

El sector apícola

en Tamaulipas: avances, retos y oportunidades



Coordinadores
Rodolfo Torres de los Santos
Reyna Ivonne Torres Acosta
José Reyes Hernández
Miguel Ángel García Delgado

editorial
fontamara



El sector apícola en
Tamaulipas:
avances, retos y oportunidades

El sector apícola en Tamaulipas: avances, retos y oportunidades/ Rodolfo Torres de los Santos, Reyna Ivonne Torres Acosta, José Reyes Hernández y Miguel Ángel García Delgado, coordinadores.— Cd. Victoria, Tamaulipas : Universidad Autónoma de Tamaulipas ; Ciudad de México : Editorial Fontamara , 2024.

101 págs. ; 17 x 23 cm.

1. Agricultura y tecnologías relacionadas

LC: SF459.I5 S4.3 2024

DEWEY: 630 TVK

Universidad Autónoma de Tamaulipas
Matamoros SN, Zona Centro
Ciudad Victoria, Tamaulipas C.P. 87000
D. R. © 2024

Consejo de Publicaciones UAT
Centro Universitario Victoria
Centro de Gestión del Conocimiento. Segundo Piso
Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. C.P. 87149
Tel. (52) 834 3181-800 • extensión: 2905 • www.uat.edu.mx
cpublicaciones@uat.edu.mx

Libro aprobado por el Consejo de Publicaciones UAT
ISBN UAT: 978-607-8888-47-4

Editorial Fontamara, S.A. de C.V.
Av. Hidalgo No. 47-B, Colonia Del Carmen
Alcaldía de Coyoacán, 04100, CDMX, México
Tels. 555659-7117 y 555659-7978
contacto@fontamara.com.mx • coedicion@fontamara.com.mx • www.fontamara.com.mx
ISBN Fontamara: 978-607-736-915-8

Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra incluido el diseño tipográfico y de portada, sea cual fuera el medio, electrónico o mecánico, sin el consentimiento del Consejo de Publicaciones UAT.
Libro digital

Esta obra y sus capítulos fueron sometidos a una revisión de pares a doble ciego, la cual fue realizada por especialistas pertenecientes al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores. Asimismo, fueron aprobados para su publicación por el Consejo de Publicaciones de la Universidad Autónoma de Tamaulipas y el Comité Interno de la editorial Fontamara

El sector apícola en Tamaulipas: avances, retos y oportunidades

Coordinadores:
Rodolfo Torres de los Santos
Reyna Ivonne Torres Acosta
José Reyes Hernández
Miguel Ángel García Delgado

editorial
fontamara



VERDAD, BELLEZA, PROBIIDAD



MVZ MC Dámaso Leonardo Anaya Alvarado
PRESIDENTE

Dr. Fernando Leal Ríos
VICEPRESIDENTE

Mtro. Eduardo García Fuentes
VOCAL

Dra. Rosa Issel Acosta González
VOCAL

CP Jesús Francisco Castillo Cedillo
VOCAL

MVZ Rogelio de Jesús Ramírez Flores
VOCAL

Comité Editorial del Consejo de Publicaciones de la Universidad Autónoma de Tamaulipas

Dra. Lourdes Arizpe Slogher • Universidad Nacional Autónoma de México | **Dr. Amalio Blanco** • Universidad Autónoma de Madrid, España | **Dra. Rosalba Casas Guerrero** • Universidad Nacional Autónoma de México | **Dr. Francisco Díaz Bretones** • Universidad de Granada, España | **Dr. Rolando Díaz Lowing** • Universidad Nacional Autónoma de México | **Dr. Manuel Fernández Ríos** • Universidad Autónoma de Madrid, España | **Dr. Manuel Fernández Navarro** • Universidad Autónoma Metropolitana, México | **Dra. Juana Juárez Romero** • Universidad Autónoma Metropolitana, México | **Dr. Manuel Marín Sánchez** • Universidad de Sevilla, España | **Dr. Cervando Martínez** • University of Texas at San Antonio, E.U.A. | **Dr. Darío Páez** • Universidad del País Vasco, España | **Dra. María Cristina Puga Espinosa** • Universidad Nacional Autónoma de México | **Dr. Luis Arturo Rivas Tovar** • Instituto Politécnico Nacional, México | **Dr. Aroldo Rodríguez** • University of California at Fresno, E.U.A. | **Dr. José Manuel Valenzuela Arce** • Colegio de la Frontera Norte, México | **Dra. Margarita Velázquez Gutiérrez** • Universidad Nacional Autónoma de México | **Dr. José Manuel Sabucedo Cameselle** • Universidad de Santiago de Compostela, España | **Dr. Alessandro Soares da Silva** • Universidad de São Paulo, Brasil | **Dr. Akexandre Dorna** • Universidad de CAEN, Francia | **Dr. Ismael Vidales Delgado** • Universidad Regiomontana, México | **Dr. José Francisco Zúñiga García** • Universidad de Granada, España | **Dr. Bernardo Jiménez** • Universidad de Guadalajara, México | **Dr. Juan Enrique Marciano Medina** • Universidad de Puerto Rico-Humacao | **Dra. Ursula Oswald** • Universidad Nacional Autónoma de México | **Arq. Carlos Mario Yori** • Universidad Nacional de Colombia | **Arq. Walter Debenedetti** • Universidad de Patrimonio, Colonia, Uruguay | **Dr. Andrés Piqueras** • Universitat Jaume I, Valencia, España | **Dra. Yolanda Troyano Rodríguez** • Universidad de Sevilla, España | **Dra. María Lucero Guzmán Jiménez** • Universidad Nacional Autónoma de México | **Dra. Patricia González Aldea** • Universidad Carlos III de Madrid, España | **Dr. Marcelo Urra** • Revista Latinoamericana de Psicología Social | **Dr. Rubén Ardila** • Universidad Nacional de Colombia | **Dr. Jorge Gissi** • Pontificia Universidad Católica de Chile | **Dr. Julio F. Villegas †** • Universidad Diego Portales, Chile | **Ángel Bonifaz Ezeta †** • Universidad Nacional Autónoma de México



