



## Color, humedad y contenido polínico de mieles del ecosistema manglar de la costa de Tabasco, México



Hugo Alvarado-Díaz <sup>a</sup>

Juan Manuel Zaldívar-Cruz <sup>a\*</sup>

Ángel Sol-Sánchez <sup>a</sup>

Said Cadena-Villegas <sup>a</sup>

Jorge Ismael Tucuch Haas <sup>b</sup>

Rocío Guadalupe Acosta-Pech <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Colegio de Postgraduados. Campus Tabasco, Periférico Carlos A. Molina S/N Km. 3, 86500 Tabasco, México.

<sup>b</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. INIFAP, Mocochará, Yucatán, México.

\* Autor de correspondencia: [zaldivar@colpos.mx](mailto:zaldivar@colpos.mx)

### Resumen:

Las características físicas de las mieles son atributos importantes para los consumidores al momento de elegir una miel sobre otra; debido a esto, conocer estos parámetros y su origen botánico son fundamentales para determinar su calidad y precio. En el presente estudio se determinó el color, humedad y contenido polínico en las mieles colectadas en la zona de manglares en la costa del estado de Tabasco, México. Se colectaron 17 muestras y se determinó su color, contenido de humedad y se eligió una muestra de cada localidad para realizar un análisis melisopalinológico. Se encontraron cinco colores de miel con valores desde 12 hasta 120 mm Pfund, siendo ámbar extra claro y blanco los colores predominantes. En relación con el contenido de humedad, se tuvieron muestras con valores de 18 a 23 %, de los cuales el 53 % de éstas cumplen con el límite (20 %) establecido en la normatividad; finalmente todas las muestras resultaron multiflorales siendo las Fabaceae, Poaceae y

Asteraceae las familias botánicas más importantes. En conclusión, en los manglares de la costa de Tabasco, México, se producen mieles multiflorales de tonos claros, en donde predominan las de color ámbar extra claro y blanco, con un contenido de humedad entre el 18 y 23 %, por lo que estas mieles podrían ser aptas para incursionar en mercados más especializados si se asegura una humedad de 20 % como máximo.

**Palabras clave:** Ecosistema, Brix, Manglares, Polen, Miel.

Recibido: 04/04/2023

Aceptado: 22/02/2024

La miel es un producto natural que las abejas producen a partir del néctar de las flores, secreciones de partes vivas de plantas, o bien, de excreciones de insectos succionadores de plantas que quedan sobre las mismas, y que las abejas recogen, combinan con sustancias específicas propias, depositan, deshidratan y almacenan en el panal para que se madure y añeje<sup>(1)</sup>. Este proceso le confiere a la miel propiedades únicas, que definen sus características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas<sup>(2)</sup>.

El estudio de las propiedades organolépticas y el origen botánico de las mieles han sido importantes en los últimos años, ya que su análisis brinda valor agregado comercial y permite conocer la interacción de *Apis mellifera* con las plantas<sup>(3)</sup>, facilitando su caracterización, ya que estos parámetros son determinantes para los consumidores al momento de elegir una miel<sup>(4)</sup>. El color de la miel está determinado por su origen botánico, la composición del néctar de la flor de procedencia, el proceso de extracción, temperatura, tiempo y condiciones de almacenamiento<sup>(2)</sup>. Aunque el origen geográfico, las condiciones climáticas, condiciones del suelo de la planta de origen, la exposición a la luz, el tratamiento térmico y procesos de cristalización, así como el contenido de minerales, antioxidantes y azúcares, también influyen en este atributo<sup>(5,6)</sup>.

En los últimos años se han incrementado los reportes que relacionan el color de la miel con la presencia de fitoquímicos como el ácido ascórbico, compuestos fenólicos, aminoácidos, enzimas, tocoferoles, carotenoides y flavonoides, siendo las mieles de color oscuro las que poseen mayor contenido de pigmentos con mayor potencial antioxidante<sup>(7,8)</sup>. En la determinación de color, la técnica Pfund es de las más utilizadas debido a su caracterización rápida, económica y sencilla; ésta clasifica a las mieles en siete tonalidades del color ámbar (blanco agua, extra blanco, blanco, ámbar extra claro, ámbar claro, ámbar y oscuro)<sup>(6,9)</sup>. En México, el estudio del color en las mieles ha permitido conocer que este atributo varía de un mes a otro, demostrando el cambio en los recursos florales a lo largo del año, siendo las

mieles más claras, las que proceden de los meses de mayor flujo de néctar (octubre-noviembre)<sup>(10)</sup>. Así mismo, se ha encontrado una fuerte correlación entre la actividad antioxidante y el color, siendo las mieles oscuras las de mayor capacidad<sup>(11)</sup>; similar a lo reportado en mieles de Tabasco<sup>(12)</sup>, donde estas presentan colores ámbar extra claro y ámbar claro<sup>(13)</sup>. Otro de los factores fundamentales en las características fisicoquímicas de las mieles, es el contenido polínico<sup>(2)</sup> ya que éste, al distinguirse por su alto contenido de proteínas, vitaminas, minerales, carotenos, xantofilas, fenoles y antioxidantes, entre otros; resulta determinante su análisis para evaluar la calidad de la miel y origen botánico<sup>(14)</sup>.

