

Determinación de la calidad fitoquímica y origen botánico de la miel de abeja en la Comarca Lagunera

José Luis Reyes-Carrillo¹

Arturo Pacheco-Luna¹

María Del Rosario Moncayo-Luján^{2,§}

Dalia Ivette Carrillo-Moreno¹

Alicia García-Moreno¹

Anselmo González-Torres¹

1 Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Carretera a Santa Fe y periférico, Torreón, Coahuila, México. CP. 27054.

2 Universidad Politécnica de Gómez Palacio. Carretera El Vergel-La Torreña km 820, El Vergel, Gómez Palacio, Durango, México. CP. 35120.

Autora para correspondencia: rmoncayo@upgop.edu.mx.

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la calidad fitoquímica y origen botánico de la miel de abeja en cuatro municipios de la Comarca Lagunera, México. Se consideraron los municipios de Torreón, Francisco I. Madero en el estado de Coahuila y Gómez Palacio y Lerdo en el estado de Durango en apicultura fija. Se analizaron variables como humedad, sólidos solubles totales, color, pH, compuestos fenólicos totales y flavonoides totales, durante las temporadas de recolección en primavera y verano. Los resultados indicaron diferencias significativas entre temporadas en humedad, sólidos solubles totales y color, con mayor humedad y tonalidad más oscura en la temporada de verano, asociadas a la diversidad floral y a condiciones climáticas específicas. El pH se mantuvo estable entre estaciones. Los compuestos fenólicos totales aumentaron significativamente en la temporada de verano, mientras que los flavonoides totales permanecieron constantes, sugiriendo que su concentración es menos sensible a cambios estacionales. El análisis melisopalinológico reveló que la miel de primavera fue monofloral, proveniente de la floración del mezquite (*Prosopis juliflora*), mientras que la de verano mostró ser multifloral, reflejando mayor diversidad de fuentes nectaríferas. La relación positiva entre color y compuestos fenólicos y flavonoides indica que las mieles más oscuras presentan mayor complejidad química y putativamente mayor potencial antioxidante.

Palabras clave:

antioxidantes, compuestos fenólicos, nutraceuticos.



Introducción

La apicultura se practica en los 32 estados de México, teniendo las condiciones climáticas tan variadas y favorables en gran parte del territorio nacional, las colonias de abejas melíferas (*Apis mellifera* L.), proliferan y se mantienen activas todo el año, permitiendo que los apicultores tengan dos principales formas de producción, la apicultura fija y la móvil, en donde la primera se refiere a que las colmenas permanecen en un solo sitio todo el año, mientras que en la segunda, los apiarios son trasladados de acuerdo con la disponibilidad de floración (Baena-Díaz *et al.*, 2022).

Esta actividad se ha consolidado como una fuente importante de ingresos para miles de familias, destacando tanto por su valor económico como por su relevancia ambiental y social (Ramos-Cuellar *et al.*, 2023). Coahuila cuenta con una comunidad activa de aproximadamente 178 apicultores que manejan más de 14 500 colmenas en el estado.

La mayoría de la actividad se concentra en la Región Laguna, la cual aporta el 61% de la producción total estatal, destacando municipios como Torreón y Matamoros (Contreras-García, 2025).

La Comarca Lagunera es una región en el centro-norte de México, ubicada en los estados de Coahuila de Zaragoza y Durango, abarca 15 municipios y tiene una superficie de casi 48 000 km², representando el 2.5% de México (CNANP, 2023).

Esta región cuenta con condiciones naturales que favorecen la producción de una miel única, proveniente del néctar de especies características como el mezquite (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.) y el pinabete (*Tamarix aphylla* (L.) H. Karst.) (INIFAP, 2023).

La miel mexicana se encuentra regulada por la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SAG/GAN-2018 en donde se establece que existe una caracterización general de algunas mieles a nivel regional en cuanto al valor comercial (Baena-Díaz *et al.*, 2022). Se reconocen más de 320 tipos de miel a nivel mundial, las cuales varían de acuerdo con las plantas visitadas por las abejas y las condiciones ambientales del entorno (Vijan *et al.*, 2023).