Agradecimientos	9
Resumen	11
Capítulo 1. La abeja <i>Apis mellifera</i> . Biología, ecología e importancia	13
Rodolfo Torres-de los Santos, José Reyes-Hernández, Miguel García-Delgado y Reyna Ivonne Torres Acosta	
Capítulo 2. Conceptos generales de la miel de <i>Apis mellifera</i>	27
Lizeth Avilene Castro Cedillo, Hermilo Lucio Castillo, Daniel Trujillo Ramírez y Ma. Guadalupe Bustos Vázquez	
Capítulo 3. La apicultura y los agroecosistemas en Tamaulipas	43
Carlos Gerardo-Méndez, Imna Yolanda Trigueros-Vázquez y Octavio Ruiz-Rosado	
Capítulo 4. El sector apícola tamaulipeco. Potencial económico	73
Jovani Ruiz-Toledo, Said Hernández-Contreras, Cinthia Valentina Soberanes-Gutiérrez y Francisco Reyes-Zepeda	
Sobre los autores del libro	101

Agradecimientos

Al Ing. Nazario Picazo, al MVZ Oscar Adrián Martínez Pérez y a la empresa Gestión de Agroproyectos y Proveedor de Servicios Integrales de Tamaulipas S.A. de C.V. (GAPSIT), quienes colaboraron en la obtención de información a través de las entrevistas informales. De igual forma, al personal del área apícola de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia “Dr. Norberto Treviño Zapata” de la Universidad Autónoma de Tamaulipas.

Resumen

Tamaulipas es uno de los estados que destaca en la producción de miel, así como su calidad otorgada por la riqueza de plantas, tanto de vegetación secundaria, como la de los agroecosistemas presentes en la zona. Este libro analiza las características generales de la abeja *Apis mellifera*, así como de las características generales de la miel de abeja y sus beneficios. En este sentido, se explora el manejo de los agroecosistemas repercute directamente en la salud y calidad de los productos, principalmente en la salud de las abejas. Debido al uso de plaguicidas, en algunos casos de los apicultores de Tamaulipas han enfrentado daños y muerte de sus colmenas por intoxicación, proveniente de los agroecosistemas cercanos a sus apiarios. Finalmente, se realiza un análisis histórico de los apicultores tamaulipecos en donde se describen los sistemas de producción, volúmenes de miel producida por municipio y formas de organización social. De igual forma, se analiza su papel en la demanda del mercado nacional e internacional.

Summary

Tamaulipas is one of the states that stands out in honey production, as well as its quality provided by the richness of plants, both secondary vegetation and the agroecosystems present in the area. This book analyzes the general characteristics of the *Apis mellifera* bee, as well as the general characteristics of bee honey and its benefits. In this sense, the management of agroecosystems is explored, which has a direct impact on the health and quality of products, mainly on the health of bees. The use of pesticides, in some cases, beekeepers in Tamaulipas have faced damage and death of their hives due to poisoning, coming from the agroecosystems near their apiaries. Finally, a historical analysis of Tamaulipas beekeepers is carried out where production systems, volumes of honey produced per municipality and forms of social organization are described. Likewise, its role in the demand of the national and international market is analyzed.



