



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE QUINTANA ROO

DIVISIÓN DE DESARROLLO SUSTENTABLE

---

**“Caracterización botánica y bromatológica de la miel de  
*Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) en un apiario en Isla  
Cozumel, Quintana Roo, México”**

---

TESIS

Para obtener el grado de  
**Licenciado en Manejo de Recursos Naturales**

PRESENTA

**Br. Víctor Misael Pérez Tec**

DIRECTOR DE TESIS

**Dra. Martha Angélica Gutiérrez Aguirre**

ASESORES

**Dr. Adrián Cervantes Martínez**

**Dr. Víctor Hugo Delgado Blas**





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE QUINTANA ROO

## DIVISIÓN DE DESARROLLO SUSTENTABLE

Tesis elaborada bajo la supervisión del Comité de Tesis  
del programa de licenciatura y aprobada como requisito  
para obtener el grado de:

### **Licenciado en Manejo de Recursos Naturales**

#### COMITÉ DE TESIS

Director: Dra. Martha Angélica Gutiérrez Aguirre

A blue ink signature of Dra. Martha Angélica Gutiérrez Aguirre.

Asesor: Dr. Adrián Cervantes Martínez

A blue ink signature of Dr. Adrián Cervantes Martínez.

Asesor: Dr. Víctor Hugo Delgado Blas

A blue ink signature of Dr. Víctor Hugo Delgado Blas.



Cozumel, Quintana Roo México, octubre 2022



## Declaratoria de originalidad

**Víctor Misael Pérez Tec**

En mi calidad de autor de la tesis titulada “Caracterización botánica y bromatológica de la miel de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) en un apiario en Isla Cozumel, Quintana Roo, México”, que presento para obtener el título de licenciado en Manejo de Recursos Naturales, declaro bajo protesta de decir verdad que:

1. Este trabajo de tesis es inédito y original, de mi propia autoría intelectual.
2. Que si bien contiene parcialidades del contenido de obras, las mismas son citadas y respaldadas en el reconocimiento del derecho moral de los autores; por lo que no es una traducción ni una versión mejorada de otro documento publicado o aún sin publicar.
3. No ha sido utilizada anteriormente para obtener algún grado académico, ni ha sido publicado por cualquier medio.
4. En todas las citas y las paráfrasis que utilizo, identifico las fuentes originales e incluyo las referencias completas en el apartado correspondiente.
5. Identifico la procedencia de las tablas y figuras (gráficas, mapas, diagramas, esquemas, ilustraciones, arte digital, fotografías u otros) previamente publicadas, reconociendo el derecho moral de los autores.
6. Todos los contenidos de esta tesis están libres de derechos de autor y asumo la responsabilidad de cualquier litigio o reclamación relacionada con derechos de propiedad intelectual, exonerando de toda responsabilidad a la Universidad de Quintana Roo.
7. Reconozco que la Universidad de Quintana Roo no comparte necesariamente las afirmaciones que en esta tesis se plantean.

Cozumel, Quintana Roo, a 19 de septiembre de 2022

|   |  |
|---|--|
| <br>_____<br>Víctor Misael Pérez Tec | <br>_____<br>Dra. Martha Angelica Gutiérrez Aguirre<br>Director de tesis |
|   | <br>_____<br>Dr. Adrián Cervantes Martínez<br>Asesor propietario         |



|  |  |
|--|--|
|  | <br>Dr. Víctor Hugo Delgado Blas<br>Asesor propietario     |
|  | <br>Dra. Jennifer Denisse Ruiz Ramírez<br>Asesor suplente |
|  | <br>Dr. Oscar Frausto Martínez<br>Asesor suplente       |

## **DEDICATORIA**

*A mi familia por apoyarme y acompañarme en los mejores y peores momentos durante mi proceso como estudiante, sin ellos no hubiera logra mi meta.*

### **A mis padres**

*Pedro Claver Perez Quintanilla y María Luciana Tec Kumul, gracias por ser mi soporte y acompañarme en todo momento para que nada me faltara, por sus consejos, amor y paciencia que siempre me dieron.*

### **A mis hermanas**

*Malena, Viviana, Clarisa y mi sobrina Romina, gracias por échame porras durante mi tesis, hacer mi día más divertido y ser mi alegría en momentos difíciles.*

**GRACIAS, POR TANTO**

## AGRADECIMIENTOS

*Al mi director de tesis la Dra. Martha Gutiérrez Aguirre, en compañía del Dr. Adrián Cervantes Martínez, gracias por brindarme su valioso tiempo y ayuda en todo momento durante el desarrollo de mi tesis. Y por ser parte importante en mi formación como estudiante.*

*A los apicultores del grupo "Bee Friendly Cozumel" Martha Chávez y William, gracias por su tiempo y sus conocimientos durante las salidas de campo para la recolección de las muestras de miel*

*A mis compañeros de la licenciatura, por hacerme pasar momentos inolvidables, vivir las mejores aventuras juntos y hacer más divertido todo el proceso de la licenciatura*

*A mis amigas Yocelyne, Lupita y Andrea, gracias por sus consejos y los momentos divertidos que pasamos para ayudarme a fluir de una manera divertida mi proceso universitario.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|   |    |
|---|----|
| RESUMEN .....   | 1  |
| INTRODUCCIÓN .....  | 2  |
| ANTECEDENTES .....  | 5  |
| JUSTIFICACIÓN .....   | 10 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....   | 12 |
| OBJETIVO .....  | 13 |
| OBJETIVOS PARTICULARES .....  | 13 |
| ÁREA DE ESTUDIO .....   | 14 |
| Localización .....  | 14 |
| Climatología .....  | 14 |
| Zona de muestreo .....  | 14 |
| MATERIALES Y MÉTODOS.....   | 16 |
| Trabajo de campo: colecta y etiquetado de la muestra .....                            | 16 |
| Preparación de las muestras .....   | 17 |
| Identificación botánica de los granos de polen (método cualitativo).....              | 18 |
| Clasificación por cantidad de elementos totales de la miel (método cuantitativo) .... | 18 |
| Fichas informativas de la flora melífera .....  | 19 |
| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO.....   | 19 |
| Procedimiento para determinar la humedad: .....                                       | 19 |
| Procedimiento para determinar acidez libre:.....                                      | 19 |
| Procedimiento para determinar sólidos insolubles en agua:.....                        | 20 |
| Procedimiento para determinar conductividad eléctrica: .....                          | 20 |
| RESULTADOS.....   | 23 |
| LISTADO POLÍNICO.....   | 25 |
| ANÁLISIS BROMATOLÓGICO.....   | 35 |
| INFORMANTES CLAVE .....   | 37 |
| DISCUSIÓN .....   | 38 |
| CONCLUSIÓN .....  | 43 |
| ANEXOS .....  | 45 |
| LITERATURA CITADA.....  | 96 |

## RESUMEN

La vegetación de Cozumel se encuentra entre las más desarrolladas de las islas de la península de Yucatán. Contando con vegetación de dunas costera seguida por el tasistal, el manglar, la selva baja caducifolia y que culmina con la selva mediana subcaducifolia en la porción central de la isla. Estos ecosistemas requieren de un proceso llamado, polinización, a lo que da lugar a la producción de semillas y frutos, este proceso se lleva a cabo en la etapa florística de la planta, que es realizado por la abeja. La apicultura en la península de Yucatán es una actividad importante, que da lugar a la producción de miel, en los mercados internacionales es apreciada por su color, aroma y sabor, que depende de las condiciones bióticas y abióticas particulares de la región. En este trabajo se presenta un estudio para conocer las características botánicas y bromatológicas de la miel de *Apis mellifera scutellata* en dos temporadas de cosecha en el apiario del grupo “Bee Friendly Cozumel” en Cozumel, Quintana Roo, México. Se realizó un análisis melisopalinológico cualitativo y cuantitativo para conocer el origen botánico por medio de la cuantificación de granos de polen. Se realizaron los análisis de los siguientes parámetros: humedad, acidez libre, sólidos disueltos en agua y conductividad eléctrica, basándonos los lineamientos de la NOM-004-SAG/GAN-2018. En los resultados se obtuvo un total de 28 especies de polen de la cosecha de mayo y 23 especies de polen en la cosecha de septiembre. Se obtuvo un total de 41, 861 granos de polen tras la cuantificación total de la cosecha del 2021, mencionando que existen especies vegetativas con más presencia que otras. Así mismo, para conocer las características bromatológicas de las muestras de miel analizadas. Con base a los resultados, se concluye que la miel analizada de las dos temporadas de este estudio se encuentra en buenas condiciones, sin embargo, existen factores ambientales o externos que cambian la composición de la miel como las lluvias y sequías, haciendo que rebase el límite permitido en su calidad como la humedad y acidez libre. La información proporcionada en este estudio y por los apicultores, permitió sentar las bases para el conocimiento ambiental, social y económico de la apicultura y fortalecer esta actividad ancestral en la isla. Finalmente, con este trabajo, se abren nuevas áreas de investigación que puedan servir como base para futuros estudios relacionados a aspectos botánicos y bromatológicos para la producción de miel en la isla de Cozumel.

Palabras claves: Apicultura, melisopalinología, bromatología, flora melífera, polen

## INTRODUCCIÓN

Los inicios del manejo de abejas en la Península de Yucatán parten desde épocas prehispánicas, y su gran desarrollo que alcanzó la meliponicultura (cría de abejas sin aguijón) propició la comercialización de la miel y la cera. Estos productos se utilizaron como una de las formas de pago tributario. En la Península de Yucatán, la meliponicultura se ha venido desarrollando tradicionalmente, y ha sido la abeja "Xunan cab" (*Melipona beecheii* Bennett, 1831) la que más se ha utilizado por ser la más común en ese entonces. (Villanueva y Colli-Ucan, 1996).

Posteriormente autores como (Villanueva & Collí, 1996) mencionan que la explotación apícola en relación con la abeja del género *Apis* se empezó a desarrollar a principios del siglo XX desplazando paulatinamente a la meliponicultura. A partir de entonces la apicultura empezó a cobrar gran relevancia económica. (Güemes-Ricalde y Pat-Fernández, 2001)

Desde entonces el desarrollo comercial de la miel se dio en la Península de Yucatán a partir de la década de los años 30's, (principalmente en el estado de Yucatán y posteriormente en Campeche y Quintana Roo) y es a partir de esa fecha que se da un fuerte impulso a la apicultura; la difusión cada vez mayor de los beneficios que otorga esta actividad, ocasionó que la gente se interesara más en ella y que las empresas comenzaran a crecer, formándose así, asociaciones en toda la península (Gómez, 1990; INEGI. 2007).

Hoy por hoy, la apicultura en el estado de Quintana Roo es una actividad rentable que aprovecha los recursos florísticos de su entorno, es compatible con el cultivo tradicional de la milpa y con la conservación de la biodiversidad (SEDARI, 2001). Sin embargo, la apicultura ha mostrado un descenso en sus niveles de producción de miel, de las cuales las principales causas son: la africanización de las abejas, la presencia de enfermedades como la varroosis, el abandono de la actividad por un gran número de productores, la deficiente organización de los apicultores, la escasa asesoría y capacitación, los bajos precios de miel en el mercado (SEDARI, 2001), fenómenos tropicales como huracanes y el uso de agroquímicos. Quintana Roo tiene un gran potencial ya que existen muchos recursos naturales, a diferencia de otros estados que no tienen (Sands, 1984), lo que permitiría dar mayor valor agregado a la miel, a través de la certificación de origen orgánico (Güemes y Villanueva, 2002)

En el último censo agropecuario elaborado por el INEGI en 2007, presenta el documento “La apicultura en la Península de Yucatán” donde se tiene como propósito resaltar los aspectos que muestran, de acuerdo con los resultados del VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal, la importancia de la actividad apícola, tanto en el nivel peninsular y estatal como municipal, sin embargo, se pudo observar que durante ese periodo isla Cozumel estaba catalogado como ‘área sin unidades de producción’, entonces surgió la inquietud de porque es limitado el desarrollo de la apicultura en este municipio, si presenta gran riqueza vegetativa.

Una de las características importantes que tiene isla Cozumel es que posee una gran diversidad de vegetación, y se encuentra entre las más desarrolladas de las islas de la península de Yucatán (Flores, 1992; CONANP. 2007), y en general, existe un gradiente de vegetación bien definido que inicia a partir de la franja costera Este, con la vegetación de dunas costeras seguida por el tasistal, el manglar, la selva baja caducifolia y que culmina con la selva mediana subcaducifolia en la porción central de la isla, la cual se extiende hasta la costa oeste donde también persisten manchones de manglar (Romero-Nájera, 2004), mencionando que su composición florística posee casi el 40% de la flora presente en todo el estado de Quintana Roo (Sousa y Cabrera, 1983 citado por Téllez, 1987), que bien no ha sido aprovechado este recurso florístico, priorizando otras actividades como el turismo, ya que es la principal actividad económica de la isla y divide en dos segmentos: cruceros y buceo (Palafox-Muñoz *et al.*, 2015).

Los estudios relacionados a la apicultura, miel y abejas en isla Cozumel son escasos, nos limita a que no haya información literaria de donde investigar, por lo que este trabajo pretende abrir nuevas áreas de investigación que puedan servir como base para futuros trabajos.

La importante de este estudio es la relación entre la miel y la vegetación melífera presente en Cozumel, y son aquellas especies con flores que visitan las abejas para pecorear u obtener el polen y néctar que generalmente se encuentran en la base de los pétalos (Salvador y Vermont, 2011).

Por lo tanto, el propósito de esta investigación es caracterizar la miel de un apiario localizado en Cozumel, Quintana Roo, México para conocer su origen botánico, y así conocer la flora que específicamente visita la abeja, analizando muestras de miel con base a un estudio melisopalinológico, seguidamente entrevistas a informantes clave permitirá conocer la vegetación desde la perspectiva de un apicultor para corroborar datos, finalmente el análisis bromatológico para conocer las características físico y químicas en cada muestra de miel analizada.

---

## ANTECEDENTES

En el siguiente apartado se encontrará una serie de antecedentes de los autores destacados con relación a la melisopalinología, bromatología y vegetación melífera, tanto en la Península de Yucatán como en algunos estados del país.

Echazarreta *et al.* (1997); Güemes Ricalde *et al.*, (2003) indicaron que el 90% de la producción anual de miel proviene del flujo de néctar de dos especies, el 42% de *Viguiera dentata* (Cav.) Spreng. (floración entre diciembre y febrero) y 48% de *Gymnopodium floribundum* Rolfe (floración entre marzo y mayo) y el 10% restante proviene de leguminosas (Fabaceae) y especies trepadoras de Sapindaceae y Convolvulaceae, etc.

Recientemente Cetzal-Ix *et al.* (2019) mencionan que la producción de miel asociada a plantas fuertemente estacionales, su recolección se divide en dos épocas: la cosecha, que representa aproximadamente el 32% de la producción anual (marzo y abril) y la precosecha (octubre a diciembre), que genera el 40% de la producción de la región.

Aguilar-Hernández (2014), menciona que el estado de Quintana Roo, se caracteriza por el sistema de producción apícola e identificó las especies néctar-poliníferas más usadas en cuatro comunidades del municipio de Bacalar, por medio de entrevistas. Seleccionó 28 individuos de un total de 44 productores, como resultados los apicultores cuentan con un apiario para trabajar para ello el 25% menciona que cuenta hasta con 10 colmenas en su apiario, el 60% proporciona miel como alimento de auxilio. El 40% de los apicultores realizan sus cosechas en marzo y que más del 57% de los apicultores cosechó entre 125 y 250 kg de miel en 2014, en tanto en 2013 el mes de cosecha fue en marzo de lo cual el 24% de los apicultores obtuvo una producción entre 251 a 500 kg de miel. Finalmente, los apicultores mencionan que sólo 13 especies néctar-poliníferas dependen principalmente para la producción de miel en la zona de estudio. Pero el 70% de ellos mencionan al jabín (*Piscidia piscipula*), Chacá (*Bursera simaruba*), y tajonal (*Viguiera dentata*) como especies de mayor relevancia.

