus donnellsmithii*, *Gymnopodium floribundum* y *Manilkara zapota*. Es importante destacar la presencia de *Bursera simaruba* y *Heliocarpus donnellsmithii* en la composición polínica mostraron un gran aporte en la producción de las mieles, así mismo fueron muy abundantes en las 3 parcelas estudiadas en los cenotes. En ambos análisis la mayor riqueza de especies se encuentra representado por la familia Fabaceae.



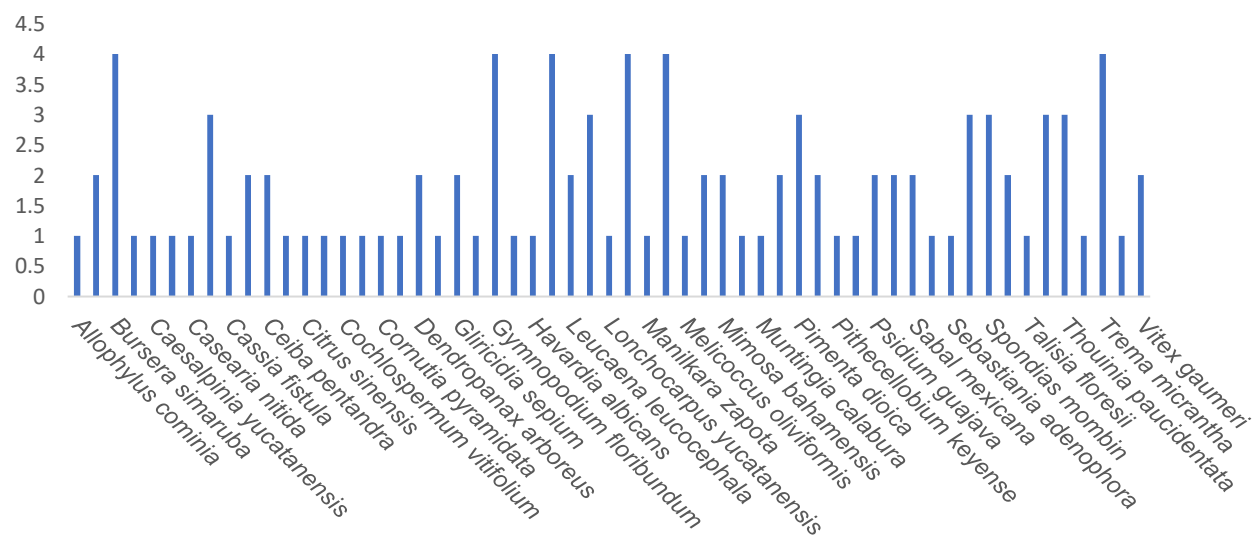
**Figura 6.22.** Frecuencia por mes de la contribución polínica de cada familia de las muestras de miel colectadas



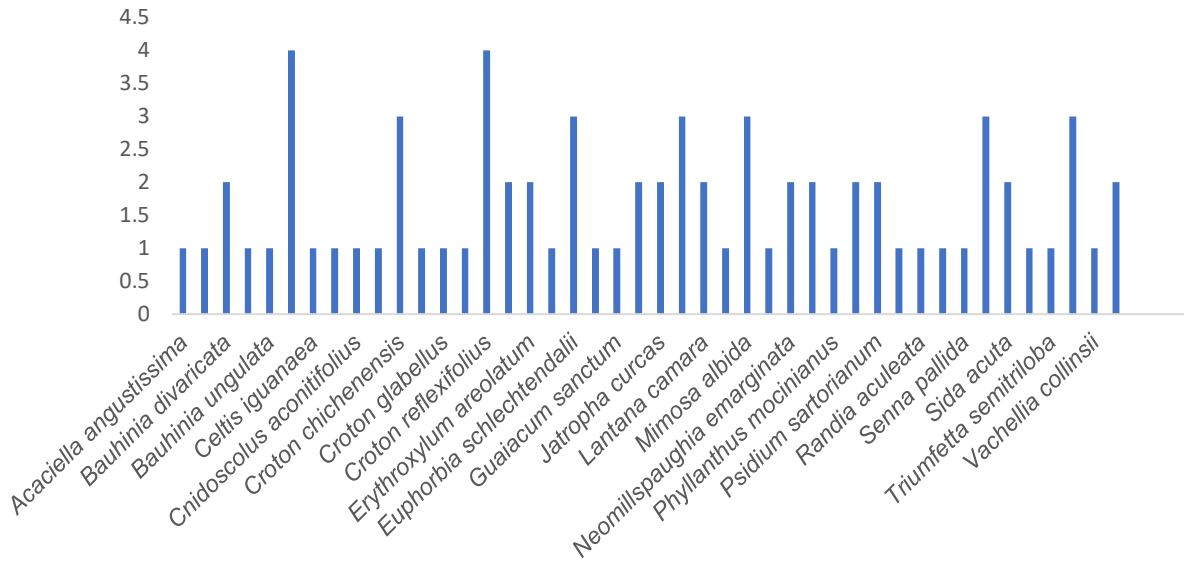
**Figura. 6.23. Estructuras polínicas con mayor participación en las muestras de miel analizadas. A** *Bursera simaruba*, **B** *Heliocarpus donnellsmithii*, **C** *Haematoxylum campechianum*, **D** *Caesalpinia yucatanensis*, **E** *Senegalia gaumeri*, **F** *Lysiloma latisiliquum*, **G** *Randia obcordata*, **H** *Trema micrantha*, **I** *Jatropha guameri*, **J** *Metopium brownei*, **K** *Antigonon leptopus*, **L** *Strophocactus testudo*, **M** *Ipomoea carnea*, **N** *Croton chichenensis*, **O** *Vitex gaumeri*, **P** *Gymnopodium floribundum*.



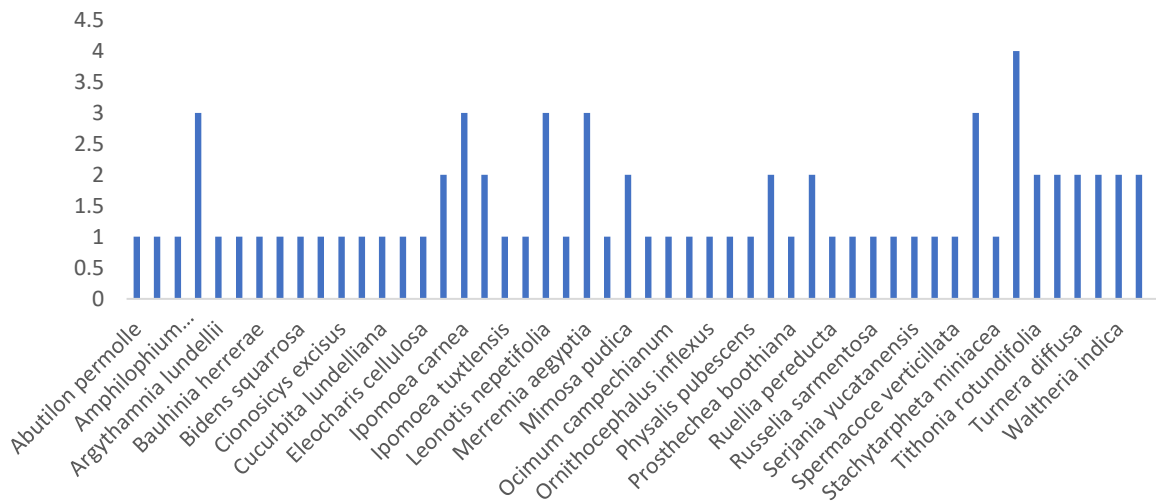
**Figura 6.24.** Porcentajes (%) de ocurrencia del polen de las familias identificadas de la miel de todos los meses de cosecha.



**Figura 6.25.** Frecuencia de especies arbóreas identificadas de las muestras de miel colectadas durante todo el año.



**Figura 6.26.** Frecuencia de especies arbustivas identificadas de las muestras de miel colectadas durante todo el año.



**Figura 6.27.** Frecuencia de especies herbáceas identificadas de las muestras de miel colectadas durante todo el año.

#### 6.4. Discusión

De acuerdo con lo obtenido en el análisis de proteínas y lo reportado por Bocian *et al.* (2019), se infiere que las proteínas con un peso molecular de 150 kDa podrían ser provenientes de las abejas y no del polen, lo que conlleva a la posibilidad de explicar,

porque se detectaron en todas las muestras de miel analizadas pesos moleculares en rangos de hasta 150 kDa. Aunque, los resultados de la mayoría de los pesos de las proteínas son similares, puede suceder que no todas las proteínas presentes sean de origen vegetal, sino que también puede haber la presencia de proteínas de la abeja *Apis mellifera*.

Previamente se han reportado algunos trabajos, por ejemplo, Bergner y Diemair, (1975); Wang *et al.*, 2009, Mohammed y Azim, (2012), donde se analizaron proteínas de mieles uniflorales y multiflorales, se ha documentado que las principales proteínas se encuentran en el rango de 45-70 kDa. Sin embargo, Di-Girolamo *et al.* (2012), exhiben una serie de bandas concentradas en pesos moleculares de 50 kDa y 75 kDa en mieles no comercializadas, tales como, las muestras obtenidas en este trabajo.

Los perfiles de proteínas se realizaron con geles de poliacrilamida al 12%, similar a la metodología reportada por Chua *et al.* 2014, y los resultados obtenidos confirman que esta concentración es un método eficiente para obtener perfiles de proteínas en miel. Las bandas de 50 kDa detectadas en este trabajo coinciden con las reportadas en estudios previos, donde además de observarlas en geles de poliacrilamida, fueron identificadas mediante espectrometría de masas, determinando así, que la miel contiene proteína de jalea real (MRJP), en las muestras analizadas en este trabajo también fue detectada una banda de 50 kDa en las 19 muestras, además de ser más abundante en todos los geles realizados, por lo que, se puede sugerir la presencia de proteína de la jalea real, sin embargo, es necesario hacer la identificación de la proteína para confirmar su presencia.

Por otra parte Lee *et al.* (1998), detectaron que las principales proteínas en la miel provenientes de diferentes especies de abejas tienen un patrón diferencial de proteínas, esto también comprobado por Won *et al.* (2008), quienes por su parte describieron que la proteína de jalea real MRJP1 es la más abundante en las muestras de miel, y tiene un peso molecular de 55 kDa, la cual se reporta idéntica a la estructura básica de BSA, siendo similar a la presencia de una banda de 50 kDa en todos los perfiles obtenidos en el presente trabajo.

Por consiguiente, mediante la realización del análisis de SDS-PAGE con el uso del marcador de pesos molecular BSA, se puede lograr la discriminación de origen floral. Lo

que concuerda con lo mencionado por Erban *et al.* (2019) que hacen referencia a la presencia de la proteína MRJP1 en mayor cantidad, y en consecuencia aparece con un patrón dominante en todas las muestras de miel, esto podría explicar la presencia de las 2 bandas de peso molecular de 45 kDa y 50 kDa en todos los geles analizados. Mientras que Flanjak *et al.* (2016) reporta que la diferencia de abundancia y de los pesos moleculares de las proteínas demuestran que varían según el origen botánico de la miel, lo que ya previamente había sido reportado (Bocian *et al.* 2019)

La presencia de proteínas entre los 50 y 150 kDa en los geles es similar a la reportado por Gogio *et al* (2018), donde hace referencia que las mieles naturales almacenadas sin conservadores adicionales equivalente a las muestras que se obtuvieron en este trabajo, registran la presencia de proteínas a diferencia de las mieles adulteradas. Proponiendo que la detección de proteínas se debe a la presencia de un inhibidor de proteasas natural activo, mismo que pueden identificarse en los geles de acrilamida. La presencia de inhibidores de proteasas en la miel se sugiere, que se obtienen de las plantas a través del néctar y el polen que colectan las abejas, ya que generalmente estos inhibidores son sintetizados por las plantas como moléculas de defensa contra patógenos y fitófagos (Ramírez y Montenegro, 2004).

De manera general, de acuerdo a los datos obtenidos, se puede deducir que todas las muestras de miel analizadas contienen proteínas de más de un polen, esto comparado con lo publicado por Baroni *et al* (2002), quienes obtuvieron perfiles de separación de proteínas provenientes de diversos pólenes, detectando bandas entre 21 a 120 kDa, lo que, coincide con los pesos moleculares obtenidos en el presente trabajo que van de 37 a 150 kDa, en los tres perfiles obtenidos.

Los resultados obtenidos permiten reforzar la idea planteada por el autor Jamnik *et al.* (2012), quien menciona que el conocimiento de los perfiles de las proteínas de los productos apícolas proporciona información valiosa sobre su calidad, origen y autenticidad. El análisis de las principales proteínas de la miel es, por tanto, un método útil para discriminar la miel producida por diferentes especies de abejas, el origen floral, etc. Por lo que, el conocimiento e identificación de las proteínas presentes en mieles naturales podría ser la base para el desarrollo de biomarcadores para la validación de su calidad, originalidad y origen floral. (Baroni *et al.* 2002; Wang *et al.* 2006).

En las 19 muestras analizadas se registró un total de 148 tipos polínicos agrupados en 50 familias, información de interés, considerando que es el primer inventario que da a conocer un número de plantas de importancia apícola en el EMC, el cual coincide con Villanueva, (2002), corresponde al 32% de las especies reportadas por Palacios-Chávez *et al.* (1991), y al 59% de acuerdo con Villanueva *et al.* (2009), superior a lo considerado por Alfaro Bates *et al.* (2010).

Las familias con mayor número de especies en el análisis cualitativo corresponden a: Fabaceae, Euphorbiaceae, Asteraceae y Convolvulaceae, propias de zonas que presentan temporadas secas, de acuerdo con Villanueva *et al.* (2009), y (Pérez-Sato *et al.* (2018); Alaníz *et al.* (2017); Castellanos *et al.* (2012), tanto en la PY como en el país. Desde el punto de vista apícola la familia Fabaceae, se ha reportado como una de las familias más importantes por la gran diversidad de flora polinectarífera en trabajos sobre melisopalinología (Piedras-Gutiérrez, 2007; Alfaro-Bates *et al.* 2010; González-Suárez *et al.* 2020; Granados-Argüello *et al.* 2020), esto, considerando que es una de las familias más diversas en México con 139 géneros y 1,850 especies, (Olvera-Luna *et al.* 2012). Por otra parte, sus especies son una fuente de néctar y polen para abejas del género *Apis* en la PY (Alaníz-Gutiérrez *et al.* 2016). Sin embargo, es importante resaltar la presencia de especies de Convolvuláceas, su aportación de polen en todos los meses de cosecha analizados, aunque dentro de la Península de Yucatán no se reconoce como una familia que contribuya significativamente en la flora apícola, se ha documentado en estudios previos su contribución Alfaro-Bates *et al.* (2010), en la PY, las Convolvuláceas ubicadas generalmente en zonas en donde la vegetación es abierta y el ambiente seco, aunque muy probablemente se deba a sus muy vistosas flores las que llaman la atención de las abejas (Gómez-Pompa *et al.* 2010; Granados-Argüello *et al.* 2020, Tapia-Muñoz, 2011). Las Convolvuláceas, solamente se mencionan como una familia utilizada en temporada de precosecha, aportando en la producción de miel multifloral, caso contrario al presente trabajo, donde se determinó una miel unifloral de *Ipomoea carnea* en el mes de febrero perteneciente a esta familia, la cual es una especie que florece a lo largo del año, proporcionando polen y néctar a las abejas durante el ciclo apícola (Briceño-Santiago 2018; Alfaro-Bates *et al.* 2007; González-Acereto y Viera, 2004).

Los resultados entre el análisis polínico y la composición de la vegetación de los apiarios circundante al CEMC y los cenotes, los taxones con mayor participación son: *Bursera simaruba*, *Lysiloma latisiliquum*, *Heliocarpus donnellsmithii* e *Ipomea cornea*, según establece León-Carreño *et al.* (2019) el espectro polínico generalmente se encuentra relacionado fielmente con la vegetación local, tal como señala Alaniz-Gutiérrez *et al.* (2017) las abejas hacen uso como elementos presentes de los recursos vegetales característicos de la región en donde se distribuyen. Además de las especies antes mencionadas, también se comparten especies como: *Metopium brownei*, *Piscidia piscipula*, *Senegalia gaumeri*, *Vitex gaumeri*, *Gymnopodium floribundum*, como señala Ramírez-Guardado, (2015), una de las características de la abundancia de estas especies, es el uso como recurso maderable que las comunidades rurales les han dado, como también expresa Quiroz-Carranza *et al.* (2010).

La familia Fabaceae tanto en la caracterización de la vegetación como en el estudio de la melisopalinología obtuvo el mayor número de especies, esto concuerda con el hecho de ser una de las familias mejor representadas en el aporte polínico en diversos estudios palinoflorísticos (Antunes-Portela *et al.* 2014; Rosales-Torres, 2016; León-Carreño *et al.* 2019), sin embargo, como menciona Antunes-Portela *et al.* (2014), se debe considerar que las diferencias en la presencia de especies en distintas áreas de estudio pueden estar sujeto a la temperatura, aunque se encuentren los apiarios en las adyacencias del CEMC, pueden presentarse cambios, tal como sugieren Pineda-Herrera *et al.* (2019) permite inferir que la presencia de follaje de las especies arbóreas impide el paso de luz, lo que, no favorece el desarrollo de especies de menor tamaño, tal como sucede con la vegetación circundante a los cenotes, a diferencia de los apiarios los cuales están establecidos en espacios abiertos.

Respecto al origen floral, se encontraron tres tipos de miel unifloral, estos fueron: *Ipomoea carnea*, *Heliocarpus donnellsmithii*, *Piscidia piscipula*, estas últimas dos especies están consideradas dentro de las principales plantas melíferas en la PY, en el caso de la *Ipomoea carnea* su contribución no aparece registrada en la producción de miel unifloral. Alfaro-Bates *et al.* (2010), reporta que las convolvuláceas en ocasiones sobre pasan el 16%, sin embargo, en este estudio se reporta por primera vez *Ipomoea carnea* con un porcentaje de contribución del 58%.



En el caso de *Heliocarpus donnellsmithii*, una especie importante en la producción de miel en la PY (Villanueva, 2002; Alfaro-Bates *et al.* 2007; Alfaro-Bates *et al.* 2010), se encuentra documentado en trabajos melisopalinológicos en mieles de Guerrero, Oaxaca, Morelos y Tabasco (Ramírez-Arriaga y Martínez-Hernández, 2007; Ramírez-Arriaga *et al.* 2011; Acosta-Castellanos *et al.* 2011; Ramírez-Arriaga, 2016), este resultado concuerda con el conocimiento empírico de los apicultores, al considerarlo abundante en el EMC, además es una especie nativa que produce néctar y polen, (Zavala-Olalde, 2013).

Por otro lado, *Piscidia piscipula* presentó el mayor aporte polínico con un 88.88%, como plantean Villanueva, (2002), Villanueva *et al.* (2009) y Alfaro-Bates *et al.* (2010), con otros estudios en la PY. Briceño-Santiago, (2018) y Alfaro-Bates *et al.* (2010), mencionan que *Piscidia piscipula* es una de las mieles cosechadas en temporadas de secas, siendo una especie muy característica de las selvas secas, lo que concuerda con la vegetación presente en el EMC. Desde la perspectiva de Torres-Sánchez, (2019), las flores de esta especie son de las preferidas por las abejas para la producción de miel en sus colmenas, al ser una especie excelente productora de néctar. También se encuentra citado como especie presente en miel madura de la subregión de la Chontalpa como elemento importante (Córdova *et al.* 2009).

Aun con la gran diversidad de flora melífera presente en la PY, le atribuyen el mayor valor a tres especies *Viguiera dentata* (Tahonal), *Lysiloma latisiliquum* (Tsalam) y *Gymnopodium floribundum* (ts'iits'ilche'), esto debido a su potencial distribución (Porter-Bolland *et al.* 2009, Martínez-Puc *et al.* 2018), mismas que también fueron identificadas en este trabajo, sin embargo, se registraron otras especies de importancia melífera como *Spondias mombin*, la cual forma parte de la flora apícola en regiones tropicales, y se menciona en estudios realizados en otros estados como Chiapas, Puebla y Tabasco (Castellanos-Potenciano *et al.* 2012; Córdova-Córdova *et al.* 2013, Villanueva, 2002), esta especie forma parte de la flora melífera de México y es considerada como un elemento valioso en la miel madura (Córdova *et al.* 2009) .

Lo mismo ocurre con *Leucaena leucocephala*, especie registrada de interés polínifero en la PY y de importancia polínifera y nectarífera en el estado de Guerrero (Villanueva, 2002;

Villegas Duran *et al.* 2002; Ramírez-Arriaga *et al.* 2016), además forma parte de una de las familias más importantes en México como Fabaceae (Alaniz-Gutiérrez *et al.* 2017).

Se determinó la presencia de: *Cecropia peltata*, *Mimosa pudica* y *Mimosa bahamensis*, especies que se localizan en áreas perturbadas y de vegetación secundaria, muy comunes en la PY (González-Valdivia *et al.* 2011; Ramírez *et al.* 2011; Zavala-Olalde, 2013), consideradas como indicadores de cobertura arbórea en los paisajes exploradas por las abejas (Villanueva *et al.* 2009), lo que explica la abundancia de polen de estas especies, en las muestras de miel analizadas, también puede deberse a su alta producción de polen y presencia en el radio pecoreo de las abejas.

Se encontraron algunas especies con escasa participación como *Gossypium hirsutum*, reportado también por Alaniz-Gutiérrez *et al.* (2017), aun cuando es una especie productora de néctar en abundancia, su poca presencia en las mieles puede deberse al tamaño del polen, al estar relativamente grande, durante el transporte de néctar a la colmena las abejas filtran otros granos de polen (Keefer y gold, 2014; Pise y Viraktamath, 2015). Sucede lo mismo con *Ruellia pereducta* esta es una planta que puede ser aprovechada por los apicultores al estar considerada como una especie nativa (Cruz *et al.* 2013). Así como *Diphysa carthagenensis* que según establece Castellanos-Potenciano *et al.* (2012) es una especie nectarífera de gran valor apícola en la PY y en el trópico en general. Otra especie que se encuentra con poca frecuencia es *Zea mays*, documentada en distintos trabajos, tanto en la PY como en otros estados del país (Córdova-Córdova *et al.* 2013; Ramírez-Arriaga *et al.* 2014; González-Sandoval *et al.* 2016; Alaniz-Gutiérrez *et al.* 2017), aunque es una especie que produce una gran cantidad de polen las abejas la ignoran debido a que en el área del apiario se dispone de otros recursos, dado que funge como una fuente de polen en épocas de escases, para complementar su alimentación (Ponnuchamy *et al.* 2014; González-Sandoval *et al.* 2016).