El estado de Tabasco cuenta con diversas áreas geográficas que ofrecen un importante potencial apícola, donde el manglar es uno de los ecosistemas que puede ser aprovechado, ya que en él se puede obtener una miel dulce y perfumada hasta con un toque salado y amargo<sup>(15)</sup>. De acuerdo a la CONABIO<sup>(16)</sup> Tabasco cuenta con 49,225 ha de manglar, donde el mangle rojo (*Rhizophora mangle* L.), mangle negro (*Avicennia germinans* L.) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa* L.) son las especies de mayor presencia, desarrollándose sobre suelos Solonchak e histosoles generalmente ricos en materia orgánica y nutrientes<sup>(17)</sup>. Estos manglares se distribuyen en los municipios de Huimanguillo, Cárdenas, Comalcalco, Jalpa de Méndez, Paraíso y Centla, donde ofrecen importantes beneficios ambientales y socioeconómicos, desarrollándose como sistemas productivos importantes<sup>(18)</sup>. Debido a que existen vacíos de información en investigaciones que documenten y caractericen las mieles producidas en estos ecosistemas, se determinó el color, humedad y contenido polínico en mieles de la zona de manglar en la costa del estado de Tabasco y se describen sus características con la finalidad de clasificarlas de acuerdo con estos parámetros.

Las mieles se colectaron de julio a septiembre del 2022, mediante un muestreo aleatorio, considerando para ello, a los apicultores del Padrón de Apicultores registrados en la Delegación de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural del estado de Tabasco que se encuentran ubicados en las zonas de manglar, así como la disponibilidad de los mismos para colaborar en el presente estudio. El manglar en la costa del Estado se ubica aproximadamente entre las coordenadas 18° 00' 31" y 18° 38' 53" N y 92° 25' 26" y 94° 07' 40" O; que limita al norte con el Golfo de México; al sur con el Plan Chontalpa, al este con los ríos San Pedro y San Pablo y al oeste con el Río Tonalá.

Las muestras se almacenaron en envases de plástico translúcidos de 500 ml, se etiquetaron de acuerdo con su origen geográfico y se trasladaron al Laboratorio de Alimentos del Colegio de Posgraduados, Campus Tabasco para su análisis. El color se determinó mediante un colorímetro marca Hanna, modelo C 221 con lecturas directas en mm Pfund. El equipo se calibró usando glicerina como blanco de referencia y se tomaron las lecturas por triplicado. La clasificación de las mieles se realizó de acuerdo con la NOM-004<sup>(19)</sup>, que las clasifica según los valores de mm Pfund como, blanco agua (0-8), extra blanco (9-16), blanco (17-

34), ámbar extra claro (35-50), ámbar claro (51-84), ámbar (85-114) y oscuro (115-140). El porcentaje de humedad se midió por triplicado usando un refractómetro digital marca ATAGO Honey Moisture (12~30 %) PAL-22S. Con los datos obtenidos, se realizó un análisis descriptivo de las variables cualitativas de interés (color y humedad), utilizando el software estadístico R Core Team<sup>(20)</sup>.

Para la caracterización polínica se eligió una muestra de cada localidad (10 en total) de las cuales se tomó 50 g de cada una y se analizaron mediante el método melisopolinológico descrito por la NOM-004<sup>(19)</sup>. La identificación de los granos polínicos se realizó por comparación, con ayuda de claves polínicas de la Colección de Referencia del Laboratorio de Palinología del CIATEJ (Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C.) y artículos científicos especializados<sup>(21-29)</sup>. Las mieles se caracterizaron como "monoflorales" cuando su composición presentó una especie de polen con porcentaje  $\geq 45$  % o multiflorales con varias especies de polen presentes, subclasificándose en: (a) oligoflorales dominadas por dos o más taxones de una familia de plantas con 16 al 44 %, (b) biflorales, con dos taxones relevantes de diferentes familias botánicas presentes del 16 al 44 % y (c) estrictamente multiflorales, con tres o más taxones de diferentes familias con porcentajes  $\geq 10$  %. Finalmente se identificó las familias polínicas más importantes con base a su dominancia en cada muestra.