Moguel-Ordóñez *et al.* 2005 evaluaron la calidad fisicoquímica de las mieles de las abejas melíferas producidas en el estado de Yucatán de acuerdo con las técnicas propuestas por la Comisión Europea de la Miel (CEM), colectó muestras provenientes de tres etapas de producción (panal, acopio y exportación) y tres periodos de floración (tajonal, tzitzilché y árboles-enredaderas). Se realizó un análisis de varianza para evaluar diferencias en la calidad de la miel entre las etapas de manejo y periodo de floración. No se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en humedad y azúcares reductores; sin embargo, hubo variaciones ( $p < 0.05$ ) en el contenido de sacarosa, acidez libre, actividad de la diastasa, actividad de la invertasa, HMF y SI. La miel de tajonal presentó el mayor contenido de azúcares reductores (78.5 %), la de tzitzilché de HMF (17.9 mg/kg) y la de árboles-enredaderas en los parámetros de humedad (19.2 %), sacarosa (1.5 %), acidez libre (31.3 meq/kg), actividad de la diastasa (18.7 unidades Schade) y actividad de la invertasa (13.4) ( $p < 0.05$ ). Las mieles obtenidas en las diferentes etapas de producción y tipos de floración colectadas en Yucatán, cumplieron con los requisitos de calidad fisicoquímica establecidos por la CEM; sin embargo, se produjo una disminución de la calidad, debido a la exposición de la miel al calor durante y después de la extracción.

Moguel *et al.* (2005) mencionaron que respecto a la calidad de la miel en la Península es conveniente extremar los cuidados para no deteriorar su calidad fisicoquímica, ya que el exceso de humedad por cuestiones ambientales o por mal manejo de una cosecha, aumentan la presencia de los microorganismos en la miel, ocasionando una fermentación indeseada.

Guzmán (2003), menciona que el efecto de las temperaturas cálidas, propias del clima tropical, acelera la producción de HMF (Hidroxi-metil-furfural) que es un indicador de envejecimiento de la miel

Alaniz-Gutiérrez *et al.* (2017) realizaron una caracterización palinológica de mieles del valle de Mexicali, Baja California, México, para identificar los principales recursos nectaríferos y determinar el origen botánico durante dos periodos de cosecha anuales. Se analizaron 52 muestras de miel, recolectadas en 13 apiarios en junio y agosto de 2010 y 2011. Para identificar los tipos polínicos se conformó una colección de referencia que contiene polen acetolizado de 150 especies. Se identificaron 78 tipos polínicos, correspondientes a 33 familias. El 65% de las mieles fueron monoflorales, principalmente de *Tamarix spp.* (pino salado), *Prosopis spp.* (mezquite y tornillo) y en menor medida de *Pluchea sericea* (cachanilla), encontrándose una muestra de

*Sysimbrium irio* (Mostacilla), *Myrtaceae* (eucaliptos y/o cepillo rojo), *Phoenix dactylifera* (palma datilera), *Coriandrum sativum* (cilantro), y *Washingtonia filifera* (palma de abanico) respectivamente. Las mieles de *Prosopis* spp. fueron abundantes en las cosechas de junio, mientras que las de *Tamarix* spp. predominaron en las cosechas de agosto. Los análisis cuantitativos, permitieron ubicar el 52% de las muestras en la clase III, el 34% en la clase II, el 8% en la clase V, el 4% en la clase IV y el 2% en la I. De acuerdo con los estudios realizados se concluye que los principales recursos nectaríferos usados por *Apis mellifera* en el Valle de Mexicali son *Tamarix* spp. *Prosopis* spp. y *P. sericea*, los cuales a su vez constituyen los elementos más representativos de las mieles.

Córdova-Córdova *et al.* (2013) realizaron una caracterización botánica con un total de 12 mieles que fueron colectadas durante los ciclos de cosecha en los municipios de Huimanguillo, Cárdenas, Paraíso (región de La Chontalpa), Centla (región de los Pantanos) y Tacotalpa (región de La Sierra), del estado de Tabasco, con el objetivo de caracterizarlas botánicamente. Para la caracterización de las mieles se emplearon técnicas melisopalinológicas (análisis del polen) y técnicas físico-químicas (pH, cenizas y conductividad eléctrica). Los análisis físico-químicos no mostraron diferencias entre las muestras de miel, por lo que no pudieron ser útiles para su clasificación, mientras que la caracterización palinológica permitió identificar tres mieles monoflorales de *Cocos nucifera* (Centla), *Mimosa orthocarpa* var. *berlandieri* (Paraíso) y *Psidium* sp. (Tacotalpa), siete mieles poliflorales y dos mieles biorales de *Acalypha* sp. / *Bursera simaruba* (Tacotalpa) y *Gramineae* / *Celtis* sp. (Centla). Estos resultados muestran que en un mismo apiario se pueden cosechar dos diferentes tipos de miel según la temporada de cosecha. En general, en Tabasco se producen diferentes tipos de miel dependiendo de la región geográfica, aun cuando dicho estado no destaca en volumen de producción de miel, se comprobó que si podría competir a nivel comercial en la producción de mieles monoflorales que son apreciadas principalmente en la Unión Europea.

Castellanos-Potenciano (2012), estudió 40 muestras de miel de *Apis mellifera* L. con métodos melisopalinológicos, correspondientes a cuatro subregiones del estado de Tabasco. El polen de 29 taxa, la mayoría perteneciente a la flora nativa, fueron importantes ( $\geq 10\%$ ): *Avicennia germinans* (Acanthaceae); *Borreria verticillata* (Rubiaceae); *Bursera simaruba* (Burseraceae); *Cecropia obtusifolia* (Moraceae);

*Coccoloba aff. diversifolia* (Polygonaceae), *Conocarpus* sp. (Combretaceae), *Rumex* sp. 1. (Polygonaceae), *Eleocharis* sp. 1 (Cyperaceae); *Eragrostis* sp. (Poaceae), *Asteraceae* sp. 1 y sp. 2. (Asteraceae), *Andira* sp. (Fabaceae), *Diphysa carthagenensis* (Fabaceae), *Erythrina* sp. 1 (Fabaceae), *Haematoxylum campechianum* (Fabaceae), *Heliocarpus appendiculatus* (Tiliaceae), *Machaerium* sp. (Fabaceae); *Mimosa albida* (Fabaceae); *Mimosa pigra* var. *berlandieri* (Fabaceae); *Phyla nodiflora* (Verbenaceae); *Piper* sp. 1, sp. 2 y sp. 3. (Piperaceae), *Quercus oleoides* (Fagaceae); *Spondias mombin* (Anacardiaceae); *Spondias radlkoferi* (Anacardiaceae); *Cocos nucifera* (Arecaceae), *Muntingia calabura* (Elaeocarpaceae) y *Zea mays* (Poaceae). En general, se caracterizaron 14 mieles como monoflorales, 7 biflorales y 19 multiflorales. El mayor número de mieles fue del grupo II, conteniendo de 20,000 a 100,000 granos de polen en diez gramos de miel. Con base a los parámetros ecológicos, la explotación de recursos por *A. mellifera* fue más homogénea cuando se presentó una mayor diversidad de especies botánicas y un comportamiento de recolecta heterogéneo que coincidió con índices de diversidad bajos. Se encontró correlación entre algunas subregiones por la presencia de *Mimosa albida*, *Bursera simaruba* y *Cecropia obtusifolia*.

Alfaro-Bates *et al.* (2010) en su trabajo titulado "Estudio del origen botánico de la miel de la Península de Yucatán para la obtención de la Denominación de Origen", su objetivo fue la determinación del origen botánico y geográfico de la miel peninsular, a través de la caracterización palinológica, así como la clasificación de las mieles como uniflorales y multiflorales a partir del conteo e identificación de los granos de polen, además de la preparación de referencias palinológicas de la flora melífera de la Península. En este documento, junto con la clasificación de las principales mieles peninsulares, fue la elaboración de las descripciones del polen de referencia de plantas, tanto frecuentes como reportadas en la flora melífera. Estas descripciones se ilustraron con fotomicrografías del polen y fotografías de las especies vegetales de origen. Se realizaron además las fichas melisopalinológicas con las características relevantes para cada tipo de miel. Con el propósito de tener un amplio marco de referencia acerca de la importancia de la apicultura península. Los resultados obtenidos de las 168 muestras analizadas, indican que en la Península, las mieles uniflorales y multiflorales se encuentran en proporciones semejantes. Sin embargo, y de acuerdo con el estado peninsular de que se trate, se pudo observar que Yucatán y Campeche producen un mayor número de mieles uniflorales que multiflorales respecto a Quintana Roo. En los análisis melisopalinológicos cualitativos y cuantitativos se reconocieron 18 tipos de miel de la Península de Yucatán con sus respectivos orígenes florales y por otra parte el número total de familias botánicas registradas en total fue de 36, siendo las fabáceas

(23 spp.) y las asteráceas (9 spp.) las más diversas; por estado, Yucatán registró 26, Campeche 19 y Quintana Roo 36 familias. En cuanto al número total de palinomorfos se registraron 100, identificándose más del 80% de los tipos de polen hasta familia, género o especie. Asimismo, el número de palinomorfos presentes en las muestras por Estado fue de 80 para Quintana Roo, 66 para Campeche (Alfaro *et al.*, 2008) y 92 para Yucatán (Alfaro *et al.*, 2007)

Alfaro-Bates *et al.* (2010), mencionan que el estudio melisopalinológico es una herramienta muy eficaz para poder determinar los recursos nectaríferos de la abeja *Melipona beecheii* y así relacionarlos con la fenología de la floración del área. Es de gran importancia tomar en cuenta que la miel es un producto destinado al consumo humano, el cual tiene que ser garantizado por su inocuidad, su calidad fisicoquímica y su trazabilidad de procedencia. Como productores de miel es importante brindar un producto con calidad e inocuidad comprobada, la calidad de esta se encuentra asociada al origen botánico que en algunos casos puede ser indicativo del origen geográfico y es de utilidad en la certificación y aprobación de mieles (Fagúndez, 2011; Piedras y Quiroz, 2007)

El 14 de octubre de 1971 se constituyó el Comité Apícola Peninsular (CAP) en Cozumel, Quintana Roo, con el objetivo de unificar la oferta al mercado exterior. Este comité lo constituyen la Sociedad de Crédito Agrícola de R. I. “Lic. Javier Rojo Gómez” (ARIC), Quintana Roo; Miel de Abeja de Campeche, Campeche; “Apícola Maya de Mérida”, Yucatán y la Sociedad Cooperativa de Consumo Apícola “Lol-Cab” SCL en Mérida, Yucatán. (Martínez, 1974; INEGI, 2007)

Si bien, los estudios relacionados a la apicultura, miel y abejas en isla Cozumel son escasos, limita a que no haya mucha literatura concreta de donde investigar, por lo que este trabajo pretende abrir nuevas áreas de investigación que puedan servir como base para futuros trabajos en aspectos botánicos y bromatológicos para la producción de miel en isla Cozumel

---

## JUSTIFICACIÓN

La demanda de la miel de *Apis mellifera* en la Península de Yucatán cuenta con propiedades sensoriales (sabor, textura, olor) muy particulares, las cuales son resultado de los tipos de néctar que existen, principalmente de la flora nativa; sin embargo, actualmente las mieles no son clasificadas ni valorizadas por su origen. Las características físico-químicas y organolépticas de las mieles peninsulares son muy importantes en los países donde se importa esta miel. (Alfaro-Bates *et al.*, 2011), por lo que darle un valor agregado a la miel de Cozumel, permitirá conocer si la calidad es óptima en dado caso que se quiera realizar comercialización de la misma, incluso llegar a niveles de importación en el futuro.

Hasta el momento no se ha realizado algún estudio profundo relacionado con el tema de apicultura, miel o vegetación melífera en Cozumel, por lo que realizar este trabajo abrirá nuestras oportunidades de investigación a los interesados a este amplio tema. Aunque, en 1971 se constituyó un Comité Apícola Peninsular en Cozumel, hasta la fecha se desconoce lo que ocurrió con ese grupo.

Alfaro-Bates (2011), menciona que la melisopalinología es el estudio de los granos de polen contenidos en la miel, el cual permite determinar su origen botánico, su clasificación como unifloral o multifloral y su procedencia geográfica. Estos análisis melisopalinológicos nos permite de igual manera estudiar el comportamiento de estos polinizadores y su papel en cuanto a la producción de miel y conservación del ambiente (Fagúndez, 2011).

Realizar un estudio bromatológico permitirá conocer la composición fisicoquímica de la miel, ya que depende principalmente de las fuentes vegetales de las cuales se deriva, pero también de la influencia de factores externos, como el clima, el manejo de extracción y almacenamiento. Analizar las muestras en las diferentes etapas de cosecha permitirá conocer los diferentes cambios que se presentan en relación con las condiciones en su estado natural, ya que cada etapa de cosecha es diferente por su origen botánico.

En el caso de algunas mieles peninsulares importantes, el polen de las especies de origen, están subrepresentadas, probablemente, porque son más nectaríferas que poliníferas o porque el tiempo de maduración del polen no coincide con el de la producción de néctar, sin embargo, para Cozumel, se desconocen estos aspectos, por lo que es recomendable conocer la fenología de las especies florales (Alfaro-Bates *et al.* 2010) y apoyarse en la opinión y conocimiento de los apicultores locales, lo cual es relevante para determinar cuáles son los recursos nectaríferos y poliníferos más importantes en una determinada región Roubik 1991; Chemas y Rico Gray, 1991 y mejorar el manejo y aprovechamiento de este importante recurso.

**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

¿Cuáles son las características botánicas y bromatológicas de la miel de *Apis mellifera* de un apiario en isla Cozumel, Quintana Roo, México?

### OBJETIVO

Realizar una caracterización botánica y bromatológica a la miel de *Apis mellifera* por medio de un análisis melisopalinológico durante dos etapas de producción (cosecha de mayo y cosecha de septiembre) en un apiario de Isla Cozumel, Quintana Roo, México.

### OBJETIVOS PARTICULARES

Realizar un análisis bromatológico con la miel para conocer sus propiedades físicoquímicas, durante la etapa de producción del año 2021, basándose en los lineamientos de la norma NOM-004-SAG/GAN-2018.

Elaborar un listado florístico/polínico de las especies encontradas en las muestras de miel (fichas técnicas de la flora melífera).

Identificar el origen botánico de la miel por un análisis melisopalinológico, método cualitativo y cuantitativo a los granos de polen.

Describir la fenología de la flora melífera u otra información relacionado al área donde se desarrolla la apicultura en Cozumel, Quintana Roo con fundamento en el conocimiento de informantes clave (apicultores).

---

## ÁREA DE ESTUDIO

### Localización

Isla de Cozumel se encuentra ubicada en el Mar Caribe y pertenece al Estado de Quintana Roo en México, tiene una longitud máxima de 45 km y una anchura de 15 km, se localiza en los paralelos 20°16' y 20°36' de latitud norte; los meridianos 86°43' y 87°22' de longitud oeste; altitud entre 0 y 100 m. Colinda al norte con el municipio de Solidaridad y el Mar Caribe (Mar de las Antillas); al este con el Mar Caribe (Mar de las Antillas); al sur con el Mar Caribe (Mar de las Antillas) y al oeste con el Mar Caribe (Mar de las Antillas) y con los municipios de Tulum y Solidaridad (INEGI, 2009).