La miel de abeja es una sustancia natural de sabor dulce y consistencia viscosa que por acción enzimática tiende a granular conforme pasa el tiempo, es altamente energética proporcionando 304 kcal 100 g⁻¹, es producida y almacenada por las abejas como fuente de alimento para la colonia; tiene usos distintos en la gastronomía, pero también desde un punto de vista nutracéutico y nutricional, destacando por su contenido de micro y macro nutrientes naturales, flavonoides, ácidos fenólicos, polifenoles, vitaminas y minerales (FAO, 2020; Faienza *et al.*, 2024; González-Pérez *et al.*, 2024a).

El contenido de sólidos solubles totales en la miel es representado por el valor de expresado en grados Brix que se obtiene a través del refractómetro, esta variable tiene que ver con el contenido de humedad, ya que el agua es el segundo componente más importante en la miel y se expresa como un porcentaje.

En los últimos años, el interés por la miel ha ido más allá de su uso como endulzante natural, enfocándose en su valor nutricional y terapéutico (Faienza *et al.*, 2024; González-Pérez *et al.*, 2024a).

La procedencia floral de la miel es el factor que más determina su composición fenólica; de hecho, puede emplearse como instrumento para clasificar y autenticar su origen, sobre todo en lo que se refiere a variedades uniflorales (Cianciosi *et al.*, 2018). Los compuestos fenólicos son benéficos para la salud debido a su capacidad para eliminar radicales libres, así como la regularización de enzimas que permiten mantener un equilibrio óxido-reductor (Jakiewicz *et al.*, 2025).

Se ha observado que las mieles más oscuras, al presentar una mayor concentración de estos compuestos bioactivos, presentan una actividad antioxidante superior, lo que refuerza su potencial como nutracéuticos en la prevención del daño oxidativo (Haque *et al.*, 2023). Nutracéutico es el término indicado para referirse a una sustancia, componente o alimento que se haya demostrado que aporte beneficios para la salud o efectos clínicos, como tratamiento y prevención de enfermedades.

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la calidad fitoquímica y origen botánico de la miel de abeja en cuatro municipios de la Comarca Lagunera, México.

Materiales y métodos

Área de estudio

El presente trabajo corresponde a un estudio de tipo descriptivo, orientado a la determinación de la calidad fitoquímica y origen botánico de la miel de abeja producida en cuatro municipios de la Comarca Lagunera, durante dos periodos de floración en el año 2024.

La investigación se llevó a cabo en cuatro municipios de la Comarca Lagunera, por parte del Estado de Coahuila fueron Torreón ($24^{\circ} 47' 35.16''$ N a $25^{\circ} 41' 29.04''$ N de latitud y $102^{\circ} 57' 25.20''$ O a $103^{\circ} 30' 39.60''$ O de longitud) y Fco. I. Madero (103.2730° O de longitud y 25.7753° N) por parte del estado de Coahuila, en el estado de Durango fueron Gómez Palacio ($103^{\circ} 41' 24.00''$ O a $103^{\circ} 19' 08.40''$ O, de longitud y $25^{\circ} 32' 08.16''$ N a $25^{\circ} 53' 16.80''$ N de latitud) y Lerdo ($103^{\circ} 58' 44.40''$ O a $103^{\circ} 20' 13.20''$ O, de longitud y $25^{\circ} 10' 27.12''$ N a $25^{\circ} 46' 05.16''$ N de latitud) (INEGI, 2025).

Esta región corresponde a un clima seco y cálido, con una temperatura media anual de 22.7°C y presenta dos periodos de sequía: uno prolongado en invierno y otro más breve durante el verano. De acuerdo con los datos históricos del Observatorio Meteorológico de Torreón, la temporada de mayor precipitación abarca de junio a septiembre, con promedios mensuales de 30 mm en junio, 42.8 mm en julio, 40.9 mm en agosto y 51.6 mm en septiembre (SADER, 2023).

Muestreo

El muestreo se llevó a cabo en primavera (abril de 2024) y verano (julio de 2024). Se muestrearon un total de 16 apiarios repartidos en los cuatro municipios, obteniendo un total de 41 muestras seleccionadas al azar, 24 muestras en el mes de abril y 17 muestras en el mes de julio. Las muestras fueron tomadas directamente del alza de la colmena, obteniendo un corte de 15×15 cm y de 600 g de peso aproximadamente, se revisó que el bastidor estuviera totalmente operculado, se colocaron en charolas estériles con tapa, se identificaron y se almacenaron a una temperatura que no sobrepasara los 26°C para no alterar su composición según lo recomendado por Tulandi (2019).