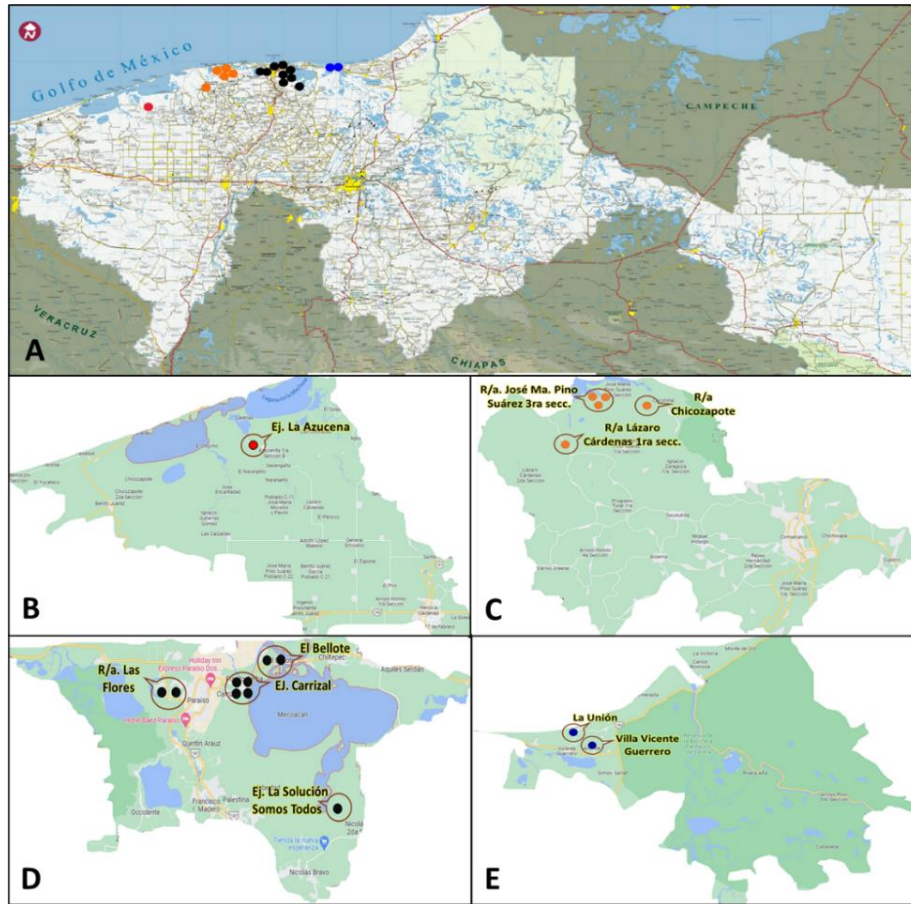
Para la determinación de color y humedad se colectaron 17 muestras en los municipios de Paraíso, Comalcalco, Centla y Cárdenas; las localidades de procedencia y en porcentaje de muestras por municipio se reporta en el Cuadro 1.

**Cuadro 1:** Número de muestras de miel colectadas, porcentaje por municipio y localidades de origen

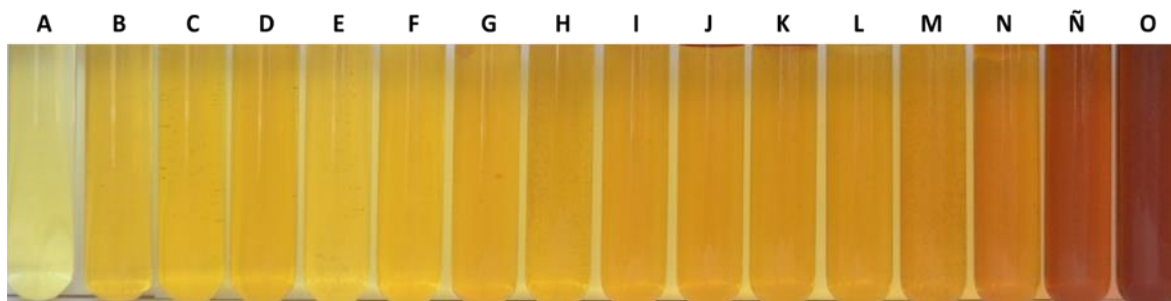
Municipio	No. de muestras	Porcentaje	Localidades
Paraíso	9	53	R/a. las Flores 1ra sección., Ejido Carrizal Puerto Ceiba, El Bellote, Ejido La Solución Somos Todos.
Comalcalco	5	29	R/a. Lázaro Cárdenas 1ra sección, R/a. José Ma. Pino Suárez 3ra sección, R/a. Chicozapote.
Centla	2	12	La Unión, Villa Vicente Guerrero.
Cárdenas	1	6	Ejido la Azucena 2da sección.

En la Figura 1 se muestra la ubicación de las localidades donde fueron colectadas las muestras de miel, así como los municipios de procedencia.

**Figura 1:** A) Ubicación de las localidades donde se colectaron las muestras de miel en la costa del estado de Tabasco (Modificado de SOTOP, 2019), B) Cárdenas, C) Comalcalco, D) Paraíso, E) Centla.



De acuerdo con los valores de mm Pfund en las mieles analizadas, se encontraron colores ámbar extra claro (47 % de las muestras), blanco (29 %), ámbar claro (12 %), ámbar (6 %) y oscuro (6 %), similar a lo reportado para mieles multiflorales de Guerrero, México; donde la variedad de tonos se atribuye a la diversidad de plantas nectarpoliníferas y a los metabolitos que éstas contienen<sup>(11)</sup>, procedentes de la composición florística del ecosistema que se modifica en todo el año<sup>(10)</sup>. En la Figura 2 se muestran las tonalidades de las mieles colectadas: color blanco (A, B, C, D, E), ámbar extra claro, (F, G, H, I, J, K, L, M), ámbar claro (N, Ñ), ámbar (O) y oscuro (P).