### Climatología

El clima en Cozumel es del tipo Am w (I), es decir, cálido húmedo con abundantes lluvias en verano según el sistema de Köppen modificado por García. La temperatura es de 25,5°C con pocas oscilaciones diarias. Las máximas se dan en agosto (valor extremo registrado de 39°C) y las mínimas en enero. En los meses de invierno las temperaturas pueden llegar a ser un poco más bajas (20°C), habiéndose registrado un mínimo extremo de 6°C (Alamilla Pastrana & May Uicab, 2013).

### Zona de muestreo

Para llegar a zona de muestreo, el apiario se encuentra ubicado en la carretera transversal, zona selvática de lado izquierdo, entre el Rancho Universo Horse Sanctuary y la pista de motos Motocross, ubicado en las siguientes coordenadas: 20°26'36.12" y 86°51'37.33", como se observa en la Figura 1.

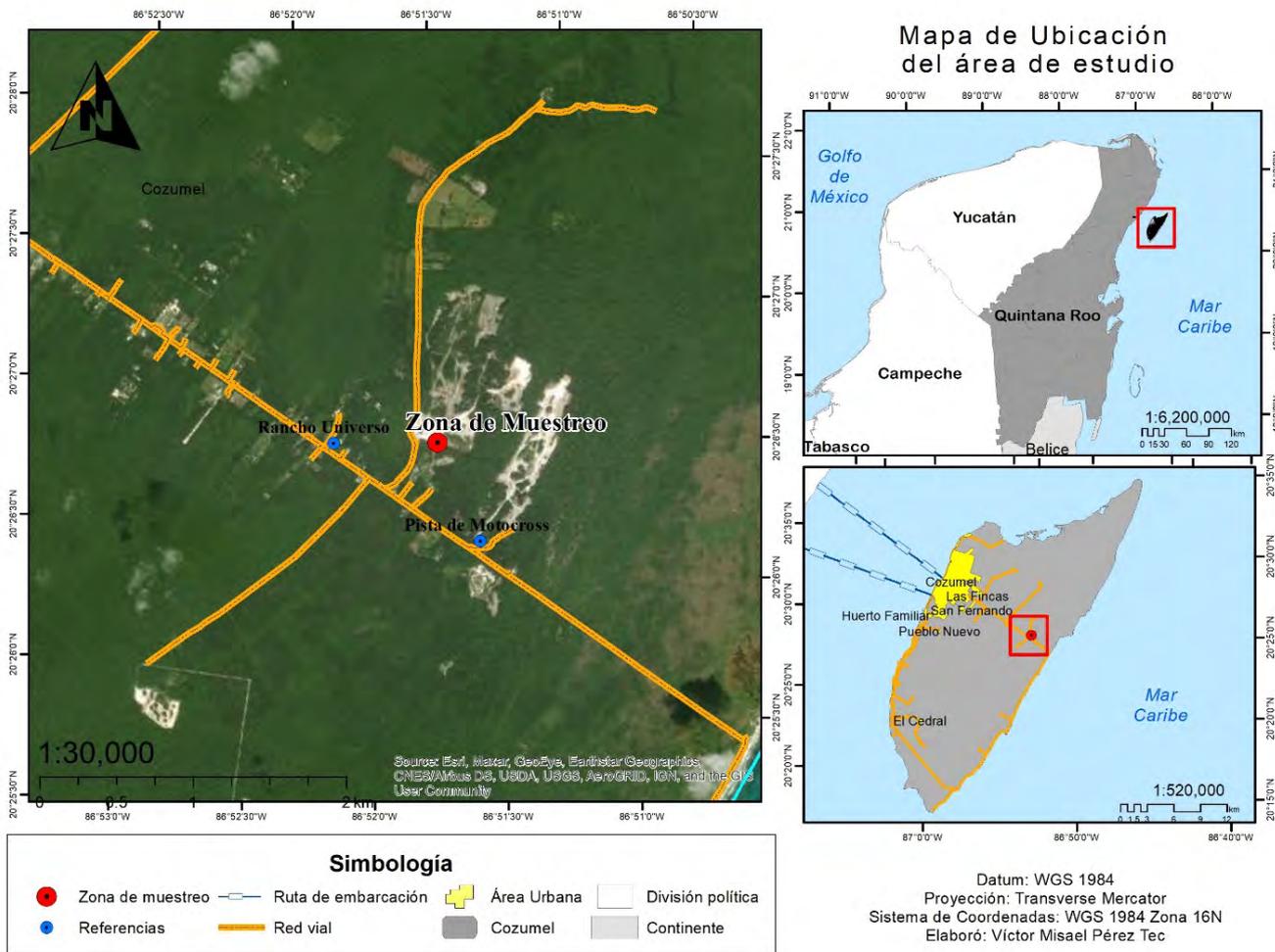


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio

---

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para conocer el origen botánico de las mieles, se realizó un análisis de melisopalinología, que se encarga del estudio de los granos de polen encontrados en la miel, alimento larval, jalea real, polen trampeado y aun en el cuerpo de la abeja (Martínez-Hernández *et al.*, 1993). Es una herramienta valiosa para conocer los recursos vegetales usados por las abejas en su alimentación y evaluar su importancia mediante la cuantificación del polen Alfaro Bates, (2010). Este estudio agiliza de una manera directa el conocimiento para la fenología de la floración en plantas melíferas.

Así mismo, las mieles, por su fuente de origen se clasifican en florales, si provienen del néctar floral, y mieladas (mielatos), si proceden de los exudados azucarados de las plantas o, bien, de los productos de excreción de algunos insectos como los pulgones (Aphidae). Las mieladas europeas se reconocen porque en sus sedimentos se presentan escasos granos de polen, un mayor número de esporas y otros elementos característicos (Sawyer, 1988; Sáenz y Gómez, 2000). A su vez, las mieles florales se clasifican en uniflorales (presencia de un tipo de polen dominante >45%) o multiflorales (presencia de varios tipos de polen <45%).

### **Trabajo de campo: colecta y etiquetado de la muestra**

El primer muestreo se realizó el día 29 de mayo del 2021 (figura 2), siendo la primera cosecha del año, se seleccionaron del apiario dos panales de miel madura (Ya operculado), para facilitar el manejo de la miel; se seleccionaron ocho marcos de miel, de las cuales se escogieron las dos más representativas del panal, para vaciar 60 ml de miel con ayuda de un cuchillo y frasco previamente desinfectado. Se extrajeron dos muestras: miel y néctar para el análisis, finalmente se etiquetó colocando los siguientes datos. (figura 3):

- Nombre del colector
- Número de la muestra:
- Fecha y hora:



Figura 2. Colectando muestras de miel en el apiario “Bee friendly Cozumel”



Figura 3. Muestras, miel de panal uno y dos y néctar del panal

Durante el proceso de colecta de la miel, se llenaron con base a la información que proporcionaban los apicultores (informantes claves), ya que resultó ágil platicar las experiencias propias durante la colecta.

### Preparación de las muestras

Para la preparación de las muestras, todas fueron procesadas y analizadas en el Laboratorio con la técnica modificada de Louveaux (1978); Sawyer (1988). La preparación consistió en colocar 20 gr de miel en un vaso precipitado de 100 ml y agregar 10 ml de agua destilada caliente, diluir hasta que la mezcla esté homogénea.

---

**Caracterización botánica y bromatológica de la miel de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) en un apiario en la Isla Cozumel, Quintana Roo**

Para la observación de los granos de polen, se colocó 1 ml de la mezcla con ayuda de una micropipeta, se expandió en un cubreobjeto y finalmente se observó en un microscopio compuesto marca Nikon Eclipse E200, para su identificación taxonómica.

### **Identificación botánica de los granos de polen (método cualitativo)**

Con el propósito de conocer el origen botánico de la miel, se consultó material bibliográfico como libros, tesis, artículos y fotografías para una mejor identificación y distinguir los distintos taxos presentes en los sedimentos polínicos de la miel.

Para calcular el porcentaje de frecuencia, se identificaron los granos de polen por especie, se enumeraron la observación “una vez” por cada cubreobjeto; finalmente se observó cual especie predomina más de los distintos taxos representados por el polen en la miel y clasificó por su origen botánico como unifloral o monofloral. La categorización de la miel se realizó de acuerdo con los valores propuestos por Louveaux, (1978) referidos por Sawyer (1988).

### **Clasificación por cantidad de elementos totales de la miel (método cuantitativo)**

El método cuantitativo consiste en cuantificar con un contador manual todos los elementos encontrados en los sedimentos polínicos obtenidos por la filtración de la miel. La cuantificación del polen total Sawyer, (1988) o de elementos totales (esporas, polen, hifas, residuos vegetales) Von Der Ohe *et al.* (2004) se relaciona con los resultados del origen botánico.

De acuerdo con la cantidad total de polen contado se clasifica con la siguiente tabla.

Tabla 1. Clasificación de la miel por cantidad de polen

| <b>POLEN<br/>TOTAL (x1000)</b> | <b>CLASIFICACIÓN</b>  |
|--------------------------------|---|
| 0-1                            | Miel filtrada: presencia de diatomeas o láminas de minerales, propios de los filtros.                                     |
| 10-20                          | Miel de fuentes subrepresentadas. De colmenas alimentadas con azúcar o adulteración con jarabe de alta fructosa. Mielada. |
| 20-80                          | Miel floral normal de panales sin polen.  |
| 100-500                        | Miel de fuentes sobre representadas o de panales con reservas de polen.   |
| 1000-50,000                    | Miel floral prensada.   |

Fuente: Sawyer, 1988

### **Fichas informativas de la flora melífera**

Para la elaboración de las fichas botánicas, se basó de los granos de polen encontrados en el análisis melisopalinológico, se caracterizaron sus formas biológicas de las especies vegetales, agregando fotografías que fueron obtenidas de la página de acceso libre del CICY: Flora de la Península de Yucatán ([https://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/indice\\_busqueda.php](https://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/indice_busqueda.php))

### **ANÁLISIS BROMATOLÓGICO**

Para realizar un análisis físico/químico existen criterios para la calidad de la miel, ya que esta se evalúa por el cumplimiento satisfactorio de los requisitos, necesidades o exigencias de un consumidor. Considerando que la miel se destina al consumo humano, se debe cumplir con las normas de sanidad e higiene como cualquier otro alimento (CODEX STAN 12, 1981).

En este análisis se tomaron en cuenta los criterios propuestos por la “NORMA Oficial Mexicana NOM-004-SAG/GAN-2018, Producción de miel y especificaciones”, y se analizaron los siguientes parámetros: Humedad, acidez libre, sólidos disueltos en agua y conductividad eléctrica.

Con base a la Norma Oficial Mexicana ya antes mencionada, se siguieron las instrucciones descritas para proceder con el análisis, se usaron reactivos, equipo y cristalería correspondiente del laboratorio de Recursos Naturales (UAEQROO) y el laboratorio de Limnología y Ecología Tropical, con el fin de conocer la calidad físico/química presente en la cosecha 2021.

#### **Procedimiento para determinar la humedad:**

Para determinar el contenido de humedad, se procedió por el método de refractométrico, se tomó una porción de muestra de miel con una pipeta, se colocó en el prisma para poder observar el rango de humedad y finalmente se anotó el dato obtenido.

#### **Procedimiento para determinar acidez libre:**

En un vaso de precipitado de 250 mL se pesaron 10 g de miel, se agregaron 75 mL de agua destilada libre de dióxido de carbono, se disolvió mezclando por medio de un agitador magnético. Se introdujo el electrodo del potenciómetro en la solución, tomó el pH. Se tituló con NaOH 0.05 N a una velocidad aproximada de 5 mL / minuto deteniendo

la adición cuando el pH alcanzara un valor de 8,5 inmediatamente después se agregaron 10 mL de hidróxido de sodio 0,05 N. Se tituló por retroceso con ácido clorhídrico 0.05 N hasta alcanzar un pH de 8.3. Se hizo un tubo testigo con 75 mL de agua destilada libre de dióxido de carbono.

Los datos se expresan en miliequivalentes de ácido por kilogramo de miel (meq/kg)

$$\text{Acidez libre} = \frac{(\text{mL de hidróxido de sodio 0.05 N de la muestra}) - (\text{mL de hidróxido de sodio del blanco}) \times 50}{\text{g de muestra.}}$$

#### **Procedimiento para determinar sólidos insolubles en agua:**

Se disuelven 20 gr de miel en una cantidad adecuada de agua destilada a 353 K (80 °C) y se mezcla, esta solución se filtra a través de un papel filtro con un embudo (tamaño del poro de 15-40 µm) previamente seco y pesa a modo constante, se lava el fondo del embudo con agua caliente a 353 K (80 °C) hasta la eliminación de los azúcares. Se deja secar el filtro durante una hora en la mufla de laboratorio a 408 K (135 °C), se enfría y pesar con aproximación de 0.1 mg.

$$\frac{\% \text{ sólidos insolubles en agua} = \text{peso de sólidos insolubles} \times 100}{\text{peso de la muestra}}$$

#### **Procedimiento para determinar conductividad eléctrica:**

La conductividad eléctrica de la miel, se obtuvo al medir una solución de 20 g de materia seca de miel en 100 mL de agua destilada a 20°C, utilizando una sonda multiparamétrica, marca YSI professional plus. La determinación de la conductividad eléctrica se basa en la medición de la resistencia eléctrica; la cual es recíproca a ésta. Los resultados se expresan en miliSiemens por centímetro (mS.cm<sup>-1</sup>) en un rango de 0.1-3 mS.cm<sup>-1</sup>. (figura 4).



Figura 4. Procedimiento análisis bromatológico.



Figura 5. Procedimiento análisis bromatológico

## RESULTADOS

Los resultados al análisis melisopalinológico nos indican que se trata de una miel monofloral, representado por 28 especies botánicas y corresponde a la primera temporada de cosecha del 2021 (mayo). Se determinaron como importantes en cuanto a frecuencia de granos de polen las especies: *Gymnopodium floribundum*, *Senna undulata*, una especie desconocida de la familia fabaceae y *Antigonon leptopus* (Figura 6)

En la segunda temporada de cosecha (septiembre), las características encontradas indican una miel monofloral representada por 23 especies botánicas, de las cual fueron importantes a frecuencia de granos de polen las especies: *Tithonia rotundifolia*, dos especies desconocidas de la familia fabaceae, *Gymnopodium floribundum* y *Acacia gaumeri* (Figura 7)

Con respecto a la cuantificación total de granos de polen, de las dos temporadas de cosecha 2021, se obtuvieron 41, 861 granos, siendo la primera temporada la que obtuvo mayor número de observaciones (22,019) en comparación con la segunda (19,842). De igual manera durante la primera temporada se registró mayor riqueza de especies (28 spp.), en comparación con la segunda (23 spp.).

**TABLA 2. RESULTADOS DEL CONTEO DE POLEN DE LAS DOS TEMPORADAS DE COSECHA.**

| Cosecha del año | Fecha de muestreo | Muestra   | Cantidad de polen contado | # cubreobjetos usados |
|-----------------|-------------------|-----------|---------------------------|-----------------------|
| Cosecha mayo    | 29 mayo 2021      | Panal uno | 10,497                    | 35                    |
|                 | 29 mayo 2021      | Panal dos | 11,522                    | 35                    |
| Cosecha sep.    | 15 sept 2021      | Panal uno | 7,742                     | 35                    |
|                 | 15 sept 2021      | Panal dos | 12,100                    | 35                    |
|                 |                   |           | <b>41,861</b>             |                       |

Con respecto a la cuantificación total de granos de polen (método cuantitativo) la cosecha de mayo y septiembre, presentaron entre 100-500 granos de polen contados, así que el origen de su extracción es: Miel de fuentes sobre representadas o de panales con reservas de polen.