Con el objetivo de evaluar la calidad de la miel de abeja se realizó la caracterización fisicoquímica y fitoquímica como el contenido de humedad, SST ($^{\circ}\text{Brix}$), color, pH, compuestos fenólicos totales, flavonoides totales y origen botánico.

Humedad y sólidos solubles totales

La medición de humedad y SST se realizó mediante un refractómetro manual de marca ANKA[®] modelo 106b (China) rango de lectura 58-90 grados Brix con compensación automática de temperatura (ATC).

Color

Para la determinación del color se utilizó un fotocolorímetro para miel de abeja marca Hanna Instruments[®] modelo c-221 con estándar glicerol (Hanna Instrument[®] CAS56-;81-5; EC200-289-5, Italy) utilizado para calibrar el equipo. El valor que entrega el aparato debe compararse con una tabla de valores conocida como escala Pfund (Cuadro 1), que indica la clasificación de la miel respecto de su color, en función de la medida que entrega el fotocolorímetro.



Cuadro 1. Color de la miel de abeja de acuerdo con la escala Pfund.

Color	Rango Pfund (escala mm)
Blanco agua	Menor a 8
Ámbar extra claro	35 a 50
Ámbar claro	51 a 85
Ámbar	86 a 114
Ámbar oscuro	Mayor a 114

Delmoro *et al.* (2010).

pH

El procedimiento para determinar el pH de la miel, se llevó a cabo de acuerdo con la metodología del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA, 2022), utilizando un medidor de pH marca Hanna Instruments® modelo HI5521-01. Se disolvieron 10 g de miel en 75 ml de agua destilada libre de CO₂. Se introdujo el electrodo del medidor de pH previamente calibrado en la solución y se registró la lectura, asegurando que la mezcla fuera homogénea.

Compuestos fenólicos totales y flavonoides totales

El contenido de compuestos fenólicos totales fue cuantificado con base en el método Folin-Ciocalteu descrito por Ciappini *et al.* (2013). Se pesaron 4 ± 0.01 g de miel, se agregaron 25 ml con agua; se tomó 1 ml de esta solución y se le agregaron 10 ml de agua destilada y 1 ml de reactivo de Folin-Ciocalteu, se agitó suavemente y se dejó reposar por dos minutos. Luego se agregaron 2 ml de solución de carbonato de sodio al 10% y se aforó a un volumen con agua (25 ml). Se dejó reposar 2 h a temperatura ambiente, se leyó la absorbancia de la solución a 725 nm en un espectrofotómetro UV-Visible modelo Genesys 6. Los resultados se expresaron como equivalentes de ácido gálico (AGE) en 100 g de miel.

Los flavonoides totales fueron cuantificados espectrofotométricamente mediante la reacción de estos con tricloruro de aluminio según las técnicas descritas por Ciappini *et al.* (2013).

Se pesó 2.5 ± 0.01 g de miel, se disolvieron con agua destilada, se agregó 0.5 ml de AlCl₃ al 5% y se aforó a 25 ml con agua destilada. Se dejó reposar por 30 min en la oscuridad y se leyó la absorbancia de la solución a 425 nm en un espectrofotómetro UV-visible modelo GENESYS 6. Los resultados se expresaron en mg QE 100 g⁻¹ de miel.

Origen botánico

La determinación del origen botánico, se llevó a cabo mediante el análisis melisopalinológico con la técnica de acetólisis para limpiar, concentrar y resaltar la estructura externa (exina) de los granos de polen (Louveaux *et al.*, 1978), para aislar, observar y determinar las especies vegetales que contenía la miel mediante la identificación del polen individual, las cuales fueron cotejadas con las imágenes y medidas reportadas en el Atlas del polen de la Comarca Lagunera (Reyes-Carrillo *et al.*, 2009).

Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con un solo factor (estación del año) y dos niveles: primavera abril de 2024 y verano julio de 2024. Se analizaron un total de 41 muestras de miel de abeja, correspondientes a 24 muestras de la temporada de primavera (abril 2024) y 17 muestras de la temporada de verano (julio 2024).