Aunque la participación de estas especies *Gossypium hirsutum*, *Ruellia pereducta*, *Diphysa carthagenensis* y *Zea mays* sea mínima, son clave para la producción de miel, formando parte integral del uso que las abejas hacen de los recursos vegetales, característicos de las diferentes mieles producidos en las distintas regiones geográficas (Jones y Bruant, 2014; Alaniz-Gutiérrez *et al.* 2017).

Los resultados del análisis cuantitativo revelaron la importancia de *Heliocarpus donnellsmithii* y *Bursera simaruba* en relación a las categorías polínicas, demostrando el alcance de estas especies como fuentes de alimentación para las abejas en el EMC. Es importante resaltar que *Bursera simaruba* es uno de los recursos nectaríferos más utilizados por las colmenas (Granados-Argüello *et al.* 2020). Se ha reportado en mieles en la PY, Oaxaca, Veracruz y Tabasco (Villanueva *et al.* 2009; Córdova-Córdova *et al.* 2013; De los Santos, 2008; Granados-Argüello *et al.* 2020). La floración de esta especie se contempla como una de las más importantes en la PY (Porter-Bolland *et al.* 2009), considerada fuente de néctar en el estado de Campeche sostiene Porter-Bolland *et al.* (2001), situación evidenciada en los análisis realizados en Miguel Colorado, por la frecuencia de ocurrencia de esta especie en las muestras de miel, es valorada como una de las principales fuentes polínicas en el EMC. Sin embargo, el inconveniente que presenta esta especie es, que, debido a su distribución en el país, dificulta poder denominar una miel por su origen geográfico (Castellano-Potenciano *et al.* 2012).

Por otro lado, Alfaro-Bates *et al.* (2007), señala que el ciclo de producción de miel se divide en tres periodos: precosecha (octubre-diciembre) donde se destaca de floración de especies de la familia Convolvulaceae, cosecha (enero-mayo) donde las principales floraciones son: *Viguiera dentata* y *Gymnopodium floribundum* y la precosecha (junio-septiembre) donde las leguminosas predominan en la miel (González y Viera, 2004), esto difiere con los datos obtenidos en este trabajo, debido que las mayores floraciones se alcanzaron durante febrero y mayo, donde las floraciones de la familia Convolvulaceae, fueron las de mayor presencia al igual que en las muestras obtenidas en diciembre, sin embargo, el mes donde se obtuvo mayor número de mieles uniflorales fue en mayo, donde se encontró que *Piscidia piscipula*, fue una de las principales fuentes de néctar en la producción de miel, la presencia de las Convolvulaceae en los tres meses de cosecha (Feb/May/Dic) puede deberse al uso maximizado de las hierbas en esta primera mitad de la temporada de seca, tal como señala Villanueva *et al.* (1984) y Villanueva *et al.* (2009), lo que, demuestra que la composición de las mieles en cada área está determinada por su recurso floral presente.

En relación a lo anterior, el estrato con mayor aporte de polen durante febrero fue el herbáceo, de acuerdo con Piedras y Quiroz, (2007), durante este mes la proporción

correspondiente en hierbas, bejucos y epifitas es más importante que las especies arbóreas, debido a que el espectro floral depende de la riqueza floral del área donde se ubica el apiario, sin embargo, puede representar una perturbación en la vegetación de área, debido a la falta de árboles (Pérez-Sato *et al.* 2018).

Por otro lado, las floraciones con mayor aprovechamiento durante todo el año por las abejas, fueron las especies arbóreas, tal como señalan Alfaro-Bates *et al.* (2010) y Pérez-Sato *et al.* (2018), en Yucatán y México, los estratos con mayor utilidad, son las especies arbóreas y herbáceas, esto concuerdan con el estado Tabasco, donde se registró al estrato arbóreo como el más explotado, seguido del herbáceo y por último el arbustivo (Castellano-Potenciano *et al.* 2012). El estrato herbáceo se ha documentado de importancia apícola, esto debido a la gran cantidad de especies que posee (Bello, 2007), la importancia de este estrato para la apicultura, ya se ha documentado incluso en países como la india (Bhalhandra *et al.* 2014).

Los estudios melisopalinológicos están establecidos para poder denominar una miel unifloral o multifloral, utilizando un valor a partir del 45% de concentración (Acosta-Castellanos y Palacios-Chávez, 2001), sin embargo, al encontrar polen en traza en las mieles, esta información puede utilizarse para proporcionar datos sobre los recursos florales existentes y que sirva como base para planificar la conservación de las fuentes de polen y néctar para la producción de miel (González-Castillo *et al.* 2017; González-Sandoval *et al.* 2016). Realizar este estudio melisopalinológico en diferentes temporadas de cosecha, apoyo a determinar las temporadas de mayor floración, al identificar un mayor número de mieles multiflorales, ayudo a demostrar que el EMC es una zona donde existe una gran diversidad de recursos florales y, por ende, las abejas no tienen preferencia de una sola especie melífera.

Para complementar los resultados obtenidos del origen floral de la miel, se obtuvieron dos parámetros fisicoquímicos de importancia en la calidad de la miel como el pH y la colorimetría. El valor medio del pH obtenido en muestras de miel es de 4.01, variando de 3.5 a 4.39 estos valores se encuentran dentro del intervalo de pH en mieles en la PY, permitiendo detectar si las abejas se han alimentado artificialmente, además de ser un parámetro de apoyo para diferenciar muestras de miel, reportado en estudios previos por diversos autores (Cuevas-Glory *et al.* 2011, Reyes-Solas *et al.* 2014; Zavala-Olalde,

2013, Ramos-Díaz y Pacheco-López, 2016), es importante resaltar que al encontrarse entre estos valores la miel colectada se encuentra libre de microorganismos contaminantes (Ramos-Díaz y Pacheco-López, 2016), siendo esta una característica fisicoquímica relacionada y que puede afectar al sabor de la miel de diferentes orígenes florales, ya que el pH en torno a 4 produce ácidos, principalmente ácido glucónico, derivado por la acción de las enzimas de las abejas en algunas moléculas de glucosa en la miel, que logran aumentar las propiedades antibacteriales de la miel (Moliner, 2016). En 1974, en el *Manuel suisse des denrées alimentaires* indica que las mieles de origen floral poseen un pH de entre 3.3 a 4.6, similar a los hallazgos obtenidos (Sima-Lozano, 1984).

En relación, al pH de mieles uniflorales determinadas, se encontraron valores de pH de 4.01 igual para tres especies determinadas, para el caso de la miel de *Piscidia piscipula* es similar a lo documentado en la PY por Cuevas-Glory *et al.* (2011), y en Campeche por Caamal-Cauich (2009). Para mieles uniflorales de las especies de *Ipomoea*, se han evidenciado intervalos de 3.39-3.76, cercano a los resultados obtenidos, valor obtenido del pH indica que este tipo de mieles tiene baja tendencia a cristalizar (Crane *et al.* 1984; Zavala-Olalde, 2013). En las mieles multiflorales se obtuvo un pH de 4.39, lo que concuerda a lo documentado en trabajos previos para mieles multiflorales (Souza *et al.* 2006; Caamal-Cauich 2009; Leyva-Moguel, 2017; Dávila-Lezama *et al.* 2020).

Las absorbancias variaron de 58 a 749 nm, que de acuerdo a Barreta *et al.* (2005), esta diferencia en el rango obtenido puede deberse a la presencia de pigmentos con actividad antioxidantes (carotenoides y productos de reacción de Mailloud) estas sustancias en el color pueden reflejar, al menos en parte, la capacidad antioxidante de la miel. En una escala de 195 nm, según Kunazawa *et al.* (2012), el color es un índice confiable de la presencia de carotenoides, flavonoides y polifenoles, por lo tanto, se espera que las mieles con una alta intensidad de color exhiban una mayor actividad antioxidante (Antony *et al.* 2000). Entre 300 a 400 nm, se ha documentado la presencia de un alcaloide, este compuesto detectado es el ácido 2-amino-4-hidroxiptéridin-6-carboxílico, que puede originarse a partir de la degradación del ácido fólico, tiene potencial de ser utilizado como marcador de huellas dactilares para fuentes botánicas de diversas muestras de miel (Orían y Sorina, 2017; Alotibi *et al.* 2018).

## CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### DISCUSIÓN GENERAL

En total en el área estudiada del CEMC se encontraron 49 especies vegetales, con una diversidad de 3.1, estos valores se encuentran en concordancia con los estudios previos para selva mediana subcaducifolia en el estado de Campeche (Zamora-Crescencio *et al.* 2011; Gutiérrez-Báez *et al.* 2012; Gutiérrez-Báez *et al.* 2013). La composición florística del CEMC está representada por las especies *Metopium brownei*, *Lysiloma latisiliquum*, *Ipomoea carnea*, *Bursera simaruba*, *Heliocarpus donnellsmithii*, *Manilkara zapota* y *Sabal yapa*, que son distintivas de la selva mediana subcaducifolia en la Península de Yucatán (Guillermo-Sandoval *et al.* 2021). Así mismo, estas especies también se encontraron presentes en el análisis melisopalinológico, no obstante, se determinó el origen floral de las mieles estudiadas conformado por 148 especies de plantas superiores, resultado que permite considerar que cada área representa un estado de sucesión heterogéneo; esto se puede observar en la participación de los estratos, en este sentido en los apiarios se identificó la dominancia del estrato herbáceo y en las parcelas ubicadas circundante a los cenotes del CEMC se identificó el estrato arbóreo; esto coincide con lo expuesto con Alanís *et al.* (2008), que los sitios pueden presentar diferencias en su composición florística por los cambios antropogénicos a los que han sido sometidos. En este sentido Zamora-Crescencio *et al.* (2018), plantean que en la medida que la perturbación se incrementa, tenderá a disminuir la diversidad dentro del área afectada.

Es importante destacar la importancia que tiene las dos áreas analizadas, por la participación que tienen los árboles y los arbustos, así como las distintas formas de vida presentes para poder dar estructura a la comunidad, tal como lo afirman Dzib-Castillo *et al.* (2014), Arévalo *et al.* (2016) estos estratos claramente definidos y la diversidad de especies presentes es propia de un área que no ha sido manejada con propósitos agrícolas, por lo cual, existe un contraste marcado entre la temporada de lluvias y la de sequía, en especial en el estrato herbáceo que suele ser más diverso en temporadas de lluvias (Guillermo-Sandoval *et al.* 2021). Dato importante y que coincide con la identificación del origen floral de las mieles, sobre todo en el mes de febrero donde la

dominancia del estrato herbáceo fue mayor, en las adyacencias de los apiarios, y se determinó una miel unifloral de *Ipomoea carnea*, a diferencia de mayo donde se registraron mieles uniflorales de *Heliocarpus donnellsmithii* y *Piscidia piscipula*, lo que corresponde con periodos de mayor floración en las selvas de la Península de Yucatán. En general la familia más destacada en todo el trabajo es Fabaceae al presentar el mayor número de especies, este resultado coincide con diversos autores que señalan a esta familia como la más importante al ser una de las más diversas y por su amplia distribución en las regiones tropicales (Zamora-Crescencio *et. al.* 2011; Gutiérrez-Báez *et. al.* 2012; Graciano-Ávila, 2017). Por otra parte, coincide con el conocimiento tradicional de los apicultores encuestados, debido a que reconocen varias especies de Fabaceae presentes en el ejido como de importancia.

Por otro lado, la metodología por encuestas permitió obtener información sobre los criterios aplicados por los apicultores cooperantes para determinar el tipo de miel que producen en sus apiarios, pero, el conocimiento empírico aportado por los apicultores sobre el origen floral, no es suficiente para la identificación de miel, esto, se evidencia con los resultados conseguidos por medio de los estudios melisopolinológicos, fisicoquímicos y perfil de proteínas realizados. En este sentido, de acuerdo a Bocian *et. al.* (2019), se infiere que la similitud de los pesos moleculares en las bandas obtenidas puede deberse a que estas mieles provienen de una misma región, por consiguiente, el perfil de proteínas constituye un análisis que nos permite corroborar que la procedencia geográfica de muestras de mieles teniendo el conocimiento previo del origen floral.

## CONCLUSIONES

- Las familias de importancia florística y apícola identificadas son: Fabaceae, Euphorbiaceae, Convolvulaceae, Rubiaceae, Sapotaceae, Malvaceae y Sapindaceae.
- Florísticamente el CEMC y los apiarios cercanos están caracterizadas por la presencia de: *Bursera simaruba*, *Gymnopodium floribundum*, *Hampea trilobata*, *Heliocarpus donnellsmithii*, *Ipomea carnea*, *Lysiloma latisiliquum*, *Manilkara zapota*.

- La vegetación del CEMC es propia de una selva media subcaducifolia, con un estrato arbóreo de (10 a 25 m de alto), no obstante, en el caso del Cenote Los Patos, debido a las actividades humanas y la cercanía a un área de potrero, se identificó una zona de vegetación secundaria conformada por *Megathyrus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S.W.L. Jacobs.
- Entre los apicultores encuestados existe un conocimiento tradicional sobre el posible origen floral de sus mieles y reconocen su importancia como una característica de valor para su comercialización.
- Las especies *Bursera simaruba*, *Heliocarpus donnellsmithii* e *Ipomea carnea*, tienen la mayor representatividad polínica en las muestras de miel analizadas en los tres periodos de cosecha estudiados, por consiguiente, representan un recurso floral de importancia apícola en el Ejido Miguel Colorado.
- La trepadora herbácea *Ipomoea carnea* Jacq. (Convolvulaceae) se registra como una especie de importancia apícola en el EMC, aportando polen en los meses de febrero y mayo, como recurso principal en mieles uniflorales de apiarios aledaños al CEMC.
- La información suministrada por los apicultores sobre el origen floral de sus mieles, fue contrastante con los resultados del análisis melisopalinológico, al no encontrarse coincidencias, en este sentido, es de utilidad para los apicultores realizar estudios melisopalinológicos que permitan determinar el origen floral de las mieles provenientes del EMC.
- El conocimiento de la flora presente en el CEMC permitirá realizar planes de restauración en las áreas de mayor impacto por las actividades turísticas y la pérdida de vegetación.
- La vegetación del CEMC constituye una importante fuente de flora apícola para el desarrollo de la apicultura en predios aledaños, debido a la densidad y diversidad arbórea que la conforman.



## CONSIDERACIONES FINALES

- Se recomienda realizar el estudio de toda la flora del EMC, con el propósito de conocer sus recursos vegetales, para hacer uso sustentable de los mismos y promover su conservación.
- Realizar el análisis palinológico de las mieles de otros apiarios presentes en el EMC a fin de determinar patrones de floración y calendarios florales de utilidad para la apicultura en el EMC.
- Realizar la Identificación de las proteínas obtenidas del polen de las muestras de miel, para determinar a que proteína pertenecen específicamente.

## CAPITULO VIII. LITERATURA CITADA

- Acosta-Castellanos, S.L., Quiroz-García, L., Arreguín-Sánchez, M.L. & Fernández-Nava, R. 2011. Análisis polínico de tres muestras de miel de Zacatecas, México. *Polibotánica*, 32:171-191.
- Acosta-Castellanos S. & R. Palacios-Chávez. 2001. Plants of apicultural interest in the Pluma Hidalgo Zone, Oaxaca, México In: Goodman, D.K., and Clarle, R. T. (1a ed.).
- Aguilar, Y.; Bautista, F.; Mendoza M.; Frausto O. & Thomas, H.L. 2016. Density of karst depressions in Yucatán state, México. *Journal of cave and karst studies the National Speleological Society bulletin*, 78:51-60.
- Alaniz-Gutiérrez, L.; Ail-Catzim, C. E.; Villanueva-Gutiérrez, R.; Delgadillo-Rodríguez, Alfaro-Bates, R. G.; Acereto-Gonzalez, A. J.; Ortiz-Diaz, J. J.; Castro-Viera, A. F.; Burgos-Perez, I. A.; Martinez-Hernandez, E. y Ramirez-Arriaga, E. 2010. *Caracterización palinológica de las mieles de la península de Yucatán*. Universidad Autónoma de Yucatán. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Mérida.
- Alfaro-Bates, R. G.; Burgos-Pérez, A.I.; Moguel-Ordóñez, Y.B.; Godínez-García, L.M. Villanueva-Gutiérrez, R.; Romero-Rojas, O.; Quintanar-Guadarrama, E. y Velázquez-Rentería, C. A. 2011. *Denominación de Origen de mieles de la Península de Yucatán*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo. 53 p.
- Alfaro-Bates, R. G; González, J.; Ortiz, J.; Viera, F.; Burgos, A.; Martínez, E. y Ramírez, E. 2010. *Caracterización palinológica de las mieles de la Península de Yucatán* (p. 152). Mérida: Universidad Autónoma de Yucatán, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Alfaro-Bates, R.G.; Ortiz-Díaz, J.J. & González-Acereto, J.A. 2007. Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. *Plantas melíferas: Melisopalinología*. (en línea). Yucatán, México.
- Alotibi, I. A., Harakeh, S M., Mohammed, A.M.; Abdalbasit, A. M.; Al Jaouni, S. K.; Al Masaud, S.; Alharbi, M. G. & Al Hindi, R. R. 2018. Floral markers and biological activity of Saudi honey. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 25 (7): 1369-1374.
- Álvarez, M.; Córdoba-Córdoba S.; Escobar F.; Fagua G.; Gast F.; Mendoza-Cifuentes H.; Ospina M.; Umaña A. y Villarreal H. 2006. *Manual de Métodos para el desarrollo de inventarios de Biodiversidad*. Programa de inventarios Biodiversidad. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.

- Antony, S.M.; Han, I.Y.; Rieck, J.R & Dawson, P.L. 2000. Antioxidative effect of maillard reaction products formed from honey at different reaction times. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 3985-3989.
- Apinet – INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, AR). 2000. *Cultura apícola* (en línea).
- Arellano-Rodríguez, J.A.; Flores-Guido, J.S.; Tun-Garrido, J. & Cruz-Bojórquez, M.M. 2003. Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán, p1-815. In: Flores-Guido JS, ed.. *Etnoflora Yucatanense Fascículo 20*. Mérida. Yucatán, México: Universidad Autónoma de Yucatán.
- Arteaga, M.A. 2007. *Atlas de Ordenamiento Territorial del Estado de Campeche*. Gobierno del Estado de Campeche. Universidad Autónoma de Campeche, Campeche 314 p.
- Ayala Arcipreste, M. A. 2001. *La apicultura de la Península de Yucatán: Un acercamiento desde la ecología humana*. Tesis de Grado (Maestría en Ciencias); Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida; Mérida, Yucatán. 145 p.
- Azeredo, L. da C.; Azeredo, M.A.A.; De Souza, S.R. & Dutra, V.M.L. 2003. Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different floral origins. *Food Chemistry*, 80: 249–254.
- Baroni, M. V.; Chiabrando, G. A.; Costa, C., & Wunderlin, D. A. 2002. Assessment of the floral origin of honey by SDS-page immunoblot techniques. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(6): 1362–1367.
- Becerril-García, J. y Hernández-Cuevas, F. I. 2020. Apicultura: su contribución al ingreso de los hogares rurales del sur de Yucatán. *Península*, 2: 9-29.
- Beddows, P. A. & Monroy-Rios, E. 2015. Hydrogeothermal Convective Circulation Model for the Formation of the Chicxulub Ring of Cenotes in the Yucatan Peninsula, Mexico. Northwestern University, Evanston, IL, United States, 1: 14-18.
- Beddows, P. A.; Blanchon, P.; Escobar, E. y Torres Talamante, O. 2007. Los cenotes de la Península de Yucatán. *Arqueología Mexicana*, 16: 32-35.
- Bello, M.A. 2007. Plantas melíferas silvestres de la Sierra Purépecha, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 32(102):103-126.
- Benítez, J. A.; Melo, O.; Samarrón, D.; Ben Arie ,J.; y Carrillo Medina, Y. 2016. Valoración económica de los servicios ambientales del estado de Campeche; un análisis espacial. Universidad Autónoma de Campeche. 187 pag.

- Benítez, J. A.; Samarrón, D.; Ben-Arie, J. & Carrillo-Medina, Y. 2010. *Valoración económica de los servicios ambientales del estado de Campeche*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur. México.
- Beretta, G.; Granata, P.; Ferrero, M.; Orioli, M. & Maffei-Facino, R. 2005. Standardization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric/fluorimetric assays and chemometrics. *Analytica Chimica*, 533: 185-191.
- Bergner, K.G. & Diemair, S. 1975. Proteins in honey. II. Gelchromatography, enzymatic activity and origin of honey proteins. *Zeitschrift fur Lebensmittel-untersuchung und -forschung*, 157: 7-13.
- Bhalchandra, W.; Baviskar, R.K. & Nikam, T.B. 2014. Diversity of nectariferous and polleniferous bee flora at Anjaneri and Dugarwadi hills of Western Ghats of Nasik district (M. S.) India. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 2(4): 244-249.
- Bocian, A.; Buczkowicz, J.; Jaromin, M.; Hus, K. K. & Legáth, J. 2019. An Effective Method of Isolating Honey Proteins. *Molecules*. 24: 23-99.
- Bogdanov, S. 2002. Harmonised methods of the International Honey Commission (p. 62).
- Bradbear, N. 2005. *La apicultura y los medios de vida sostenibles*. Roma. 1.
- Bradford, M. M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical biochemistry*, 72: 248-254.
- Bray, D.B., & Merino, L. 2003. A case study of El Balcón Ejido, Guerrero. En *Confronting Globalization: Economic Integration and Popular Response in Mexico*, ed. T. A. Wise, H. Salazar, y L. Carlsen. Bloomfield, CT: Kumarian Press. 80 pag.
- Briceño-Santiago, C. I. 2018. Identificación de flora melífera con potencial ornamental y medicinal en Yucatán. Tesis de Grado (Maestría en Ciencias). Centro de investigación y asistencia en tecnología y diseño del Estado de Jalisco, A.C. 129 p.
- Caamal-Cauich, J. D. 2009. Comparación de la calidad de la miel (*Apis mellifera*) entre las zonas apícolas de Saltillo, Coahuila y Bolonchen de Rejon, Campeche. Tesis de Grado (Ingeniería en ciencias y tecnología de alimentos). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Pag. 66.
- Camargo, S.C.; Garcia, R.C.; Feiden, A.; De Vasconcelos, E.S.; Pires, B.G. & Hartleben, A.M. 2014. Implementation of a geographic information system (GIS) for the planning of beekeeping in the west region of Paraná. *Academia Brasileira de Ciências*, 86: 955-71.