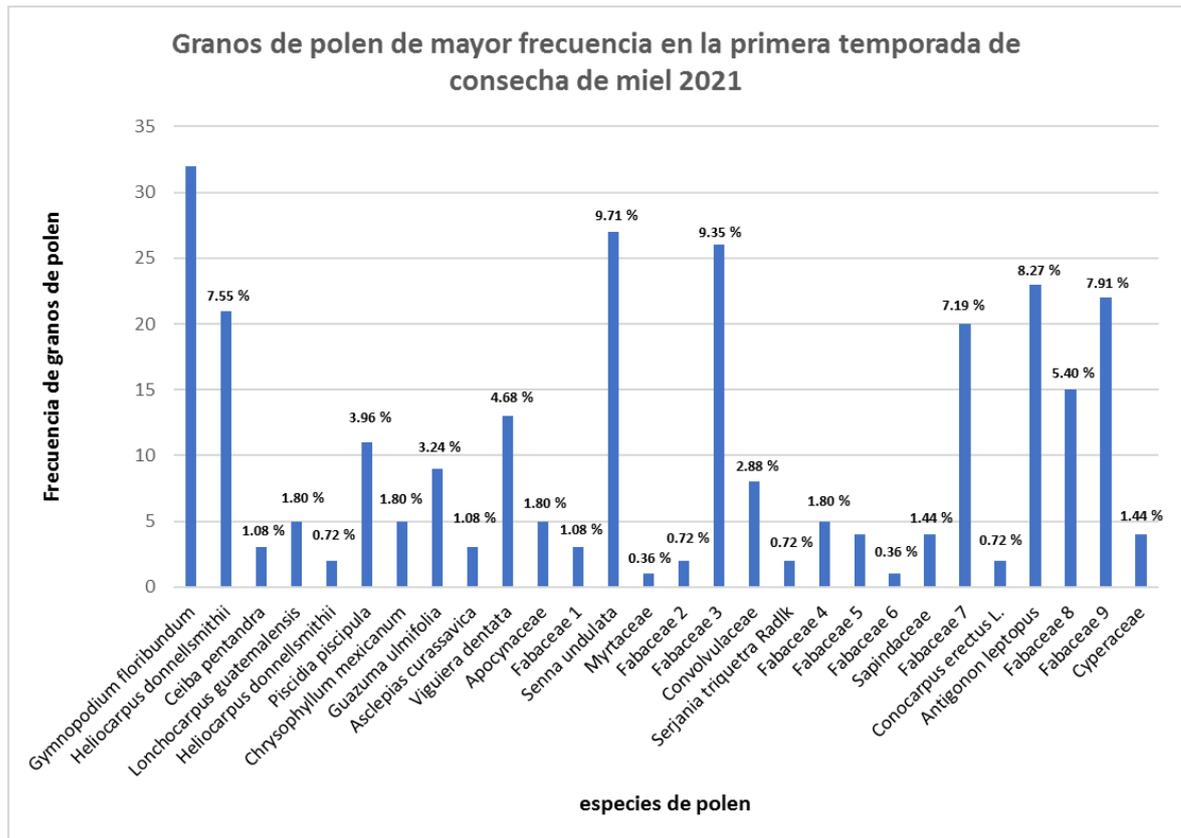


Figura 6. Granos de polen de mayor frecuencia en la primera temporada de cosecha de miel 2021

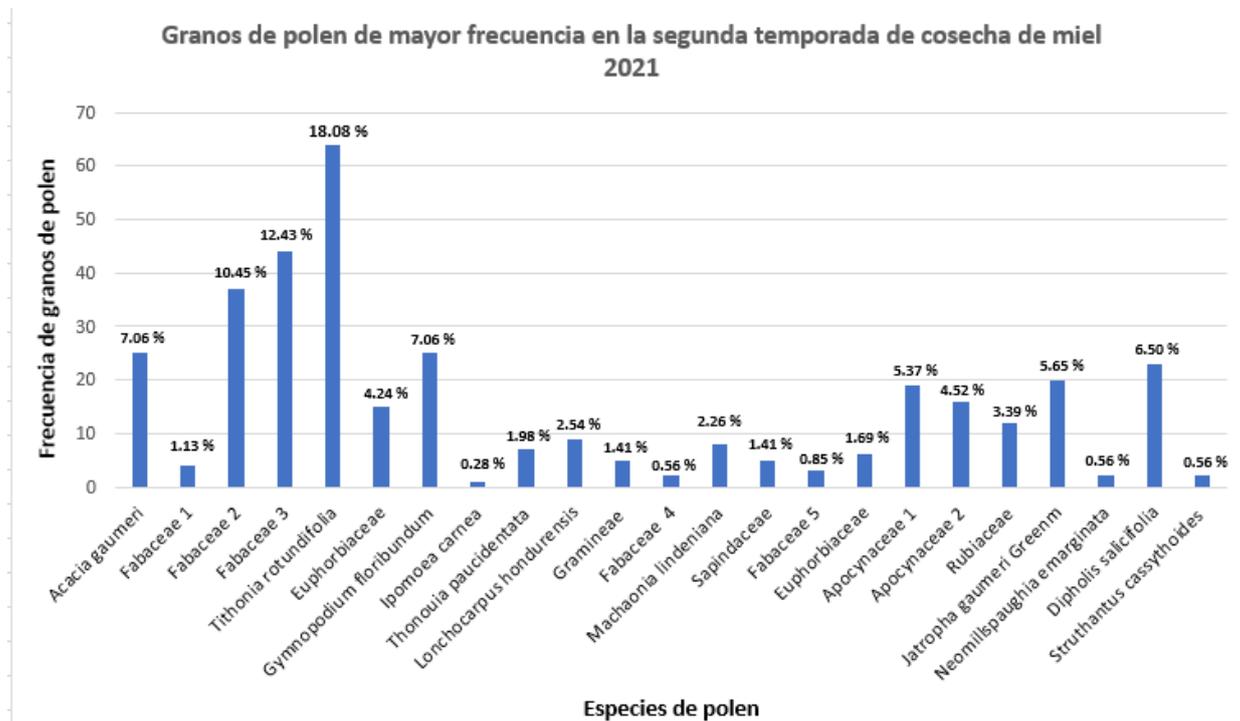


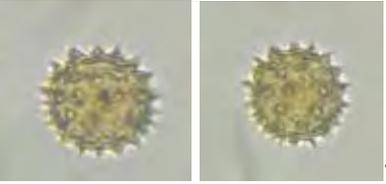
Figura 7. Granos de polen de mayor frecuencia en la segunda temporada de cosecha de miel 2021.

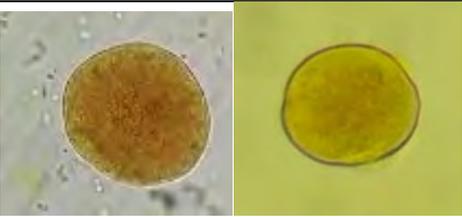
## LISTADO POLÍNICO

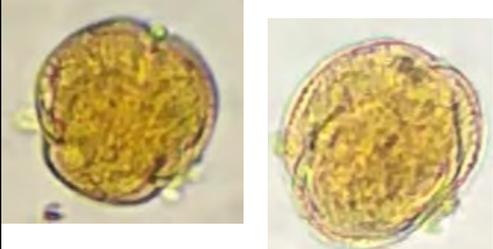
Se logró identificar un total de 51 especies botánicas en las dos temporadas de cosecha del 2021, de igual manera se obtuvo la ocurrencia durante el conteo polínico. Por cada cubreobjeto con muestra de miel, se capturaba por fotografía cada vez que se hallaba una especie diferente, se le asignaba un número como ID para diferenciarla una de otra, así mismo se anotaba las veces que se observaba en cada uno de los 35 cubreobjetos analizados y ver la especie de mayor predominación.

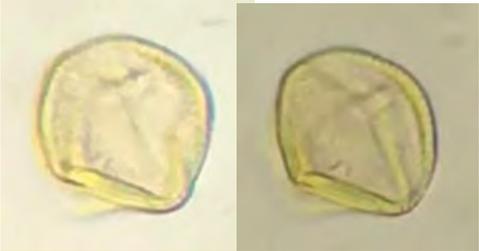
**Tabla 3. ESPECIES BOTANICAS REGISTRADAS DE LA PRIMERA TEMPORADA DE COSECHA 2021**

| Fotografía grano de polen   | Nombre científico, familia y vulgar                             | Fecha de colecta    | Frecuencia |
|---|---|---------------------|------------|
|   | <i>Gymnopodium floribundum</i><br>Polygonaceae<br>ts'iits'ilche | 29 de mayo del 2021 | 32         |
|  | <i>Gymnopodium floribundum</i><br>Polygonaceae<br>ts'iits'ilche | 29 de mayo del 2021 | 32         |
|  | <i>Heliocarpus donnellsmithii</i><br>Malvaceae<br>Joolol        | 29 de mayo del 2021 | 21         |
|  | <i>Ceiba pentandra</i><br>Malvaceae<br>Ceiba                    | 29 de mayo del 2021 | 3          |

|   |   |                     |    |
|---|---|---------------------|----|
|    | <i>Lonchocarpus guatemalensis</i><br>Fabaceae<br>Cincho     | 29 de mayo del 2021 | 5  |
|    | <i>Heliocarpus donnellsmithii</i><br>Malvaceae<br>Adán      | 29 de mayo del 2021 | 2  |
|    | <i>Piscidia piscipula</i><br>Fabaceae<br>Jabín              | 29 de mayo del 2021 | 11 |
|   | <i>Chrysophyllum mexicanum</i><br>Sapotaceae<br>Cayumito    | 29 de mayo del 2021 | 5  |
|  | <i>Guazuma ulmifolia</i><br>Malvaceae<br>Guasimo            | 29 de mayo del 2021 | 9  |
|  | <i>Asclepias curassavica</i><br>Apocynaceae<br>Algodoncillo | 29 de mayo del 2021 | 3  |
|  | <i>Viguiera dentata</i><br>Asteraceae<br>Tajonal            | 29 de mayo del 2021 | 13 |

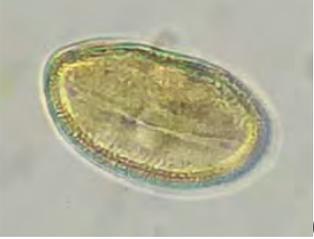
|   |   |                     |    |
|---|---|---------------------|----|
|  <p>11</p>   | Apocynaceae   | 29 de mayo del 2021 | 5  |
|  <p>12</p>   | Fabaceae  | 29 de mayo del 2021 | 3  |
|  <p>13</p>   | <i>Senna undulata</i><br>Fabaceae<br>Cuilite de caballo | 29 de mayo del 2021 | 27 |
|  <p>14</p>  | Myrtaceae   | 29 de mayo del 2021 | 1  |
|  <p>15</p> | Fabaceae  | 29 de mayo del 2021 | 2  |
|  <p>16</p> | Fabaceae  | 29 de mayo del 2021 | 27 |
|  <p>17</p> | Convolvulaceae  | 29 de mayo del 2021 | 8  |

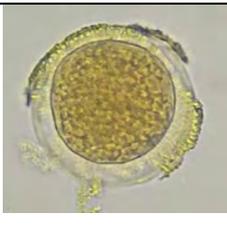
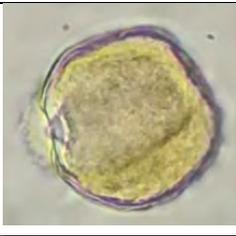
|   |  |                                |           |
|---|--|--------------------------------|-----------|
|              | <p><i>Serjania triquetra</i><br/><i>Radlk.</i></p> <p><i>Sapindaceae</i></p> <p>Bejuco</p> | <p>29 de mayo<br/>del 2021</p> | <p>2</p>  |
|              | <p>Fabaceae</p>  | <p>29 de mayo<br/>del 2021</p> | <p>5</p>  |
|              | <p>Fabaceae</p>  | <p>29 de mayo<br/>del 2021</p> | <p>4</p>  |
|             | <p>Fabaceae</p>  | <p>29 de mayo<br/>del 2021</p> | <p>1</p>  |
|            | <p>Sapindaceae</p>   | <p>29 de mayo<br/>del 2021</p> | <p>4</p>  |
| <p>23</p>  | <p>Fabaceae</p>  | <p>29 de mayo<br/>del 2021</p> | <p>20</p> |

|   |  |                            |           |
|---|--|----------------------------|-----------|
|  <p>24</p>   | <p><i>Conocarpus erectus</i> L.</p> <p>Combretaceae</p> <p>Mangle botoncillo</p> | <p>29 de mayo del 2021</p> | <p>2</p>  |
|  <p>25</p>   | <p><i>Antigonon leptopus</i></p> <p>Polygonaceae</p> <p>Flor de San Diego</p>    | <p>29 de mayo del 2021</p> | <p>23</p> |
|  <p>26</p>  | <p>Fabaceae</p>  | <p>29 de mayo del 2021</p> | <p>15</p> |
|  <p>27</p> | <p>Fabaceae</p>  | <p>29 de mayo del 2021</p> | <p>22</p> |
|  <p>28</p> | <p>Cyperaceae</p>  | <p>29 de mayo del 2021</p> | <p>4</p>  |

**Tabla 4. ESPECIES BOTANICAS REGISTRADAS DE LA SEGUNDA TEMPORADA DE COSECHA 2021**

| Fotografía muestra de polen   | Nombre científico y común                                      | Fecha de colecta          | Frecuencia |
|---|--|---------------------------|------------|
|  1   | <i>Acacia gaumeri</i><br>Fabaceae<br>Box káatsim               | 15 de septiembre del 2021 | 25         |
|  2   | Fabaceae   | 15 de septiembre del 2021 | 4          |
|  3  | Fabaceae   | 15 de septiembre del 2021 | 37         |
|  4 | Fabaceae   | 15 de septiembre del 2021 | 44         |
|  5 | <i>Tithonia rotundifolia</i><br>Asteraceae<br>Girasol mexicano | 15 de septiembre del 2021 | 64         |

|   |   |                           |    |
|---|---|---------------------------|----|
|    | Euphorbiaceae   | 15 de septiembre del 2021 | 15 |
|    | <i>Gymnopodium floribundum</i><br>Polygonaceae<br>ts'iits'ilche | 15 de septiembre del 2021 | 25 |
|    | <i>Ipomoea carnea</i><br>Convolvulaceae<br>campanilla           | 15 de septiembre del 2021 | 1  |
|  | <i>Thonouia paucidentata</i><br>Sapindaceae<br>hueso de tigre   | 15 de septiembre del 2021 | 7  |
|  | <i>Lonchocarpus hondurensis</i><br>Fabaceae<br>Jabín de agua    | 15 de septiembre del 2021 | 9  |
|  | Gramineae   | 15 de septiembre del 2021 | 5  |

|   |   |                           |    |
|---|---|---------------------------|----|
|  <p>12</p>   | Fabaceae  | 15 de septiembre del 2021 | 2  |
|  <p>13</p>   | <i>Machaonia lindeniana</i><br>Rubiaceae<br>k'uch'eel | 15 de septiembre del 2021 | 8  |
|  <p>14</p>  | Sapindaceae   | 15 de septiembre del 2021 | 5  |
|  <p>15</p> | Fabaceae  | 15 de septiembre del 2021 | 3  |
|  <p>16</p> | Euphorbiaceae   | 15 de septiembre del 2021 | 6  |
|  <p>17</p> | Apocynaceae   | 15 de septiembre del 2021 | 19 |
|  <p>18</p> | Apocynaceae   | 15 de septiembre del 2021 | 16 |

|   |   |                           |    |
|---|---|---------------------------|----|
|    | Rubiaceae   | 15 de septiembre del 2021 | 12 |
|    | <i>Jatropha gaumeri</i><br>Greenm<br>Euphorbiaceae<br>Xu'ul     | 15 de septiembre del 2021 | 20 |
|    | <i>Neomillspaughia emarginata</i><br>Polygonaceae<br>sak iitsa' | 15 de septiembre del 2021 | 2  |
|   | <i>Dipholis salicifolia</i><br>Sapotaceae<br>Capulín            | 15 de septiembre del 2021 | 23 |
|  | <i>Struthantus cassyroides</i><br>Loranthaceae<br>matapalo      | 15 de septiembre del 2021 | 2  |

Tabla 5. Familias con mayor número de especies

| <b>Familia</b> | <b>Especies</b> |
|----------------|-----------------|
| Fabaceae       | <b>19</b>       |
| Euphorbiaceae  | <b>4</b>        |
| Asteraceae     | <b>4</b>        |
| Rubiaceae      | 2               |
| Sapindaceae    | <b>4</b>        |
| Apocynaceae    | 2               |
| Gramineae      | 1               |
| Convolvulaceae | 2               |
| Loranthaceae   | <b>4</b>        |
| Polygonaceae   | 1               |
| Cyperaceae     | 1               |
| Combretaceae   | 3               |
| Malvaceae      | 1               |
| Myrtaceae      | 2               |
| Sapotaceae     | 1               |

De acuerdo con el conteo de granos de polen, se obtuvieron 15 familias botánicas, de las cuales las 5 con mayor presencia son: Fabaceae, Euphorbiaceae, Asteraceae, Sapindaceae, Loranthaceae. Cabe mencionar que algunos granos de polen se clasificaron por familia, ya que se dificultó encontrarlo a nivel de especie. Así mismo existen nombres de especies descritas en maya y con nombre común.

### ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Se estudió la miel de la cosecha 2021 y se realizó el análisis bromatológico en el laboratorio de Recursos Naturales y laboratorio de Limnología y Ecología Tropical de la UAEQROO con base a la "NORMA Oficial Mexicana NOM-004-SAG/GAN-2018, para la producción de miel y especificaciones." se procedió a determinar cuatro parámetros: humedad, acidez libre, sólidos insolubles en agua y conductividades eléctrica. En la tabla 6 se muestran los resultados del análisis físico/químico:

Tabla 6. Resultados del análisis bromatológico

| <b>Resultados</b>                 |              |
|-----------------------------------|--------------|
| <b>Humedad</b>                    | 19 %         |
| <b>Acidez libre</b>               | 44.75 meq/kg |
| <b>Sólidos insolubles en agua</b> | 0.3361%      |
| <b>Conductividad eléctrica</b>    | 0.404 ms/cm  |

Se observó que el valor con respecto a la humedad indica un 19%, lo que significa que no sobrepasa el límite permitido por la NOM-004-SAG/GAN-2018, ya que una humedad mayor al 20% favorece la fermentación de la miel, haciendo que reduzca el tiempo de almacenamiento y cambie las propiedades organolépticas.

Cabe mencionar también se midió la humedad dos muestras extras, la cosecha de mayo con valores de: 19.9 %, 18.5 % y cosecha de septiembre con los siguientes valores: 20 %, 20.2% observando una diferencia de humedad que se relaciona directamente por las condiciones del clima.

La acidez libre dio un valor de 44.75 mg/kg, este no sobrepasó el límite permitido (Máximo 50.00 meq/kg.), Lo que indicó un buen comportamiento de frescura en las muestras analizadas.

En cuanto a sólidos insolubles en agua se determinó un valor de 0.3361%, sobrepasando ligeramente el límite permitido, el parámetro nos permite detectar impurezas tales como partículas en suspensión, residuos de opérculos, insectos, entre otros. La miel que fue analizada prácticamente se encuentra limpia en óptimas condiciones para consumo humado, ya que proviene de una miel orgánica que no utiliza maquinaria.

---

Finalmente, la conductividad eléctrica indicó 0.404 ms/cm, sobrepasó el límite permitido, con rangos elevados, significa que la fuente del néctar fue interferida con azúcar, ya que el sensor de conductividad eléctrica obtiene datos como sales minerales, ácidos orgánicos, proteínas y probablemente compuestos como la azúcar y polioles de la miel, lo que permite estimar su origen de procedencia. Con anterioridad se comentó que la cosecha del 2021, ha sido un completo desafío en cuanto a la floración melífera, ya que se tomaron estrategias como la implementación de azúcar como alimentar a las abejas y así evitar la pérdida de la colmena.

### INFORMANTES CLAVE

De la encuesta aplicada a informantes clave, se pudo conocer un panorama desde la perspectiva de los apicultores de isla Cozumel, si bien, el municipio no se considera como el máximo productor de miel en el estado, la diversidad de vegetación que posee la isla, abre paso a una posible expansión de este sector apícola. La información obtenida fue la siguiente:

La flora principal que sirve para la producción de miel en el apiario es: Jabín (*Piscidia piscipula* (L.) Sarg), Tahonal (*Viguiera dentata*), *Ts'iits'ilche'* (*Gymnopodium floribundum*), vegetación secundaria. sin embargo, cualquier árbol de la zona en época de floración es aprovechada por las abejas, ya que no se limita al aprovechamiento de las flores.

Los huracanes afectan gravemente a la producción de miel y a los apicultores, afectando la materia prima como son cajas con colmenas y árboles que se destruyen a su paso, perdiendo la fuente de producción de néctar/polen para la cosecha de miel, alentando el proceso de producción y sobre todo pérdida del recurso económico. Cozumel se encuentra en una zona donde predominan este fenómeno meteorológico, lo que no permite la expansión de este sector en la isla.

También se observó que en los últimos años hubo una baja floración de la vegetación melífera, lo que afecta a la producción de miel por la falta de néctar/polen, conllevado a los apicultores a tener otras alternativas para alimentar a las abejas como es el caso azúcar diluida en agua.

Se encontró además que la especie con la que se trabaja es *Apis mellifera scutellata*, que se caracteriza porque sus colonias se desarrollan con rapidez y son muy laboriosas. Se adaptan bien a las zonas tropicales (Root, 1987); y le permite trabajar en condiciones selváticas características de esta zona.

Finalmente se observó que en Cozumel existe dos etapas de cosecha de miel, la primera en mayo y la segunda a finales de agosto, dependiendo principalmente de la producción de miel que se obtiene por disponibilidad de la floración melífera, sin embargo, a comparación de zonas de la Península de Yucatán que producen bastante miel, en Cozumel no se cosecha grandes cantidades, así que "Bee Friendly Cozumel" realiza productos derivados de la miel para consumo humano, tomando áreas de oportunidad para la expansión del producto.

---

## DISCUSIÓN

Gonzales-Acerato y Viera-Castro (2004), mencionó que el ciclo de producción en el estado se divide en tres periodos: Precosecha (octubre-diciembre), cosecha (enero-mayo) y postcosecha (junio-septiembre). En Cozumel solo existen dos periodos, que coinciden en los siguientes meses: cosecha (mayo) y postcosecha (finales de agosto). Durante el periodo de cosecha se encontraron especies principales como: *Viguiera dentata*, *Gymnopodium floribundum* y en el periodo de postcosecha es común encontrar vegetación de la familia Fabaceae, y especies como: *Acacia gaumeri*, *Viguiera dentata*, *Mimosa bahamensis*, *Bursera simaruba* y *Lysiloma latisiliquum*. En su mayoría las especies ya mencionadas, coinciden con los granos de polen registrados en este estudio en cada una de sus temporadas correspondientes, con excepción de, *Bursera spp.* *Mimosa spp.* Esto es coincidente con lo que mencionan Echazarreta *et al.* (1997) En donde reportan que las mieles peninsulares son cosechadas de enero a mayo periodo en el que ocurre la floración de la vegetación melífera, y también con la mayor captación de miel.

Durante el proceso de elaboración de la tesis, se descubrió que se trabajaba con la especie de abeja africanizada (*Apis mellifera scutellata*), sin embargo, se había registrado con la especie de abeja europea (*Apis mellifera*), por lo que resultó interesante comprender el comportamiento de esta especie en isla Cozumel, así como su importancia ecológica.

La familia de las Fabaceae y Asteraceae son dos de las 4 familias más importantes a nivel mundial en cuanto a la cantidad de especies proveedoras de néctar (Crane *et al.*, 1984) así mismo como parte de los resultados se encontró que coinciden las dos familias con las muestras obtenidas, ya que estas familias proveen suficiente néctar para la producción de miel.

En la Península de Yucatán, las mieles uniflorales y multiflorales se encuentran en proporciones semejantes Alfaro Bates, *et al.* (2010)., sin embargo, se pudo observar que en los estados de Campeche y Yucatán se produce mayor número de miel unifloral que multiflorales respecto a Quintana Roo, ya que la riqueza florística que posee el estado de Quintana Roo es alto (Durán y Olmsted, 1999) a comparación con la de Yucatán. Dicho esto, Cozumel presenta una similitud en cuanto a su vegetación, ya que la composición florística posee casi el 40% de la flora presente en el estado de Quintana Roo (Sousa y Cabrera, 1983), así mismo los resultados nos indicaron que la miel de

Cozumel es de origen “multifloral”, por su variada composición de especies botánicas observadas. Sin embargo, hay especies que en Cozumel se presentaron con mayor frecuencia, tales como: *Gymnopodium floribundum*, *Senna undulata*, *Antigonon leptopus*, familia de las Fabaceae, *Tithonia rotundifolia*, y *Acacia gaumeri*.

Alfaro Bates, *et al.* (2010), reportaron en un análisis melisopalinológico, 18 tipos de mieles en la Península de Yucatán, con sus respectivos orígenes florales mismos que se clasificaron en mieles uniflorales y multiflorales (Tabla 7). Comparándolo con las especies encontradas en Cozumel, la mayoría se encuentra clasificada en la sección de “multifloral” confirmando de la misma manera el origen “multifloral” ya antes clasificado.

Adicionalmente, con el análisis melisopalinológico realizado aquí se encontró que entre la cosecha de mayo y septiembre las especies vegetales que coinciden como y son consideradas útiles para la elaboración de miel por parte de las abejas son: *Gymnopodium floribundum* y la familia fabaceae, mientras que las especies que utilizaron las abejas exclusivamente en mayo son *Gymnopodium floribundum*, *Senna undulata*, familia fabaceae y *Antigonon leptopus* y en septiembre fueron *Tithonia rotundifolia*, familia fabaceae, *Gymnopodium floribundum* y *Acacia gaumeri*

Alfaro Bates, *et al.* (2010) mencionan que se puede conocer el aporte de néctar y polen de algunas especies vegetales durante el ciclo de cosecha, ellos mencionan que *Bursera simaruba* (chakáah) resultó ser importante al proporcionar néctar y polen en abundancia durante gran parte del período de cosecha, de igual manera, Villanueva (2002) y Alfaro *et al.* (2007) señalaron el gran aporte de polen y néctar del chakáah en la región. Sin embargo, si nos basamos con los resultados obtenidos en Cozumel, no se encontró ningún grano de polen de la especie *Bursera simaruba* en la miel aquí analizada, a lo que Coh-Martínez *et al.* (2019) menciona que la producción de miel puede variar de acuerdo de la disponibilidad de recursos de néctar y polen que ofrezcan las plantas en el transcurso del año, la estacionalidad (secas, lluvias y nortes) y la diversidad/abundancia de la flora melífera presente en cada tipo de vegetación donde se encuentra ubicado el apiario.

En cuanto a la caracterización del estado de la miel colectada; en las producciones, uno de los parámetros más importantes para evaluar la calidad de la miel, es la humedad. Alfaro Bates, *et al.* (2010) mencionan que los rangos de variación de la humedad de la

miel peninsular pueden oscilar entre el 17 y 23%. Para explicar la variación de la humedad, se había mencionado que el ciclo de producción de miel en la Península de Yucatán se divide en tres etapas: la precosecha (octubre-diciembre), cosecha (enero-mayo) y poscosecha de (junio a septiembre). La cosecha coincide con la época más seca del año enero-mayo (Orellana *et al.*, 1999). De acuerdo con las observaciones, se pueden ver mieles con menor contenido de humedad presentes en la época de cosecha (época más seca) (Alfaro Bates, *et al.*, 2010). Así mismo, las muestras analizadas en Cozumel, apuntan esa secuencia, ya que presentan diferencias entre los rangos de humedad: la miel de mayo presentó de 18.5 %, 19.9 % de humedad, mientras que la miel de septiembre sobrepasó ligeramente el límite permitido según la normatividad: 20 %, 20.2%, sin embargo, se han registrado mieles en la Península de Yucatán por arriba del 20 % coincidiendo con la estación lluviosa del año (CONAGUA, 2021).

Para conocer más de la humedad presente en la miel de Cozumel, se obtuvo el resumen anual de precipitación (mm) del estado de Quintana Roo (CONAGUA 2021), y se comparó, con la cosecha del año. Se observó que los meses con mayor precipitación fueron de junio a noviembre y los de menos precipitación de febrero a mayo, justificando el 20 % de humedad por arriba de lo permitido de la cosecha de septiembre en Cozumel. Por lo tanto, es evidente que factores como el clima, afectan notablemente el parámetro de humedad de la miel. Sin embargo, siempre hay que esmerarse con los cuidados de esta para no dañar su calidad fisicoquímica, ya que el exceso de humedad por cuestiones ambientales o por mal manejo de una cosecha, elevan la presencia de los microorganismos en la miel, ocasionando una fermentación indeseada (Moguel *et al.*, 2005).

Los resultados de sólidos disueltos en agua, arrojaron datos ligeramente por arriba de lo permitido que fue (0.33%), y la normal no debe pasar de (0.1%). Este parámetro nos sirve para detectar las impurezas que presenta la miel, como partículas en suspensión, residuos de opérculos, insectos y de vegetales. (Rodgers, 1979), sin embargo, Moguel Ordóñez *et al.* (2005), analizó los sólidos disueltos de mieles de Yucatán, en tres etapas de producción (panal, acopio y exportación) y de igual manera obtuvo parámetros por arriba de lo permitido, a lo que menciona que este porcentaje depende directamente del manejo de la miel, y que altas concentraciones significan un inadecuado manejo durante la cosecha, lo cual se pueden reducir, al someter la miel a un proceso de filtración, y así evitar que rebase las especificaciones de calidad microbiológica.

En cuanto a la acidez libre, se encontraron valores que no rebasaron los límites permitidos (44.75 mg/kg), dato que nos permitió conocer la frescura, pero casi rebasa lo permitido de la miel, lo que es causado por el almacenamiento. Martínez-Ríos *et al.* (2007) mencionan que este parámetro también se relaciona con la probable fermentación por desarrollo de microorganismos. Moguel-Ordóñez (2005). Realizando un análisis físico/químicos en mieles en la Península de Yucatán, encontró pocas mieles con niveles de ácido libre por arriba de lo permitido de (50 muestras), y en las que si se tuvieron registro, fueron en mieles provenientes de árboles y enredaderas y puede deberse a que permanecen mayor tiempo en la colmena que las otras, lo cual puede influir en el aumento de este parámetro, por lo que es recomendable revisar constantemente el apiario y cosechar la miel en cuanto esté completamente operculada.