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza (Anova) con un nivel de significancia de $p < 0.01$. Cuando se presentaron diferencias significativas, las medias se compararon mediante la prueba de diferencia mínima significativa (DMS). Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software SAS® versión 9.4 (Statistical Analysis System Institute Inc., Cary, NC, USA).

Resultados y discusión

Humedad, sólidos solubles totales, color y pH

Humedad

La humedad es una variable clave que influye en la estabilidad y conservación de la miel. En las muestras analizadas, se observó una diferencia altamente significativa ($p < 0.01$) entre temporadas del año, con valores de 12.5% en la estación de primavera y 13.36% en la temporada de verano como se observa en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Variables fisicoquímicas de la miel de abeja de primavera y verano en la Comarca Lagunera, México.

Estación	Humedad (%)	SST (°Brix)	Color Pfund (mm)	pH
Primavera	12.52b (11.8-13.3)	85.9a (85-86.5)	Ámbar claro 50b (11-92)	3.78a (3.1-4.8)
Verano	13.36a (12-15.2)	85.4b (84-86.5)	Ámbar 91a (70-142)	3.74a (3-4.6)

Las medias acompañadas por la misma letra son iguales entre sí ($p \leq 0.01$). Pfund, escala numérica para clasificar el color de la miel.

El contenido de humedad, considerado el segundo componente más relevante de la miel, refleja la influencia de factores botánicos y climáticos, así como el grado de madurez alcanzado al momento de la extracción. Este parámetro adquiere importancia porque una mayor proporción de humedad puede favorecer procesos de fermentación y desencadenar reacciones químicas, afectando directamente la estabilidad y calidad del producto (González-Pérez *et al.*, 2024b).

Los resultados mostraron valores dentro de los parámetros establecidos por la normativa, e incluso se observó un contenido de agua inferior al límite recomendado que es un máximo de 20% de humedad (NOM, 2018). Este hallazgo sugiere que la miel producida en la región presentó una adecuada madurez, lo que resalta su calidad y estabilidad frente a procesos de deterioro.

El aumento en la humedad en el verano (Cuadro 2), aunque ligero podría atribuirse a la humedad relativa ambiental (Perez *et al.*, 2016; Fernández *et al.*, 2018), pues de acuerdo con los registros de precipitación, normalmente el mes de julio reporta la presencia de mayor humedad con respecto al mes de abril, cuando los efectos del monzón mexicano no se han dejado sentir (SADER, 2023).

Sólidos solubles totales

Con respecto a los valores promedio de SST, se determinó una diferencia altamente significativa ($p < 0.01$) entre temporadas, con valores promedio de 85.9 °Brix en la temporada de primavera y 85.4 °Brix en el verano. Aunque ambos valores indican una alta concentración de SST, característica de mieles maduras, el valor ligeramente mayor en la temporada de primavera es estadísticamente significativa y podría asociarse con condiciones climáticas más secas, con néctar de mayor concentración en las flores pecoreadas por las abejas. La disminución de SST durante la temporada de verano estaría relacionada con el incremento en la humedad de la que depende la floración, así como la mayor humedad relativa a consecuencia del temporal lluvioso.

Color

El color de la miel presentó diferencias significativas entre temporadas ($p < 0.01$). En primavera (abril 2024), el valor promedio medido en la escala Pfund fue de 91 mm, clasificándose como ámbar (Amber), mientras que en temporada de verano (julio 2024) fue de 50 mm, correspondiente a ámbar claro (Light Amber).

Los resultados indican que la estación del año influyó significativamente en la intensidad del color, esto se debería al origen botánico relacionado con la presencia de pigmentos, polifenoles y minerales, ya que las mieles más oscuras suelen tener mayor actividad antioxidante (García-Chaviano *et al.*, 2022).

pH

Al analizar el pH en las muestras de miel, los valores promedio fueron de 3.79 en la estación de primavera y 3.75 en la de verano, sin diferencias significativas ($p > 0.01$). La similitud entre temporadas sugiere una estabilidad química, que no es afectada por las condiciones ambientales características de las dos temporadas de cosecha, así como a prácticas apícolas adecuadas (García-Chaviano *et al.*, 2022). El valor bajo de pH en la miel de abeja generalmente es un indicador de alteración, causada principalmente por los procesos de fermentación característicos de extracciones anticipadas con alto contenido de humedad (González-Pérez *et al.*, 2024b); sin embargo, en este estudio, los valores de pH obtenidos se mantuvieron dentro de los parámetros aceptables.