**Figura 2:** Colores de las mieles colectadas en la zona de manglares del estado de Tabasco.

El tono más claro se presentó en una miel de color blanco ( $12 \pm 0.6$  mm Pfund), mientras que la de mayor tonalidad fue para una miel de color oscuro ( $120 \pm 1.2$  mm Pfund) procedentes de Paraíso como se muestra en el Cuadro 2. Estos valores son similares a los reportados en mieles de Perú, donde se encontró que el color de las mieles varió, desde ámbar extra claro (44 mm Pfund) hasta oscuro (107 mm Pfund), atribuyendo esta variación a las melonaidinas (pigmentos generados en la reacción de Maillard), que también fueron encontradas en mieles claras, ámbar claras y oscuras de Polonia, siendo estos los que establecen las diferencias entre una miel clara y otra oscura<sup>(30,31)</sup>.

Los tonos claros son característicos de mieles de mangle negro (*A. germinans*)<sup>(32)</sup>, acompañados de sabores dulces y amargos hasta un poco saladas<sup>(33)</sup>. En Tabasco se han reportado mieles de color ámbar extra claro y ámbar claro (46 a 68 mm Pfund) de diferentes zonas geográficas<sup>(13)</sup>. Estos tonos claros se han relacionado con un contenido mineral bajo, sabores suaves y aromas sutiles, mientras que los tonos oscuros se relacionan con sabores y aromas fuertes, alto contenido de pigmentos, antioxidantes y minerales<sup>(10)</sup>. Por lo que el color de la miel puede ser usado como un indicador de ciertos compuestos fitoquímicos<sup>(11,33,34)</sup>.

**Cuadro 2:** Color y humedad de las muestras de miel colectadas en la zona de manglares del estado de Tabasco

<b>Muestra</b>	<b>mm Pfund (Media ± DE)</b>	<b>Color<sup>(16)</sup></b>	<b>Humedad, % (Media ± DE)</b>
A	12 ± 0.6	Blanco	19.8 ± 0.2
B	21 ± 0.0	Blanco	19.6 ± 0.1
C	28 ± 0.0	Blanco	20.4 ± 0.2
D	32 ± 0.0	Blanco	19.3 ± 0.2
E	32 ± 1.2	Blanco	21.3 ± 0.3
F	38 ± 0.0	Ámbar extra claro	21.9 ± 0.2
G	40 ± 0.6	Ámbar extra claro	20.2 ± 0.5
H	42 ± 5.2	Ámbar extra claro	22.8 ± 0.1
I	45 ± 0.0	Ámbar extra claro	18.6 ± 0.1
J	45 ± 1.0	Ámbar extra claro	19.3 ± 0.2
K	46 ± 6.4	Ámbar extra claro	20.5 ± 0.3
L	48 ± 5.5	Ámbar extra claro	20.5 ± 0.1
M	49 ± 3.1	Ámbar extra claro	20.8 ± 0.1
N	57 ± 9.8	Ámbar claro	19.1 ± 0.5
Ñ	76 ± 9.0	Ámbar claro	19.6 ± 0.1
O	114 ± 0.6	Ámbar	18.9 ± 0.1
P	120 ± 1.2	Oscuro	18.9 ± 0.2

Las mieles analizadas presentaron una humedad promedio de 20.1 %, sin embargo el 47.1 % de éstas (Cuadro 2), no cumplen con lo establecido por la NOM-004<sup>(19)</sup> y el Codex Alimentarius<sup>(1)</sup> (20 % máximo para mieles de *Apis mellifera*). Los valores más altos fueron para las muestras H, F y E ( $22.8 \pm 0.1$ ,  $21.9 \pm 0.2$  y  $21.3 \pm 0.3$  % respectivamente), lo que podrían indicar que éstas fueron cosechadas de panales sin opercular<sup>(30)</sup>, ocasionando una corta vida de anaquel por problemas de fermentación<sup>(35)</sup>. La variabilidad en el contenido de humedad ( $18.6 \pm 0.1$  a  $22.8 \pm 0.1$ ) de las muestras, podría estar influenciado por la humedad del néctar de la fuente floral y las condiciones del ambiente, ya que, además de que las mieles son biflorales y multiflorales (Cuadro 3), éstas proceden de la cosecha de primavera 2022, por lo que el aumento de las temperaturas y el inicio de las lluvias en junio<sup>(36)</sup>, incrementa la humedad relativa del ambiente y por lo tanto la del néctar de la fuente floral<sup>(2)</sup>.