La abeja *Apis mellifera*. Biología, ecología e importancia

Rodolfo Torres-de los Santos

José Reyes-Hernández

Miguel García-Delgado

Reyna Ivonne Torres Acosta¹

Resumen

Apis mellifera, comúnmente conocida como abeja europea o abeja melífera, es una especie de abeja que desempeña un papel crucial en la polinización de plantas y la producción de miel en todo el mundo. Las abejas melíferas son insectos sociales que viven en colonias organizadas. La polinización realizada por las abejas melíferas es esencial para la reproducción de muchas plantas, incluyendo frutas, verduras y cultivos comerciales, como almendras y manzanas. Sin la polinización de las abejas, la producción de alimentos se vería gravemente afectada. Además de su importancia en la polinización, las abejas melíferas son conocidas por su producción de miel, recolectan néctar de las flores y lo transforman en miel a través de un proceso de regurgitación y evaporación. La miel es una fuente de alimento energético y tiene propiedades antibacterianas y antioxidantes. En la actualidad, las abejas melíferas enfrentan desafíos significativos, la pérdida de hábitat, el uso de plaguicidas y la exposición a enfermedades han llevado a la disminución de las poblaciones de abejas en muchas partes del mundo. Lo anterior es grave para la actual agricultura y nuestra seguridad alimentaria. En resumen, *Apis mellifera* es una especie de abeja altamente social y polinizadora crucial para la producción de alimentos y miel. Su capacidad de comunicación, polinización y producción de miel son fundamentales para la vida humana y el ecosistema en general. Sin embargo, su supervivencia está amenazada por múltiples factores, lo que destaca la importancia de proteger y conservar a estas valiosas criaturas.

¹ Unidad Académica Multidisciplinaria Mante-Centro, Universidad Autónoma de Tamaulipas. E. Cárdenas González No. 1201 Pte. Jardín, 89840, Cd. Mante, Tamaulipas, México.
Contacto: ritorres@docentes.uat.edu.mx

Summary

Apis mellifera, commonly known as the European bee or honeybee, is a species of bee that plays a crucial role in plant pollination and honey production around the world. Honeybees are social insects that live in organized colonies. Pollination by honeybees is essential for the reproduction of many plants, including fruits, vegetables, and cash crops such as almonds and apples. Without bee pollination, food production would be severely affected. In addition to their importance in pollination, honeybees are known for their honey production. They collect nectar from flowers and transform it into honey through a process of regurgitation and evaporation. Honey is a source of energy food and has antibacterial and antioxidant properties. However, honeybees face significant challenges today. Habitat loss, pesticide use, and disease exposure have led to declining bee populations in many parts of the world. This has serious consequences for agriculture and food security. In summary, *Apis mellifera* is a highly social and pollinating bee species crucial for food and honey production. Their capacity for communication, pollination and honey production are fundamental for human life and the ecosystem in general. However, their survival is threatened by multiple factors, highlighting the importance of protecting and conserving these valuable creatures.

Introducción

Las abejas melíferas se encuentran entre los polinizadores más importantes de los ecosistemas naturales y agrícolas, y se estima que el 70 % de los cultivos agrícolas dependen de su polinización (Owen et al., 2015). La abeja melífera occidental (*Apis mellifera*) es la visitante floral más frecuente de hábitats naturales y de cultivos en todo el mundo, sin embargo, el conocimiento cuantitativo de su papel como polinizador fuera de hábitats gestionados es en gran medida deficiente, la visita de *Apis mellifera* es más alta en climas cálidos, menos variables y en sitios continentales en lugar de islas (Keng-Lou et al., 2018). Dado el estado avanzado del conocimiento sobre esta especie y su papel en la agricultura, parece raro que la importancia de *A. mellifera* como polinizador en los hábitats naturales sea poco conocida, se calcula que la polinización mediada por animales representa una actividad vital en donde el 87.5 % de las especies de plantas con flores son polinizadas por animales (Ollerton et al., 2011).

Los polinizadores de *A. mellifera* han disminuido, esto como resultado de la pérdida y degradación del hábitat y otros factores, incluidos plaguicidas, patógenos, parásitos y el cambio climático, por lo tanto, las amenazas a las poblaciones de *A. mellifera* podrían afectar la reproducción y la dinámica poblacional de las plantas en entornos naturales (Wilfert et al., 2016), con implicaciones negativas en las cosechas

e implícitamente en la cantidad y calidad de los alimentos debido a la falta de polinizadores (Reilly et al., 2020).

En México, en muchas regiones se practica la apicultura, por lo que la miel es el producto principal de esta actividad, por lo que consiste en la principal fuente económica de ingresos y de empleos, sobre todo en regiones rurales (Baena et al., 2022). La producción anual de miel en la última década fue de 59 mil toneladas. En el 2021, México ocupó el octavo lugar en producción de miel a nivel mundial (Contreras et al., 2013; Atlas apícola, 2024).

Anualmente, la producción total de miel depende de la fenología reproductiva del tipo de vegetación, sobre todo, bajo la influencia de los problemas causados por el cambio climático (Báez et al., 2019), la producción de miel depende de la variación en los factores ambientales, principalmente se relaciona con la precipitación y la temperatura ambiental (Tapia et al., 2021), siendo esta última factor importante en la actividad de pecoreo de las abejas para la recolección del néctar floral (Karadas y Birinci 2018); por otro lado, la actividad humana, aunado a los problemas de sequía por la baja precipitación pluvial actual, potencian de forma negativa la producción estatal de miel (Godfrey, 2018).