Compuestos fenólicos totales

Los contenidos de compuestos fenólicos totales mostraron una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre temporadas (Cuadro 3). En la estación de verano se obtuvo un valor promedio de 0.6497, mientras que en la de primavera el valor fue de 0.1605 mg AGE 100 g⁻¹ de miel. Esta diferencia indica una variación significativa entre temporadas, lo que sugiere que las condiciones ambientales o fisiológicas propias de cada periodo influyeron en la síntesis y acumulación de compuestos fenólicos.

Cuadro 3. Fenólicos totales y flavonoides totales de la miel de abeja de primavera y verano de la Comarca Lagunera, México.		
Estación	Fenólicos totales (mg AGE 100 g ⁻¹)	Flavonoides totales (mg QAE g ⁻¹)
Primavera	0.16b (0.1-0.25)	0.27a (0.1-0.63)
Verano	0.65a (0.19-1.28)	0.27a (0.1-0.64)

Las medias acompañadas por la misma letra son iguales entre sí ($p \leq 0.01$).

Este incremento sugiere que hubo una mayor presencia de fuentes florales con un alto contenido de metabolitos secundarios o que las condiciones climáticas que imperaban favorecieron la acumulación en el néctar (Becerril-Sánchez *et al.*, 2021). La disminución en el contenido de compuestos fenólicos durante la temporada de primavera podría estar relacionada con una menor disponibilidad de especies vegetales ricas en metabolitos secundarios, ya que la floración de estas suele reducirse por la baja cantidad de lluvias.

Dado que el contenido fenólico depende de la estacionalidad y de la diversidad floral local, una menor oferta de fuentes nectaríferas podría explicar esta reducción (Cianciosi *et al.*, 2018). En distintos estudios sobre miel, se ha observado que existe una fuerte correlación positiva entre el contenido total de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante, lo que sugiere que estos metabolitos secundarios son los principales responsables del potencial antioxidante de la miel.

Esta relación indica que las variaciones en la concentración de fenoles totales podrían reflejarse directamente en los valores de actividad antioxidante, independientemente de la época de recolección o del origen floral (Sultana *et al.*, 2024).

Flavonoides totales

El contenido de flavonoides totales en la miel (Cuadro 3), no mostró diferencias significativas entre la temporada de primavera (abril) y la temporada verano (julio), indicando que la estación del año no afectó de manera significativa esta variable. Estos resultados sugieren que el perfil de flavonoides se mantiene relativamente estable en la miel de la Comarca Lagunera con independencia de la estación del año.

Estudios previos también han observado que ciertos flavonoides individuales no varían entre temporadas y que la recolección estacional no siempre implica diferencias en el contenido total de estos compuestos (Bernklau y Arathi, 2023). La distribución homogénea entre regiones sugiere una presencia uniforme de fuentes florales que aportan esos compuestos en la Comarca Lagunera (Bouacha *et al.*, 2024; Bozkuş, 2025).

Origen botánico

Para la temporada de primavera como se observa en el Cuadro 4 del análisis melisopalinológico, de acuerdo con Louveaux *et al.* (1978), la miel es monofloral, pues el contenido polínico es superior al 45%, siendo dominante la flor de la especie *Prosopis juliflora*, comúnmente llamado mezquite que representó el 45.14% del total de granos de polen, mientras que el conjunto 'diversas especies' constituyó el 40.92%. Esto sugiere que la miel de primavera se basa principalmente en un recurso floral predominante, aunque con aporte moderado de otros.

Cuadro 4. Origen botánico de la miel de abeja de primavera en la Comarca Lagunera, México.

Especie	Presencia de polen en muestras	
	Número	(%)
Mezquite (<i>Prosopis juliflora</i>)	256	45.14
Picosilla (<i>Acalypha neomexicana</i> Muell.)	48	8.47
Hierba huevona (<i>Lesquerella fendleri</i>) (Gray) S. Wats.	31	5.47
Diversas especies (78 spp.)	232	40.92
Total	567	100

De las 78 especies encontradas destacan los polenes cuyo origen pertenecen a las plantas de las familias Fabaceae (7), Asteraceae (7), Solanaceae (5), Poaceae (5), Euphorbiaceae (4), Rosaceae (4), Ranunculaceae (4) y otras 22 familias con una o dos plantas presentes en las muestras de miel.