En cuanto al valor encontrado de una acidez libre alta, se puede mencionar lo reportado por Duch G (1998), menciona que la miel de tzitzilché (*Gymnopodium floribundum*) en la etapa de acopio, presento valores de acidez alta y esto se debe a que, durante el periodo de producción, se registraron temperaturas de 37 °C. así mismo, coincide con los meses que menos llueve y florece esta especie (enero- junio). Cabe mencionar que se encontraron bastantes granos de polen de esta especie, en la cosecha de mayo de Cozumel, lo que podría ser un factor del ligero aumento.

Con respecto a los datos de conductividad eléctrica encontrada en la miel de Cozumel, se observó que el rango sobrepasó por mucho lo permitido, lo que significa que la fuente floral de la miel es desconocida, por no ser de origen natural, ya que podría originarse de agua azucarada u otro. Pero en este estudio, esta aseveración no se cumple, ya que las muestras fueron obtenidas directamente de las cajas del apiario, de ahí la importancia de este tipo de análisis, en especial de la conductividad. Díaz y Fernández (1998), mencionan que la medida de la conductividad eléctrica puede orientar sobre los orígenes de la miel (floral o mielato) e incluso permite detectar si se ha alimentado artificialmente a las abejas y podrían ser utilizados como parámetros para diferenciar muestras de mieles (Terrab *et al.*, 2002).

El conocimiento obtenido de informantes claves es una herramienta que permite conocer aspectos de esta actividad, datos ambientales, económicos y sociales que intervienen en este sector productivo, lo que permite buscar áreas de aprovechamiento

---

en donde se pueda se pueda combinar el conocimiento científico y tradicional, tal como lo expone, Aguilar Hernández (2014), menciona que por medio de entrevistas a apicultores caracterizó la actividad apícola e identificó las especies néctar-poliníferas de cuatro comunidades del municipio de Bacalar, concluyendo que los apicultores poseen gran conocimiento acerca de la vegetación melífera, lo que permite conocer el origen botánico de la miel, además de que conoció aspectos sociales.

---

## CONCLUSIÓN

La importancia de la apicultura en Cozumel es indiscutible por varios aspectos, en el ámbito ambiental, las abejas melíferas cumplen su función ecológica de polinizar gran cantidad de especies vegetales presentes en la isla, los que podemos ver reflejados en los granos de polen, económicamente sirve de sustento por la comercialización de los productos derivados la miel, generando un ingreso extra la estabilidad económica, en el aspecto social, pocas personas se dedican a la actividad apícola, sin embargo existen factores ambientales (huracanes) que fueron reduciendo este sector en años anteriores.

La miel que se producen en la península de Yucatán está relacionada física y químicamente con la miel que se cosecha en Cozumel, ya que presentan condiciones bromatológicas y botánicas similares; lo que permite actualizar las características propias de las mieles presentes en Quintana Roo, tal es el caso del municipio de Cozumel.

Las especies botánicas observadas en la miel de Cozumel están presentes de igual manera en mieles de la Península de Yucatán, coincidiendo ligeramente en la fenología de los demás estados, lo que agiliza la clasificación de las mieles por su origen botánico, sin embargo, se observó que hay especies arbóreas que aunque están presentes en Cozumel y que se reporta que son de gran importancia para la producción de miel en la Península, no se observaron en el análisis melisopalinológico realizado aquí, tal es el caso de *Bursera simaruba* (Chaká).

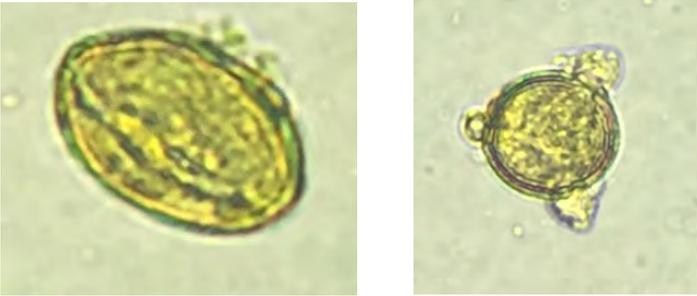
Sé observó que la miel de mejor calidad se cosecha en mayo ya que tiene una mejor calidad fisicoquímica (humedad) comparándola con la cosecha de septiembre, además de que la mayoría de la flora melífera está en su periodo de floración de enero a mayo y se observó mayor cantidad de granos de polen en la primera cosecha.

El análisis melisopalinológico es un estudio que agiliza la manera de identificar que flor polinizó la abeja por medio de herramientas como los microscopios, sin embargo, es importante conocer la taxonomía de los granos polen para una correcta identificación en el laboratorio, o bien la fenología de la vegetación, o con ayuda de literatura especializada.

El conocimiento de los apicultores es una poderosa herramienta que permite entender cómo funciona un apiario, la flora melífera y la logística de producción; lo que permite encaminar futuros proyectos relacionados al mismo tema. La función del informante clave, sirve para conocer el origen del caso, y lograr obtener información con base a las experiencias vividas y en combinación con la parte científica, se logra un mejor conocimiento y futuro aprovechamiento de este importante y milenario recurso natural.

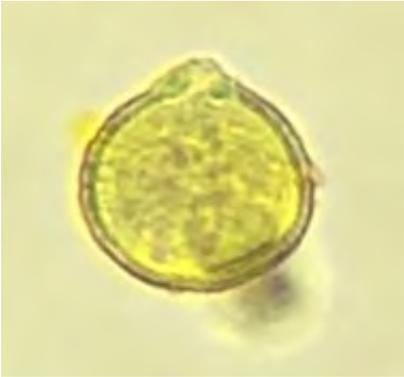
## ANEXOS

## Fichas informativas de la flora melífera en Cozumel

|   |   |
|---|---|
| <p><b>Familia:</b> Polygonaceae</p> <p><b>Especie:</b> <i>Gymnopodium floribundum</i></p> <p><b>Nombre común:</b> ts'iits'ilche</p> | <p style="text-align: center;"><b>Fotografía</b></p>  <p style="text-align: center;">Fuente: CICY</p> |
| <b>Datos del espécimen</b>  |   |
| <b>Fecha de colecta:</b>  | 20 de mayo 2021   |
| <b>Colectores:</b>  | Víctor Pérez Tec  |
| <b>Localidad, estado, país:</b>   | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>  | Melisopalinología   |
| <b>Morfología del polen</b>   |   |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>  | Monada  |
| <b>Simetría:</b>  | Radiosimétrico  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>   |   |
|   |   |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Familia:</b> Malvaceae</p> <p><b>Especie:</b> <i>Heliocarpus donnellsmithii</i></p> <p><b>Nombre común:</b> Joolol</p> | <p><b>Fotografía:</b></p>  <p>Fuente: CICY</p> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |  |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 29 de mayo 2021  |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec   |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México  |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología  |
| <b>Morfología del polen</b>  |  |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada   |
| <b>Simetría:</b>   | Bisimétricos   |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |  |
|    |  |

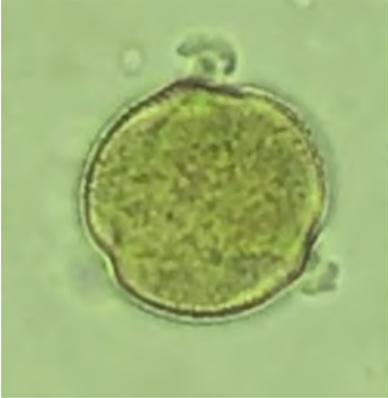
|  |   |
|--|---|
| <p><b>Familia:</b> Malvaceae</p> <p><b>Especie:</b> <i>Ceiba pentandra</i></p> <p><b>Nombre común:</b> Ceiba</p> | <p><b>Fotografía:</b></p>  <p><b>Fuente:</b> CICY</p> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |   |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 29 de mayo 2021   |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec  |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología   |
| <b>Morfología del polen</b>  |   |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada  |
| <b>Simetría:</b>   | Radiosimétrico  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |   |
|                              |   |

|   |  |
|---|--|
| <p><b>Familia:</b> Fabaceae</p> <p><b>Especie:</b> <i>Lonchocarpus guatemalensis</i></p> <p><b>Nombre común:</b> Cincho</p> | <p style="text-align: center;"><b>Fotografía</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>Fuente:</b> CICY</p> |
| <b>Datos del espécimen</b>  |  |
| <b>Fecha de colecta:</b>  | 29 de mayo 2021  |
| <b>Colectores:</b>  | Víctor Pérez Tec   |
| <b>Localidad, estado, país:</b>   | Cozumel, Quintana Roo, México  |
| <b>Tipo metodología:</b>  | Melisopalinología  |
| <b>Morfología del polen</b>   |  |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>  |  |
| <b>Simetría:</b>  |  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>   |  |
|   |  |

|  |                                  |
|--|----------------------------------|
| <b>Familia:</b> Malvaceae<br><b>Especie:</b> Desconocido                             | <b>Sin registro fotográfico.</b> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |                                  |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 29 de mayo 2021                  |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec                 |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México    |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología                |
| <b>Morfología del polen</b>  |                                  |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada                           |
| <b>Simetría:</b>   | Bisimétricos                     |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |                                  |
|  |                                  |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Familia:</b> Fabaceae</p> <p><b>Especie:</b> <i>Piscidia piscipula</i></p> <p><b>Nombre común:</b> Jabín</p> | <p style="text-align: center;"><b>Fotografía</b></p>  <p style="text-align: right;">Fuente: CICY</p> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |  |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 29 de mayo 2021  |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec   |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México  |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología  |
| <b>Morfología del polen</b>  |  |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada   |
| <b>Simetría:</b>   | Radiosimétrico   |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |  |
|                                |  |

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Familia:</b> Sapotaceae</p> <p><b>Especie:</b> <i>Chrysophyllum mexicanum</i></p> <p><b>Nombre común:</b> Cayumito</p> | <p style="text-align: center;"><b>Fotografía</b></p>  <p style="text-align: center;">Fuente: CICY</p> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |   |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 29 de mayo 2021   |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec  |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología   |
| <b>Morfología del polen</b>  |   |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada  |
| <b>Simetría:</b>   | Bisimétricos  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |   |
|    |   |

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Familia:</b> Malvaceae</p> <p><b>Especie:</b> <i>Guazuma ulmifolia</i></p> <p><b>Nombre común:</b> Guasimo</p> | <p style="text-align: center;"><b>Fotografía</b></p>  <p style="text-align: center;">Fuente: CICY</p> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |   |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 29 de mayo 2021   |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec  |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología   |
| <b>Morfología del polen</b>  |   |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada  |
| <b>Simetría:</b>   | Radiosimétrico  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |   |
|                                  |   |

|   |   |
|---|---|
| <p><b>Familia:</b> Apocynaceae</p> <p><b>Especie:</b> <i>Asclepias curassavica</i></p> <p><b>Nombre común:</b> Algodoncillo</p> | <p style="text-align: center;"><b>Fotografía</b></p>  <p style="text-align: center;">Fuente: CICY</p> |
| <b>Datos del espécimen</b>  |   |
| <b>Fecha de colecta:</b>  | 29 de mayo 2021   |
| <b>Colectores:</b>  | Víctor Pérez Tec  |
| <b>Localidad, estado, país:</b>   | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>  | Melisopalinología   |
| <b>Morfología del polen</b>   |   |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>  | Monada  |
| <b>Simetría:</b>  | Bisimétricos  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>   |   |
|   |   |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Familia:</b> Fabaceae<br><br><b>Especie:</b> Desconocido                          | <b>Sin registro fotográfico</b> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |                                 |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 29 de mayo 2021                 |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec                |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología               |
| <b>Morfología del polen</b>  |                                 |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada                          |
| <b>Simetría:</b>   | Bisimétrico                     |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |                                 |
|  |                                 |

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Familia:</b> Asteraceae</p> <p><b>Especie:</b> <i>Viguiera dentata</i></p> <p><b>Nombre común:</b> Tajonal</p> | <p style="text-align: center;"><b>Fotografía</b></p>  <p style="text-align: center;">Fuente: CICY</p> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |   |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 29 de mayo 2021   |
| <b>Colectores:</b>   | Victor Pérez Tec  |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología   |
| <b>Morfología del polen</b>  |   |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada  |
| <b>Simetría:</b>   | Radiosimétrico  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |   |
|                                  |   |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Familia:</b> Apocynaceae<br><b>Especie:</b> Desconocido                           | <b>Sin registro fotográfico</b> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |                                 |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 29 de mayo 2021                 |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec                |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología               |
| <b>Morfología del polen</b>  |                                 |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada                          |
| <b>Simetría:</b>   | Radiosimétrico                  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |                                 |
|  |                                 |

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Familia:</b> Fabaceae</p> <p><b>Especie:</b> <i>Senna undulata</i></p> <p><b>Nombre común:</b> Cuilite de caballo</p>  | <p style="text-align: center;"><b>Fotografía</b></p>  <p style="text-align: center;">Fuente: Naturalista.</p> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |   |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 29 de mayo 2021   |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec  |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología   |
| <b>Morfología del polen</b>  |   |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada  |
| <b>Simetría:</b>   | Radiosimétrico  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |   |
| <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> |   |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Familia:</b> Myrtaceae<br><b>Especie:</b> Desconocido                             | <b>Sin registro fotográfico</b> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |                                 |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 29 de mayo 2021                 |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec                |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología               |
| <b>Morfología del polen</b>  |                                 |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada                          |
| <b>Simetría:</b>   | Bisimétrico                     |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |                                 |
|  |                                 |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Familia:</b> Fabaceae<br><br><b>Especie:</b> Desconocido                          | <b>Sin registro fotográfico</b> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |                                 |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 29 de mayo 2021                 |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec                |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología               |
| <b>Morfología del polen</b>  |                                 |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada                          |
| <b>Simetría:</b>   | Radiosimétrico                  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |                                 |
|  |                                 |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Familia:</b> Fabaceae   | <b>Sin registro fotográfico</b> |
| <b>Especie:</b> Desconocido  |                                 |
| <b>Datos del espécimen</b>   |                                 |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 29 de mayo 2021                 |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec                |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología               |
| <b>Morfología del polen</b>  |                                 |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada                          |
| <b>Simetría:</b>   | Radialsimétrico                 |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |                                 |
|  |                                 |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Familia:</b> Convolvulaceae   | <b>Sin registro fotográfico</b> |
| <b>Especie:</b> Desconocido  |                                 |
| <b>Datos del espécimen</b>   |                                 |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 29 de mayo 2021                 |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec                |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología               |
| <b>Morfología del polen</b>  |                                 |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Diada                           |
| <b>Simetría:</b>   | Bisimétrico                     |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |                                 |
|  |                                 |