La genética de *Apis mellifera*: explorando el mundo de las abejas a nivel molecular

Las abejas han cautivado la imaginación humana durante siglos, siendo tanto objetos de estudio como símbolos culturales. Entre las más conocidas se encuentra la especie *Apis mellifera*, también conocida como abeja europea, que ha desempeñado un papel vital en la polinización de plantas y la producción de miel. Pero detrás de su zumbido y su laboriosa actividad en las flores se esconde un mundo molecular complejo y fascinante: su genética y los genes que gobiernan sus características únicas y su comportamiento (Fouks et al., 2021).

Las abejas melíferas son insectos sociales, lo que significa que viven en colonias organizadas, con individuos especializados en diversas tareas. Esta complejidad social está arraigada en su genoma. El genoma de *A. mellifera*, secuenciado en 2006, consta de aproximadamente 250 millones de pares de bases, lo que representa una cantidad significativamente menor que el genoma humano. Sin embargo, esta simplicidad relativa no disminuye su importancia, ya que el genoma de las abejas contiene información crucial sobre su comportamiento, fisiología y adaptación al entorno (Dieckmann et al., 2004; Fouks, et al., 2021).

Una característica intrigante del genoma de *A. mellifera* es la presencia de genes relacionados con la comunicación y la organización social. Las abejas melíferas tienen un sistema de comunicación altamente desarrollado a través de

movimientos oscilatorios y repetitivos a los que coloquialmente se les llama *baile*, que les permite transmitir información sobre la ubicación de fuentes de alimento. Los genes relacionados con este comportamiento, como los genes de las feromonas y las proteínas receptoras, han sido objeto de estudio en el contexto de la evolución de la comunicación animal. Investigaciones en este campo han arrojado luz sobre cómo las señales químicas y comportamentales se han desarrollado a lo largo del tiempo para coordinar las actividades dentro de la colmena (Brand et al., 2020; Fouks et al., 2021).

Otra área de interés en la genética de *A. mellifera* es su capacidad para adaptarse a diferentes entornos. Las poblaciones de abejas melíferas han colonizado una variedad de hábitats en todo el mundo, desde regiones tropicales hasta climas templados. Esto ha llevado a la diferenciación genética en las poblaciones locales. Los estudios genéticos han identificado adaptaciones a factores ambientales como la temperatura, la humedad y la disponibilidad de alimentos. Los investigadores también han explorado la relación entre la genética y la resistencia a patógenos y plaguicidas, lo que tiene implicaciones importantes para la salud de las colonias de abejas en un mundo afectado por el cambio climático y la intensificación agrícola (Elsik et al., 2014; Démères et al., 2022).

El genoma de *A. mellifera* también revela información sobre la evolución de la especie. Se estima que las abejas melíferas han existido durante millones de años, y su genoma contiene pistas sobre cómo han interactuado con su entorno cambiante a lo largo del tiempo. Al comparar su genoma con el de otros insectos, los científicos pueden trazar relaciones filogenéticas y comprender mejor la historia evolutiva de estas criaturas (Gadau et al., 2012).

La variabilidad genética es esencial para la supervivencia y la adaptación de las especies. En las abejas melíferas, esta variabilidad está influida por múltiples factores, como la reproducción de la reina y la deriva genética en la colmena. La reina, que es la única hembra fértil en la colmena, contribuye a la variabilidad genética de la descendencia. La genética de la reproducción en las abejas es interesante, ya que implica una forma única de reproducción llamada partenogénesis, donde los huevos no fertilizados se desarrollan en machos, mientras que los huevos fertilizados se convierten en hembras (Gadau et al., 2012; Fouks et al., 2021).

La variabilidad genética está influida por los zánganos, ya que una reina puede ser fecundada por un promedio de 18 a 20 zánganos, aportando una variabilidad genética importante. Este sistema de apareamiento se conoce como poliandria.

En el contexto de la apicultura, la genética de *A. mellifera* también ha sido de gran relevancia, los apicultores han utilizado la selección genética para criar

colonias más resistentes a enfermedades, más productivas en términos de miel y más adaptables a diferentes entornos. Esta práctica se ha vuelto aún más importante en la actualidad, ya que las abejas enfrentan desafíos como el síndrome de colapso de colonias y la pérdida de hábitat (Gadau et al., 2012; Brand et al., 2020; Fouks et al., 2021; Baena et al., 2022).

En conclusión, la genética de *A. mellifera* ofrece una ventana única y fascinante al mundo molecular de las abejas melíferas. Desde la comunicación y el comportamiento social hasta la adaptación al entorno y la evolución de la especie, el genoma de *A. mellifera* contiene información valiosa que ayuda a comprender mejor estos insectos esenciales para la vida en la Tierra. A medida que avanza el conocimiento de la genética de las abejas melíferas, también avanza la capacidad para proteger y conservar a estas criaturas vitales para la biodiversidad y la seguridad alimentaria.