En relación a los tonos claros de las mieles que producen los apicultores de esta zona, el 59 % de ellos menciona que esta característica genera desconfianza en los consumidores locales, por lo que han recurrido a mezclarlas con mieles más oscuras de otros apiarios, zonas o temporadas; sin embargo, es importante conservar las características originales de éstas, ya que cada tipo de miel tiene su mercado y precio, por lo que estas mieles podrían ser aptas

para los mercados como Estados Unidos en donde éstas son preferidas<sup>(37)</sup>. Por lo mencionado, aun cuando representa más trabajo para los apicultores, es importante mantener separadas las mieles de diferentes apiarios, colmenas, y microrregiones, permitiendo una amplia variedad de tonalidades y propiedades físicas, químicas y microbiológicas, orientándose a mercados más especializados y exigentes<sup>(10,38)</sup>. Aunado a esto, se deben garantizar las buenas prácticas apícolas para evitar los tonos oscuros generados por malas prácticas apícolas como el calentamiento<sup>(5,14)</sup>.

El análisis melisopalinológico permitió identificar 34 tipos polínicos, pertenecientes a 7 familias de plantas; ninguna de las muestras fue considerada monofloral (con algún taxón dominante  $\geq 45\%$ ), por lo que, todas las muestras resultaron multiflorales (Cuadro 3), de las cuales la muestra H y M fueron subclasificadas como biflorales donde las familias botánicas Fabaceae, Poaceae y Asteraceae fueron las más importantes (16 al 44%), finalmente la muestra P fue subclasificada como multifloral estricta con tres taxas de diferentes familias botánicas donde las Myrtaceae, Fabaceae y Sapindaceae presentaron porcentajes  $\geq 10\%$ .

**Cuadro 3:** Clasificación polínica de las mieles recolectadas en la zona de manglares del estado de Tabasco

Municipio	Muestra	Localidad	Clasificación polínica	Familias polínicas
Paraíso	A	El Bellote	Multifloral	-
	E	Ejido Carrizal Puerto Ceiba	Multifloral	-
	H	R/a. Las Flores 1ra sección	Bifloral	Fabaceae, Poaceae
	P	Ejido La Solución Todos	Multifloral estricta	Myrtaceae, Fabaceae y Sapindaceae
Comalcalco	I	R/a. Lázaro Cárdenas 1ra sección	Multifloral	-
	K	R/a. José Ma. Pino Suárez 3ra sección	N/ID	-
	N	R/a. Chicozapote	Multifloral	-
Centla	M	La Unión	Bifloral	Poaceae y Asteraceae
	O	Villa Vicente Guerrero	Multifloral	-
Cárdenas	C	Ejido la Azucena 2da sección	N/ID	-

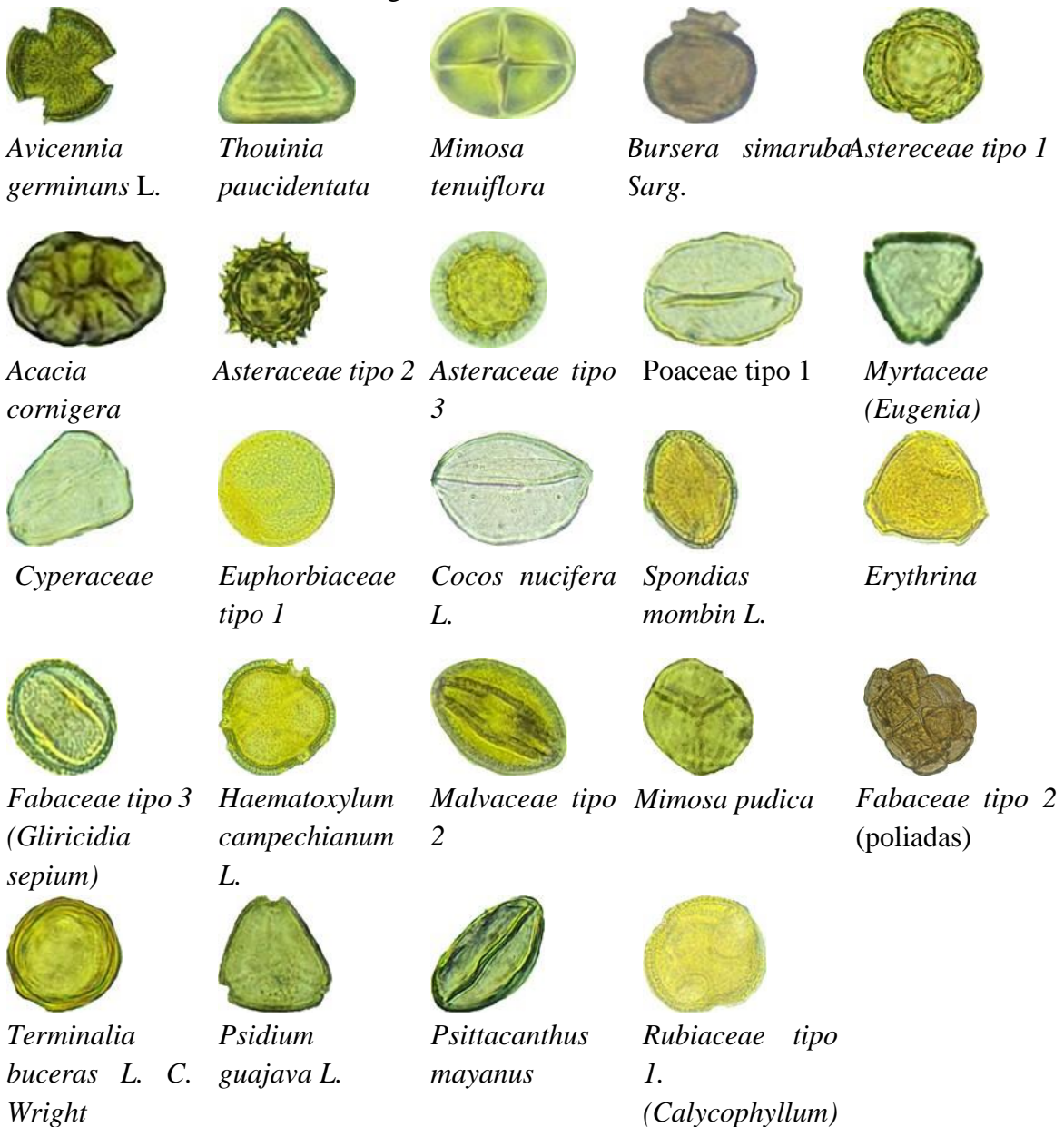
N/ID= no identificados debido a su bajo contenido polínico.