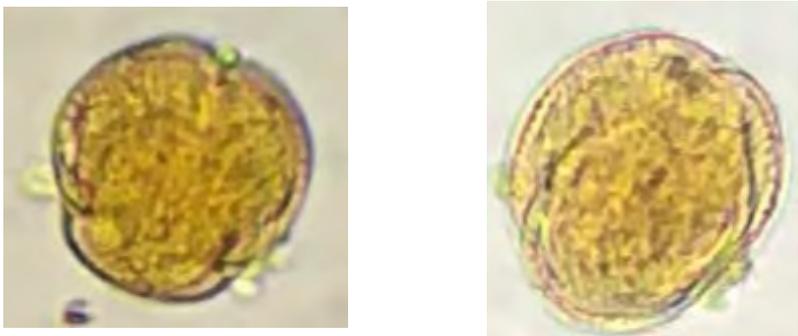
|   |   |
|---|---|
| <p><b>Familia:</b> Sapindaceae</p> <p><b>Especie:</b> <i>Serjania triquetra</i> Radlk.</p> <p><b>Nombre común:</b> Bejuco</p> | <p style="text-align: center;"><b>Fotografía</b></p>  <p style="text-align: center;">Fuente: CICY</p> |
| <b>Datos del espécimen</b>  |   |
| <b>Fecha de colecta:</b>  | 29 de mayo 2021   |
| <b>Colectores:</b>  | Víctor Pérez Tec  |
| <b>Localidad, estado, país:</b>   | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>  | Melisopalinología   |
| <b>Morfología del polen</b>   |   |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>  | Monada  |
| <b>Simetría:</b>  | Radiosimétrico  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>   |   |
|   |   |

|   |                                 |
|---|---------------------------------|
| <b>Familia:</b> Fabaceae<br><b>Especie:</b> Desconocido                             | <b>Sin registro fotográfico</b> |
| <b>Datos del espécimen</b>  |                                 |
| <b>Fecha de colecta:</b>  | 29 de mayo 2021                 |
| <b>Colectores:</b>  | Víctor Pérez Tec                |
| <b>Localidad, estado, país:</b>   | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>  | Melisopalinología               |
| <b>Morfología del polen</b>   |                                 |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>  | Monada                          |
| <b>Simetría:</b>  | Radiosimétrico                  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>   |                                 |
|  |                                 |

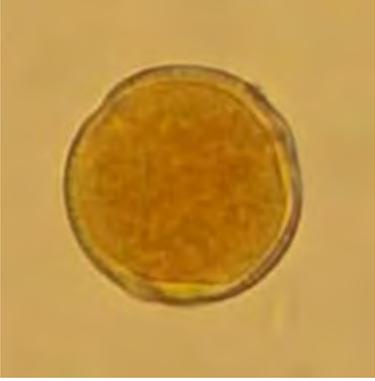
|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Familia:</b> Fabaceae<br><b>Especie:</b> Desconocido                              | <b>Sin registro fotográfico</b> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |                                 |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 29 de mayo 2021                 |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec                |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología               |
| <b>Morfología del polen</b>  |                                 |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada                          |
| <b>Simetría:</b>   | Radiosimétrico                  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |                                 |
|  |                                 |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Familia:</b> Fabaceae<br><b>Especie:</b> Desconocido                              | <b>Sin registro fotográfico</b> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |                                 |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 29 de mayo 2021                 |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec                |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología               |
| <b>Morfología del polen</b>  |                                 |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada                          |
| <b>Simetría:</b>   | Radiosimétrico                  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |                                 |
|  |                                 |

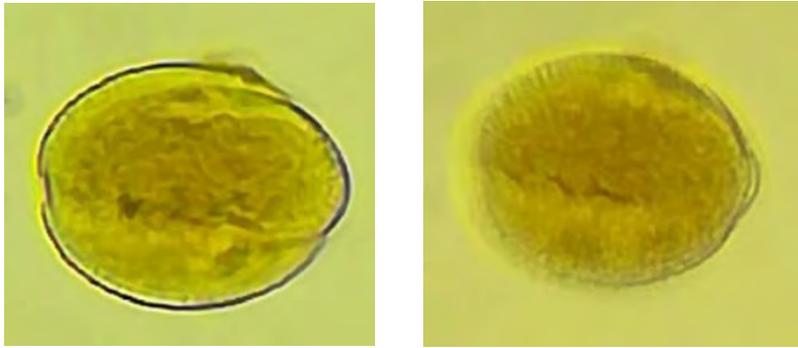
|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Familia:</b> Sapindaceae  | <b>Sin registro fotográfico</b> |
| <b>Especie:</b> Desconocido  |                                 |
| <b>Datos del espécimen</b>   |                                 |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 29 de mayo 2021                 |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec                |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología               |
| <b>Morfología del polen</b>  |                                 |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada                          |
| <b>Simetría:</b>   | Bisimétrico                     |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |                                 |
|  |                                 |

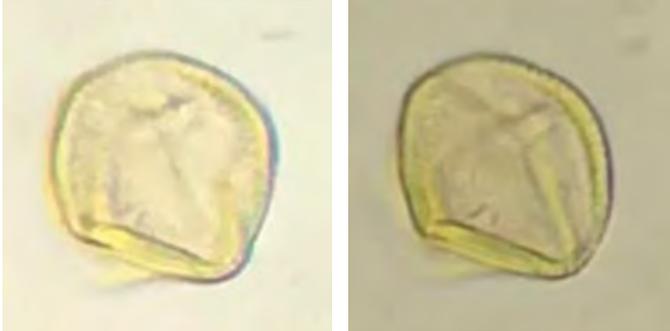
|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Familia:</b> Fabaceae   | <b>Sin registro fotográfico</b> |
| <b>Especie:</b> Desconocido  |                                 |
| <b>Datos del espécimen</b>   |                                 |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 29 de mayo 2021                 |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec                |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología               |
| <b>Morfología del polen</b>  |                                 |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada                          |
| <b>Simetría:</b>   | Radialsimétrico                 |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |                                 |
|  |                                 |

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Familia:</b> Combretaceae</p> <p><b>Especie:</b> <i>Conocarpus erectus</i></p> <p><b>Nombre común:</b> Mangle botoncillo</p> | <p style="text-align: center;"><b>Fotografía</b></p>  <p style="text-align: center;">Fuente: CICY</p> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |   |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 29 de mayo 2021   |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec  |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología   |
| <b>Morfología del polen</b>  |   |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada  |
| <b>Simetría:</b>   | Asimétrico  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |   |
|    |   |

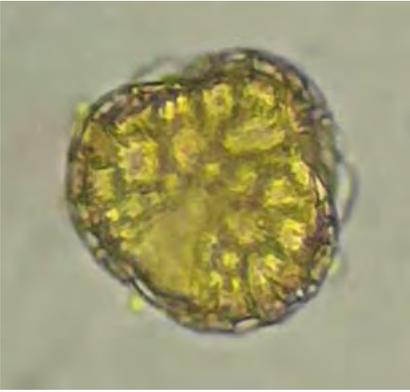
|  |   |
|--|---|
| <p><b>Familia:</b> Polygonaceae</p> <p><b>Especie:</b> <i>Antigonon leptopus</i></p> <p><b>Nombre común:</b> Flor de San Diego</p> | <p style="text-align: center;"><b>Fotografía</b></p>  <p style="text-align: center;">Fuente: CICY</p> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |   |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 29 de mayo 2021   |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec  |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología   |
| <b>Morfología del polen</b>  |   |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada  |
| <b>Simetría:</b>   | Radiosimétrico  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |   |
|    |   |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Familia:</b> Fabaceae<br><br><b>Especie:</b> Desconocido                          | <b>Sin registro fotográfico</b> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |                                 |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 29 de mayo 2021                 |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec                |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología               |
| <b>Morfología del polen</b>  |                                 |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada                          |
| <b>Simetría:</b>   | Radiosimétrico                  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |                                 |
|  |                                 |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Familia:</b> Fabaceae<br><b>Especie:</b> Desconocido                              | <b>Sin registro fotográfico</b> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |                                 |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 29 de mayo 2021                 |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec                |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología               |
| <b>Morfología del polen</b>  |                                 |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada                          |
| <b>Simetría:</b>   | Radiosimétrico                  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |                                 |
|  |                                 |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Familia:</b> Cyperaceae<br><b>Especie:</b> Desconocido                            | <b>Sin registro fotográfico</b> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |                                 |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 29 de mayo 2021                 |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec                |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología               |
| <b>Morfología del polen</b>  |                                 |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada                          |
| <b>Simetría:</b>   | Radiosimétrico                  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |                                 |
|  |                                 |

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Familia:</b> Fabaceae</p> <p><b>Especie:</b> <i>Acacia gaumeri</i></p> <p><b>Nombre común:</b> Box káatsim</p> | <p style="text-align: center;"><b>Fotografía</b></p>  <p style="text-align: center;">Fuente: CICY</p> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |   |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 15 de septiembre 2021   |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec  |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología   |
| <b>Morfología del polen</b>  |   |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Poliadas  |
| <b>Simetría:</b>   | Radiosimétrico  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |   |
|                                  |   |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Familia:</b> Fabaceae<br><br><b>Especie:</b> Desconocido                          | <b>Sin registro fotográfico</b> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |                                 |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 15 de septiembre 2021           |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec                |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología               |
| <b>Morfología del polen</b>  |                                 |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada                          |
| <b>Simetría:</b>   | Radiosimétrico                  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |                                 |
|  |                                 |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Familia:</b> Fabaceae<br><b>Especie:</b> Desconocida<br><b>Nombre común:</b>      | <b>Sin registro fotográfico</b> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |                                 |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 15 de septiembre 2021           |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec                |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología               |
| <b>Morfología del polen</b>  |                                 |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada                          |
| <b>Simetría:</b>   | Radiosimétrico                  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |                                 |
|  |                                 |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Familia:</b> Fabaceae<br><br><b>Especie:</b> Desconocido                          | <b>Sin registro fotográfico</b> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |                                 |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 15 de septiembre 2021           |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec                |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología               |
| <b>Morfología del polen</b>  |                                 |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada                          |
| <b>Simetría:</b>   | Bisimétricos                    |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |                                 |
|  |                                 |

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Familia:</b> Asteraceae</p> <p><b>Especie:</b> <i>Tithonia rotundifolia</i></p> <p><b>Nombre común:</b> Girasol mexicano</p> | <p style="text-align: center;"><b>Fotografía</b></p>  <p style="text-align: center;">Fuente: CICY</p> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |   |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 15 de septiembre 2021   |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec  |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología   |
| <b>Morfología del polen</b>  |   |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada  |
| <b>Simetría:</b>   | Radiosimétrico  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |   |
|    |   |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Familia:</b> Euphorbiaceae<br><br><b>Especie:</b> Desconocido                     | <b>Sin registro fotográfico</b> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |                                 |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 15 de septiembre 2021           |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec                |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología               |
| <b>Morfología del polen</b>  |                                 |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada                          |
| <b>Simetría:</b>   | Bisimétrico                     |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |                                 |
|  |                                 |

|   |   |
|---|---|
| <p><b>Familia:</b> Convolvulaceae</p> <p><b>Especie:</b> <i>Ipomoea carnea</i></p> <p><b>Nombre común:</b> Campalilla</p> | <p style="text-align: center;"><b>Fotografía</b></p>  <p style="text-align: center;">Fuente: CICY</p> |
| <b>Datos del espécimen</b>  |   |
| <b>Fecha de colecta:</b>  | 15 de septiembre 2021   |
| <b>Colectores:</b>  | Víctor Pérez Tec  |
| <b>Localidad, estado, país:</b>   | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>  | Melisopalinología   |
| <b>Morfología del polen</b>   |   |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>  | Monada  |
| <b>Simetría:</b>  | Radiosimétrico  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>   |   |
|                                       |   |

|   |   |
|---|---|
| <p><b>Familia:</b> Sapindaceae</p> <p><b>Especie:</b> <i>Thonouia paucidentata</i></p> <p><b>Nombre común:</b> hueso de tigre</p> | <p style="text-align: center;"><b>Fotografía</b></p>  <p style="text-align: center;">Fuente: CICY</p> |
| <b>Datos del espécimen</b>  |   |
| <b>Fecha de colecta:</b>  | 15 de septiembre 2021   |
| <b>Colectores:</b>  | Víctor Pérez Tec  |
| <b>Localidad, estado, país:</b>   | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>  | Melisopalinología   |
| <b>Morfología del polen</b>   |   |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>  | Monada  |
| <b>Simetría:</b>  | Radiosimétrico  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>   |   |
|   |   |

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Familia:</b> Fabaceae</p> <p><b>Especie:</b> <i>Lonchocarpus hondurensis</i></p> <p><b>Nombre común:</b> Jabín de agua</p> | <p style="text-align: center;"><b>Fotografía</b></p>  <p style="text-align: center;">Fuente: CICY</p> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |   |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 15 de septiembre 2021   |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec  |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología   |
| <b>Morfología del polen</b>  |   |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada  |
| <b>Simetría:</b>   | Bisimétricos  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |   |
|    |   |

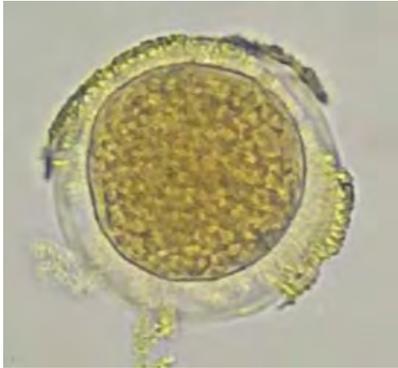
|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Familia:</b> Gramineae<br><b>Especie:</b> Desconocido                             | <b>Sin registro fotográfico</b> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |                                 |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 15 de septiembre 2021           |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec                |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología               |
| <b>Morfología del polen</b>  |                                 |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada                          |
| <b>Simetría:</b>   | Radiosimétrico                  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |                                 |
|  |                                 |

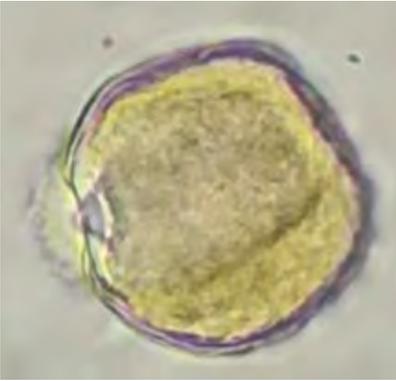
|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Familia:</b> Fabaceae<br><b>Especie:</b> Desconocido                              | <b>Sin registro fotográfico</b> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |                                 |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 15 de septiembre 2021           |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec                |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología               |
| <b>Morfología del polen</b>  |                                 |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada                          |
| <b>Simetría:</b>   | Bisimétrico                     |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |                                 |
|  |                                 |

|   |   |
|---|---|
| <p><b>Familia:</b> Rubiaceae</p> <p><b>Especie:</b> <i>Machaonia lindeniana</i></p> <p><b>Nombre común:</b> k'uch'eel</p> | <p style="text-align: center;"><b>Fotografía</b></p>  <p style="text-align: center;">Fuente: CICY</p> |
| <b>Datos del espécimen</b>  |   |
| <b>Fecha de colecta:</b>  | 15 de septiembre 2021   |
| <b>Colectores:</b>  | Víctor Pérez Tec  |
| <b>Localidad, estado, país:</b>   | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>  | Melisopalinología   |
| <b>Morfología del polen</b>   |   |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>  | Tétrada   |
| <b>Simetría:</b>  | Radiosimétrico  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>   |   |
|                                       |   |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Familia:</b> Sapindaceae<br><br><b>Especie:</b> Desconocido                       | <b>Sin registro fotográfico</b> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |                                 |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 15 de septiembre 2021           |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec                |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología               |
| <b>Morfología del polen</b>  |                                 |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada                          |
| <b>Simetría:</b>   | Radiosimétrico                  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |                                 |
|  |                                 |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Familia:</b> Fabaceae<br><br><b>Especie:</b> Desconocido                          | <b>Sin registro fotográfico</b> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |                                 |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 15 de septiembre 2021           |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec                |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología               |
| <b>Morfología del polen</b>  |                                 |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada                          |
| <b>Simetría:</b>   | Radiosimétrico                  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |                                 |
|  |                                 |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Familia:</b> Euphorbiaceae<br><br><b>Especie:</b> Desconocido                     | <b>Sin registro fotográfico</b> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |                                 |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 15 de septiembre 2021           |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec                |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología               |
| <b>Morfología del polen</b>  |                                 |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monado                          |
| <b>Simetría:</b>   | Radiosimétrico                  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |                                 |
|  |                                 |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Familia:</b> Apocynaceae<br><b>Especie:</b> Desconocida                           | <b>Sin registro fotográfico</b> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |                                 |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 15 de septiembre 2021           |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec                |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología               |
| <b>Morfología del polen</b>  |                                 |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monado                          |
| <b>Simetría:</b>   | Radiosimétrico                  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |                                 |
|  |                                 |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Familia:</b> Apocynaceae<br><b>Especie:</b> Desconocido                           | <b>Sin registro fotográfico</b> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |                                 |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 15 de septiembre 2021           |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec                |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología               |
| <b>Morfología del polen</b>  |                                 |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada                          |
| <b>Simetría:</b>   | Bisimétricos                    |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |                                 |
|  |                                 |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Familia:</b> Rubiaceae<br><br><b>Especie:</b> Desconocido                         | <b>Sin registro fotográfico</b> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |                                 |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 15 de septiembre 2021           |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec                |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología               |
| <b>Morfología del polen</b>  |                                 |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada                          |
| <b>Simetría:</b>   | Radiosimétrico                  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |                                 |
|  |                                 |