- Campo, A. M. & Duval, V. S. 2014. Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). Anales de geografía de la universidad complutense, 34(2): 25-42.
- Canepa-Pérez, I. M. & Pérez-Akaki, P. 2017. Análisis de la competitividad micro y meso en la apicultura en el Estado de Campeche, México. Perspectivas Rurales, 29: 201-219.
- Carabias, J. & Arizpe, L. 1993. *El deterioro ambiental: cambios nacionales, cambios globales*. Desarrollo Sustentable. Hacia Una Política Ambiental. UNAM. México. p. 43-59.
- Caranqui, J. 2015. Composición y diversidad de especies arbóreas en transectos de localidades del bosque siempre verde de tierras bajas del Ecuador. Enfoque UTE, 6 (3): 96-105
- Caro-Encalada, M. J.; Leyva-Morales, C. E. & Chi-Tuz, M. 2012. Comercialización de Miel en el municipio de Espita, Yucatán. Revista de Economía, 28(78): 9-35.
- Carrillo-Jovel, V.H. 2019. Caracterización de la estructura de la comunidad de microorganismos en cuerpos de agua dulce del norte de la Península de Yucatán. Tesis de Grado (Doctorado en Ciencias); Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Posgrado en Ciencias del Agua. 111 p.
- Castellanos-Potenciano, B. P.; Ramírez-Arriaga, E. & Zaldivar-Cruz, J. M. 2012. Análisis del contenido de polínico de mieles producidas por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) en el estado de Tabasco, México. Acta Zoológica Mexicana, 28(1): 13–36.
- Castellanos-Potenciano, B.; Gallardo-López, F.; Díaz-Padilla, G.; Pérez-Vázquez, A. & Landeros-Sánchez, C. 2017. Spatio-temporal mobility of apiculture affected by the climate change in the beekeeping of the gulf of Mexico. Applied Ecology And Environmental Research, 15(4):163-175.
- Castillo-Cázares, A. V.; Moguel-Ordóñez, Y. B.; Cortés-Cruz, M. A.; Espinosa-Huerta, E.; Arechavaleta-Velasco, M. E. y Mora-Avilés, M. A. 2016. Composición botánica de mieles de la península de Yucatán, mediante qPCR y análisis de curvas de disociación. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 7 (4): 489-505.
- Ceccon, E., I.; Olmsted, C.; Vázquez-Yanes y J. Campo-Alves. 2002. Vegetation and soil properties in two tropical dry forest of differing regeneration status in Yucatán. Agrociencia, 36: 621-631.
- Cencetti, T., O., L., Nombre, I., Di-Marco, G., Leonardi, D., Gismondi, A. & Canini, A. 2017. Explorative socio-environmental survey for honey quality assessment in six target provinces of Burkina Faso. Journal of Agriculture and Environment for International Development (JAEID), 111(2): 361-382.

- Cetzal Ix, W.; Noguera Savelli, E. & Martínez Puc, J.F. 2019. Flora melífera de la península de Yucatán, México: Estrategia para incrementar la producción de miel en los periodos de escasez de alimento de *Apis mellifera* L. Desde el Herbario CICY, 11: 172–179.
- Cetzal-Ix, W.; Martínez-Puc, F y González-Valdivia, N.A. 2018. la apicultura en Campeche: importancia económica y retos para incrementar su producción. in: dinámica económica y procesos de innovación en el desarrollo regional. Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A.C, Coeditores, México. ISBN UNAM: 978-607-30-0000-0.
- Codex Alimentarius. CODEX STAN 12-1981. Codex norma para la miel 2001.
- Coh-Martínez, M.E.; Cetzal-Ix, W.; Martínez-Puc, J.F.; Kumar-Basu, S.; Noguera-Savelli, E. y Cuevas, M.J. 2019. Perceptions of the local beekeepers on the diversity and flowering phenology of the melliferous flora in the community of Xmabén, Hopelchén, Campeche, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 15:16.
- Coh-Martínez, M.E.; Cetzal-Ix, W.; Zúñiga-Díaz, D.; Poot-Pool, W.S.; Noguera-Savelli, E.; Martínez-Puc, J.F. y Cuevas, M.J. 2017. Multiusos de la flora apícola: una alternativa económica para los productores de Campeche, México. *Apicultura: manejo, nutrición, manejo y flora apícola*. Autónoma de Campeche, Campeche. P. 90.
- CONABIO 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de país. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. XVI, 351 p.
- CONANP. 2006. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Programa de Conservación y Manejo de la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas. México.
- Contreras-Escareño, F.; Pérez-Armendáriz, B.; Echazarreta, C. M.; Cavazos-Arroyo, J.; Macías-Macías, J. O. y Tapia-González, J. M. 2013. Características y situación actual de la apicultura en las regiones Sur y Sureste de Jalisco. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 4(3): 387-398.
- Contreras-Uc, L.C. & Magaña-Magaña, M.A. 2017. Costos y rentabilidad de la apicultura a pequeña escala en comunidades mayas del Litoral Centro de Yucatán, México. *Investigación y Ciencia*, 25: 71.
- Córdova-córdova, C. I.; Ramírez-Arriaga, E.; Martínez-Hernández, E.; Manuel, J. & Zaldier, C. 2013. Caracterización botánica de miel de abeja (*Apis mellifera* L.) de cuatro regiones del estado de Tabasco, México, mediante técnicas melisopalínológicas. *Universidad y ciencia*. 29(1): 163–178.
- Coronado-Ávila, A.S.; Castro-Pérez, J.M. & Torres-Lara, R. 2015. Estructura del estrato arbóreo circundante de un cenote, km 37 carretera Mahahual-Xcalak, Quintana Roo, México. *Teoría y Praxis*, 19: 45-63.

- Crane, E.; Walter P. & Day R. 1984. Directory of important world honey sources. International Bee Research Association. The Cambrian News. 384 p.
- Cuevas-Glory, L. L.; Sauri-Duch, E.; Ortiz-Vazquez, E.; Sosa-Moguel, O. y Pino, J. A. 2011. Evaluación físico-química de mieles uniflorales de la Península de Yucatán, México. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 21 (2): 41-44.
- Chan-Dzul, A. M. 2010. Diversidad florística y funcional a través de una cronosecuencia de la selva mediana subperennifolia en la zona de influencia de la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche, México. Tesis de Grado (Maestría en Ciencias). Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza. 162 p.
- Chua, L. S.; Lee, J. Y. & Chan, G. F. 2015. Characterization of the Proteins in Honey. *Analytical Letters*, 48 (4): 697-709.
- Dávila-Lezama, M.R., Rojas-Avelizapa, L.I.; Navarro-Rodriguez, A. M. P.; Angel-Lara M. A. & Regalado-Infante, P. E. 2020. Determination of the physicochemical quality of the bee honey *Apis mellifera mellifera* produced in the Municipality of Tepatlaxco, Ver., Bottled in glass and PET supported by an ethnobiological study. *Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 8 (2): 2007-6940.
- Decourtye, A.; Mader, E. & Desneux, N. 2010. Landscape enhancement of floral resources for honey bees in agro-ecosystems. *Apidologie*, 41: 264-277.
- Díaz-Gallegos, J.R.; García, G.; Castillo, O & March, I. 2014. Uso del suelo y transformación de selvas en un ejido de la Reserva de la Biosfera Calakmul Campeche. *Investigaciones Geográficas*. 44: 39-53.
- Díaz-González, E. T. 2003. Plantas melíferas en Asturias. Importancia de las abejas para las plantas. Departamento de Biología de Organismos y Sistemas, Universidad de Oviedo.
- Di-Girolamo, F.; D'Amato, A. & Giorgio-Righetti, P. 2012. Assessment of the floral origin of honey via proteomic tools. *Journal of proteomics*, 75: 3688-3693.
- Dinerstein, E.; D.; Olson, M.; Graham, D. J.; Webster, A. L.; Primm, S. A.; Bookbinder; M. P. & Ledec, G. 1995. Conservation Assessment of the Terrestrial Ecoregions of Latin America and the Caribbean. The World Bank / The World Wildlife Fund. Washington dc.
- Duno de Stefano, R.; Ramírez-Morillo, I.; Tapia-Muñoz, J. L.; Hernández-Aguilar, S; Can, L. L.; Cetzal-Ix, W.; Méndez-Jiménez, N.; Zamora-Crescencio, P.; Gutiérrez-Báez, C. & Fernández, G. C. 2018. Aspectos generales de la flora vascular de la Península de Yucatán Mexicana. *Botanical Sciences*, 96(3): 515-532.
- Durán García, R. 1995. Diversidad florística de los petenes de Campeche. *Acta Botanica Mexicana*. 31:73-84.

- Durán Medina, E.; Mas, J.F. & Velázquez, A. 2007. Cambios en las coberturas de vegetación y usos del suelo en regiones con manejo forestal comunitario y áreas naturales protegidas de México. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, Instituto de Geografía, UNAM, Florida International University. México. 267-268.
- Durán. R.; Campos, G.; Trejo, J.C.; Simá, P.; May, F. & Juan, M., 2000. *Listado florístico de la Península de Yucatán*. Impresiones profesionales del sureste. Mérida, México, p 99.
- Durán-García, R. 1995. Diversidad florística de los petenes de Campeche. *Acta Botanica Mexicana*, 31: 73–84.
- Durán-Medina, E.; Mas, J.F. & Velázquez, A. 2007. Cambios en las coberturas de vegetación y usos del suelo en regiones con manejo forestal comunitario y áreas naturales protegidas de México. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, Instituto de Geografía, UNAM, Florida International University. México. 267-268.
- Dzib-Castillo, B.; Chanatásig-Vaca, C. & González-Valdivia, N. A. 2014. Estructura y composición en dos comunidades arbóreas de la selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia en Campeche, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 167-178.
- Ecem-Bayram, N. y Demir, E. 2018. Specifying Some Quality Characteristics of Monofloral and Multifloral Honey Samples. *Journal of Biological Chemistry*, 46 (3): 417–423.
- Echazarreta-González, C.M. 2016. Apicultura y producción de miel. Contexto social y Económico. P. 109-111.
- Echeverría, R. F.; Arreola, J.; Esparza-Olguín, L. G.; Morales, V., & López, J.J. 2014. Análisis de la composición y estructura de la selva mediana subperennifolia del Ejido Pachuitz, Hopelchén, Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 16: 1-10.
- Erban, T.; Shcherbachenko, E.; Talacko, P. y Harant, K. 2019. The unique protein composition of honey revealed by comprehensive proteomic analysis: allergens, venom-like proteins, antibacterial properties, royal jelly proteins, serine proteases, and their inhibitors. *Journal of Natural Products*, 23: 55-15.
- Erdtman, G. 1960. *Handbook of Palynology. An Introduction to the study of pollen grains and spores*. Munksguard, Copenhagen pp: 208-216.
- Escobar, N. 2013. Diagnostico de la composicion floristica asociada a actividades agropecuarias en el Cerro de Quinini, Colombia. *Revista Ciencias Agropecuarias*, 1 (1): 10-28.



- Espinosa-Cardena, J.M.; Campos-Enriquez, J.O. & Unsworth, M. 2016. Heat flow pattern at the Chicxulub impact crater, northern Yucatan, Mexico. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 311: 135-149.
- Feás, X; Pires, J.; Iglesias, A. & Estevinho, M.L. 2010. Characterization of artisanal honey produced on the Northwest of Portugal by melissopalynological and physico-chemical data. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 34-62.
- Fernández-Concha Carnevali, G.C.; Tapia Muñoz, J. L.; Duno de Stefano, R.; Ramírez Morillo; I. M., Can Itzá; L., Hernández Aguilar, S. y Castillo, A. 2012. La flora de la Península de Yucatán Mexicana: 250 años de conocimiento florístico. *CONABIO. Biodiversitas*, 101: 6-10.
- Fernández-Concha, Carnevali; Duno de Stefano, R.G.; Ramírez-Morillo, I. M.; Tapia-Muñoz, J. L.; Can-Itzá, L. L.; Hernández-Aguilar, S. y Embray, T. (2010 en adelante). Flora de la Península de Yucatán. [cicy.mx/sitios/flora%20digital/](http://cicy.mx/sitios/flora%20digital/).
- Fideicomiso de Riesgo Compartido. 2016. Apicultura, actividad de gran importancia para la economía y el medio ambiente en México. *Library Catalog: www.gob.mx*.
- Fierros, I. y Ávila-Foucat, V. S. 2017. Medios de vida sustentables y contexto de vulnerabilidad de los hogares rurales de México. *Problemas del Desarrollo*, 48 (191): 107-131.
- Flanjak, I.; Strelec, I.; Kenjeric, D. & Primorac, L. 2016. Croatian produced unifloral honeys characterised according to the protein and proline content and enzyme activities. *Journal of Apicultural Science*, 60 (1): 0005.
- Flores, J. y Álvarez Sánchez, J. 2011. Flora y vegetación. Pp. 389-413. En: Bautista, F.; J. Palacio y H. Delfín-González (Eds). *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales*. 2da ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 770 pp.
- Flores-Guido, J. S. 2010. Vegetación de cenotes, rejolladas, haltunes y cavernas. *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán*, 144.
- Flores-Guido, J. S.; Zamora-Crescencio, P. y Ruenes-Morales, R. 2009. Flora útil y su manejo en el cono sur del Estado de Yucatán, México. *Polibotánica*, 28: 227-250.
- Flores-Guido, J.S. & Espejel, I. 1994. Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. *Etnoflora Yucatanense*. 1:35.
- Flores-Guido, J.S., Durán, R. & Ortiz-Díaz, J.J. 2010. Comunidades vegetales terrestres. *Ecosistemas y comunidades*. 125-129.
- Gaona-Vizcayno, S.; Gordillo de Anda, T. & Villasuso-Pino, M. 1980. Cenotes, karst característico en mecanismos de formación. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 4: 32-36.

- García-Licona, J.B.; Esparza-Olguín, L.G. & Martínez-Romero, E. 2014. Estructura y composición de la vegetación leñosa de selvas en diferentes estadios sucesionales en el ejido El Carmen II, Calakmul, México. *Polibotánica*. 38: 01-26.
- García-Licona, J.B.; Esparza-Olguín, L.G. & Martínez-Romero, E. 2014. Estructura y composición de la vegetación leñosa de selvas en diferentes estadios sucesionales en el ejido El Carmen II, Calakmul, México. *Polibotánica*, 38: 01-26.
- Gogoi, H.; Umbrey, C; Taba, M.; Badak, M. & Riso, N. 2018. Honey bees in Eastern Arunachal Himalaya: Colony status, Comparison of pH and Protein profile (1D SDS) of honey produced. *Journal of Bioresources*, 5(2): 58-64.
- Gómez-Pompa, A. 1985. Los recursos bióticos de México. Reflexiones. Alhambra. México. 190 p.
- Gomez-Pompa, A.; Kromer, T. y Castro-Cortes, R. 2010. Atlas de la Flora de Veracruz: Un patrimonio natural en peligro.
- González Castillo, M.P.; Ramírez Noya, D.; Acosta Castellanos, S.; Rosales Castro, M. & Alvarado Aguilar, S.J. 2017. Caracterización palinológica de miel colectada por *Apis Mellifera Linnaeus* (hymenoptera: apidae) en tres localidades del municipio de Durango, Dgo., México. *Entomología mexicana*. 4: 79-83.
- González-Acereto, J.A., Viera, F. A. 2004. Manual de producción de jalea real. Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán. Serie Manuales. pp. 44-45.
- González-Castillo, M. P.; Ramírez-Noya, D.; Acosta-Castellanos, S.; Rosales-Castro, M. y Alvarado-Aguilar, S. 2017. Caracterización palinológica de miel colectada por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: apidae) en tres localidades del municipio de Durango, Dgo., México. *Entomología mexicana*, 4: 79-83.
- González-Iturbe, J. A.; Olmsted, I., & Tun-Dzul, F. 2002. Tropical dry forest recovery after long term Henequen (sisal, *Agave fourcroydes* Lem.) plantation in northern Yucatan, Mexico. *Forest Ecology and Management*, 167: 67-82.
- González-Sandoval, R.; Catalán-Heverástico, C.; Domínguez-Márquez, V. M.; Luna-León, C.; Hernández-Castro, E.; Damián-Nava, A.; Cruz-Lagunas, B.; Palemón, F. A. 2016. Análisis palinológico de los recursos florales utilizados por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: apidae) en cuatro municipios del Estado de Guerrero, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 19 (1): 19-28.
- González-Suárez, M.; Mora-Olivo, A.; Villanueva-Gutiérrez, R.; Lara-Villalón, M.; Vanoye-Eligio, V. & Guerra-Pérez, A. 2020. Diversidad de la flora de interés apícola en el estado de Tamaulipas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 11(3): 914-932.

- González-Valdivia, N.; Ochoa-Gaona S.; Pozo, C.; Ferguson, B. G.; Rangel-Ruiz, J. L.; Arriaga-Weiss, S. L. & Ponce-Mendoza, A. 2011. Indicadores ecológicos de hábitat y biodiversidad en un paisaje neotropical: perspectiva multitaxonómica. *Revista de Biología Tropical*, 59: 1433-1451.
- González-Villareal, J. J. 2010. Determinación del origen botánico de la miel de abeja de verano otoño de la comarca lagunera. Tesis de Grado (Maestría en Ciencias). Universidad autónoma agraria. 79 p.
- Granados-Argüello, R.I.; Villanueva-Gutiérrez, R.; Martínez-Hernández, E.; García-Mayoral L.E. & González de la Torre, J.E. 2020. Analisis melisopalinologico de mieles de *Apis mellifera* L. en la zona centro de Veracruz, Mexico. *Polibotánica*, 50: 147-163.
- Güemes-Ricalde, F.; Echazarreta-González, C.; Villanueva, R.; Pat Fernández; J. M. y Gómez-Álvarez, R. 2003 La apicultura en la Península de Yucatán. Actividad de subsistencia en un entorno globalizado *Revista Mexicana del Caribe*, 8(16): 117-132.
- Guillermo-Sandoval, E. E.; Leopardi-Verde, C. L.; Cayetano-Ramírez, F.; Alvarado-Segura, A. A. & Escobedo-Sarti, G. J. 2021. Composición y estructura florística de una porción de selva baja caducifolia en Tecomán, Colima, México. *Madera y Bosques*, 27 (1): e2712091.
- Gutiérrez-Báez, C.; Zamora-Crescencio, P. & Cabrera-Mis, G. G. 2016. Estructura y composición florística de la selva mediana subperennifolia El Remate, Calkiní, Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 18 (2): 1-12.
- Gutiérrez, F.; Parise M.; De Waele, Jo. & Jourde, H. 2014. A review on natural and human-induced geohazards and impacts in karst. *Earth-Science Reviews*. 138:61-88.
- Gutiérrez-Báez, C.; Folan, W.J.; Folan, L.; Gallegos, S. & Zamora-Crescencio, P. 2017. Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia de Imí Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 19(1): 1-8.
- Gutiérrez-Báez, C.; Zamora-Crescencio, P. & Cabrera-Mis, G. G. 2015. Estructura y composición florística de la selva mediana subperennifolia de Jaina, Hecelchakán, Campeche, México. *Foresta Veracruzana*, 17 (1): 17-26.
- Hart, A., y Ratnieks, F. 2001. Why do honey-bee (*Apis mellifera*) foragers transfer nectar to several receivers? Information improvement through multiple sampling in a biological system. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 49(4): 244–250.
- Hernández-Cuevas, F.I.; Becerril-García, J. & López-Barreto, M. F. 2019. El trabajo verde agropecuario y su contribución al ingreso de los hogares rurales de Yucatán, México. *Revista Latinoamericana de Estudios Rurales*, 4 (7): 79-112.

- Hernández-Rojas, M. 2006. Determinación de zonas vegetacionales seminaturales con melitoflora nativa para una apicultura tradicional y orgánica en la Región del Maule. Tesis de Grado (Maestría en Ciencias). Universidad de Talca. 145 p.
- Herrera-Gloria, J.M. 2007. Programa de manejo forestal para el aprovechamiento del recurso forestal maderable del Ejido Álvaro Obregón, Municipio de Calakmul, Campeche, 99 p.
- Jamnik, P.; Raspor, P. & Javornik, B. 2012. A Proteomic Approach for Investigation of Bee Products: Royal Jelly, Propolis and Honey. *Food Technology and Biotechnology*, 50 (3): 270–274.
- Jones, G. D. y Bryant, V. M. 1996. New Frontiers in Palynology 23D Melissopalynology. Jansonius, J. y McGregor, D.C. (Ed.). *Palynology: principles and applications*. American Association of Stratigraphic Palynologist Foundation, vol. 3. pp. 933-938.
- Jones, G.D., & Bryant, V.M. 2014. Pollen Studies of East Texas Honey. *Palynology*, 38(2): 242-258.
- Jong, B.H.J. (2013). Variación espacial de la biomasa viva en las selvas de la Península de Yucatán. PMC. Programa Mexicano del Carbono.
- Karousakis, K. 2007. Incentives to reduce GHG emissions from deforestation: lessons learned from Costa Rica and Mexico. Organization for Economic Co-operation and Development, Paris, FR. 51 p.
- Keefer, T. C. y Gold, R. E. 2014. Recovery of Imidacloprid from Leachate and Soil. *Southwestern Entomologist*, 39 (3): 427-438
- Kumazawa, S.; Okuyama, Y.; Murase, M.; Ahn, M.; Nakamura, J. & Tatefuji, T. 2012. Antioxidant Activity in Honeys of Various Floral Origins: Isolation and Identification of Antioxidants in Peppermint Honey. *Food Science and Technology Research*, 18 (5): 679-685.
- Leal-Bautista, R.M.; Hernández-Zárate, G.; Jaime, M.; Norma, A.; Cuevas, G. R. y Velázquez-Oliman, G. 2011. Contaminantes de patógenos y farmacéuticos como indicadores de contaminación en el acuificador noreste de Quintana Roo. *Agroecosistemas tropicales y subtropicales*, 13 (2): 211-219.
- Lee, D. C.; Lee, S. Y.; Cha, S. H.; Choi, Y. S. & Rhee, H. I. 1998. Discrimination of native bee-honey and foreign bee-honey by SDS–PAGE. *Korean Journal of Food Science*, 30: 1–5.
- Leirana-Alcocer, J. L.; Hernández-Betancourt, S.; Salinas-Peba, L. y Guerrero-González, L. 2009. Cambios en la estructura y composición de la vegetación relacionados con los años de abandono de tierras agropecuarias en la selva baja caducifolia espinosa de la Reserva de Dzilam, Yucatán. *Polibotánica*, 27: 53-70.