Análisis melisopalinológico

Para la miel cosechada en el verano, la distribución cambia: 'diversas especies' representan el 50.44% de los granos de polen, mientras que las especies dominantes individuales como el sorgo (*Sorghum vulgare*) 20.52% y el pinabete (*Tamarix aphylla*) 16.87% que juntos suman menos del 40%. Esto indica que la miel de verano tiene un carácter claramente multifloral, con varias especies contribuyendo de forma significativa al néctar/polen cosechado por las abejas (Cuadro 5).

Cuadro 5. Origen botánico de la miel de abeja de verano en la Comarca Lagunera, México.

Especie	Presencia de polen en muestras	
	Número	(%)
Sorgo (<i>Sorghum vulgare</i> Pers.)	118	20.52
Pinabete (<i>Tamarix aphylla</i> (L.), Karst.)	97	16.87
Quelite (<i>Amaranthus palmeri</i> S. Wats.)	42	7.3
Abrojo (<i>Cenchrus echinatus</i> L.)	28	4.87
Diversas especies (87 spp.)	290	50.44
Total	575	100

Destaca en la información mostrada en el cuadro, que aparece un mayor número de especies diversas presentes en la miel de la cosecha de verano (87 spp.) en comparación a la de

primavera (78 spp). En estas especies aparecen representadas 35 familias, sobresaliendo las Poaceae (9), Asteraceae (9), Brassicaceae (7), Fabaceae (5), Euphorbiaceae (4), Amaranthaceae (3), Solanaceae (3), Rutaceae (3) y 28 familias con uno o dos ejemplares de cada especie.

Diversas investigaciones han reportado que las mieles de origen multifloral presentan una mayor variabilidad en el contenido de compuestos fenólicos en comparación con las monoflorales, debido a la diversidad de fuentes vegetales que contribuyen a su elaboración (Becerril-Sánchez *et al.*, 2021). Se observó que el color de la miel varió entre temporadas, pasando de un tono ámbar claro en la cosecha de primavera a ámbar en la cosecha de verano.

Este cambio podría atribuirse al aumento en el contenido de compuestos fenólicos y flavonoides, ya que diversos estudios han reportado que la intensidad del color de la miel se encuentra positivamente correlacionada con la concentración de compuestos fenólicos y flavonoides, siendo las mieles más oscuras las que presentan los valores más altos de estos compuestos (Sultana *et al.*, 2024).

Dichos metabolitos participan no sólo en la coloración, sino también en la capacidad antioxidante del producto, por lo que su incremento puede reflejar una mayor complejidad química derivada de la diversidad floral presente durante la segunda temporada.

Conclusiones

Al analizar la miel de abejas, los resultados indicaron diferencias significativas entre temporadas en humedad, sólidos solubles y color, con mayor humedad y tonalidad más oscura en el verano, asociadas a la diversidad floral. El pH se mantuvo estable entre estaciones. Los compuestos fenólicos totales aumentaron significativamente en la temporada de verano, mientras que los flavonoides permanecieron constantes, sugiriendo que su concentración es menos sensible a cambios estacionales.

El análisis melisopalinológico reveló que la miel de primavera fue monofloral, proveniente de la floración del mezquite (*Prosopis juliflora*), mientras que la de verano mostró ser multifloral, reflejando mayor diversidad de fuentes nectaríferas. La relación positiva entre color y compuestos fenólicos y flavonoides indica que las mieles más oscuras presentan mayor complejidad química y putativamente mayor potencial antioxidante.