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Familia:</b> Euphorbiaceae</p> <p><b>Especie:</b> <i>Jatropha gaumeri greenm</i></p> <p><b>Nombre común:</b> Xu'ul</p> | <p style="text-align: center;"><b>Fotografía</b></p>  <p style="text-align: center;">Fuente: CICY</p> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |   |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 15 de septiembre 2021   |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec  |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología   |
| <b>Morfología del polen</b>  |   |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada  |
| <b>Simetría:</b>   | Radiosimétrico  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |   |
|    |   |

|   |   |
|---|---|
| <p><b>Familia:</b> Polygonaceae</p> <p><b>Especie:</b> <i>Neomillspaughia emarginata</i></p> <p><b>Nombre común:</b> Sak iitsa'</p> | <p style="text-align: center;"><b>Fotografía</b></p>  <p style="text-align: center;">Fuente: CICY</p> |
| <b>Datos del espécimen</b>  |   |
| <b>Fecha de colecta:</b>  | 15 de septiembre 2021   |
| <b>Colectores:</b>  | Víctor Pérez Tec  |
| <b>Localidad, estado, país:</b>   | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>  | Melisopalinología   |
| <b>Morfología del polen</b>   |   |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>  | Monada  |
| <b>Simetría:</b>  | Bisimétricos  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>   |   |
|   |   |

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Familia:</b> Sapotaceae</p> <p><b>Especie:</b> <i>Dipholis salicifolia</i></p> <p><b>Nombre común:</b> Capulín</p> | <p style="text-align: center;"><b>Fotografía</b></p>  <p style="text-align: center;">Fuente: CICY</p> |
| <b>Datos del espécimen</b>   |   |
| <b>Fecha de colecta:</b>   | 15 de septiembre 2021   |
| <b>Colectores:</b>   | Víctor Pérez Tec  |
| <b>Localidad, estado, país:</b>  | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>   | Melisopalinología   |
| <b>Morfología del polen</b>  |   |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>   | Monada  |
| <b>Simetría:</b>   | Radiosimétrico  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>  |   |
|                                      |   |

|   |   |
|---|---|
| <p><b>Familia:</b> Loranthaceae</p> <p><b>Especie:</b> <i>Struthantus cassythoides</i></p> <p><b>Nombre común:</b> Matapalo</p> | <p style="text-align: center;"><b>Fotografía</b></p>  <p style="text-align: center;">Fuente: CICY</p> |
| <b>Datos del espécimen</b>  |   |
| <b>Fecha de colecta:</b>  | 15 de septiembre 2021   |
| <b>Colectores:</b>  | Víctor Pérez Tec  |
| <b>Localidad, estado, país:</b>   | Cozumel, Quintana Roo, México   |
| <b>Tipo metodología:</b>  | Melisopalinología   |
| <b>Morfología del polen</b>   |   |
| <b>Unidad de dispersión del polen:</b>  | Tétrada   |
| <b>Simetría:</b>  | Radiosimétrico  |
| <b>Registro fotográfico del polen</b>   |   |
|   |   |

Tabla 7. Tipos de miel de la Península de Yucatán y su clasificación

| Tipo de miel           | Origen botánico                | Clasificación         |
|------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| Tahonal                | <i>Viguiera dentata</i>        | Unifloral             |
| Chakàah                | <i>Bursera simaruba</i>        | Unifloral             |
| K'an chunùup           | <i>Thouinia paucidentata</i>   | Unifloral             |
| Ts'fìts'ilche'         | <i>Gymnopodium floribundum</i> | Multifloral/Unifloral |
| X mùuts', X wenel xitw | <i>Mimosa pudica</i>           | Unifloral             |
| Pukte'                 | <i>Bucida buceras</i>          | Unifloral             |
| Ha'abin                | <i>Piscidia piscipula</i>      | Multifloral/Unifloral |
| Xa'an                  | <i>Sabal yapa</i>              | Unifloral             |
| Box káatsim            | <i>Acacia gaumeri</i>          | Unifloral/Multifloral |
| Táan che'              | <i>Croton fragilis</i>         | Unifloral/Multifloral |
| Sak tah                | <i>Trixis inula</i>            | Unifloral/Multifloral |
| Pichi' che'            | <i>Eugenia</i> sp.             | Unifloral/Multifloral |
| Chéchem                | <i>Metopium brownei</i>        | Unifloral/Multifloral |
| Wayúum                 | <i>Talisia oliviformis</i>     | Unifloral/Multifloral |
| Kúka                   | <i>Mimosa pigra</i>            | Unifloral             |
| Tsalam                 | <i>Lysiloma latisiliquum</i>   | Multifloral           |
| Enredaderas            | Convolvulaceae                 | Multifloral           |
| Sak pixdoy             | <i>Trema micrantha</i>         | Multifloral           |

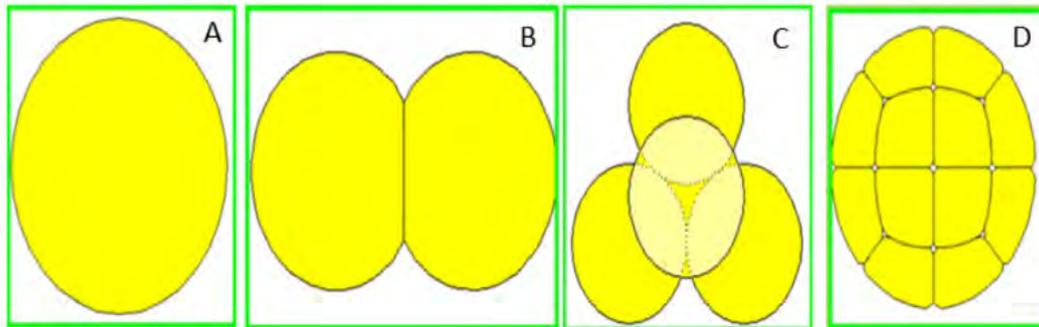


Figura 8. Unidad de dispersión del polen. A) Monada; B) Diada; C) Tétrada; D) Poliadas. Fuente: Jaramillo y Trigo, 2011.

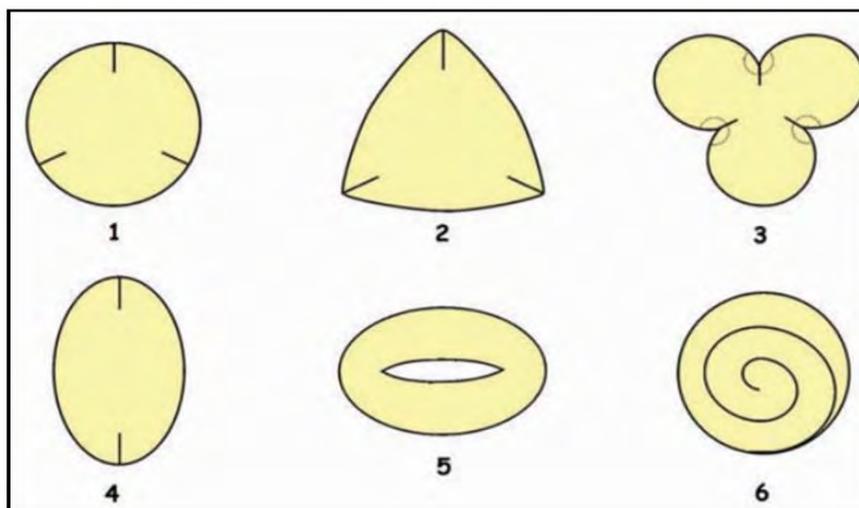


Figura 9. Simetría de polen. 1-3, Radiosimétrico; 4-5, Bisimétricos; 6, Asimétrico. Fuente: citado por Sáenz, 2004.

---

**LITERATURA CITADA**

Aguilar Hernandez José Antonio (2014). Caracterización de la actividad apícola e identificación de especies néctar-poliníferas en cuatro comunidades del municipio de Bacalar, Quintana Roo, Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de la Zona Maya

Alamilla Pastrana, E. B., & May Uicab, D. A. (2013). Relación entre la riqueza y abundancia de los ácaros oribátidos edáficos y el contenido de materia orgánica en suelos de Cozumel, Quintana Roo.

Alaniz-Gutiérrez, Luis, Ail-Catzim, Carlos Enrique, Villanueva-Gutiérrez, Rogel, Delgadillo-Rodríguez, José, Ortiz-Acosta, Martín Eduardo, García-Moya, Edmundo, & Medina Cervantes, Tomás Salvador. (2017). Caracterización palinológica de mieles del Valle de Mexicali, Baja California, México. *Polibotánica*, (43), 255-283. <https://dx.doi.org/10.18387/polibotanica.43.12>

Alfaro Bates R., Ortiz Díaz J. & Gonzales Acereto J. (2007). "Plantas melíferas: melisopalinología". CICY, Usos de la biodiversidad, tomado de: [https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap7/06%20Plantas%20meliferas%20\\_melisopalinologia.pdf](https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap7/06%20Plantas%20meliferas%20_melisopalinologia.pdf)

Alfaro Bates, R.G., J.A. González, D.J. Ortiz, C.F.A. Viera, P.A.I. Burgos, E. Martínez Hernández y E. Ramírez-Arriaga (2010). Caracterización Palinológica de las Mielles de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 156 p.

Atlas del riesgo del municipio de Cozumel (2011). Tomado de: [http://rmgir.proyectomesoamerica.org/PDFMunicipales/2011/vr\\_23001\\_AR\\_COZUMEL.pdf](http://rmgir.proyectomesoamerica.org/PDFMunicipales/2011/vr_23001_AR_COZUMEL.pdf)

- INEGI (2007). La apicultura en la Península de Yucatán : Censo Agropecuario 2007/Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México: INEGI, 2012.
- Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (INEGI) (2009). "Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Cozumel, Quintana Roo. Clave geoestadística 23001". México.
- Cetzal-Ix W., Noguera-Savelli E. & Martínez-Puc J. (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". Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, CONANP, (2007). "Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del Área de Protección de Flora y Fauna Isla de Cozumel, Quintana Roo, México". México, 2007.
- Castellanos-potenciano, Blanca Patricia, RAMÍREZ-ARRIAGA, Elia, & ZALDIVAR-CRUZ, Juan Manuel. 2012. Análisis del contenido polínico de mieles producidas por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: apidae) en el estado de Tabasco, México. *Acta zoológica mexicana*, 28(1), 13-36.
- Córdova-Córdova, Claudia Ivette, Ramirez-Arriaga, Elia, Martínez-Hernández, Enrique, & Zaldívar-Cruz, Juan Manuel. 2013. Caracterización botánica de miel de abeja (*Apis mellifera* L.) de cuatro regiones del estado de Tabasco, México, mediante técnicas melisopolinológicas. *Universidad y ciencia*, 29(2), 163-178.
- CODEX STAN 12, 1981. CODEX NORMA PARA LA MIEL CODEX STAN 12-1981.
- CONAGUA, 2021. Resúmenes Mensuales de Temperaturas y Lluvia, <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/temperaturas-y-lluvias/resumenes-mensuales-de-temperaturas-y-lluvias>. fecha de consulta: 30 julio del 2022

- Güemes Francisco & Villanueva Rogel (2002). Características de la apicultura en Quintana Roo y del mercado de sus productos. Consultado el 15 de junio del 2020: <http://www.miel.uqroo.mx/princip/ensayoqroo.htm>
- Güemes-Ricalde, F., y J. M. Pat-Fernández 2001. Condiciones actuales de la apicultura en el estado de Campeche, Campeche, Conacyt/Sisierra/El Colegio de la Frontera Sur/Uqroo
- Moguel Ordóñez, Yolanda Beatriz, Echazarreta Gonzalez, Carlos, y Mora Escobedo, Rosalba (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.
- Martínez-Hernández, E., Cuadriello-Aguilar, J., Téllez-Valdez, O., RamírezArriaga, E., Sosa-Nájera, M., Medina-Camacho, M.; Lozano-García, M. (1993). Atlas de las plantas y el polen utilizados por las cinco especies principales de abejas productoras de miel de la región del Tacaná, Chiapas, México. Instituto de Geología. México, D.F. 105 p.
- Palafox Muñoz, Alejandro, & Aguilar Aguilar, Arturo, & Sderis Anaya Ortiz, Julia (2015). COZUMEL Y LA TRANSFORMACIÓN DE SU PAISAJE POR EL TURISMO DE CRUCEROS. *Revista de Ciencias Sociales (Cr)*, III(149),103-115.
- 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/Estudios Mexicanos* 19 (2): 303-330.
- Piedras, G. B. Quiroz G.D. (2007). Estudio melisopalínológico de dos mieles de la porción sur del valle de México. *Polibótanica*. p.p 57-75.
- Quiroz-García, David Leonor, & Arreguín-Sánchez, María de la Luz (2008). Determinación palinológica de los recursos florales utilizados por *apis mellifera* L. (hymenoptera: apidae) en el Estado de Morelos, México. *Polibotánica*, (26),159-173.[fecha de Consulta 10 de Junio de 2020]. ISSN: 1405-2768. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=621/62102609>

Sáenz, C., Gómez, C. (2000). Mieles españolas. Características e identificación mediante el análisis de polen. Ediciones Mundiprensa. Madrid. pp. 125-129.

Sawyer, R. 1988. Honey Identification. Cardiff Academic Press. Cardiff, U. K. pp. 55-73.

Sanz Cervera S y Sanz Cervera M. (1994). Humedad, ceniza y conductividad eléctrica de mieles de la Rioja. Tomado de: [file:///C:/Users/Victor/Downloads/Dialnet-HumedadCenizasYConductividadElectricaDeMielesDeLaR-110288%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Victor/Downloads/Dialnet-HumedadCenizasYConductividadElectricaDeMielesDeLaR-110288%20(1).pdf)

Sánchez-Dzib, Yajaira de los Angeles, Sosa-Nájera, Susana, & Lozano-García, María del Socorro. (2009). Morfología Polínica de Especies de la Selva Mediana Subperennifolia en la Cuenca del Río Candelaria, Campeche. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (84), 83-104. Recuperado en 17 de agosto de 2022, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0366-21282009000100007&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-21282009000100007&lng=es&tlng=es).

Villanueva-G., R., y W. Collí-Ucán (1996). "La apicultura en la península de Yucatán, México y sus perspectivas", *Folia Entomológica Mexicana*, núm. 97, pp. 55-70.