- León, J. D.; Vélez, G., & Yepes, A. P. 2009. Estructura y composición florística de tres robledales en la región norte de la cordillera central de Colombia. *Revista Biología Tropical*, 57, (4): 1165-1182.
- Lesser, R. 1995. Apicultura moderna. *Universitaria*. 189 p.
- Lewkowski, O.; Mures, C.; Dobritsch, D.; Fuszard, M. & Erler, S. 2019. The Effect of Diet on the Composition and Stability of Proteins Secreted by Honey Bees in Honey. *Insects*, 10: 282.
- Leyva-Moguel, K. A. 2017. Estudio de las propiedades físicas y químicas, actividad antioxidante y antimicrobiana de la miel líquida y microencapsulada de *Scaptotrigona pectoralis*. Tesis de Grado (Maestría en ciencias). Instituto Tecnológico de Mérida. 80 pag.
- Liu, J. & Taylor, W. 2002.. Integrating Landscape Ecology into Natural Resource Management. Cambridge University Press, 159.180.
- López-Barrera, F.; Velázquez, A. & Merino-Pérez, L. 2010. Explorando los determinantes del buen manejo forestal comunitario. *Interciencia*, 35 (8): 560-567.
- López-Monzalvo, M.L. 2017. Los servicios ecosistémicos como estrategia para la valoración del agua subterránea de la reserva geohidrológica del anillo de cenotes, Yucatán. Tesis de Grado (Maestría en Ciencias); Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Posgrado en Ciencias del Agua. 129 p.
- López-Vargas, L. E.; Becoche-Mosquera, J.; Macías-Pinto, D. J.; Ruiz-Montoya, K.; Velasco-Reyes, A. y Pineda, S. 2015. Estructura y composición florística de la Reserva Forestal Institución Educativa Cajete, Popayán (CAUCA). *Revista Luna Azul*, 41: 131-151.
- Loveaux J; Mauricio A. & Vorwhol G. 1978 Methods in melissopalynology. *Bee world*, 59: 139-157.
- Lucio-Contreras, J.G. 2013. Documento técnico unificado para el aprovechamiento de los recursos forestales maderables del Ejido Miguel Colorado Municipio de Champotón, Campeche. México. 253 p.
- Luebert, F. & Becerra, P. 1998. Representatividad vegetacional del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (Snaspe) en Chile. *Ambiente y Desarrollo*, 16 (2): 62-69.
- MacSwiney, M.C.; Vilchis, L. P.; Clarke, F.M. & Racey, P.A. 2007. The importance of cenotes in conserving bat assemblages in the Yucatan, Mexico. *Biological Conservation*, 136(4): 499–509.

- Magaña-Magaña, M. A., Tavera-Cortés, M.E., Salazar-Barrientos, L.L., y Sanginés-García, J.R. 2016. Productividad de la apicultura en México y su impacto sobre la rentabilidad. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(5): 1103-1115.
- Magaña-Magaña, M.; Aguilar, A.A.; Lara-Lara, P. y Sanguinés, G.R. 2007. Caracterización socioeconómica de la actividad apícola en el Estado de Yucatán, México. *Agronomía*, 15 (2): 17-24.
- Magaña-Magaña, M.Á.; Sanginés-García, J.R.; Lara-Lara, P.E.; Salazar-Barrientos, L.L. y Leyva-Morales, C.E. 2017. Competitividad y participación de la miel mexicana en el mercado mundial. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias.*, 8(1): 43.
- Malcolm, J.R.; Liu, C.; Neilson, R.; Han sen, L. & Hannah, L. 2005. Global war- ming and extinctions of endemic spe- cies from biodiversity hotspots. *Conservation Biology*, 20(2): 538–548.
- Marshall, T. & Williams, K. M. 1987. Electrophoresis of honey: Characterization of trace proteins from complex biological matrix by silver staining. *Analytical Biochemistry*, 167: 301–303.
- Martínez Puc, J.F.; Cetzal Ix, W.; González Valdivia, N.A.; Casanova Lugo, F. & Saikat Kumar, B. 2018. Caracterización de la actividad apícola en los principales municipios productores de miel en Campeche, México. *Journal of the Selva Andina Animal Science*. 5(1): 44-53.
- Martínez, E. & Galindo-Leal, C. 2002. La vegetación de Calakmul, México: clasificación, descripción y distribución. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 71: 7-32.
- Martínez-Puc, J.F.; Cetzal Ix, W.; González-Valdivia, N.A.; Casanova-Lugo, F. & Saikat-Kumar, B. 2018. Caracterización de la actividad apícola en los principales municipios productores de miel en Campeche, México. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 5(1): 44-53.
- May, T. 2002. Plantas de importancia apícola y su fenología en dos áreas de Jarabacoa, Cordillera Central, República Dominicana. *Moscoso*, 13: 59-80.
- Medina-González, R.M. (2013). Aspectos biológicos de los cenotes de Yucatán. *Departamento de Ecología UADY-FMVZ-Biología*, 1-6.
- Moguel, B.; Echazarreta, C. & Mora, R. 2005. Calidad fisicoquímica de la miel de abeja *Apis mellifera* producida en el estado de Yucatán durante diferentes etapas del proceso de producción y tipos de floración. *Técnica Pecuaria en México*, 43(3): 323–334.
- Mohammed, S.E. & Kamran Azim, M. 2012. Characterization of natural honey proteins: Implications for the floral and geographical origin of honey. *International. Journal of Food Science and Technology*, 47(2): 362-368.

- Moliner, C. D. 2016. La química de la miel que hace que sea un alimento 'eterno'. *Universitari en Química* 50. 46.
- Monroy-Ríos, E. & Beddows, P.A. 2015. Hydrogeothermal Convective Circulation Model for the Formation of the Chicxulub Ring of Cenotes in the Yucatan Peninsula, Mexico. Department of Earth and Planetary Sciences 1-2.
- Montoya-Bonilla, B. P.; Baca-Gamboa, A. E. & Bonilla, B. L. 2017. Flora melífera y su oferta de recursos en cinco veredas del Municipio de Piendamó, Cauca. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 1: 20-28.
- Nava, V.A. 2015. Percepción, conocimiento local y descripción de la calidad del agua de cenotes de interés turístico y recreacional, Tesis de Grado (Doctorado en ciencias), Departamento de Ecología Humana, Unidad Mérida, Instituto Politécnico Nacional, 108.
- Negrín-Muñoz, E. & Sotelo-Santos, L. E. 2016. Abejas nativas, señoras de la miel. Patrimonio cultural en el estado de Campeche. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Sociales y Humanísticas*, 5 (9): 2395-7972.
- Noguera-Savelli, E. 2020. Los cenotes abiertos del Ejido Miguel Colorado, Champotón, Campeche y su flora multipropósito. Desde el Herbario CICY, 12: 51–57.
- Núñez, L.; González-Gaudio, É. & Barahona, A. 2003. La biodiversidad: historia y contexto de un concepto. *Interciencia*, 28(7): 387-393.
- Orellana Lanza, R. & Espadas Manrique, C. 2017. El papel de la cubierta vegetal en la conservación del agua en la Península de Yucatán. El manejo del agua a través del tiempo en la Península de Yucatán. Unidad de Recursos Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán, 1: 161-168.
- Oroian, M. & Sorina, R. 2017. Honey authentication based on physicochemical parameters and phenolic compounds. *Computers and Electronics in Agriculture*. 138: 148-156.
- Ortiz-Acosta, J.; M. E.; García-Moya, E. y Medina-Cervantes, T. S. 2017. Caracterización palinológica de las mieles del Valle de Mexicali, Baja California, México. *Polibotánica*, 43: 1405-2768.
- Padilla-Gómez, E. 2007. Estudio ecológico y etnobotánico de la vegetación del municipio de San Pablo Etla, Oaxaca. Tesis de Grado (Maestría en Ciencias). Instituto Politécnico Nacional. 175 p.
- Palacios-Chávez, R.; Ludlow-Wiechers, B. & Villanueva-Gutiérrez, R. 1991. Flora palinológica de la reserva de la biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Quintana Roo: CIQR.

- Paredes, C.; Matos, H.; De la Vega, R. & Pardo, E. 2019. Reconocimiento semiautomático de depresiones kársticas mediante análisis clúster de las distribuciones morfométricas y su aplicación al karst del Estado de Yucatán, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 36 (2): 270-28.
- Parra, R. 2009. Costos de comercialización de miel orgánica y gastos asociados a la exportación. En XXIII Seminario Americano de Apicultura (pp. 109-117). ONA, Tampico.
- Patel, V.; Biggs, E. M.; Pauli, N. & Boruff, B. 2020. Using a social-ecological system approach to enhance understanding of structural interconnectivities within the beekeeping industry for sustainable decision making. *Ecology and Society*, 25(2): 24.
- Patiño, V.F. 1987. Los Inventarios forestales y la conservación in-situ de los bosques tropicales. Conferencia Internacional: Evaluación de tierras y recursos para la planeación nacional de las zonas tropicales. SARH, México. p. 99-104.
- Pennington, T. D. & Sarukhán, J. 2005. Árboles Tropicales de México. Manual para la Identificación de las Principales Especies. Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo de Cultura Económica, México, D.F.
- Pérez de Ayala, M.L.R. 2010. Estudio de caso: la apicultura en el estado de Campeche. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur. México, 504-506.
- Pérez-Sarabia, J.E.; Duno de Stefano, R.; Carnevali-Fernández Concha; Ramírez-Morillo, G.; I. Méndez-Jiménez, N.; Zamora-Crescencio, P.; Gutiérrez-Báez, C., & Cetzal-Ix, W. 2017. El conocimiento florístico de la Península de Yucatán, México. *Polibotánica*, (44): 39-49.
- Pérez-Sato, M.; Flores-Garrido, A.F.; Castro-González, N.P.; Escobar-Hernández, R.; Soni Guillermo, E. & Pérez Hernández. H. 2018. Palynology analysis of *Apis mellifera* L. honey, produced in the high plateau of the state of Puebla, México. *Agroproductividad*, 11(3): 98-103.
- Perry, E.; Paytan, A.; Pedersen, B. & Velázquez-Oliman, G., 2009. Groundwater geochemistry of the Yucatán Peninsula, Mexico: *Constraints on stratigraphy and hydrogeology*. *Journal of Hydrology*, 367: 27-40.
- Phillips, S.J. & Dudík, M. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31: 161–175.
- Piedras Gutiérrez, B. y Quiroz García, D. L. 2007. Estudio melisopalínológico de dos mieles de la porción sur del Valle de México. *Polibotánica*. 23: 57–75.
- Pietronave, H. 2001. El Apicultor, Factores Climáticos que influyen en la apicultura.



- Pise, V., y Viraktamath, S. 2015. Comparative studies on the pollinator fauna and foraging activity of honey bees on Bt and non-Bt cotton hybrids. *Journal of Agricultural Science*, 28(1): 41-43.
- Polaino, C. 2006. Manual práctico del apicultor. Madrid, España, Cultural. 509 p
- Polanco-Rodríguez, A.G.; Navarro-Alberto, J.A.; Solorio-Sánchez, J.; Mena-Rejón, G.J.; Marrufo-Gómez, Del Valls J. & Casillas T.A. 2015. Contamination by organochlorine pesticides in the aquifer of the Ring of Cenotes in Yucatán, México. *Water and Environment Journal*. 29: 140-150.
- Ponnuchamy, R.; Bonhomme, V.; Prasad, S.; Das, L. & Patel, P. 2014. Honey Pollen: Using Melissopalynology to Understand Foraging Preferences of Bees in Tropical South India. *PLOS ONE*, 9: 7.
- Porter-Bolland, L. 2003. La apicultura y el paisaje maya. Estudio sobre la fenología de floración de las especies melíferas y su relación con el ciclo apícola en La Montaña, Campeche, México. *Mexican Studies*, 19(2): 303-330.
- Porter-Bolland, L. 2010. *Flora melífera de Campeche*. Usos de la Biodiversidad. Biodiversidad del Estado de Campeche. Serie Estudios de Estado. Coedición CONABIO, Gobierno del Estado de Campeche (Secretaría de Ecología), PNUD (PPD), Corredor Biológico Mesoamericano, ECOSUR, Universidad Autónoma de Campeche (EPOMEX).
- Porter-Bolland, L. 2001. Landscape ecology of apiculture in the Maya area of La Montaña, Campeche, México. Universidad de Florida. Tesis de Doctorado 196 pp.
- Porter-Bolland, L.; Medina-Abreo, M.E.; Montoy-Koh, J.A.; Montoy-Koh, P.; Martín-Ek, G. & May-Pacheco, G. 2009. Flora melífera de La Montaña, Campeche: su importancia para la apicultura y para la vida diaria. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad : Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México. 322 p.
- Potosí-Criollo, D.Y.& Yopez-Moncayo, J.N. 2015. Identificación de la flora apícola representativa y caracterización de algunas variables etológicas durante el pecoreo de la abeja *Apis mellifera* en la granja experimental Botana-Universidad de Nariño. (Tesis de pregrado). Universidad de Nariño.
- Proceedings of the international palynological Congress, Houston, Texas, U.S.A. 1996; American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, pp. 459-469.
- Quiñónez, M. R. 2012. Programa de Investigación Apícola. IPTA-FCA-UNA.
- Quispe-Pari, D.J. & Sánchez-Mamani, G. 2011. Encuestas y entrevistas en investigación científica. *Revista de Actualización*, 10: 490-494.

- Ramírez Arriaga, E.; Navarro Calvo, L.A. & Díaz Carbajal, E. 2011 Botanical characterization of Mexican honeys from a subtropical region (Oaxaca) based on pollen analysis. *Grana*, 50 (1): 40-54.
- Ramírez Morillo, I.M. 2019. La flora de la Península de Yucatán: ¿Diversa? ¿Bien conocida? ¿Protegida? No, no y ¿No?. *Desde el Herbario CICY*, 11: 130–137.
- Ramírez, R. & Montenegro, Y. G. 2004. Certification of the botanical origin of honey and corbicular pollen from VI region of Chile (Litueche). *Ciencia y Investigación Agrícola*, 31: 197-211.
- Ramírez-Arriaga, E. & Martínez-Hernández, E. 2007. Melitopalynological Characterization of *Scaptotrigona Mexicana* Guérin (Apidae: Meliponini) and *Apis mellifera* L. (Apidae: Apini) Honey Samples in Northern Puebla State, México. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 80: 377-391.
- Ramírez-Arriaga, E.; Martínez-Bernal, A.; Maldonado, N. R. & Martínez-Hernández, E. 2016. Análisis palinológico de mieles y cargas de polen de *Apis mellifera* (Apidae) de la región Centro y Norte del estado de Guerrero, Mexico. *Botanical Sciences*, 94(1): 141–156.
- Ramírez-Arriaga, E.; Navarro-Calvo, L. A. & Díaz-Carbajal, E. 2011. Botanical characterization of mexican honeys from a subtropical region (Oaxaca) based on pollen analysis. *Grana*, 50(1): 40–54.
- Ramírez-Arriaga, E.; Prámparo, M.B.; Nieto-Samaniego, A.F.; Martínez-Hernández, E.; Valiente-Banuet, A.; Macías-Romo, C. & Dávalos-Álvarez, O.G. 2014. Evidencia palinológica para Medio Vegetación del Mioceno en la Formación Tehuacán de Puebla, México. *Palinología*, 38: 1-27.
- Ramírez-Morillo, I.M.2019. La flora de la Península de Yucatán: ¿Diversa? ¿Bien conocida? ¿Protegida? No, no y ¿No?. *Desde el Herbario CICY*, 11: 130–137.
- Ramón-Sierra, J. M.; Ruiz-Ruiz, J. C. & Ortiz-Vázquez, E. L. 2015. Electrophoresis characterization of protein as a method to establish the entomological origin of stingless bee honeys. *Food Chemistry*, 183: 43-48.
- Ramos-Díaz, A. L. & Pacheco-López, N. A. 2016. Producción y comercialización de miel y derivados en México: Desafíos y oportunidades para la exportación. *CIATEJ*.
- Ramos-Díaz, A.; San Román-Ávila, D.; Noriega-Trejo, R.; Góngora-Chin, R.; Sánchez-Contreras, Á & Rodríguez-Buenfil, I. 2015. Catálogo de los principales tipos polínicos encontrados en las mieles producidas en la Península de Yucatán. Centro de Estudios de Desarrollo Sustentable y de Aprovechamiento de la Vida Silvestre CEDESU, Universidad Autónoma de Campeche.

- Rebolledo-Vieyra, M.; Urrutia-Fucugauchi, J. & López-Loera, H. 2010. Aeromagnetic anomalies and structural model of the Chicxulub multiring impact crater, Yucatan Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 27 (1): 185-195.
- Rodríguez, M.; Neira, M.; Morán, A.; Loyola, R.; Rodríguez, H. & Gerding, M. 2010. Control Integrado de *Varroa destructor*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). 5-64.
- Rodríguez-Balam, E. y Pinkus-Rendón, M. 2015. Apicultura, entorno y modernidad en localidades de Yucatán, México. *Biotemas*, 28 (3): 143-157.
- Rodríguez-Sánchez, P.V.; Levy-Tacher, S.I.; Ramírez-Marcial, N. & Estrada-Lugo, E. 2019. Análisis comparativo de la vegetación de fundo legal y la vegetación madura en el poblado de Yaxcabá, Yucatán, México. *Botanical Sciences*, 97 (1), 50-64.
- Romeu, E. 1997. Los cenotes, ventanas a la biodiversidad del subsuelo. CONABIO. *Biodiversitas*, 13: 5-10.
- Rosiles-González G, Ávila-Torres G, Moreno-Valenzuela OA, Acosta-González G, Leal-Bautista RM, Grimaldo-Hernández CD, Brown JK, Chaidez-Quiroz C, Betancourt WQ, Gerba CP, Hernández-Zepeda C. 2017. Occurrence of Pepper Mild Mottle Virus (PMMoV) in Groundwater from a Karst Aquifer System in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Food and Environmental Virology*, 9(4): 487-497.
- Ruíz-Silva, J.; Rivadeneyra, J.; Pacheco-Sosa, A.; Sosa-Escalante, J. & Morales-Arjona, L.J. 2007. Caracterización de los cenotes y grutas del estado de Yucatán, México. *Secretaría de Ecología, Gobierno del Estado de Yucatán. Mérida, México*. 215 p.
- Rzedowski J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México, D.F. 432 pp.
- Rzedowski, J. 1990. Vegetación potencial, IV.8.2. En: *Atlas Nacional de México*. Vol. II. Instituto de Geografía-UNAM. México.
- Rzedowski, J. 1994. *Vegetación de México*. Limusa, México, D.F. 432 p.
- Sahinler, S.; N. Sahinler, y A. Gul, 2009. Determination of Honey Botanical Origin by Using Discriminant Analysis. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(3): 488-491.
- Santos-Ramos, M. 2008. Melisopalinología y determinación anual de los recursos nectaro-poliníferos en *Apis mellifera scutellata*, Lep. en la costa de Oaxaca en diferentes tipos de vegetación y agroecosistemas. Tesis de Grado (Maestría en Ciencias). Universidad Nacional Autónoma de México.
- SAS. Institute Inc. 2016. SAS/STAT® 14.2 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.

- Segura-Warnholtz, G. & García-Peña, V. 2001. *Desarrollo forestal comunitario: El caso del proyecto de conservación y manejo sustentable de recursos forestales en México*. Plantas, Cultura y Sociedad: Estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores, del siglo XXI. Universidad Autónoma Metropolitana–SEMARNAT. México, DF. pp: 189–220.
- Seif-Eldin, A.M.& Kamran-Azim, M. 2012. Characterization of natural honey proteins: implications for the floral and geographical origin of honey. *International Journal of Food Science and Technology*, 47: 362-368.
- Sell, J.; Koellner, T.; Weber, O.; Pedroni, L. & Scholz, R.W. 2006. Decision criteria of European and Latin American market actors for tropical forestry projects providing environmental services. *Ecological Economics*, 58(1): 17-36.
- SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Publicada el 25 de febrero de 2003 en el Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 5 de junio de 2018.
- SENASICA, 2008 Manual de buenas prácticas de producción de miel. Programa de inocuidad alimentaria; Sagarpa. México. 33 p.
- Serralta-Batún, L. P. 2019. Extensionismo y desarrollo rural territorial en la apicultura de Campeche, México. Tesis de Grado (Maestría en Ciencias). Colegio de Postgraduados, Campus Campeche. 112 p.
- SIAP 2017. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Abeja. Población ganadera.
- Simal-Lozano, J. 1984. Parámetros de calidad de la miel: III. pH, acidez total, acidez láctica, total; relaciones e índice de formol. *Bromatología*. 3(9): 19-31.
- Sosa, V.; Flores J. S.; Rico-Gray, V.; Lira, R. & Ortiz, J. J. 1985. Lista Florística y Sinonimia Maya. Sosa, V. (ed.). *Etnoflora Yucatanense*. fasc. 1. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Veracruz, México. 225 pp.
- Souza, B. A.; y Roubik, D. W.; Barth, O. M.; Heard, T. A.; Enríquez, E.; Carvalho, C.; Villas-Bôas, J.; Marchini, L.; Locatelli, J.; Persano-Oddo, L.; Almeida-Muradian, L.; Bogdanov, S. & Vit, P. 2006. Composición de la miel de abeja sin aguijón: estableciendo estándares de calidad. *Interciencia*, 31 (12): 867-875.
- Stockmarr, J. 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores*, 13: 615–621.
- Tuesta-Chichipe, F. M. 2018. Distribución y fenología floral apibotánica en la provincia de Lamas, Región San Martín. Tesis de grado (Mestría en ciencias). Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto.