Morfología de *Apis mellifera*

Apis mellifera cuenta con tres segmentos o tagmas: cabeza, tórax -mesosoma- y abdomen -metasoma-, de manera similar que las hormigas y avispas (*Apis mellifera* comparte el Orden Himenópteros junto con las avispas y hormigas). El último segmento del tórax está fusionado con el primer segmento abdominal, estrechándose marcadamente a manera de cintura conformando el propodeo (Al-Sarhan et al., 2019).

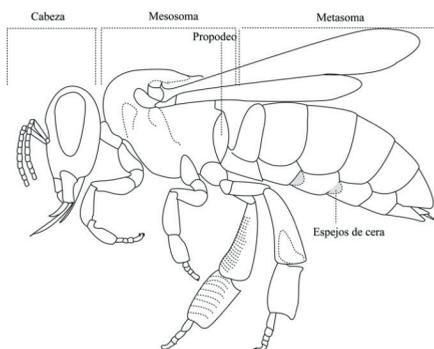


Figura 1. Morfología externa de *A. mellifera*

Fuente: Al-Sarhan et al. (2019).

En la cabeza se encuentran los órganos sensoriales en conjunto con piezas bucales, que son adaptadas para una correcta alimentación con el néctar y el polen floral. El tórax mantiene dos pares de alas membranosas que están unidas por ganchillos o hamuli; las alas anteriores suelen ser más grandes en comparación con las posteriores, siendo ambas funcionales durante el vuelo. La tagma se caracteriza por tener las patas, en el caso de las abejas obreras, un primer par de patas modificadas para su uso en la limpieza de las antenas, el segundo par es utilizado en el retiro y manipulación de escamas de cera, finalmente, el tercer par contiene tiene la cara externa de la tibia adaptada en una corbícula que se usa en la recolección de polen y propóleos florales (Farouk et al., 2014).

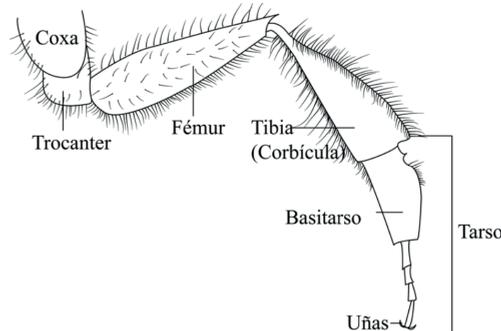


Figura 2. Pata posterior de *A. mellifera*
Fuente: Farouk et al. (2014).

Biología de *Apis mellifera*

Apis mellifera se divide en tres castas: abejas obreras, abeja reina y machos llamados zánganos.

Abejas obreras

La gran mayoría de las abejas de una colonia son abejas obreras, estas hembras infértiles son la fuerza vital de la colonia y realizan todas las tareas necesarias, excepto la reproducción; son las abejas más pequeñas de la colonia, tienen un periodo de desarrollo de 21 días desde el huevo hasta la eclosión y tienen un periodo de vida de cuatro a cinco semanas en verano y hasta varios meses en invierno (Rangel et al., 2013). Aunque las abejas obreras son capaces de poner huevos, estos suelen ser infértiles, si la colonia se queda sin reina y no hay huevos de cría de reina previamente designados, los ovarios de algunas obreras se activarán y comenzarán a poner huevos los cuales pueden detectarse por su gran cantidad y colocación en los lados de la celda, ya que su abdomen por ser más corto que los de la reina no pueden alcanzar el

fondo central de la celda donde debería depositarse el huevo único. Esta situación se denomina “obreras ponedoras”, el apicultor le dice “colmena zanganera”, pues las obreras ponedoras depositan huevos infértiles que darán origen a zánganos y es una señal de que la colonia está a punto de desaparecer (Al-Sarhan et al., 2019).