Bibliografía

- 1 Baena- Díaz, F.; Chévez, E.; de la Merced, F. R. y Porter- Bolland, L. 2022. *Apis mellifera* en México: producción de miel, flora melífera y aspectos de polinización. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 13(2):525-548.
- 2 Becerril-Sánchez, A. L.; Quintero-Salazar, B.; Dublán-García, O. and Escalona-Buendía, H. B. 2021. Phenolic compounds in honey and their relationship with antioxidant activity, botanical origin and color. Antioxidants (Basel). 10(11):1700. <https://doi.org/10.3390/antiox10111700>.
- 3 Bernklau, E. and Arathi, H. S. 2023. Seasonal patterns of beneficial phytochemical availability in honey and stored pollen from honeybee colonies in large apiaries. Journal of Economic Entomology. 116(4):1069-1077.
- 4 Bouacha, M.; Besnaci, S.; Tigha-Bouaziz, N. and Boudiar, I. 2024. Evaluation of antibacterial, anti-inflammatory, antioxidant, and wound-healing properties of multifloral honey. International Food Research Journal. 31(5):1094-1106.
- 5 Bozkus, T. N. 2025. Correlation of total polyphenol and flavonoid content with antioxidant activity of caucasian bee honey. Food Science and Nutrition. 13(1):1-7.
- 6 Cinciosi, D.; Forbes- Hernández, T. Y.; Afrin, S.; Gasparini, M.; Reboredo, R. P.; Manna, P. P.; Zhang, J.; Bravo-Lamas, L.; Martínez-Flórez, S.; Agudo-Toyos, P.; Quiles, J. L. G., F

- and Battino, M. 2018. Phenolic compounds in honey and their associated health benefits: a review. *Molecules*. 23(9):2322. DOI: 10.3390/molecules23092322.
- 7 Ciappini, M. C.; Stoppani, F. C.; Martinet, R. y Alvarez, M. B. 2013. Actividad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos y flavonoides en mieles de tréboles, eucaliptos y alfalfa. *Revista de Ciencias y Tecnología*. 19(1):45-51.
 - 8 CNANP. 2023. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Estudio previo justificativo para el establecimiento del área natural protegida área de protección de recursos naturales ríos y montañas de la Comarca Lagunera, Durango. 282 p. <https://www.conanp.gob.mx/pdf/separata/epj-aprn-riosymontanas-comarcalagunera.pdf>.
 - 9 Contreras-García, J. M. 2025. Producción de miel en Coahuila cae 54 t en 14 años. <https://oem.com.mx/elsoldelalaguna/local/cae-drasticamente-la-produccion-de-miel-en-coahuila-23436737>.
 - 10 Delmoro, J.; Muñoz, D.; Nadal, V.; Clementz, A. y Pranzetti, V. 2010. El color en los alimentos: determinación de color en mieles. *Invenio: Revista de Investigación Académica*. 13(25):145-152.
 - 11 Faienza, M. F.; Giardinelli, S.; Annicchiarico, A.; Chiarito, M.; Barile, B.; Corbo, F. and Brunetti, G. 2024. Nutraceuticals and functional foods: a comprehensive review of their role in bone health. *International Journal of Molecular Sciences*. 25 (11):5873.
 - 12 FAO. 2020. Miel. <https://www.fao.org/documents/card/fr?details=ca4657es>.
 - 13 Fernández, L. A. P.; Franceschi, F. A.; Fernández, J. M. P.; Bahena, P. H. y Reyes, R. R. 2018. Condición y perspectivas de la meliponicultura en comunidades mayas de la reserva de la biósfera Los Petenes, Campeche, México. *Estudios de Cultura Maya*. 52(0):227-254.
 - 14 García-Chaviano, M. E.; Armenteros-Rodríguez, E.; Escobar-Álvarez, M. C.; García-Chaviano, J. A.; Méndez-Martínez, J. y Ramos-Castro, G. 2022. Composición química de la miel de abeja y su relación con los beneficios a la salud. *Revista Médica Electrónica*. 44(1):155-167.
 - 15 González-Pérez, L. M.; Figueredo-Urbina, C. J.; Luna-Rodríguez, L.; Robles-Ortiz, D. y Medina-Pérez, G. 2024a. Una breve revisión de la composición y valor nutracéutico de la miel de *Apis mellifera*. *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*. 10(20):1-9. DOI:<https://doi.org/10.29057/icap.v10i20.12886>.
 - 16 González-Pérez, L. M.; Figueredo-Urbina, C. J.; Luna-Rodríguez, L.; Robles Ortiz, D. y Medina-Pérez, G. 2024b. Una breve revisión de la composición y valor nutracéutico de la miel de *Apis mellifera*. *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*. 10(20):1-9.
 - 17 Haque, M. A.; Khaliduzzaman, A.; Asaduzzaman, M.; Pattadar, S. N. and Hasan, M. 2023. Dietary food antioxidants and their radical scavenging activity: a review. *International. Food Research Journal*. 30(1):63-78.
 - 18 INEGI. 2025. Mapas. <https://www.inegi.org.mx/app/buscador/default.html?q=>.
 - 19 INIA. 2022. Metodologías para la determinación de parámetros fisicoquímicos y de calidad en miel. <https://biblioteca.inia.cl/items/cfed4374-1460-4b0e-b1e6-cb9872edfb13>.
 - 20 INIFAP. 2023. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Producción de miel artesanal de la floración de mezquite y pinabete en la Comarca Lagunera. <https://www.gob.mx/inifap/articulos/produccion-de-miel-artesanal-de-la-floracion-de-mezquite-y-pinabete-en-la-comarca-lagunera>.
 - 21 Jaśkiewicz, K.; Szczęśna, T. and Jachula, J. 2025. How phenolic compounds profile and antioxidant activity depend on botanical origin of honey. A case of polish varietal honeys. *Molecules*. 30(2):360. <https://doi.org/10.3390/molecules30020360>.
 - 22 Louveaux, J.; Maurizio, A. and Vorwohl, G. 1978. Methods of Melissopalynology. *Bee World*. 59(4):139-154.