- Vásquez-Romero, R. E., Martínez-Sarmiento, R. A., Ortega-Florez, N. C., & Maldonado-Quintero, W. D. 2012. *Manual técnico de apicultura abeja (Apis mellifera) polen*. Colombia: Corpoica.
- Velandia, M.; Restrepo, S.; Cubillos, P.; Aponte, A. & Silva, L.M. 2012. Catálogo fotográfico de especies de flora apícola en los departamentos de Cauca, Huila y Bolívar. Bogotá (Colombia). *Instituto Humboldt*. 84 p.
- Velázquez, A.; Mas, J.F., Díaz-Gallegos, J.R., Mayorga-Saucedo, R., Alcántara, P.C., Castro, R., Fernández, T., Bocco, G., Ezcurra, E. & Palacio, J.L. 2002. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta Ecológica*, 62: 21-37.
- Velázquez-Rentería, C.A. 2011. Flora y apicultura en la Península de Yucatán. *Ciencia y Desarrollo*, 237: 42–45.
- Villalobos-Zapata, G.J. & Mendoza-Vega, J. 2010. *La Biodiversidad en Campeche: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Campeche, Universidad Autónoma de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur. México.
- Villanueva Gutiérrez, R.; Moguel Ordóñez, Y. B., Echazarreta González, C. M. & Arana López, G. 2009: Monofloral honeys in the Yucatán Peninsula, Mexico, *Grana*. 48(3): 214-223.
- Villanueva, G. R. & Collí-Ucán, W. 1996. La apicultura en la Península de Yucatán, México y sus perspectivas. *Folia Entomológica Mexicana*, 97: 55-70.
- Villanueva, G.R. 2002. Polliniferous plants and foraging strategies of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Revista Biología Tropical*, 50(3/4): 1035-1043.
- Villanueva-Gutiérrez, R. 1984. Plantas de importancia apícola en el ejido de Plan del Río, Veracruz, México. *Biótica*, 9(3): 279-340.
- Villanueva-Gutiérrez, R. (2002). Polliniferous plants and foraging strategies of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 50:1035–1044.
- Villanueva-Gutiérrez, R.; Moguel-Ordóñez, Y. B., Echazarreta-González, C. M. & Arana-López, G. 2009: Monofloral honeys in the Yucatán Peninsula, Mexico, *Grana*. 48(3): 214-223.
- Villegas-Durán, G.; Bolaños, M. A.; Miranda, S. J. y González, Q. R. 2002. Flora nectarífera y polinífera en el estado de Guerrero. Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México D.F.
- Von Der Ohe, W., Persano, L., Piana, M.L., Morlot M., Martin, P. 2004. Harmonized Methods of Melissopalynology. *Apidologie*, 35 (4):18-S25.

- Wang, J.; Kliks, M.; Qu, W.; Jun, S.; Shi, G. & Li, Q. 2009. Rapid Determination of the Geographical Origin of Honey Based on Protein Fingerprinting and Barcoding Using MALDI TOF MS. *Journal of agricultural and food chemistry*, 57: 81-88.
- Won, S. R., Lee, D. C.; Ko, S. H.; Kim, J.W. & Rhee, H. I. 2008. Honey major protein characterization and its application to adulteration detection. *Food Research International*, 41: 952-956.
- Zamora-Crescencio, P.; Domínguez-Carrasco, M.R.; Villegas, P.; Gutiérrez-Báez, C.; Manzanero-Acevedo, L.A.; Ortega-Haas, J.J.; Hernández-Mundo, S.; Puc-Garrido, E.C. & Puch-Chávez, R. 2011. Floristic composition and structure of the secondary vegetation in northern Campeche, Mexico. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 89: 27-35.
- Zamora-Crescencio, P.; Barrientos, R. C.; Plasencia, A. H.; Villegas, P.; Domínguez, M. R.; Gutiérrez, C.; Aguirre, F. J.; Vargas-Contreras, J. A.; Uc, S. & Poot Sarmiento, I. G. 2020. Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia en Hobomó, Campeche, México. *Madera y bosques*. 26(1).
- Zavala-Olalde, J. A. 2013. Estudio de mieles diferenciadas de México y Guatemala y su potencial para la conservación de la biodiversidad. Tesis de Grado (Doctorado en Ciencias). El Colegio de la Frontera Sur. 131 p.
- Zegeye, H.; Teketay, D., & Kelbessa, E. 2011. Diversity and regeneration status of woody species in Tara Gedam and Abeyaye Forests, Northwestern Ethiopia. *Journal of Forestry Research*, 22: 315-328.
- Zocchi, D.M.; Volpato, G.; C., Duncan, C.; Mutiso, P. & Fonte-francesco, M.F. 2020. Expanding the reach: ethnobotanical knowledge and technological intensification in beekeeping among the Ogiek of the Mau Forest, Kenya. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 16: 57.



## ANEXOS



**Figura A1.** Delimitación del área de estudio. **A.** y **B.** establecimiento de parcelas, **C.** y **D.** señalamientos del inicio y final de las parcelas.





**Figura A2.** Desarrollo de metodología en campo. **A.** inicio de trabajo en campo, **B.** toma de datos de la vegetación, **C.** y **D.** registro del DAP de las especies arbóreas, **E.** anotación de la cobertura, **F.** levantamiento de parcela muestreada.



**Cuadro A1.-**Listado de especies y datos de estructura del Cenote los Patos.

Familia	Especie	No. Ind	Altura	Frecuencia	Dominancia	Densidad	I.V.I.
<b>Acanthaceae</b>	<i>Aphelandra scabra</i> (Vahl) Sm.	5	1.30	2	5.12	1.57	8.54
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	28	9.69	7	0.68	8.81	16.89
<b>Arecaceae</b>	<i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.	16	2.10	6	24.57	5.03	35.15
<b>Asteraceae</b>	<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng. var. <i>dentata</i>	41	2.49	6	16.51	12.89	34.96
	<i>No identificado</i>	2	15.00	2	0.76	0.63	3.24
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Bignonia diversifolia</i> Kunth	3		2	0.00	0.94	2.80
<b>Burseraceae</b>	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	19	10.05	6	0.63	5.97	12.16
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Croton niveus</i> Jacq.	8	8.83	6	4.77	2.52	12.84
<b>Fabaceae</b>	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	29	10.88	9	0.64	9.12	19.02
	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg	19	4.67	6	0.18	5.97	11.71
<b>Lamiaceae</b>	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	15	16.55	7	0.38	4.72	12.51
<b>Malvaceae</b>	<i>Hampea trilobata</i> Standl.	16	4.09	4	5.27	5.03	14.00
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	4	3.00	2	0.51	1.26	3.62
<b>Polygonaceae</b>	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	27	6.58	6	0.33	8.49	14.38
	<i>Ruprechtia</i> sp.	10	5.50	2	0.38	3.14	5.38
<b>Rubiaceae</b>	<i>No identificado</i>	13	2.22	4	13.55	4.09	21.34
	<i>Morinda royoc</i> L.	4	1.60	2	4.52	1.26	7.63
<b>Sapindaceae</b>	<i>Serjania</i> sp.	4	45	2	3.01	1.26	6.12
	<i>Allophylus cominia</i> (L.) Sw.	5	1.40	2	2.11	1.57	5.53
<b>Sapotaceae</b>	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	14	9.00	7	0.64	4.40	12.45
	<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegees ex Standl.	6	15.00	4	0.52	1.89	6.11
<b>Simaroubaceae</b>	<i>Simarouba glauca</i> DC.	2	20.00	2	0.22	0.63	2.70
	Pasto	28	7.6	7	14.68	8.81	30.90

Leyenda: No. Ind número de individuos, I.V.I índice de valor de importancia.

**Cuadro A2.- Listado de especies y datos de estructura del área entre cenotes.**

Familia	Especie	No. Ind	altura	Frecuencia	Dominancia A	Densidad	I.V.I.
<b>Arecaceae</b>	No identificado	2	3.00	5	0.21	1.94	7.15
<b>Bignoniaceae</b>	No identificado	11	1.10	5	20.92	10.68	36.60
<b>Burseraceae</b>	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	3	12.00	5	1.68	2.91	9.59
<b>Caricaceae</b>	<i>Carica papaya</i> L.	7	1.50	5	23.85	6.80	35.64
<b>Fabaceae</b>	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	4	12.00	5	1.21	3.88	10.09
<b>Fabaceae</b>	<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	3	6.00	5	0.39	2.91	8.30
<b>Malvaceae</b>	<i>Hampea trilobata</i> Standl.	22	4.90	15	0.81	21.36	37.17
	<i>Melochia</i> sp.	1	4.00	5	0.63	0.97	6.60
<b>Moraceae</b>	No identificado	4	8.50	5	0.61	3.88	9.49
<b>Polygonaceae</b>	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	3	7.00	5	0.56	2.91	8.47
<b>Rubiaceae</b>	<i>Randia</i> sp. 1	9	95	5	21.89	8.74	35.62
	<i>Randia truncate</i> Greenm. & C.H. Thomps.	8	1.20	5	22.68	7.77	35.45
	<i>Randia</i> sp. 2	3	7.00	5	0.66	2.91	8.57
	No identificado	1	5.00	5	0.38	0.97	6.35
<b>Sapindaceae</b>	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.	3	8.00	5	0.78	2.91	8.70
<b>Sapotaceae</b>	<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	9	5.40	5	1.77	8.74	15.51
	<i>Sideroxylon salicifolium</i> (L.) Lam.	7	4.25	5	0.54	6.80	12.33
<b>Urticaceae</b>	<i>Cecropia peltata</i> L.	3	5.00	5	0.43	2.91	8.35
<b>Total</b>		103	9680	100	100	100	300

Leyenda: No. Ind número de individuos, I.V.I índice de valor de importancia.

**Cuadro A3. Listado de especies y datos de estructura del Cenote Azul.**

Familia	Especie	No. Ind	altura	Frecuencia	Dominancia	Densidad	V.I.
Acanthaceae	<i>Ruellia paniculata</i> L.	11	1.24	2	6.15	4.93	13.31
	<i>Aphelandra scabra</i> (Vahl) Sm.	4	1.7	2	4.70	1.79	8.72
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	13	11.50	7	1.07	5.83	13.57
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i> L.	9	22.00	4	1.57	4.04	10.05
	<i>Cameraria latifolia</i> L.	11	4.67	4	0.13	4.93	9.50
Arecaceae	<i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.	11	3.67	4	0.38	4.93	9.75
	<i>Chamaedorea seifrizii</i> Burret	8	1.50	4	0.03	3.59	8.06
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng. var. <i>dentata</i>	6	1.05	2	13.75	2.69	18.67
Bignoniaceae	<i>Mansoa</i> sp	2		2	0.00	0.90	3.12
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	12	7.60	7	0.83	5.38	12.88
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	4	2.00	2	39.17	1.79	43.18
Celastraceae	<i>Maytenus guatemalensis</i> Lundell	3	2.00	2	0.15	1.35	3.72
Cucurbitaceae	<i>Cayaponia racemosa</i> (Mill.) Cong.	9		4	0.00	4.04	8.48
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea gaumeri</i> Kunth	4		2	0.00	1.79	4.02
Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	11	7.80	4	1.09	4.93	10.46
	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg	5	10.00	4	1.39	2.24	8.08
	<i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms	5	2.50	4	0.14	2.24	6.82
Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i> Standl.	16	6.14	2	0.69	7.17	10.09
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	7	23.33	2	2.42	3.14	7.78
	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> Rose	5	7.00	2	0.05	2.24	4.52
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	5	6.00	2	0.41	2.24	4.87
Pteridaceae	<i>Adiantum</i> sp.	9	21	2	3.34	4.04	9.60
Rubiaceae	<i>Randia truncate</i> Greenm. & C.H. Thomps.	7	44	2	19.65	3.14	25.01
	No identificado	11	398.5	4	0.23	4.93	9.60
	<i>Randia aculeata</i> L.	1	1.30	2	0.17	0.45	2.84
Sapindaceae	No identificado	4	6.00	2	0.38	1.79	4.40
	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.	3	4.00	2	0.16	1.35	3.72
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	23	9.82	9	1.44	10.31	20.64
	<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brandegee ex Standl.	4	7.00	2	0.52	1.79	4.53
<b>Total</b>		223	15292	100	100	100	300

Leyenda: No. Ind número de individuos, I.V.I índice de valor de importancia.

**Cuadro A4. Tabla de fórmulas de las soluciones usadas en el perfil de proteínas.**

<b>Tris-HCl, pH 8.8</b> -27.23 g Tris base - diH <sub>2</sub> O 80 ml -Ajustar el pH con HCL en 6 -Añadir diH <sub>2</sub> O hasta alcanzar 150 ml	<b>Tris-HCl, pH 6.8</b> -6 g Tris base - diH <sub>2</sub> O 60 ml -Ajustar el pH con HCl en 6 -Añadir diH <sub>2</sub> O hasta alcanzar 100 ml
<b>Buffer de carga</b> -100 ml de tris-glicina 10x -10 ml de SDS-PAGE al 10 % -Añadir diH <sub>2</sub> O hasta llevarlo a un litro	<b>Acrilamida al 30 %</b> -Acrilamida 29.2g -bis-Acrilamida 0.8 g -Añadir diH <sub>2</sub> O hasta alcanzar 100 ml
<b>Solución desteñidora</b>	
-Ácido acético 100ml -Metanol 400ml - Añadir diH <sub>2</sub> O hasta alcanzar 1 L	

**Cuadro A5. formula de preparación de geles al 12%.**

<b>Gel separador</b>		<b>Gel concentrador</b>	
-Acrilamida al 30%	6 ml	-Acrilamida al 30%	650 µl
-Tris pH 8.8	3.75 ml	-Tris pH 6.8	1.25 ml
-H <sub>2</sub> O	5.25 ml	-H <sub>2</sub> O	3.05 ml
-PSA al 10%	50 µl	-PSA al 10%	25 µl
-TEMED	10 µl	-TEMED	5µl
-SDS-PAGE	10 µl	-SDS-PAGE	10 µ

**Cuadro A6. Tabla curva patrón estándar del contenido de proteínas de polen en las muestras de miel.**

µg BSA	Vol BSA	Vol H <sub>2</sub> O	Bradford
0	0	10 µl	200 µl
2.5	2.5 µl	7.5 µl	200 µl
5	5 µl	5 µl	200 µl
7.5	7.5 µl	2.5 µl	200 µl
10	1.0 µl	0	200 µl

**Cuadro A7. Tabla de fórmulas de las soluciones usadas en la Melisopalinología.**

Acetólisis	
Mezcla acetolítica 900 µl anhídrido acético 100 µl ácido sulfúrico	Glicerina al 50 % 10 ml de glicerina 10 ml de diH <sub>2</sub> O

**Cuadro A8. Listado de especies presentes en la miel 1F.**

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>NC</b>	<b>Ha</b>
<b>Acanthaceae</b>	<i>Justicia campechiana</i> Standl. ex Lundell	Damiana	H
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Chéechem	A
	<i>Spondias mombin</i> L.	Jobó	A
<b>Apocynaceae</b>	<i>Asclepias curassavica</i> L.	Xpol-kuts	H
<b>Arecaceae</b>	<i>Chamaedorea seifrizii</i> Burret	Xiat	A
	<i>Sabal mexicana</i> Mart.	Huano	A
<b>Asteraceae</b>	<i>Bidens pilosa</i> L. var. <i>minor</i> (Blume) Sherff	K'an Múul	H
	<i>Bidens squarrosa</i> Kunth.	Cruznan aak'	H
	<i>Pluchea odorata</i> (L.) Cass.	Dc	H
	<i>Sphagneticola trilobata</i> (L.) Pruski	K'utumbuy	H
	<i>Tithonia rotundifolia</i> (Mill.) S.F. Blake	Súun	H
	<i>Trixis inula</i> Crantz	Sak tah	Ar
	<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng.	Tahonal	H
<b>Burseraceae</b>	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chaka	A
<b>Combretaceae</b>	<i>Terminalia buceras</i> (L.) C. Wright	Pukté	A
<b>Convolvulaceae</b>	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	Ke'elil choko kat	H
	<i>Ipomoea crinalyx</i> S. Moore	Is ak'el	H
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Croton glabellus</i> L.	P'ele'es k'uuch	Ar
	<i>Croton millspaughii</i> Standl.	Éck baalam	Ar
	<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	Box káatsim	Ar
	<i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.	Kitim che'	Ar
	<i>Haematoxylum campechianum</i> L.	Palo de tinte	A
<b>Fabaceae</b>	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	Waxin	A
	<i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth	Baal che'	A
	<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Jeech	Ar
	<i>Mimosa pudica</i> L.	Dormilona	H
	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Jabin	A
<b>Lamiaceae</b>	<i>Mesosphaerum pectinatum</i> (L.) Kuntze	Bastón de vieja	H
	<i>Ocimum campechianum</i> Mill.	X kakaltuum	H
<b>Malvaceae</b>	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Ceiba	A
	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	Algodón	Ar
	<i>Hampea trilobata</i> Standl.	Majaua	Ar
<b>Moraceae</b>	<i>Cecropia peltata</i> L.	K'áaxil	A
	<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.	Box poól	A
<b>Myrtaceae</b>	<i>Psidium guajava</i> L.	Pichi	A
	<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	X'pichi'che'	Ar
<b>Poaceae</b>	<i>Zea mays</i> L.	Maíz	H
<b>Polygonaceae</b>	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	Ts'iits'ilche'	A
	<i>Neomillspaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F. Blake	Tsa' itsa	Ar
<b>Sapindaceae</b>	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.	K'an Chunúup	A
<b>Tiliaceae</b>	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> Rose	Joolol	A
<b>Ulmaceae</b>	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Sak pixoy	A
<b>Verbenaceae</b>	<i>Stachytarpheta miniacea</i> Moldenke	DC	H

Leyenda: NC nombre común, Ha hábito, DC desconocido, A arbórea, Ar arbustiva, H herbácea.

**Cuadro A9. Listado de especies presentes en la miel 2F.**

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>NC</b>	<b>Ha</b>
<b>Annonaceae</b>	<i>Mosannonna depressa</i> (Baill.) Chatrou	Boox éelemuy	A
<b>Acanthaceae</b>	<i>Ruellia pereducta</i> Standl. ex Lundell	DC	H
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Chéechem	A
	<i>Spondias mombin</i> L.	Jobó	A
<b>Arecaceae</b>	<i>Sabal yap</i> C. Wright. ex Becc.	Huano	A
	<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f.	Ch'it	A
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Crescentia cujete</i> L.	Jícara	A
<b>Burseraceae</b>	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chaka	A
<b>Cactaceae</b>	<i>Strophocactus testudo</i> (Karw. ex Zucc.) Bauer	Pitaya de Tortuga	H
<b>Convolvulacea</b>	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	Ke'elil choko kat	H
<b>Cyperaceae</b>	<i>Eleocharis cellulosa</i> Torr.	DC	H
<b>Erythroxylaceae</b>	<i>Erythroxylum areolatum</i> L.	DC	Ar
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Croton chichenensis</i> Lundell	Éck baalam	Ar
	<i>Croton cortesianus</i> Kunth	DC	Ar
	<i>Euphorbia schlechtendalii</i> Boiss.	Sak chakáah	Ar
	<i>Jatropha curcas</i> L.	Pinoncillo	Ar
	<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	Box káatsim	Ar
	<i>Argythamnia lundellii</i> J.W. Ingram.	DC	H
<b>Fabaceae</b>	<i>Acaciella angustissima</i> (Mill.) Britton & Rose	Jicarillo	Ar
	<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	Ts'u ts' uk	Ar
	<i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose	Chukum	A
	<i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth	Baal che'	A
	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tsalam	A
	<i>Mimosa bahamensis</i> Benth.	Káatsim blanco	A
	<i>Pithecellobium keyense</i> Britton	Ya'ax k'aax	A
	<i>Pithecellobium lanceolatum</i> (Willd.) Benth.	Conchil	A
	<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	Box kaatsim	A
<i>Sphinga platyloba</i> (Bertero ex DC.) Barneby & J.W. Grimes	Nook'ol aak'	Ar	
<b>Gentianaceae</b>	<i>Lisianthus axillaris</i> (Hemsl.) Kuntze	Chile rojo	H
<b>Lamiaceae</b>	<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R. Br.	Jaras xiiw	H
	<i>Ocimum campechianum</i> Mill.	X kakaltuum	H
<b>Moraceae</b>	<i>Cecropia peltata</i> L.	K'áaxil	A
<b>Muntingiaceae</b>	<i>Muntingia calabura</i> L.	Capulincillo	A
<b>Myrtaceae</b>	<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.	Box poól	A
<b>Nyctaginaceae</b>	<i>Pisonia aculeata</i> L.	Chak muk	H
<b>Orchidaceae</b>	<i>Brassavola nodosa</i> (L.) Lindl.	DC	H
	<i>Ornithocephalus inflexus</i> Lindl.	Puuts'mukuy	H
	<i>Prosthechea boothiana</i> (Lindl.) W. E. Higgins	DC	H
<b>Passifloraceae</b>	<i>Passiflora serratifolia</i> L.	Amapola	H
<b>Phyllanthaceae</b>	<i>Astrocasia tremula</i> (Griseb.) G.L.Webster	Páay juul	A

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>NC</b>	<b>Ha</b>
<b>Polygonaceae</b>	<i>Antigonon leptopus</i> Hook. & Arn.	Chak lóol makal	H
	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	Ts'iits'ilche'	A
	<i>Neomillspaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F Blake	Tsa' itsa	Ar
	<i>Podopterus mexicanus</i> Bonpl.	Sak báach	Ar
<b>Primulaceae</b>	<i>Samolus ebracteatus</i> Kunth	DC	H
<b>Salicaceae</b>	<i>Casearia thamnina</i> (L.) T. Samar. & M. H. Alford	Zapote amarillo	A
<b>Sapindaceae</b>	<i>Talisia floresii</i> Standl.	K'oolok	A
	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.	K'an Chunúup	A
<b>Smilacaceae</b>	<i>Smilax spinosa</i> Mill.	Xakén aak'	H
<b>Tiliaceae</b>	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> Rose	Joolol	A
<b>Ulmaceae</b>	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Sak pixoy	A
<b>Zygophyllaceae</b>	<i>Guaiacum sanctum</i> L.	Palo santo	Ar

Leyenda: NC nombre común, Ha hábito, DC desconocido, A arbórea, Ar arbustiva, H herbácea.