Abeja reina

La reina es la abeja más importante, su capacidad para poner huevos fértiles y reunir a toda la colonia en torno a su feromona individual es la diferencia entre la supervivencia y el colapso de una colonia individual; la reina es la abeja más grande de la colonia y su vida suele ser de años en lugar de semanas; el promedio es de dos a tres años, pero con una buena cría y un buen forraje una reina puede ser productiva durante cuatro o cinco años, el desarrollo de la reina es estratégicamente el más corto de las abejas, con la eclosión del capullo a los 16 días (Khan y Liu, 2022). Durante todo su desarrollo, la reina se alimenta únicamente con jalea real, lo que les da una clara ventaja nutricional sobre las demás abejas; cuando las reinas emergen de su celda, a menudo luchan a muerte entre sí para seguir siendo la única reina, a los pocos días de establecer su soberanía, vuelan (uno a tres vuelos) para aparearse con múltiples zánganos (10 a 20 zánganos por vuelo) (Al-Sarhan et al., 2019), el semen recogido se almacena en la espermateca y se utiliza para fecundar los huevos que se convertirán en abejas obreras, mientras que los huevos no fecundados se convertirán en zánganos, las obreras determinan cuántos zánganos se necesitan al construir celdas más grandes en la periferia del panal; también crean celdas de reina (conocidas como celdas de enjambre), dentro de las cuales la reina pondrá futuros huevos de reina, uno de los cuales se convertirá en su sucesora (Rangel et al., 2013). Poco antes de que emerjan las reinas jóvenes, la vieja reina vuela con la mitad de las obreras (lo que se conoce como enjambrazón) para buscar un nuevo lugar para el nido y dejar todo el panal extraído, las reservas de miel y néctar y la cría en desarrollo para la nueva reina, las nuevas reinas emergen, luchan hasta que solo queda una, y el ciclo continúa mientras ella comienza su reinado sobre la colonia (Khan y Liu, 2022).

Zánganos

Los zánganos, aunque se les considera perezosos, no solo son esenciales para la propagación de la colmena, sino que también son los órganos sensoriales de la colonia, son más grandes, más rollizos, sin aguijón, con ojos y antenas significativamente más grandes que las obreras o las reinas; la metamorfosis de un zángano es de 24 días, desde el huevo hasta la eclosión, y suele ser más larga que su vida, que puede ser de tan solo unas semanas (Al-Sarhan et al., 2019).

Apis mellifera manifiesta una plasticidad fenotípica reproductiva morfológicamente distinta entre castas (reina y obreras) (Wei et al., 2020), el modelo dominante para las abejas melíferas (*A. mellifera*) es que las castas están determinadas ambientalmente más que genéticamente, el ambiente y la dieta de las larvas jóvenes promueve la diferenciación de castas (Leimar et al., 2012). El tamaño del huevo influye en el desarrollo de la reina, esta pone huevos significativamente más grandes en las celdas reales que en las celdas obreras, esto demuestra tanto un efecto maternal en la expresión del fenotipo de la reina, como un papel más activo para su casta (Wei et al., 2020). Obreras y reinas se desarrollan en celdas de cera de diferentes tamaños y se alimentan con diferentes dietas, tanto la dieta como la cantidad de espacio disponible para el desarrollo de las larvas causa cambios en la metilación del genoma larvario (Shi et al., 2011).

Las tasas de pérdida de colonias de abejas melíferas en invierno pueden fluctuar mucho entre años en climas templados, un comienzo temprano del flujo neto de miel en primavera predice altas tasas de pérdida tanto en otoño como en invierno, mientras que un alto flujo de miel acumulativo conduce a tasas de pérdida más baja (Johannesen et al., 2022). El inicio del desarrollo de la cría en las abejas melíferas a fines del invierno está impulsado principalmente por la temperatura, pero modulado por el fotoperiodo, los veranos largos y calurosos pueden reducir la supervivencia invernal al reducir los recursos de alimentación que constituirán reservas de invierno (Nürnberg et al., 2018).

Algunos factores que determinan la presencia o ausencia de las abejas

En los últimos años han disminuido drásticamente las poblaciones de abejas, afectando con ello la industria apícola. Los principales problemas que se presentan son los siguientes:

- **La varroasis** es causada por el ácaro *Varroa destructor* y causa la peor enfermedad de las abejas, infestando obreras, reinas y zánganos (Anderson y Trueman, 2000). En México, el primer reporte de la presencia del ácaro fue en Veracruz durante 1992, desde entonces se encuentra distribuido en todo el país. Su ciclo biológico se divide en dos fases; la primera es la reproductiva y la segunda, forética (Zamora y Van Veen, 2007). El ácaro se alimenta del tejido graso de la abeja melífera, causando una alta mortalidad en las abejas y debilitamiento de la colonia en menos de 4 años. El ácaro se reproduce dentro de las celdas y provoca un índice bajo de nacimientos, durante el desarrollo biológico de las abejas infestadas se nota una deformación en las alas al igual que en el abdomen; las abejas adultas tienen un periodo de

vida más corto, secretando menos cera y como consecuencia disminuyen su producción de miel. El problema de la varroasis se intensifica más en colonias de abejas localizadas en las regiones templadas que en las regiones con climas tropicales. Desde hace más de una década se sabe que la deformación de las alas se debe a Varroas infectadas con un virus ARN conocido como DWV -virus de las alas deformes- que es transmitido a las crías en desarrollo y solo cuando existen altas infestaciones de Varroa es más notoria la presencia de esta enfermedad (Invernizzi et al., 2022).