- 23 NORMA Oficial Mexicana. 2018. NOM-004-SAG/GAN-2018. Producción de miel y especificaciones. <https://www.dof.gob.mx/nota-detalle-popup.php?codigo=5592435>.
- 24 Perez, B.; Contreras, E. F.; Echazarreta, C.; Macias, M. J. O.; Tapia, G. J. M. and Cavazos, A. J. 2016. Beekeeping in Jalisco, México. Beekeeping and bee conservation-advances in research. *In*: Dechechi, Ch. E. R. IntechOpen. <https://www.intechopen.com/chapters/50345>.
- 25 Ramos-Cuellar, A. K.; De la Mora, A.; Contreras-Escareño, F.; Morfin, N.; Tapia-González, J. M.; Macías-Macías, J. O.; Petukhova, T.; Correa-Benítez, A. y Guzman-Novoa, E. 2023. Efectos altitudinales en la africanización de las colonias de abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) en Jalisco, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 10(3):1-12.
- 26 Reyes-Carrillo, J. L.; Muñoz-Soto, R.; Cano-Rios, P.; Eischen, F. A. y Blanco-Contreras, E. 2009. Atlas del polen de la Comarca Lagunera, México. Guzmán editores. México, DF. <http://repositorio.uaaan.mx/xmlui/handle/123456789/46053>.
- 27 Tulandi, S. 2019. The effect of storage temperature on the quality of honey. *Sanitas: Journal Teknologi dan Seni Kesehatan*. 10(1):59-71. DOI: 10.36525/sanitas.2019.6.
- 28 Vîjan, L. E.; Mazilu, I. C.; Enache, C.; Enache, S. and Topal#, C. M. 2023. Botanical origin influence on some honey physicochemical characteristics and antioxidant properties. *Foods*. 12(11):2134. <https://doi.org/10.3390/foods12112134>.
- 29 SADER. 2023. Datos históricos del Observatorio Meteorológico de Torreón.
- 30 Sultana, S., Foster, K., Bates, T., Hossain, M. L., Lim, L. Y., Hammer, K., & Locher, C. (2024). Determination of physicochemical characteristics, phytochemical profile and antioxidant activity of various clover honeys. *Chemistry & Biodiversity*, 21(5), e202301880. <https://doi.org/10.1002/cbdv.202301880>



Determinación de la calidad fitoquímica y origen botánico de la miel de abeja en la Comarca Lagunera

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 01 March 2026
Date accepted: 01 June 2026
Publication date: 11 July 2026
Publication date: 2026
Volume: 17
Issue: 4
Electronic Location Identifier: e4099
DOI: 10.29312/remexca.v17i4.4099

Categories

Subject: Artículo

Palabras clave:

Palabras clave:

antioxidantes
compuestos fenólicos
nutracéuticos

Counts

Figures: 0
Tables: 5
Equations: 0
References: 30