**Cuadro A10. Listado de especies presentes en la miel 3F.**

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>NC</b>	<b>Ha</b>
<b>Areceaceae</b>	<i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.	Huano	A
<b>Astareceae</b>	<i>Tithonia rotundifolia</i> (Mill.) S.F. Blake	Súun	H
	<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng.	Tahonal	H
<b>Burseraceae</b>	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chaka	A
<b>Convolvulaceae</b>	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	Ke'elil choko kat	H
	<i>Ipomoea crinicalyx</i> S. Moore	Is ak'el	H
	<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urban.	Tso' ots' aak'	H
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Croton chichenensis</i> Lundell	Éck baalam	Ar
	<i>Euphorbia schlehtendalii</i> Boiss.	Sak chakáah	Ar
	<i>Jatropha curcas</i> L.	Pinoncillo	Ar
<b>Fabaceae</b>	<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	Ts'u ts' uk	Ar
	<i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth	Baal che'	A
	<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Jeech	Ar
	<i>Mimosa pudica</i> L.	Dormilona	H
<b>Lamiaceae</b>	<i>Mesosphaerum pectinatum</i> (L.) Kuntze	Bastón de vieja	H
<b>Loranthaceae</b>	<i>Psittacanthus mayanus</i> Standl. & Steyerl.	Káawis	H
<b>Malvaceae</b>	<i>Abutilon permolle</i> (Willd.) Sweet	Sak mísbil	H
<b>Moraceae</b>	<i>Cecropia peltata</i> L.	K'áaxil	A
<b>Myrtaceae</b>	<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.	Box poól	A
	<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	X'pichi'che'	Ar
<b>Plantaginaceae</b>	<i>Russelia sarmentosa</i> Jacq.	DC	H
<b>Poaceae</b>	<i>Zea mays</i> L.	Maíz	H
<b>Polygonaceae</b>	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	Ts'iits'ilche'	A
<b>Primulaceae</b>	<i>Samolus ebracteatus</i> Kunth	DC	H
<b>Sapindaceae</b>	<i>Melicoccus oliviformis</i> Kunth ssp.	Huaya india	A
	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.	K'an Chunúup	A
<b>Tiliaceae</b>	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> Rose	Joolol	A
<b>Ulmaceae</b>	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Sak pixoy	A

Leyenda: NC nombre común, Ha hábito, DC desconocido, A arbórea, Ar arbustiva, H herbácea.



**Cuadro A11. Listado de especies presentes en la miel 4F.**

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>NC</b>	<b>Ha</b>
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Chéechem	A
<b>Arecaceae</b>	<i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.	Huano	A
<b>Astareceae</b>	<i>Bidens pilosa</i> L. var. minor (Blume) Sherff	K'an múul	H
	<i>Bidens squarrosa</i> Kunth.	Cruznan aak'	H
	<i>Tithonia rotundifolia</i> (Mill.) S.F. Blake	Súun	H
	<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng.	Tahonal	H
<b>Bixaceae</b>	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Chuun	A
<b>Burseraceae</b>	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chaka	A
<b>Cactaceae</b>	<i>Strophocactus testudo</i> (Karw. ex Zucc.) Bauer	Pitaya de tortuga	H
<b>Combretaceae</b>	<i>Terminalia buceras</i> (L.) C. Wright	Pukté	A
<b>Convolvulaceae</b>	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	Ke'elil choko kat	H
	<i>Ipomoea crinicalyx</i> S. Moore	Is ak'el	H
	<i>Turbina corymbosa</i> (L.) Raf.	Xtabentun	H
<b>Ebenaceae</b>	<i>Diospyros salicifolia</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Pisit che	A
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Acalypha gentlei</i> Atha	DC	H
	<i>Argythamnia lundellii</i> J.W. Ingram.	DC	H
	<i>Croton chichenensis</i> Lundell	Éck baalam	Ar
	<i>Euphorbia dioeca</i> Kunth	Xana mukuy	H
	<i>Euphorbia schlechtendalii</i> Boiss.	Sak chakáah	Ar
	<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	Box káatsim	Ar
<b>Fabaceae</b>	<i>Bauhinia unguolata</i> L.	Pata de vaca	Ar
	<i>Caesalpinia yucatanensis</i> (Britton & Rose) Greenm.	Tak'inche	A
	<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	Ts'u ts' uk	Ar
	<i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth	Baal che'	A
	<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Jeech	Ar
	<i>Mimosa pudica</i> L.	Dormilona	H
	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Jabin	A
	<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	Box kaatsim	A
	<i>Senna racemosa</i> (Mill.) H.S. Irwin & Barneby	K'an Ja' Abin	Ar
	<i>Sphinga platyloba</i> (Bertero ex DC.) Barneby & J.W. Grimes	Nook'ol aak'	Ar
	<i>Swartzia cubensis</i> (Britton & P. Wilson) Standl.	K'aatal Oox	A
<b>Lamiaceae</b>	<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R. Br.	Jaras xiiw	H
<b>Loranthaceae</b>	<i>Psittacanthus mayanus</i> Standl. & Steyerl.	Káawis	H
<b>Malvaceae</b>	<i>Hampea trilobata</i> Standl.	Majaua	Ar
	<i>Sida acuta</i> Burm. f.	Chi'ichi bej.	Ar
	<i>Triumfetta semitriloba</i> Jacq.	Malva	Ar
	<i>Waltheria indica</i> L.	Escoba	H
	<i>Corchorus siliquosus</i> L.	Malvavisco	Ar
<b>Meliaceae</b>	<i>Melia azedarach</i> L.	DC	A
<b>Moraceae</b>	<i>Cecropia peltata</i> L.	K'áaxil	A

Familia	Especie	NC	Ha
<b>Muntingiaceae</b>	<i>Muntingia calabura</i> L.	Capulincillo	A
	<i>Eugenia capuli</i> (Schlech. & Cham.) Hook & Arn.	DC	Ar
<b>Myrtaceae</b>	<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.	Box poól	A
	<i>Psidium guajava</i> L.	Pichi	A
	<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	X'pichi'che'	Ar
<b>Nyctaginaceae</b>	<i>Pisonia aculeata</i> L.	Chak muk	H
<b>Phyllanthaceae</b>	<i>Astrocasia tremula</i> (Griseb.) G.L.Webster	Páay juul	A
	<i>Phyllanthus mocinianus</i> Baill.	DC	Ar
<b>Plantaginaceae</b>	<i>Russelia campechiana</i> Standl.	Aak'	H
<b>Poaceae</b>	<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	DC	H
	<i>Zae mays</i> L.	Maíz	H
<b>Polygonaceae</b>	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	Ts'iits'ilche'	A
<b>Rubiaceae</b>	<i>Psychotria pubescens</i> Sw.	K'aanan	A
<b>Salicaceae</b>	<i>Casearia thamnina</i> (L.) T. Samar. & M. H. Alford	Zapote Amarillo	A
<b>Sapindaceae</b>	<i>Melicoccus oliviformis</i> Kunth	Huaya India	A
	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.	K'an Chunúup	A
<b>Solanaceae</b>	<i>Physalis pubescens</i> L.	P'aak Nul	H
<b>Tiliaceae</b>	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> Rose	Joolol	A
<b>Ulmaceae</b>	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Sak Pixoy	A
<b>Verbenaceae</b>	<i>Lantana camara</i> L.	Xiiv	Ar
	<i>Lantana velutina</i> M. Martens & Galeotti	DC	Ar

Leyenda: NC nombre común, Ha hábito, DC desconocido, A arbórea, Ar arbustiva, H herbácea.

**Cuadro A12. Listado de especies presentes en la miel 5F.**

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>NC</b>	<b>Ha</b>
<b>Apocynaceae</b>	<i>Asclepias curassavica</i> L.	Xpol-kuts	H
<b>Astareceae</b>	<i>Tithonia rotundifolia</i> (Mill.) S.F. Blake	Súun	H
	<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng.	Tahonal	H
<b>Burseraceae</b>	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chaka	A
<b>Cactaceae</b>	<i>Strophocactus testudo</i> (Karw. ex Zucc.) Bauer	Pitaya de tortuga	H
<b>Cannabaceae</b>	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Muk	Ar
<b>Convolvulaceae</b>	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	Ke'elil choko kat	H
	<i>Ipomoea crinalyx</i> S. Moore	Is ak'el	H
	<i>Turbina corymbosa</i> (L.) Raf.	Xtabentun	H
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Croton chichenensis</i> Lundell	Éck baalam	Ar
	<i>Croton glabellus</i> L.	P'ele'es k'uuch	Ar
<b>Fabaceae</b>	<i>Bauhinia herrerae</i> (Britton & Rose) Standl. & Steyerl.	Ki' biix	H
	<i>Bauhinia unguolata</i> L.	Pata de vaca	Ar
	<i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth	Baal che'	A
	<i>Mimosa pudica</i> L.	Dormilona	H
<b>Lamiaceae</b>	<i>Mimosa bahamensis</i> Benth.	Káatsim blanco	A
	<i>Cornutia pyramidata</i> L.	Loob che'	A
<b>Loranthaceae</b>	<i>Mesosphaerum pectinatum</i> (L.) Kuntze	Bastón de vieja	H
	<i>Psittacanthus mayanus</i> Standl. & Steyerl.	Káawis	H
<b>Malvaceae</b>	<i>Abutilon permolle</i> (Willd.) Sweet	Sak míisbil	H
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Kabal pixoy	A
	<i>Sida acuta</i> Burm. f.	Chi'ichi bej.	Ar
<b>Menispermaceae</b>	<i>Cissampelos pareira</i> L.	Barba de viejo	H
<b>Moraceae</b>	<i>Cecropia peltata</i> L.	K'áaxil	A
	<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.	Box poól	A
<b>Myrtaceae</b>	<i>Psidium guajava</i> L.	Pichi	A
	<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	X'pichi'che'	Ar
<b>Poaceae</b>	<i>Zae mays</i> L.	Maíz	H
<b>Polygonaceae</b>	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	Ts'iits'ilche'	A
	<i>Neomillspaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F. Blake	Tsa' itsa	Ar
<b>Rubiaceae</b>	<i>Morinda royoc</i> L.	Piñuela	Ar
	<i>Psychotria pubescens</i> Sw.	K'aanan	A
<b>Salicaceae</b>	<i>Casearia thamnina</i> (L.) T. Samar. & M. H. Alford	Zapote amarillo	A
<b>Sapindaceae</b>	<i>Melicoccus oliviformis</i> Kunth	Huaya india	A
	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.	K'an Chunúup	A
<b>Tiliaceae</b>	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> Rose	Joolol	A
<b>Ulmaceae</b>	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Sak pixoy	A
<b>Verbenaceae</b>	<i>Stachytarpheta miniacea</i> Moldenke	DC	H

Leyenda: NC nombre común, Ha hábito, DC desconocido, A arbórea, Ar arbustiva, H herbácea.

**Cuadro A13. Listado de especies presentes en la miel 6F.**

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>NC</b>	<b>Ha</b>
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Chéechem	A
	<i>Spondias mombin</i> L.	Jobó	A
<b>Arecaceae</b>	<i>Sabal mexicana</i> Mart.	Huano	A
<b>Astareceae</b>	<i>Tithonia rotundifolia</i> (Mill.) S.F. Blake	Súun	H
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Crescentia cujete</i> L.	Jícara	A
<b>Burseraceae</b>	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chaka	A
<b>Cactaceae</b>	<i>Strophocactus testudo</i> (Karw. ex Zucc.) Bauer	Pitaya de tortuga	H
	<i>Operculina pinnatifida</i> (Kunth)	K'as Káat	H
<b>Convolvulacea</b>	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	Ke'elil choko kat	H
	<i>Ipomoea crinalyx</i> S. Moore	Is ak'el	H
	<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urban.	Tso' ots' aak'	H
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Croton chichenensis</i> Lundell	Éck baalam	Ar
<b>Fabaceae</b>	<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	Ts'u ts' uk	Ar
	<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	Box kaatsim	A
<b>Lamiaceae</b>	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Ya'axnik	A
<b>Malvaceae</b>	<i>Waltheria indica</i> L.	Escoba	H
<b>Meliaceae</b>	<i>Melia azedarach</i> L.	DC	A
<b>Muntingiaceae</b>	<i>Muntingia calabura</i> L.	Capulincillo	A
<b>Myrtaceae</b>	<i>Psidium guajava</i> L.	Pichi	A
	<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	X'pichi'che'	Ar
<b>Nyctaginaceae</b>	<i>Pisonia aculeata</i> L.	Chak muk	H
<b>Polygonaceae</b>	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	Ts'iits'ilche'	A
<b>Rubiaceae</b>	<i>Spermacoce verticillata</i> L.	Sak sajun	H
<b>Salicaceae</b>	<i>Casearia thamnia</i> (L.) T. Samar. & M. H. Alford	Zapote amarillo	A
<b>Ulmaceae</b>	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Sak pixoy	A

Leyenda: NC nombre común, Ha hábito, DC desconocido, A arbórea, Ar arbustiva, H herbácea.

**Cuadro A14. Listado de especies presentes en la miel 1M.**

Familia	Especie	NC	Ha
<b>Arecaceae</b>	<i>Sabal mexicana</i> Mart.	Huano	A
<b>Burseraceae</b>	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chaka	A
<b>Cactaceae</b>	<i>Strophocactus testudo</i> (Karw. ex Zucc.) Bauer	Pitaya de Tortuga	H
<b>Capparaceae</b>	<i>Quadrella incana</i> (Kunth) Iltis & Cornejo	<i>Bojk'anche'</i>	Ar
<b>Convolvulaceae</b>	<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urban.	Tso' ots' aak'	H
	<i>Croton chichenensis</i> Lundell	Éck baalam	Ar
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Euphorbia schlechtendalii</i> Boiss.	Sak chakáah	Ar
	<i>Jatropha curcas</i> L.	Pinoncillo	Ar
	<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	Box káatsim	Ar
	<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	Ts'u ts' uk	Ar
	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	Waxin	A
<b>Fabaceae</b>	<i>Mimosa bahamensis</i> Benth.	Káatsim blanco	A
	<i>Swartzia cubensis</i> (Britton & P. Wilson) Standl.	K'aatal Oox	A
	<i>Vachellia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Seigler & Ebinger	DC	A
<b>Lamiaceae</b>	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Ya'axnik	A
<b>Passifloraceae</b>	<i>Turnera diffusa</i> Willd. ex Schult.	Damiana	H
<b>Poaceae</b>	<i>Zae mays</i> L.	Maíz	H
<b>Polygonaceae</b>	<i>Antigonon leptopus</i> Hook. & Arn.	Makal	H
	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	Ts'iits'ilche'	A
<b>Rubiaceae</b>	<i>Psychotria pubescens</i> Sw.	K'aanan	A
<b>Sapindaceae</b>	<i>Serjania yucatanensis</i> Standl.	Chéen peek'	H
<b>Solanaceae</b>	<i>Solanum asperum</i> Rich.	DC	Ar
<b>Tiliaceae</b>	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> Rose	Joolol	A
<b>Ulmaceae</b>	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Sak pixoy	A

Leyenda: NC nombre común, Ha hábito, DC desconocido, A arbórea, Ar arbustiva, H herbácea.

**Cuadro A15. Listado de especies presentes en la miel 2M.**

Familia	Especie	NC	Ha
<b>Arecaceae</b>	<i>Sabal mexicana</i> Mart.	Huano	A
<b>Burseraceae</b>	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chaka	A
<b>Convolvulaceae</b>	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	Ke'elil choko kat	H
	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Jabin	A
<b>Fabaceae</b>	<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	Box kaatsim	A
	<i>Swartzia cubensis</i> (Britton & P. Wilson) Standl.	K'aatal Oox	A
<b>Lamiaceae</b>	<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R. Br.	Jaras xiiw	H
<b>Myrtaceae</b>	<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.	Box poól	A
<b>Polygonaceae</b>	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	Ts'iits'ilche'	A
<b>Sapindaceae</b>	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.	K'an chunúup	A

Leyenda: NC nombre común, Ha hábito, A arbórea, Ar arbustiva, H herbácea.

**Cuadro A16.- Listado de especies presentes en la miel 3M.**

Familia	Especie	NC	Ha
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chaka	A
Cactaceae	<i>Strophocactus testudo</i> (Karw. ex Zucc.) Bauer	Pitaya de tortuga	H
Combretaceae	<i>Terminalia buceras</i> (L.) C. Wright	Pukté	A
Fabaceae	<i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.	Kitim che'	A
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i> L.	Escoba	H
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i> L.	DC	A
Polygonaceae	<i>Antigonon leptopus</i> Hook. & Arn.	Makal	H
Rutaceae	<i>Pilocarpus racemosus</i> Vahl	DC	A
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.	K'an Chunúup	A
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	Zapote	A
Tiliaceae	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> Rose	Joolol	A
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Sak pixoy	A

Leyenda: NC nombre común, Ha hábito, DC desconocido, A arbórea, Ar arbustiva, H herbácea.

**Cuadro A17. Listado de especies presentes en la miel 4M.**

Familia	Especie	NC	Ha
Apocynaceae	<i>Cascabela gaumeri</i> (Hemsl.) Lippold	Campanilla	A
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch	Sak chakaj	A
Asteraceae	<i>Sphagneticola trilobata</i> (L.) Pruski	K'utumbuy	H
	<i>Tithonia rotundifolia</i> (Mill.) S.F. Blake	Súun	H
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chaka	A
Cactaceae	<i>Strophocactus testudo</i> (Karw. ex Zucc.) Bauer	Pitaya de tortuga	H
Convolvulacea	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	Ke'elil choko kat	H
Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i> L.	Pata de vaca	Ar
	<i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.	Kitim che'	Ar
	<i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth	Baal che'	A
	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i> Pittier	Ya'ax xu'ul	A
	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tsalam	A
	<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Jeech	Ar
Lamiaceae	<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R. Br.	Jaras xiiw	H
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i> L.	DC	A
Moraceae	<i>Cecropia peltata</i> L.	K'áaxil	A
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Pichi	A
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	Ts'iits'ilche'	A
Sapindaceae	<i>Allophylus cominia</i> (L.) Sw.	Sak pixoy	A

Leyenda: NC nombre común, Ha hábito, DC desconocido, A arbórea, Ar arbustiva, H herbácea.

**Cuadro A18. Listado de especies presentes en la miel 5M.**

Familia	Especie	NC	Ha
<b>Astareceae</b>	<i>Tithonia rotundifolia</i> (Mill.) S.F. Blake	Súun	H
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Amphilophium paniculatum</i> (L.) Kunth	Luuch pich'	H
<b>Burseraceae</b>	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chaka	A
<b>Cactaceae</b>	<i>Strophocactus testudo</i> (Karw. ex Zucc.) Bauer	Pitaya de tortuga	H
<b>Convolvulacea</b>	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	Ke'elil choko kat	H
<b>Erythroxylaceae</b>	<i>Erythroxylum areolatum</i> L.	DC	Ar
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Croton reflexifolius</i> Kunth	P'e'es' Kúuch	Ar
	<i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.	Tak'inche	Ar
	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	DC	A
<b>Fabaceae</b>	<i>Mimosa pudica</i> L.	Dormilona	H
	<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	Box kaatsim	A
	<i>Senna racemosa</i> (Mill.) H.S. Irwin & Barneby	K'an Ja' Abin	Ar
<b>Meliaceae</b>	<i>Melia azedarach</i> L.	DC	A
<b>Myrtaceae</b>	<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.	Box poól	A
	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	Ts'iits'ilche'	A
<b>Polygonaceae</b>	<i>Neomillspaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F Blake	Tsa' itsa	Ar
<b>Salicaceae</b>	<i>Casearia thamnia</i> (L.) T. Samar. & M. H. Alford	Zapote amarillo	A

Leyenda: NC nombre común, Ha hábito, DC desconocido, A arbórea, Ar arbustiva, H herbácea.

**Cuadro A19. Listado de especies presentes en la miel 6M.**

Familia	Especie	NC	Ha
<b>Burseraceae</b>	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chaka	A
<b>Cactaceae</b>	<i>Strophocactus testudo</i> (Karw. ex Zucc.) Bauer	Pitaya de Tortuga	H
<b>Combretaceae</b>	<i>Terminalia buceras</i> (L.) C. Wright	Pukté	A
<b>Convolvulacea</b>	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	Ke'elil choko kat	H
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	Box káatsim	Ar
	<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	Box kaatsim	A
<b>Fabaceae</b>	<i>Vachellia collinsii</i> (Saff.) Seigler & Ebinger	Subin	Ar
<b>Myrtaceae</b>	<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.	Box poól	A
	<i>Randia aculeata</i> L.	Tinta che'	Ar
<b>Rubiaceae</b>	<i>Randia obcordata</i> S. Watson	Peech kitam	Ar
<b>Rutaceae</b>	<i>Pilocarpus racemosus</i> Vahl	DC	A
<b>Tiliaceae</b>	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> Rose	Joolol	A
<b>Ulmaceae</b>	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Sak pixoy	A

Leyenda: NC nombre común, Ha hábito, DC desconocido, A arbórea, Ar arbustiva, H herbácea.

**Cuadro A20. Listado de especies presentes en la miel 1D.**

Familia	Especie	NC	Ha
<b>Asteraceae</b>	<i>Trixis inula</i> Crantz	Sak tah	Ar
<b>Burseraceae</b>	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chaka	A
<b>Cactaceae</b>	<i>Strophocactus testudo</i> (Karw. ex Zucc.) Bauer	Pitaya de tortuga	H
<b>Clusiaceae</b>	<i>Clusia rosea</i> Jacq.	Chuunup	A
<b>Convolvulaceae</b>	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	Ke'elil choko kat	H
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Croton chichenensis</i> Lundell	Éck baalam	Ar
	<i>Euphorbia dioeca</i> Kunth	Xana mukuy	H
	<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	Box káatsim	Ar
<b>Fabaceae</b>	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	DC	A
	<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	Box kaatsim	A
	<i>Senna racemosa</i> (Mill.) H.S. Irwin & Barneby	K'an Ja' Abin	Ar
<b>Lamiaceae</b>	<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R. Br.	Jaras xiiw	H
<b>Loranthaceae</b>	<i>Psittacanthus mayanus</i> Standl. & Steyerl.	Káawis	H
<b>Myrtaceae</b>	<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.	Box poól	A
<b>Phyllanthaceae</b>	<i>Astrocasia tremula</i> (Griseb.) G.L.Webster	Páay juul	A
<b>Polygonaceae</b>	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	Ts'iits'ilche'	A
<b>Salicaceae</b>	<i>Casearia thamnia</i> (L.) T. Samar. & M. H. Alford	Zapote amarillo	A
<b>Tiliaceae</b>	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> Rose	Joolol	A
<b>Ulmaceae</b>	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Sak pixoy	A

Leyenda: NC nombre común, Ha hábito, DC desconocido, A arbórea, Ar arbustiva, H herbácea.