En Paraíso se encontraron muestras multiflorales que fueron subclasificadas como bifloral y otra multifloral estricta (Cuadro 3), lo que difiere de lo reportado en investigaciones anteriores para mieles de este municipio<sup>(26)</sup> donde se identificó dos muestras monoflorales de *Cocos nucifera* y *Mimosa albida* respectivamente, aunque también se encontró una muestra bifloral siendo *C. nucifera* y *Psidium guajava* las especies polínicas importantes. En Comalcalco y Cárdenas, se encontraron mieles que fueron clasificadas como multiflorales, mientras que para el municipio de Centla se encontró una muestra bifloral donde las Poaceae y Asteraceae fueron las familias botánicas importantes (16 al 45 %). En el caso de las muestras K y C, no contuvieron suficientes partículas de polen para determinar su frecuencia, por lo que no pudieron ser clasificadas. En la Figura 3 se muestran algunos de los tipos polínicos identificados en las muestras analizadas.

El polen de mangle negro se presentó en siete muestras procedentes de los cuatro municipios, encontrándose como polen secundario en la muestra E (26.6 %) que es una miel de color blanco de Paraíso, así como en la muestra N (17 %) de color ámbar claro procedentes de Comalcalco. No se encontró polen de otras especies de mangle, lo que podría ser atribuido a la abundancia de flores de otras especies de plantas en la zona y temporada, ya que las abejas tienden a discriminar y seleccionar las flores por color, olor o por tipo de polen. Debido a esto se hace necesario realizar estudios que permitan identificar dichos gránulos en las cosechas de otras temporadas.

**Figura 3:** Tipos polínicos encontrados en las muestras de miel recolectadas en la zona de manglares del estado de Tabasco



De acuerdo con la diversidad total de palinomorfos encontrados en las mieles colectadas de los manglares de la costa, se encontraron nueve taxas importantes, considerando su presencia en las mieles en un porcentaje  $\geq 10\%$ , siendo las más representativas *Poaceae* tipo 1 (*Poaceae*), *Asteraceae* tipo 1 (*Asteraceae*), *Eugenia* (*Myrtaceae*), *Avicennia germinans* L. (*Acanthaceae*), *Mimosa tenuiflora* (*Fabaceae*), *Mimosa albida* Humb. & Bonpl. Ex Willd. (*Fabaceae*), *Bursera simaruba* Sarg. (*Burseraceae*), *Thouinia paucidentata* Radlk.

(Sapindaceae) y *Lonchocarpus punctatus* Kunth (Fabaceae). En estudios anteriores se han identificado taxas importantes en estas zonas, tales como como *Acanthaceae*, *Poaceae* y *Fabaceae*, entre otras<sup>(26)</sup>.

En conclusión, las mieles colectadas en la zona de manglares de la costa de Tabasco y procedentes de la cosecha de primavera 2022, son mieles multiflorales de tonos claros en donde predominan las de color ámbar extra claro y blanco, con un contenido de humedad promedio de 20.1 % (entre los 18 y 23 %), por lo que estas mieles podrían ser aptas para incursionar en mercados más especializados, si se cumple con el contenido de humedad establecido por la normatividad para garantizar su calidad desde su producción hasta su consumo. Así mismo, aunque no podrían ser consideradas polínicamente como mieles de mangle, sí se encontraron granos de polen de mangle negro en el 70 % de las muestras analizadas, y como polen secundario en 2 de ellas, por lo que el manglar es un ecosistema que se puede considerar importante para la producción apícola en la zona.