- **El ácaro de las tráqueas** se produce por *Acarapsis woodi*, *A. dorsalis*, *A. vagans* y *A. externus*, estos ácaros tienen un aparato bucal fuerte con la capacidad de perforar las paredes traqueales de los individuos adultos para succionar la hemolinfa del hospedero (Cepero et al., 2015). El ácaro de las tráqueas es cosmopolita y vive dentro del cuerpo del insecto, se reproduce en el primer par de espiráculos torácicos en las tráqueas de abejas adultas, lo que dificulta su diagnóstico ya que es necesario realizar observaciones en el microscopio para determinar la presencia o ausencia. De acuerdo con García y Arechavaleta (2018), el primer reporte de esta enfermedad en México se registró en abril de 1980 en apiarios cercanos a Guadalajara, en 1982 se reporta la presencia del 44.5 % en Morelos, en el mismo año se reportaba la presencia de *A. woodi* en el 30 % del país y para 1992 había un 10 % de prevalencia en Yucatán. La acariosis traqueal fue un problema que en Inglaterra cuando fue detectada y diezmo poblaciones en su momento, en México tuvo un ligero impacto negativo que luego de la llegada de Varroa a México y el control de esta, así como la llegada de la abeja africana bajó drásticamente las poblaciones de *Acarapsis*, en la actualidad es muy limitada su presencia y no es un factor que contribuya a la desaparición de poblaciones de abejas (Domínguez et al., 2023).
- **El uso indiscriminado de plaguicidas** utilizados para el control fitosanitario en los campos agrícolas tiene amenazadas a las colonias de abejas, desencadenando consecuencias graves en la alimentación humana ya que los humanos dependen directa o indirectamente de la acción de los insectos polinizadores. Las alteraciones en la distribución de las poblaciones de las abejas podrían derivar en significativas pérdidas económicas a nivel mundial (Cutler et al., 2014). Los agroquímicos producen alteraciones en el comportamiento que les impide a los individuos adultos ir en búsqueda de alimentos, dominar el vuelo, regresar a su nicho ecológico. Pareja et al. (2011) y Fischer et al. (2014) mencionan que el imidacloprid y otros neonicotinoides provocan una desorientación, dificultando el vuelo

de regreso a la colmena. Lo anterior se debe a que las moléculas de los ingredientes activos de los agroquímicos llegan hasta las vías neuronales de las abejas e interrumpen procesos esenciales como el aprendizaje, la memoria, la navegación y ciertas funciones cognitivas (Klein et al., 2017). Además, se dificulta la comunicación como lo mencionan Eiri y Nieh (2012), quienes señalan que las abejas tienen trastornos en la comunicación, como consecuencia, se les dificulta detectar el olor a néctar y pierden la sensibilidad a la sacarosa.

- **La abeja africanizada** fue detectada por primera vez en Chiapas en 1986, para 2006 ya se habían establecido en toda la República mexicana. Estas abejas tienen un impacto negativo en el sector social y económico. La abeja se caracteriza por ser defensiva y territorialista, tiende a abandonar la colmena ante situaciones de estrés, roba los alimentos y ataca a otras colonias de abejas (Medina et al., 2015). Además, se tiene registro de un gran número de incidentes por picaduras en personas y animales, lo anterior tiene como consecuencia el abandono de la actividad apícola. Para contrarrestar estos problemas, México ha implementado a través de SAGARPA el Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana con el objetivo de capacitar a los productores apícolas sobre el control de la abeja africana o la varroasis, mejorando la productividad del sector apícola. La abeja africanizada tuvo un impacto social y en salud pública en su momento. Ha mejorado la productividad, la resistencia a enfermedades y desde hace más de 10 años no se concibe tener abejas puras o con alto porcentaje de las razas europeas en territorio nacional si se quiere ser productivo. Las abejas mexicanas, actualmente, son híbridas de *A. mellifera* en sus diferentes subespecies europeas como *A. ligustica*, *A. mellifera*, *A. carnica* y *A. mellifera* scutellata que es la especie de abeja africana que se distribuyó más en América (Urbina et al., 2019).
- **El deterioro ambiental** (Margules y Pressey, 2000). Las prácticas de la agricultura moderna afectan directamente la distribución de las abejas. Los monocultivos presentan una menor disponibilidad y diversidad de alimento, con frecuencia se realiza un uso excesivo de plaguicidas para el control fitosanitario disminuyendo con ello los enemigos naturales y los polinizadores. La tala de árboles, así como la quema de grandes extensiones de bosques, son otros factores importantes que disminuyen las poblaciones de abejas. Los puntos anteriores han provocado la reducción geográfica de la distribución poblacional de las abejas y una menor disponibilidad de colonias para polinizar los cultivos.