**Cuadro A21. Listado de especies presentes en la miel 2D.**

Familia	Especie	NC	Ha
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Chéechem	A
<b>Burseraceae</b>	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chaka	A
<b>Convolvulaceae</b>	<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urban.	Tso' ots' aak'	H
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Croton chichenensis</i> Lundell	Éck baalam	Ar
	<i>Euphorbia dioeca</i> Kunth	Xana mukuy	H
	<i>Sebastiania adenophora</i> Pax & K. Hoffm.	Chechem blanco	A
<b>Fabaceae</b>	<i>enna pallida</i> (Vahl) H. S. Irwin & Barneby	Ch'lilib mich	Ar
	<i>Senna racemosa</i> (Mill.) H.S. Irwin & Barneby	K'an Ja' Abin	Ar
<b>Lamiaceae</b>	<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R. Br.	Jaras xiiw	H
<b>Malvaceae</b>	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Ceiba	A
<b>Myrtaceae</b>	<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	X'pichi'che'	Ar
<b>Salicaceae</b>	<i>Casearia thamnia</i> (L.) T. Samar. & M. H. Alford	Zapote amarillo	A
<b>Sapindaceae</b>	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.	K'an Chunúup	A
<b>Solanaceae</b>	<i>Cestrum nocturnum</i> L.	Galán de noche	Ar
<b>Tiliaceae</b>	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> Rose	Joolol	A

Leyenda: NC nombre común, Ha hábito, DC desconocido, A arbórea, Ar arbustiva, H herbácea.



**Cuadro A22. Listado de especies presentes en la miel 3D.**

Familia	Especie	NC	Ha
<b>Araliaceae</b>	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch	Sak chakaj	A
<b>Astareceae</b>	<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng.	Tahonal	H
<b>Burseraceae</b>	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chaka	A
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Cnidocolus aconitifolius</i> (Mill.) I.M. Johnst.	Chaya silvestre	Ar
	<i>Croton chichenensis</i> Lundell	Éck baalam	Ar
	<i>Euphorbia dioeca</i> Kunth	Xana mukuy	H
	<i>Euphorbia schlechtendalii</i> Boiss.	Sak chakáah	Ar
	<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	Box káatsim	Ar
<b>Fabaceae</b>	<i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.	Kitim che'	Ar
<b>Malvaceae</b>	<i>Hampea trilobata</i> Standl.	Majaua	Ar
<b>Myrtaceae</b>	<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	X'pichi'che'	Ar
<b>Passifloraceae</b>	<i>Turnera diffusa</i> Willd. Ex Schult.	Damiana	H
<b>Polygonaceae</b>	<i>Antigonon leptopus</i> Hook. & Arn.	Makal	H
	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	Ts'iits'ilche'	A
<b>Rutaceae</b>	<i>Pilocarpus racemosus</i> Vahl	Desconocido	A
<b>Salicaceae</b>	<i>Casearia corymbosa</i> Kunth	Ix iim che'	A
	<i>Casearia thamnina</i> (L.) T. Samar. & M. H. Alford	Zapote amarillo	A
<b>Tiliaceae</b>	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> Rose	Joolol	A
<b>Ulmaceae</b>	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Sak pixoy	A
<b>Verbenaceae</b>	<i>Lantana camara</i> L.	Xiiw	Ar

Leyenda: NC nombre común, Ha hábito, DC desconocido, A arbórea, Ar arbustiva, H herbácea.

**Cuadro A23. Listado de especies presentes en la miel 4D.**

Familia	Especie	NC	Ha
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Spondias mombin</i> L.	Jobó	A
<b>Asteraceae</b>	<i>Sphagneticola trilobata</i> (L.) Pruski	K'utumbuy	H
<b>Convolvulaceae</b>	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	Ke'elil choko kat	H
	<i>Ipomoea crinicalyx</i> S. Moore	Is ak'el	H
	<i>Ipomoea tuxtensis</i> House	Le'aak'	H
<b>Cucurbitaceae</b>	<i>Cucurbita lundelliana</i> L.H. Bailey	Xburut	H
<b>Fabaceae</b>	<i>Cassia fistula</i> L.	Lluvia de oro	A
<b>Malvaceae</b>	<i>Sida acuta</i> Burm. f.	Chi'ichi bej.	Ar
<b>Myrtaceae</b>	<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	X'pichi'che'	Ar
<b>Rutaceae</b>	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck.	China	A
<b>Tiliaceae</b>	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> Rose	Joolol	A
<b>Ulmaceae</b>	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Sak pixoy	A

Leyenda: NC nombre común, Ha hábito, DC desconocido, A arbórea, Ar arbustiva, H herbácea.

**Cuadro A24. Anexo. - Listado de especies presentes en la miel 5D.**

Familia	Especie	NC	Ha
Cactaceae	<i>Nopalea gaumeri</i> Britton & Rose	Tsakam	H
	<i>Strophocactus testudo</i> (Karw. ex Zucc.) Bauer	Pitaya de Tortuga	H
Convolvulaceae	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	Ke'elil choko kat	H
	<i>Ipomoea crinicalyx</i> S. Moore	Is ak'el	H
	<i>Ipomoea tuxtlensis</i> House	Le'aak'	H
	<i>Turbina corymbosa</i> (L.) Raf.	Xtabentun	H
Cucurbitaceae	<i>Cionosicyus excisus</i> (Griseb.) C. Jeffrey	Calabacilla	H
Fabaceae	<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Jeech	Ar
Malvaceae	<i>Sida acuta</i> Burm. f.	Chi'ichi bej.	Ar
Rutaceae	<i>Pilocarpus racemosus</i> Vahl	DC	A
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Sak pixoy	A

Leyenda: NC nombre común, Ha hábito, DC desconocido, A arbórea, Ar arbustiva, H herbácea.

**Cuadro A25. Listado de especies presentes en la miel 6D.**

Familia	Especie	NC	Ha
Asteraceae	<i>Trixis inula</i> Crantz	Sak tah	Ar
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chaka	A
Combretaceae	<i>Terminalia buceras</i> (L.) C. Wright	Pukté	A
Convolvulaceae	<i>Ipomoea tuxtlensis</i> House	Le'aak'	H
Euphorbiaceae	<i>Croton chichenensis</i> Lundell	Éck baalam	Ar
	<i>Croton reflexifolius</i> Kunth	P'e'es' Kúuch	Ar
	<i>Euphorbia dioeca</i> Kunth	Xana mukuy	H
	<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	Box káatsim	Ar
Fabaceae	<i>Ateleia gummifera</i> (DC.) D.Dietr.	DC	Ar
	<i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth	Baal che'	A
	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tsalam	A
	<i>Senna pallida</i> (Vahl) H. S. Irwin & Barneby	Ch'iilib mich	Ar
	<i>Senna racemosa</i> (Mill.) H.S. Irwin & Barneby	K'an Ja' Abin	Ar
Malvaceae	<i>Sida acuta</i> Burm. f.	Chi'ichi bej.	Ar
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i> L.	DC	A
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.	K'an chunúup	A

Leyenda: NC nombre común, Ha hábito, DC desconocido, A arbórea, Ar arbustiva, H herbácea.

**Cuadro A26. Listado de especies presentes en la miel 7Oct.**

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>NC</b>	<b>Ha</b>
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Spondias mombin</i> L.	Jobó	A
<b>Burseraceae</b>	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chaka	A
<b>Cactaceae</b>	<i>Strophocactus testudo</i> (Karw. ex Zucc.) Bauer	Pitaya de tortuga	H
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Croton reflexifolius</i> Kunth	P'e'es' kúuch	Ar
	<i>Bauhinia divaricata</i> L.	Pata de vaca	Ar
<b>Fabaceae</b>	<i>Bauhinia jenningsii</i> Paul G. Wilson	Sak ts' ulub took'	Ar
	<i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.	Kitim che'	Ar
	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tsalam	A
<b>Meliaceae</b>	<i>Melia azedarach</i> L.	DC	A
<b>Polygonaceae</b>	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	Ts'iits'ilche'	A
	<i>Podopterus mexicanus</i> Bonpl.	Sak báach	Ar
<b>Tiliaceae</b>	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> Rose	Joolol	A
<b>Ulmaceae</b>	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Sak pixoy	A
<b>Asteraceae</b>	<i>Trixis inula</i> Crantz	Sak tah	Ar

Leyenda: NC nombre común, Ha hábito, DC desconocido, A arbórea, Ar arbustiva, H herbácea.

**Cuadro A27. Listado de especies presentes en las mieles cosechadas en febrero.**

Familia	Especie	Nombre común	Ha	Presencia de especies						F
				1	2	3	4	5	6	
Acanthaceae	<i>Justicia campechiana</i> Standl. ex Lundell	Damiana	H	•						1
	<i>Ruellia pereducta</i> Standl. ex Lundell	DC	H		•					1
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Chéechem	A	•	•		•		•	4
	<i>Spondias mombin</i> L.	Jobó	A	•	•				•	3
Annonaceae	<i>Mosannonna depressa</i> (Baill.) Chatrou	Boox éelemuy	A		•					1
Apocynaceae	<i>Asclepias curassavica</i> L.	Xpol-kuts	H	•					•	2
Arecaceae	<i>Chamaedorea seifrizii</i> Burret	Xiat	A	•						1
	<i>Sabal mexicana</i> Mart.	Huano	A	•					•	2
	<i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.	Huano	A		•	•	•			3
	<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f.	Ch'it	A		•					1
Astareceae	<i>Bidens pilosa</i> L. var. minor (Blume) Sherff	K'an múul	H	•			•			2
	<i>Bidens squarrosa</i> Kunth.	Cruznán aak'	H	•			•			2
	<i>Pluchea odorata</i> (L.) Cass.	Tok'aban	H	•						1
	<i>Sphagneticola trilobata</i> (L.) Pruski	K'utumbuy	H	•						1
	<i>Tithonia rotundifolia</i> (Mill.) S.F. Blake	Súun	H	•		•	•	•	•	5
	<i>Trixis inula</i> Crantz	Sak tah	Ar	•						1
	<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng.	Tahonal	H	•		•	•	•		4
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i> L.	Jícara	A		•				•	2
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Chuun	A				•			1
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chaka	A	•	•	•	•	•	•	6
Cactaceae	<i>Strophocactus testudo</i> (Karw. ex Zucc.) Bauer	Pitaya de tortuga	H		•		•	•	•	4
Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Muk	Ar					•		1
Combretaceae	<i>Terminalia buceras</i> (L.) C. Wright	Pukté	A	•			•			2

Familia	Especie	Nombre común	Ha	Presencia de especies						F
				1	2	3	4	5	6	
Convolvulaceae	<i>Ipomoea crinicalyx</i> S. Moore	Is ak'el	H	•		•	•	•	•	5
	<i>Operculina pinnatifida</i> (Kunth)	K'as káat	H						•	1
	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	Ke'elil choko kat	H	•	•	•	•	•	•	6
	<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urban.	Tso' ots' aak'	H			•				1
	<i>Turbina corymbosa</i> (L.) Raf.	Xtabentun	H				•	•		2
Cyperaceae	<i>Eleocharis cellulosa</i> Torr.	DC	H	•						1
Ebenaceae	<i>Diospyros salicifolia</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Pisit che	A				•			1
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum areolatum</i> L.	DC	Ar	•						1
Euphorbiaceae	<i>Acalypha gentlei</i> Atha	DC	H				•			1
	<i>Argythamnia lundellii</i> J.W. Ingram.	DC	H	•		•				2
	<i>Croton chichenensis</i> Lundell	Éck baalam	Ar	•	•	•	•	•		5
	<i>Croton cortesianus</i> Kunth	DC	Ar	•						1
	<i>Croton glabellus</i> L.	P'ele'es k'uuch	Ar	•				•		2
	<i>Euphorbia dioeca</i> Kunth	Xana mukuy	H				•			1
	<i>Euphorbia schlechtendalii</i> Boiss.	Sak chakáah	Ar		•	•	•			3
	<i>Jatropha curcas</i> L.	Pinoncillo	Ar	•	•	•				3
	<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	Box káatsim	Ar		•		•			2
<i>Croton millspaughii</i> Standl.	Éek baalam	Ar	•						1	
Fabaceae	<i>Acaciella angustissima</i> (Mill.) Britton & Rose	Jicarillo	Ar		•					1
	<i>Bauhinia unguolata</i> L.	Pata de vaca	Ar				•	•		2
	<i>Caesalpinia yucatanensis</i> (Britton & Rose) Greenm.	Tak'inche	A				•			1
	<i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.	Kitim che'	Ar	•						1
	<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	Ts'u ts' uk	Ar		•	•	•		•	4
	<i>Haematoxylum campechianum</i> L.	Palo de tinte	A	•						1
	<i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose	Chukum	A		•					1

Familia	Especie	Nombre común	Ha	Presencia de especies						F
				1	2	3	4	5	6	
	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	Waxin	A	•						1
	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tsalam	A		•					1
	<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Jeech	Ar	•		•	•			3
	<i>Mimosa pudica</i> L.	Dormilona	H	•		•	•	•		4
	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Jabin	A	•			•			2
	<i>Pithecellobium keyense</i> Britton	Ya'ax k'aax	A		•					1
	<i>Pithecellobium lanceolatum</i> (Willd.) Benth.	Conchil	A		•					1
	<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	Box kaatsim	A		•		•		•	3
	<i>Senna racemosa</i> (Mill.) H.S. Irwin & Barneby	K'an ja' abin	Ar				•			1
	<i>Sphinga platyloba</i> (Bertero ex DC.) Barneby & J.W. Grimes	Nook'ol aak'	Ar		•		•			2
	<i>Swartzia cubensis</i> (Britton & P. Wilson) Standl.	K'aatal oox	A				•			1
	<i>Bauhinia herrerae</i> (Britton & Rose) Standl. & Steyerl.	Ki' biix	H					•		1
	<i>Mimosa bahamensis</i> Benth.	Káatsim blanco	A					•		1
	<i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth	Baal che'	A	•	•	•	•	•		5
<b>Gentianaceae</b>	<i>Lisianthus axillaris</i> (Hemsl.) Kuntze	Chile rojo	H		•					1
	<i>Cornutia pyramidata</i> L.	Loob che'	A					•		1
	<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R. Br.	Jaras xiiw	H		•		•			2
<b>Lamiaceae</b>	<i>Mesosphaerum pectinatum</i> (L.) Kuntze	Bastón de vieja	H	•		•		•		3
	<i>Ocimum campechianum</i> Mill.	X kakaltuum	H	•	•					2
	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Ya'axnik	A						•	1
<b>Loranthaceae</b>	<i>Psittacanthus mayanus</i> Standl. & Steyerl.	Káawis	H			•	•	•		3
	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Ceiba	A	•						1
<b>Malvaceae</b>	<i>Corchorus siliquosus</i> L.	Malvavisco	Ar				•			1
	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	Algodón	Ar	•						1
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Kabal pixoy	A					•		1

Familia	Especie	Nombre común	Ha	Presencia de especies						F
				1	2	3	4	5	6	
	<i>Hampea trilobata</i> Standl.	Majaua	Ar	•			•			2
	<i>Sida acuta</i> Burm. f.	Chi'ichi bej.	Ar				•	•		2
	<i>Triumfetta semitriloba</i> Jacq.	Malva	Ar				•			1
	<i>Waltheria indica</i> L.	Escoba	H				•	•		2
	<i>Abutilon permolle</i> (Willd.) Sweet	Sak míisbil	H			•		•		2
<b>Meliaceae</b>	<i>Melia azedarach</i> L.	DC	A				•	•		2
<b>Menispermaceae</b>	<i>Cissampelos pareira</i> L.	Barba de viejo	H					•		1
<b>Moraceae</b>	<i>Cecropia peltata</i> L.	K'áaxil	A	•	•	•	•	•		5
<b>Muntingiaceae</b>	<i>Muntingia calabura</i> L.	Capulincillo	A		•		•		•	3
	<i>Eugenia capuli</i> (Schlech. & Cham.) Hook & Arn.	DC	Ar				•			1
	<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.	Box poól	A	•	•	•	•	•		5
<b>Myrtaceae</b>	<i>Psidium guajava</i> L.	Pichi	A	•			•	•	•	4
	<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	X'pichi'che'	Ar	•		•	•	•	•	5
<b>Nyctaginaceae</b>	<i>Pisonia aculeata</i> L.	Chak muk	H		•		•		•	3
<b>Orchidaceae</b>	<i>Brassavola nodosa</i> (L.) Lindl.	DC	H		•					1
	<i>Ornithocephalus inflexus</i> Lindl.	Puuts'mukuy	H		•					1
<b>Passifloraceae</b>	<i>Prosthechea boothiana</i> (Lindl.) W. E. Higgins	DC	H		•					1
	<i>Passiflora serratifolia</i> L.	Amapola	H		•					1
<b>Phyllanthaceae</b>	<i>Astrocasia tremula</i> (Griseb.) G.L.Webster	Páay juul	Ar		•		•			2
	<i>Phyllanthus mocinianus</i> Baill.	DC	Ar				•			1
<b>Plantaginaceae</b>	<i>Russelia campechiana</i> Standl.	aak'	H				•			1
	<i>Russelia sarmentosa</i> Jacq.	DC	H			•				1
<b>Poaceae</b>	<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	DC	H				•			1
	<i>Zea mays</i> L.	Maíz	H	•		•	•	•		4
<b>Polygonaceae</b>	<i>Antigonon leptopus</i> Hook. & Arn.	Chak lóol makal	H		•					1

Familia	Especie	Nombre común	Ha	Presencia de especies						F
				1	2	3	4	5	6	
	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	Ts'iits'ilche'	A	•	•	•	•	•	•	6
	<i>Neomillspaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F Blake	Tsa' itsa	Ar	•	•			•		3
	<i>Podopterus mexicanus</i> Bonpl.	Sak báach	Ar	•						1
<b>Primulaceae</b>	<i>Samolus ebracteatus</i> Kunth	DC	H	•	•					2
	<i>Psychotria pubescens</i> Sw.	K'aanan	A				•	•		2
<b>Rubiaceae</b>	<i>Spermacoce verticillata</i> L.	Sak sajun	H						•	1
	<i>Morinda royoc</i> L.	Piñuela	Ar					•		1
<b>Salicaceae</b>	<i>Casearia thamnia</i> (L.) T. Samar. & M. H. Alford	Zapote amarillo	A	•		•	•	•		4
	<i>Melicoccus oliviformis</i> Kunth	Huaya india	A			•	•	•		3
<b>Sapindaceae</b>	<i>Talisia floresii</i> Standl.	K'oolok	A	•						1
	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.	K'an chunúup	A	•	•	•	•	•		5
<b>Smilacaceae</b>	<i>Smilax spinosa</i> Mill.	Xakén aak'	H	•						1
<b>Solanaceae</b>	<i>Physalis pubescens</i> L.	P'aak nul	H				•			1
<b>Tiliaceae</b>	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> Rose	Joolol	A	•	•	•	•	•		5
<b>Ulmaceae</b>	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Sak pixoy	A	•	•	•	•	•	•	6
	<i>Lantana camara</i> L.	Xiiw	Ar				•			1
<b>Verbenaceae</b>	<i>Lantana velutina</i> M. Martens & Galeotti	DC	Ar				•			1
	<i>Stachytarpheta miniacea</i> Moldenke	DC	H	•				•		2
<b>Zygophyllaceae</b>	<i>Guaiacum sanctum</i> L.	Palo santo	Ar	•						1

Leyenda: Ha hábito, DC desconocido, A arbórea, Ar arbustiva, H herbácea, Feb febrero, May mayo, Oct Octubre, Dic diciembre, F frecuencia.



**Cuadro A28. Listado de especies presentes en la cosecha de mayo.**

Familia	Especie	Nombre común	Ha	presencia de especies						F
				1	2	3	4	5	6	
<b>Apocynaceae</b>	<i>Cascabela gaumeri</i> (Hemsl.) Lippold	Campanilla	A				•			1
<b>Araliaceae</b>	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch	Sak chakaj	A				•			1
<b>Arecaceae</b>	<i>Sabal mexicana</i> Mart.	Huano	A	•	•					2
<b>Astareceae</b>	<i>Sphagneticola trilobata</i> (L.) Pruski	K'utumbuy	H				•			1
	<i>Tithonia rotundifolia</i> (Mill.) S.F. Blake	Súun	H				•	•		2
<b>Bignoniaceae</b>	<i>Amphilophium paniculatum</i> (L.) Kunth	Luuch pich'	H					•		1
<b>Burseraceae</b>	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chaka	A	•	•	•	•	•	•	6
<b>Cactaceae</b>	<i>Strophocactus testudo</i> (Karw. ex Zucc.) Bauer	Pitaya de tortuga	H	•		•	•	•	•	5
<b>Capparaceae</b>	<i>Quadrella incana</i> (Kunth) Iltis & Cornejo	<i>Bojk'anche'</i>	Ar	•						1
<b>Combretaceae</b>	<i>Terminalia buceras</i> (L.) C. Wright	Pukté	A			•			•	2
<b>Convolvulaceae</b>	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	Ke'elil choko kat	H		•		•	•	•	4
	<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urban.	Tso' ots' aak'	H	•						1
<b>Erythroxylaceae</b>	<i>Erythroxylum areolatum</i> L.	DC	Ar					•		1
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Croton chichenensis</i> Lundell	Éck baalam	Ar	•						1
	<i>Croton reflexifolius</i> Kunth	P'e'es' kúuch	Ar					•		1
	<i>Euphorbia schlechtendalii</i> Boiss.	Sak chakáah	Ar	•						1
	<i>Jatropha curcas</i> L.	Pinoncillo	Ar	•						1
	<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	Box káatsim	Ar	•					•	2
<b>Fabaceae</b>	<i>Bauhinia divaricata</i> L.	Pata de vaca	Ar				•			1
	<i>Caesalpinia yucatanensis</i> (Britton & Rose) Greenm.	Tak'inche	Ar						•	1
	<i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.	Kitim che'	Ar			•	•	•		3
	<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	Ts'u ts' uk	Ar	•						1
	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	DC	A					•		1

Familia	Especie	Nombre común	Ha	presencia de especies						F
				1	2	3	4	5	6	
	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	Waxin	A	•						1
	<i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth	Baal che'	A				•			1
	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i> Pittier	Ya'ax xu'ul	A				•			1
	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tsalam	A				•			1
	<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Jeech	Ar				•			1
	<i>Mimosa bahamensis</i> Benth.	Káatsim blanco	A	•						1
	<i>Mimosa pudica</i> L.	Dormilona	H					•		1
	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Jabin	A		•					1
	<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	Box kaatsim	A		•			•	•	3
	<i>Senna racemosa</i> (Mill.) H.S. Irwin & Barneby	K'an ja' abin	Ar					•		1
	<i>Swartzia cubensis</i> (Britton & P. Wilson) Standl.	K'aatal oox	A	•	•					2
	<i>Vachellia collinsii</i> (Saff.) Seigler & Ebinger	Subin	Ar						•	1
	<i>Vachellia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Seigler & Ebinger	DC	A	•						1
<b>Lamiaceae</b>	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Ya'axnik	A	•						1
	<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R. Br.	Jaras xiiw	H		•		•			2
<b>Malvaceae</b>	<i>Waltheria indica</i> L.	Escoba	H			•				1
<b>Meliaceae</b>	<i>Melia azedarach</i> L.	DC	A			•	•	•		3
<b>Moraceae</b>	<i>Cecropia peltata</i> L.	K'áaxil	A				•			1
<b>Myrtaceae</b>	<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.	Box poól	A		•			•	•	3
	<i>Psidium guajava</i> L.	Pichi	A				•			1
<b>Passifloraceae</b>	<i>Turnera diffusa</i> Willd. ex Schult.	Damiana	H	•						1
<b>Poaceae</b>	<i>Zae mays</i> L.	Maíz	H	•						1
<b>Polygonaceae</b>	<i>Antigonon leptopus</i> Hook. & Arn.	Makal	H	•		•				2
	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	Ts'iits'ilche'	A	•	•		•	•		4
	<i>Neomillspaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F Blake	Tsa' itsa	Ar					•		1

Familia	Especie	Nombre común	Ha	presencia de especies						F
				1	2	3	4	5	6	
Rubiaceae	<i>Psychotria pubescens</i> Sw.	K'aanan	A	•						1
	<i>Randia aculeata</i> L.	Tinta che'	Ar						•	1
	<i>Randia obcordata</i> S. Watson	Peech kitam	Ar						•	1
Rutaceae	<i>Pilocarpus racemosus</i> Vahl	DC	A			•			•	2
Salicaceae	<i>Casearia thamnia</i> (L.) T. Samar. & M. H. Alford	Zapote amarillo	A					•		1
Sapindaceae	<i>Allophylus cominia</i> (L.) Sw.	Sak pixoy	A				•			1
	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.	K'an chunúup	A		•	•				2
	<i>Serjania yucatanensis</i> Standl.	Chéen peek'	H	•						1
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	Zapote	A			•				1
Solanaceae	<i>Solanum asperum</i> Rich.	DC	Ar	•						1
Tiliaceae	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> Rose	Joolol	A	•		•			•	3
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Sak pixoy	A	•		•			•	3

Leyenda: Ha hábito, DC desconocido, A arbórea, Ar arbustiva, H herbácea, Feb febrero, May mayo, Oct Octubre, Dic diciembre, F frecuencia.