#### Literatura citada:

1. Codex Alimentarius. Norma para la miel CXS 12–1981. Adoptada en 1981. Revisada en 1987 y 2001. Enmendada en 2019. 2019. [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B12-1981%252FCXS\\_012s.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B12-1981%252FCXS_012s.pdf). Consultado 7 Mar, 2023.
2. Campo-Barrera OI, Hincapié-Llanos GA. Factores que determinan las propiedades fisicoquímicas de la miel de abejas: Revisión Sistemática de Literatura. *Rev Mutis* 2023;13(1):1-28.
3. Baena-Díaz F, Chevez E, Ruiz DMF, Porter-Bolland L. *Apis mellifera* en México: producción de miel, flora melífera y aspectos de polinización. Revisión. *Rev Mex Cienc Pecu* 2022;13(2):525-548.
4. Luna-Rivera I, Paz-Calderón Y, Flores-Castillo LA. Comercialización de miel en Huajuapán de León: Desafíos y oportunidades. *NOVUN* 2020;1(10):124-146.
5. Vegh R, Puter D, Vaskó A, Csóka M, Mednyanszky Z. Examination of the nutrient content and color characteristics of honey and pollen samples. *J Food Invest* 2022;68(1):3793-3806.
6. Bodor Z, Benedek C, Urbin A, Szabo A, Sipos L. Color of honey: can we trust the Pfund scale? – An alternative graphical tool covering the whole visible spectra. *LWT-Food Sci Technol* 2021;149:1-9.

7. López-Velasco DS, Sosa-Montes E, Pro-Martínez A, González-Cerón F, Vargas-Galicia AJ. Efecto antioxidante de la miel de abeja sobre la carne de conejo almacenada en refrigeración. *Ciencia UAT* 2021;5(2):135-143.
8. Roy S, Mandal S. Color intensity and antioxidative capacity of four natural monofloral honey from Malda, India. *Asian J Pharm Clin Res* 2019;12(9):111-115.
9. Hasnul HMH, Jern KP, Thiviyathan VA, Hoon TSG, Sing LY, Jing LH, *et al.* The amber-colored liquid: A review on the color standards, methods of detection, issues and recommendations. *Sensors* 2021;21:38.
10. Quintero-Domínguez R, Reyes-Carrillo JL, De la Cruz-Larios L, González-Eguiarte DR. Bee honey color variation throughout the year in Huejotitán, Jalisco, México. *Sust Agri Food Environ Res* 2018;6(3):1-9.
11. Mendoza-Bacilio CI, Epifanio-Gómez R, Yam-Puc A, Ávila-Caballero LP, Palemón-Alberto F, Torres-Guzmán F, Bello-Martínez J. Color influence on phenolic compounds and bioactive properties of honey from Guerrero, Mexico. *SANUS* 2022;24(2):5-11.
12. Balcázar-Cruz L, Valadez-Villarreal A, López-Naranjo JI, Ochoa-Flores AA, Rodríguez-Blanco L, López-Hernández E. Relación del contenido de flavonoides y color en miel de abeja (*Apis mellifera*) originaria del estado de Tabasco, México. *Investig Desarro Cienc Tecnol Aliment* 2019;4:818-825.
13. López-González MM, Moo-Huchín VM, Sauri-Duch E, Zaldívar Cruz JM. Determinación del color de las mieles tabasqueñas. Cetzal-Ix W, *et al.* editores. *Agreosistemas tropicales: Conservación de recursos naturales y seguridad alimentaria.* México. Tecnológico Nacional de México 2019;97-103.
14. Ormeño-Luna J, Santander-Riuz WE. Dominancia cromática de carga de polen corbicular y mieles colectadas por *Apis mellifera* L. en el Bajo Mayo, San Martín. *Rev Agrotec Amaz* 2023;3(1):11.
15. Cunill FJM, Nettel HA, Tovilla HC. Manglares entre el mar y la tierra prometida. *Ecofronteras* 2018;22(63):22-25.
16. CONABIO. (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). Actualización de la cartografía del Sistema de Monitoreo de los Manglares de México 2020. México. 2021. <https://www.gob.mx/conabio/prensa/el-sistema-de-monitoreo-de-los-manglares-de-mexico-presenta-nueva-cartografia-de-la-distribucion-de-manglares-en-2020-262804?idiom=es>. Consultado 7 Mar, 2023.