**Cuadro A29. Listado de especies presentes en la cosecha de miel de diciembre.**

Familia	Especie	Nombre común	Ha	Presencia de especies						F
				1	2	3	4	5	6	
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Chéechem	A		•					1
	<i>Spondias mombin</i> L.	Jobó	A				•			1
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch	Sak chakaj	A			•				1
Astareceae	<i>Sphagneticola trilobata</i> (L.) Pruski	K'utumbuy	H				•			1
	<i>Trixis inula</i> Crantz	Sak tah	Ar	•					•	2
	<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng.	Tahonal	H			•				1
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chaka	A	•	•	•			•	4
Cactaceae	<i>Nopalea gaumeri</i> Britton & Rose	Tsakam	H					•		1
	<i>Strophocactus testudo</i> (Karw. ex Zucc.) Bauer	Pitaya de tortuga	H	•				•		2
Clusiaceae	<i>Clusia rosea</i> Jacq.	Chuunup	A	•						1
Combretaceae	<i>Terminalia buceras</i> (L.) C. Wright	Pukté	A						•	1
Convolvulaceae	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	Ke'elil choko kat	H	•			•	•		3
	<i>Ipomoea crinicalyx</i> S. Moore	Is ak'el	H				•	•		2
	<i>Ipomoea tuxtliensis</i> House	Le'aak'	H				•	•	•	3
	<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urban.	Tso' ots' aak'	H		•					1
	<i>Turbina corymbosa</i> (L.) Raf.	Xtabentun	H					•		1
Cucurbitaceae	<i>Cionosicyus excisus</i> (Griseb.) C. Jeffrey	Calabacilla	H					•		1
	<i>Cucurbita lundelliana</i> L.H. Bailey	Xburut	H				•			1
Euphorbiaceae	<i>Cnidioscolus aconitifolius</i> (Mill.) I.M. Johnst.	Chaya silvestre	Ar			•				1
	<i>Croton chichenensis</i> Lundell	Éck baalam	Ar	•	•	•			•	4
	<i>Croton reflexifolius</i> Kunth	P'e'es' kúuch	Ar						•	1
	<i>Euphorbia dioeca</i> Kunth	Xana mukuy	H	•	•	•			•	4
	<i>Euphorbia schlechtendalii</i> Boiss.	Sak chakáah	Ar			•				1
	<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	Box káatsim	Ar	•		•			•	3

Familia	Especie	Nombre común	Ha	Presencia de especies						F
				1	2	3	4	5	6	
	<i>Ateleia gummifera</i> (DC.) D.Dietr.	DC	Ar						•	1
	<i>Sebastiania adenophora</i> Pax & K. Hoffm.	Chechem blanco	A		•					1
	<i>Cassia fistula</i> L.	Lluvia de oro	A					•		1
	<i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.	Kitim che'	Ar			•				1
	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	DC	A	•						1
	<i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth	Baal che'	A						•	1
<b>Fabaceae</b>	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tsalam	A						•	1
	<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	Box kaatsim	A	•						1
	<i>Senna pallida</i> (Vahl) H. S. Irwin & Barneby	Ch'iilib mich	Ar		•				•	2
	<i>Senna racemosa</i> (Mill.) H.S. Irwin & Barneby	K'an ja' abin	Ar	•	•				•	3
	<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Jeech	Ar					•		1
<b>Lamiaceae</b>	<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R. Br.	Jaras xiiw	H	•	•					2
<b>Loranthaceae</b>	<i>Psittacanthus mayanus</i> Standl. & Steyerf.	Káawis	H	•						1
	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Ceiba	A		•					1
<b>Malvaceae</b>	<i>Hampea trilobata</i> Standl.	Majaua	Ar			•				1
	<i>Sida acuta</i> Burm. f.	Chi'ichi bej.	Ar				•	•	•	3
<b>Meliaceae</b>	<i>Melia azedarach</i> L.	DC	A						•	1
<b>Myrtaceae</b>	<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.	Box poól	A	•						1
	<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	X'pichi'che'	Ar		•	•	•			3
<b>Passifloraceae</b>	<i>Turnera diffusa</i> Willd. ex Schult.	Damiana	H			•				1
<b>Phyllanthaceae</b>	<i>Astrocasia tremula</i> (Griseb.) G.L.Webster	Páay juul	A	•						1
	<i>Antigonon leptopus</i> Hook. & Arn.	Makal	H			•				1
<b>Polygonaceae</b>	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	Ts'iits'ilche'	A	•		•				2
	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck.	China	A				•			1
<b>Rutaceae</b>	<i>Pilocarpus racemosus</i> Vahl	DC	A			•				1
<b>Salicaceae</b>	<i>Casearia corymbosa</i> Kunth	Ix iim che'	A			•				1

Familia	Especie	Nombre común	Ha	Presencia de especies						F
				1	2	3	4	5	6	
	<i>Casearia thamnina</i> (L.) T. Samar. & M. H. Alford	Zapote amarillo	A	•	•	•				3
<b>Sapindaceae</b>	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.	K'an chunúup	A		•				•	2
<b>Solanaceae</b>	<i>Cestrum nocturnum</i> L.	Galán de noche	Ar		•					1
<b>Tiliaceae</b>	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> Rose	Joolol	A	•	•	•	•			4
<b>Ulmaceae</b>	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Sak pixoy	A	•		•	•	•		4
<b>Verbenaceae</b>	<i>Lantana camara</i> L.	Xiiw	Ar			•				1

Leyenda: Ha hábito, DC desconocido, A arbórea, Ar arbustiva, H herbácea, Feb febrero, May mayo, Oct Octubre, Dic diciembre, F frecuencia.

**Cuadro A30. Listado general de especies polínicas encontradas en las 19 muestras de miel.**

Familia	Especie	Nombre común	Ha.	Presencia de especies				F
				Feb.	Mayo	Oct.	Dic.	
Acanthaceae	<i>Justicia campechiana</i> Standl. ex Lundell	Damiana	H	X				1
	<i>Ruellia pereducta</i> Standl. ex Lundell	DC	H	X				1
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Chéechem	A	X			X	2
	<i>Spondias mombin</i> L.	Jobó	A	X		X	X	3
Annonaceae	<i>Mosannonna depressa</i> (Baill.) Chatrou	Boox éelemuy	A	X				1
Apocynaceae	<i>Asclepias curassavica</i> L.	Xpol-kuts	H	X				1
	<i>Cascabela gaumeri</i> (Hemsl.) Lippold	Campanilla	A		X			1
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch	Sak chakaj	A		X		X	2
Arecaceae	<i>Chamaedorea seifrizii</i> Burret	Xiat	A	X				1
	<i>Sabal mexicana</i> Mart.	Huano	A	X	X			2
	<i>Sabal yapa</i> C. Wright. ex Becc.	Huano	A	X				1
	<i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f.	Ch'it	A	X				1
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L. var. minor (Blume) Sherff	K'an múul	H	X				1
	<i>Bidens squarrosa</i> Kunth.	Cruznan aak'	H	X				1
	<i>Pluchea odorata</i> (L.) Cass.	Tok'aban	H	X				1
	<i>Sphagneticola trilobata</i> (L.) Pruski	K'utumbuy	H	X	X		X	3
	<i>Tithonia rotundifolia</i> (Mill.) S.F. Blake	Súun	H	X	X			2
	<i>Trixis inula</i> Crantz	Sak tah	Ar	X		X	X	3
	<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng.	Tahonal	H	X			X	2
	Bignoniaceae	<i>Amphilophium paniculatum</i> (L.) Kunth	Luuch pich'	H		X		
<i>Crescentia cujete</i> L.		Jícara	A	X				1
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Chuun	A	X				1
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chaka	A	X	X	X	X	4
Cactaceae	<i>Nopalea gaumeri</i> Britton & Rose	Tsakam	H				X	1

Familia	Especie	Nombre común	Ha.	Presencia de especies				F
				Feb.	Mayo	Oct.	Dic.	
	<i>Strophocactus testudo</i> (Karw. ex Zucc.) Bauer	Pitaya de tortuga	H	X	X	X	X	4
<b>Cannabaceae</b>	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Muk	Ar	X				1
<b>Capparaceae</b>	<i>Quadrella incana</i> (Kunth) Iltis & Cornejo	<i>Bojk'anche'</i>	Ar		X			1
<b>Clusiaceae</b>	<i>Clusia rosea</i> Jacq.	Chunup	A				X	1
<b>Combretaceae</b>	<i>Terminalia buceras</i> (L.) C. Wright	Pukté	A	X	X		X	3
	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	Ke'elil choko kat	H	X	X		X	3
	<i>Ipomoea crinalyx</i> S. Moore	Is ak'el	H	X			X	2
<b>Convolvulaceae</b>	<i>Ipomoea tuxtliensis</i> House	Le'aak'	H				X	1
	<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urban.	Tso' ots' aak'	H	X	X		X	3
	<i>Operculina pinnatifida</i> (Kunth)	K'as káat	H	X				1
	<i>Turbina corymbosa</i> (L.) Raf.	Xtabentun	H	X			X	2
<b>Cucurbitaceae</b>	<i>Cionosicyus excisus</i> (Griseb.) C. Jeffrey	Calabacilla	H				X	1
	<i>Cucurbita lundelliana</i> L.H. Bailey	Xburut	H				X	1
<b>Cyperaceae</b>	<i>Eleocharis cellulosa</i> Torr.	DC	H	X				1
<b>Ebenaceae</b>	<i>Diospyros salicifolia</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Pisit che	A	X				1
<b>Erythroxylaceae</b>	<i>Erythroxylum areolatum</i> L.	DC	Ar		X			1
	<i>Acalypha gentlei</i> Atha	DC	H	X				1
	<i>Argythamnia lundellii</i> J.W. Ingram.	DC	H	1				1
	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i> (Mill.) I.M. Johnst.	Chaya silvestre	Ar				X	1
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Croton chichenensis</i> Lundell	Éck baalam	Ar	X	X		X	3
	<i>Croton cortesianus</i> Kunth	DC	Ar	X				1
	<i>Croton glabellus</i> L.	P'ele'es k'uuch	Ar	X				1
	<i>Croton millspaughii</i> Standl.	Éek baalam	Ar	X				1
	<i>Croton reflexifolius</i> Kunth	P'e'es' kúuch	Ar		X	X	X	3
	<i>Euphorbia dioeca</i> Kunth	Xana mukuy	H	X			X	2
	<i>Euphorbia schlechtendalii</i> Boiss.	Sak chakáah	Ar	X	X		X	3



Familia	Especie	Nombre común	Ha.	Presencia de especies				F
				Feb.	Mayo	Oct.	Dic.	
	<i>Jatropha curcas</i> L.	Pinoncillo	Ar	X	X			2
	<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	Box káatsim	Ar	X	X		X	3
	<i>Sebastiania adenophora</i> Pax & K. Hoffm.	Chechem blanco	A				X	1
	<i>Acaciella angustissima</i> (Mill.) Britton & Rose	Jicarillo	Ar	X				1
	<i>Ateleia gummifera</i> (DC.) D.Dietr.	DC	Ar				X	1
	<i>Bauhinia unguolata</i> L.	Pata de vaca	Ar	X				1
	<i>Bauhinia herrerae</i> (Britton & Rose) Standl. & Steyererm.	Ki' biix	H	X				1
	<i>Bauhinia jenningsii</i> Paul G. Wilson	Sak ts' ulub took'	Ar			X		1
	<i>Caesalpinia yucatanensis</i> (Britton & Rose) Greenm.	Tak'inche	A	X	X			2
	<i>Cassia fistula</i> L.	Lluvia de oro	A				X	1
	<i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.	Kitim che'	Ar	X	X	X	X	4
	<i>Diphysa carthagenensis</i> Jacq.	Ts'u ts' uk	Ar	X	X			2
	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	DC	A		X		X	2
	<i>Haematoxylum campechianum</i> L.	Palo de tinte	A	X				1
Fabaceae	<i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose	Chukum	A	X				1
	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	Waxin	A	X	X			2
	<i>Lonchocarpus punctatus</i> Kunth	Baal che'	A	X	X		X	3
	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i> Pittier	Ya'ax xu'ul	A		X			1
	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	Tsalam	A	X	X	X	X	4
	<i>Bauhinia divaricata</i> L.	Pata de vaca	Ar		X	X		2
	<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Jeech	Ar	X	X		X	3
	<i>Mimosa bahamensis</i> Benth.	Káatsim blanco	A	X	X			2
	<i>Mimosa pudica</i> L.	Dormilona	H	X	X			2
	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Jabin	A	X	X			2
	<i>Pithecellobium keyense</i> Britton	Ya'ax k'aax	A	X				1
	<i>Pithecellobium lanceolatum</i> (Willd.) Benth.	Conchil	A	X				1

Familia	Especie	Nombre común	Ha.	Presencia de especies				F
				Feb.	Mayo	Oct.	Dic.	
	<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	Box kaatsim	A	X	X		X	3
	<i>Senna pallida</i> (Vahl) H. S. Irwin & Barneby	Ch'iilib mich	Ar				X	1
	<i>Senna racemosa</i> (Mill.) H.S. Irwin & Barneby	K'an ja' abin	Ar	X	X		X	3
	<i>Sphinga platyloba</i> (Bertero ex DC.) Barneby & J.W. Grimes	Nook'ol aak'	Ar	X				1
	<i>Swartzia cubensis</i> (Britton & P. Wilson) Standl.	K'aatal oox	A	X	X			2
	<i>Vachellia collinsii</i> (Saff.) Seigler & Ebinger	Subin	Ar		X			1
	<i>Vachellia pennatula</i> (Schtdl. & Cham.) Seigler & Ebinger	DC	A		X			1
<b>Gentianaceae</b>	<i>Lisianthus axillaris</i> (Hemsl.) Kuntze	Chile rojo	H	X				1
	<i>Cornutia pyramidata</i> L.	Loob che'	A	X				1
	<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R. Br.	Jaras xiiw	H	X	X		X	3
<b>Lamiaceae</b>	<i>Mesosphaerum pectinatum</i> (L.) Kuntze	Bastón de vieja	H	X				1
	<i>Ocimum campechianum</i> Mill.	X kakaltuum	H	X				1
	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	Ya'axnik	A	X	X			2
<b>Loranthaceae</b>	<i>Psittacanthus mayanus</i> Standl. & Steyerem.	Káawis	H	X			X	2
	<i>Abutilon permolle</i> (Willd.) Sweet	Sak míisbil	H	X				1
	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Ceiba	A	X			X	2
	<i>Corchorus siliquosus</i> L.	Malvavisco	Ar	X				1
	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	Algodón	Ar	X				1
<b>Malvaceae</b>	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Kabal pixoy	A	X				1
	<i>Hampea trilobata</i> Standl.	Majaua	Ar	X			X	2
	<i>Sida acuta</i> Burm. f.	Chi'ichi bej.	Ar	X			X	2
	<i>Triumfetta semitriloba</i> Jacq.	DC	Ar	X				1
	<i>Waltheria indica</i> L.	Escoba	H	X	X			2
<b>Meliaceae</b>	<i>Melia azedarach</i> L.	DC	A	X	X	X	X	4
<b>Menispermaceae</b>	<i>Cissampelos pareira</i> L.	Barba de viejo	H	X				1
<b>Moraceae</b>	<i>Cecropia peltata</i> L.	K'áaxil	A	X	X			2

Familia	Especie	Nombre común	Ha.	Presencia de especies				F
				Feb.	Mayo	Oct.	Dic.	
<b>Muntingiaceae</b>	<i>Muntingia calabura</i> L.	Capulincillo	A	X				1
	<i>Eugenia capuli</i> (Schlech. & Cham.) Hook & Arn.	DC	Ar	X				1
<b>Myrtaceae</b>	<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merr.	Box poól	A	X	X		X	3
	<i>Psidium guajava</i> L.	Pichi	A	X	X			2
	<i>Psidium sartorianum</i> (O. Berg) Nied.	X'pichi'che'	Ar	X			X	2
<b>Nyctaginaceae</b>	<i>Pisonia aculeata</i> L.	Chak muk	H	X				1
<b>Orchidaceae</b>	<i>Brassavola nodosa</i> ; (L.) Lindl.	DC	H	X				1
	<i>Ornithocephalus inflexus</i> Lindl.	Puuts'mukuy	H	X				1
	<i>Prosthechea boothiana</i> (Lindl.) W. E. Higgins	DC	H	X				1
<b>Passifloraceae</b>	<i>Turnera diffusa</i> Willd. ex Schult.	Damiana	H		X		X	2
	<i>Passiflora serratifolia</i> L.	Amapola	H	X				1
<b>Phyllanthaceae</b>	<i>Astrocasia tremula</i> (Griseb.) G.L.Webster	Páay juul	A	X			X	2
	<i>Phyllanthus mocinianus</i> Baill.	DC	Ar	X				1
<b>Plantaginaceae</b>	<i>Russelia campechiana</i> Standl.	Aak'	H	X				1
	<i>Russelia sarmentosa</i> Jacq.	DC	H	X				1
<b>Poaceae</b>	<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	DC	H	X				1
	<i>Zae mays</i> L.	Maíz	H	X	X			2
<b>Polygonaceae</b>	<i>Antigonon leptopus</i> Hook. & Arn.	Chak lóol makal	H	X	X		X	3
	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	Ts'iits'ilche'	A	X	X	X	X	4
	<i>Neomillspaughia emarginata</i> (H. Gross) S.F Blake	Tsa' itsa	Ar	X	X			2
	<i>Podopterus mexicanus</i> Bonpl.	Sak báach	Ar	X		X		2
<b>Primulaceae</b>	<i>Samolus ebracteatus</i> Kunth	DC	H	X				1
<b>Rubiaceae</b>	<i>Morinda royoc</i> L.	Piñuela	Ar	X				1
	<i>Psychotria pubescens</i> Sw.	K'aanan	A	X	X			2
	<i>Randia aculeata</i> L.	Tinta che'	Ar		X			1
	<i>Randia obcordata</i> S. Watson	Peech kitam	Ar		X			1

Familia	Especie	Nombre común	Ha.	Presencia de especies				F
				Feb.	Mayo	Oct.	Dic.	
	<i>Spermacoce verticillata</i> L.	Sak sajun	H	X				1
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck.	China	A				X	1
	<i>Pilocarpus racemosus</i> Vahl	DC	A		X		X	2
Salicaceae	<i>Casearia corymbosa</i> Kunth	Ix iim che'	A				X	1
	<i>Casearia thamnina</i> (L.) T. Samar. & M. H. Alford	Zapote amarillo	A	X	X		X	3
Sapindaceae	<i>Allophylus cominia</i> (L.) Sw.	Sak pixoy	A		X			1
	<i>Melicoccus oliviformis</i> Kunth	Huaya india	A	X				1
	<i>Serjania yucatanensis</i> Standl.	Chéen peek'	H		X			1
	<i>Talisia floresii</i> Standl.	K'oolok	A	X				1
	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk.	K'an chunúup	A	X	X		X	3
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	Zapote	A	X	X			2
Smilacaceae	<i>Smilax spinosa</i> Mill.	Xakén aak'	H	X				1
Solanaceae	<i>Cestrum nocturnum</i> L.	Galán de noche	Ar				X	1
	<i>Physalis pubescens</i> L.	P'aak nul	H	X				1
	<i>Solanum asperum</i> Rich.	DC	Ar		X			1
Tiliaceae	<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> Rose	Joolol	A	X	X	X	X	4
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Sak pixoy	A	X	X	X	X	4
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i> L.	Xiiw	Ar	X			X	2
	<i>Lantana velutina</i> M. Martens & Galeotti	DC	Ar	X				1
	<i>Stachytarpheta miniacea</i> Moldenke	DC	H	X				1
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum sanctum</i> L.	Palo santo	Ar	X				1
<b>TOTAL</b>				117	60	14	56	

Leyenda: Ha hábito, DC desconocido, A arbórea, Ar arbustiva, H herbácea, Feb febrero, May mayo, Oct Octubre, Dic diciembre, F frecuencia.