17. Domínguez-Domínguez M, Zavala-Cruz J, Rincón-Ramírez JA, Martínez-Zurimendi P. Management strategies for the conservation, restoration and utilization of mangroves in Southeastern Mexico. *Wetland* 2019;39:907-919.
18. Domínguez-Domínguez M, Martínez-Zurimendi P. Beneficios ambientales, usos forestales maderables y no maderables del manglar en la planicie costera. En: Cruz AA, Cruz MJ, Valero PJ, Rodríguez RFP, Daniela ME, Mata ZEE, Palma LDJ. La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado. México, CONABIO. 2019;243-247.
19. NOM-004-SAG/GAN. Producción de miel y especificaciones. 2018 [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5592435&fecha=29/04/2020#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5592435&fecha=29/04/2020#gsc.tab=0) Consultado 7 Mar, 2023.
20. RStudio Team. RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA. 2020. <http://www.rstudio.com> Consultado 7 de marzo, 2023.
21. Souza DRH, De Jesús SV, Magalhães e Silva FH, Dias SM. Floristic characterization and pollen morphology of plants visited by *Apis mellifera* L. in caatinga areas in Bahia, Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 2023;37:1-21. <https://doi.org/10.1590/1677-941X-ABB-2022-0264>.
22. Briceño-Santiago CI, Cano-Sosa J, Ramos-Díaz AL, Noriega-Trejo R, Couoh-May DI. Estudio de la flora presente en apiarios de tres municipios en el estado de Yucatán, México. *Polibotánica* 2022;53:13-34. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.53.2>
23. Reis HS, Araújo SO, Lima LCL, Silva FHM, Diogo IJS, Saba MD. Qualitative analysis of *Apis mellifera* L. honey in an ecotone area in the Bahian semiarid. *Sci Plena* 2021;17(5):1-18. <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2021.051502>.
24. Villanueva-Gutiérrez R, Moguel-Ordóñez YB, Echazarreta-González CM, Arana-López G. Monofloral honeys in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Grana* 2009;48:214-223. <https://doi.org/10.1080/00173130902929203>.
25. Ramos-Díaz A, Noriega-Trejo R, Sánchez-Contreras A, San Román-Ávila D, Góngora-Chin R, Rodríguez-Buenfil I. Catálogo de los principales tipos polínicos encontrados en las mieles producidas en la península de Yucatán. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ) Unidad Sureste, Mérida, Yucatán, México. 2015;110.
26. Castellanos-Potenciano BP, Ramírez-Arriaga E, Zaldívar-Cruz JM. Análisis del contenido polínico de mieles producidas por *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) en el estado de Tabasco, México. *Acta Zool Mex (n.s.)*. 2012;28(1):13-36. ISSN 0065-1737.

27. Reyes-Carrillo JL, Muñoz-Soto R, Cano-Ríos P, Eischen FA, Blanco-Contreras E. Atlas del polen de la Comarca Lagunera, México. México DF; Guzmán Editores: 2009.
28. Martínez-Hernández E, Cuadriello-Aguilar JI, Téllez-Valdez O, Ramírez-Arriaga E, Sosa-Nájera MS, Melchor-Sánchez JEM, *et al.* Atlas de las plantas y el polen utilizados por las cinco especies principales de abejas productoras de miel en la región del Tacaná, Chiapas, México. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, México DF. 1993:105.
29. Palacios CHR, Ludlow-Wiechers B, Villanueva GR. Flora palinológica de la reserva de la biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Chetumal, Quintana Roo, México. 1991:321.
30. Coronado JMF, Ormeño LJ, Barrera LM, Castillo DT. Caracteres fisicoquímicos en mieles del ecosistema del Bajo Mayo, región San Martín Perú. *Arnaldia* 2019;26(2):607-622.
31. Starowicz M, Ostaszyk A, Zieliński H. The relationship between the browning index, total phenolics, color, and antioxidant activity of Polish-originated honey samples. *Foods* 2021;10:1-12.
32. Carnejo EM, González AM. Clasificación de mieles uniflorales cubanas a partir de sus propiedades físico-químicas. *Rev CENIC* 2005;36(Esp):7.
33. González CR, Toledo NB, May CMI. Culturas y territorios: un mundo en una gota de miel. *Ecofronteras* 2021;25(73):14-17.
34. Al-Farsi M, Al-Amri A, Al-Hadhrami A, Al-Belushi S. Color, flavonoids, phenolics and antioxidants of Omani honey. *Heliyon* 2018;4(10):1-14.
35. Grajales-Conesa P, Velázquez-Aguilar JM, Ricón-Rabanales M, Sánchez-Guillén D. Caracterización físico-química de mieles de *Apis mellifera* de tres paisajes forestales de Chiapas. *Quehacer Científico de Chiapas* 2013;8(2):12-17.
36. INECC. (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático). Visión estatal: Vulnerabilidad, riesgos y peligros Tabasco. 2021. [https://cambioclimatico.gob.mx/estadosymunicipios/Vulnerabilidad/V\\_27.html#:~:text=Climatolog%C3%ADa%20estatal,es%20septiembre%20\(360.6%20mm\)](https://cambioclimatico.gob.mx/estadosymunicipios/Vulnerabilidad/V_27.html#:~:text=Climatolog%C3%ADa%20estatal,es%20septiembre%20(360.6%20mm).). Consultado 7 Ene, 2024.
37. Dulce EV. Estrategia de inserción internacional de la miel de abeja en el mercado de Estados Unidos. *Rev Agrotec Amaz* 2023;3(1):13.

38. Molaveisi M, Beigbabaie A, Akbari E, Shahidi NM, Mohamadi M. Kinetics of temperature effect on antioxidant activity, phenolic compounds and color of Iranian jujube honey. *Heliyon* 2019;5(1):e01129.