Factores que determinan la distribución

Las abejas polinizadoras se distribuyen por la atracción de las flores ante un estímulo visual y olfativo (Galizia et al., 2005), detectan los compuestos aromáticos y las flores se vuelven progresivamente más fáciles de identificar para las abejas con el incremento de olor. Existen diversos factores que facilitan la polinización, estos pueden ser abióticos y bióticos, dentro de los primeros se encuentran el viento (Culley et al., 2002; Cariñanos et al., 2004), la gravedad y el agua (Buchmann y Nabahan, 1996). Dentro de los factores bióticos intervienen la preferencia de flores grandes e influye el color y el aroma. Por este motivo, el aroma de la flor es fundamental para tener éxito en la fecundación del ovario y en el proceso de formación de semilla que dará lugar al fruto. Para tener un rendimiento alto del cultivo se requiere la presencia de un aroma para que las abejas realicen el proceso de polinización (Akerman et al., 1997).

Distribución de abejas dentro de los cultivos

Las abejas colectan el polen de las angiospermas y proveen de un beneficio directo a las plantas a través de sus actividades de colecta que permiten la polinización. Las abejas forman interacciones ecológicas especializadas con plantas de géneros y especies particulares. En el año 2020, México ocupó el 10º lugar a nivel internacional en producción de melón (*Cucumis melo* L.), con 612 940 toneladas; los principales estados productores son Coahuila, Sonora, Guerrero, Michoacán y Durango. Algunos autores mencionan que se requieren de una a seis colonias de abejas para lograr una polinización exitosa (Hodges y Baxendale, 1995). Reyes et al. (2006) evaluaron la distribución espacial y temporal de las abejas melíferas en un cultivo comercial de melón con diferente densidad de colmenas, dentro de los resultados sugieren el uso de tres colmenas por hectárea para polinizar el cultivo.

Además, la distancia del apiario influye en la densidad de abejas observadas, por ejemplo, si el apiario se coloca a una distancia de 100 m de distancia se puede observar cinco abejas por tramo de 10 m, pero si el apiario se coloca a 50 metros puede haber hasta siete abejas; sin embargo, el número de abejas disminuye a seis si se coloca el apiario a una distancia de 25 metros. Las abejas también tienen mayor actividad entre las 10:00 a.m. y las 3:00 p.m., debido a la acumulación de horas calor. La aportación de Reyes et al. (2006) servirá para que los productores manejen de forma adecuada el número de colmenas y las distancias entre la colmena y su cultivo aumentando la producción.

Referencias

- Ackerman, J. D., Melendez, E. J., y Salguero, J. (1997). Variation in pollinator abundance and selection on fragrance phenotypes in an epiphytic orchid. *Am. J. Bot.*, *84*, 1383-1390.
- Al-Sarhan, R., Adgaba, N., Tadesse, Y., Alattal, Y., Al-Abbadi, A., Single, A. et al. (2019). Reproductive biology and morphology of *Apis mellifera jemenitica* (Apidae) queens and drones. *Saudi Journal of Biological Sciences*, *26*(7), 1581-1586. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2018.10.012>
- Anderson, D. L. y Trueman, J. W. H. (2000). *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. *Experimental and Applied Acarology*, *24*, 165-189.
- Atlas apícola. (2024). *Atlas Nacional de las Abejas y Derivados Apícolas*. <https://atlas-abejas.agricultura.gob.mx>
- Baena, F., Chévez, E., Ruiz de la Merced, F. y Porter, L. (2022). *Apis mellifera* en México: producción de miel, flora melífera y aspectos de polinización. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, *13*(2), 525-548. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i2.5960>
- Brand, P., Hinojosa, I. A., Ayala, R., Daigle, M., Yurrita, C., Eltz, T. et al. (2020). The evolution of sexual signaling is linked to odorant receptor tuning in perfume-collecting orchid bees. *Nat. Commun.*, *11*, 244.
- Buchmann, S. L. y Nabhan, G. P. (2012). *The forgotten pollinators*. Island Press. Shearwater Books Washington, D.C., Covelo, Cal. U.S.A.
- Cariñanos, P., Galán, C., Alcázar, P. y Domínguez, E. (2004). Airborne pollen records response to climatic conditions in arid areas of the Iberian Peninsula. *Environmental and Experimental Botany*, *52*(1), 11-22.
- Cepero, A., Martín, R., Prieto, L., Gómez, T., Martínez, A., Bartolomé, C. et al. (2015). Is *Acarapis woodi* a single species? A new PCR protocol to evaluate its prevalence. *Parasitol Res.* *114*(2), 651-658.
- Culley, T. M., Weller, S. G. y Sakai, A. K. (2002). The evolution of wind pollination in angiosperms. *Trends in Ecology y Evolution*, *17*(8), 361-369.
- Cutler, C., Purdy, J., y Solomon, G. (2014). Risk to pollinators from the use of chlorpyrifos in the United States. *Estados Unidos: Environmental Contamination and Toxicology*, 219-265. https://doi.org/10.1007/978-3-319-03865-0_7.
- Démares, F. J., Schmehl, D., Bloomquist, J. R., Cabrera, A. R., Huang, Z. Y., Lau, P. et al. (2022). Honey Bee (*Apis mellifera*) Exposure to Pesticide Residues in Nectar and Pollen in Urban and Suburban Environments from Four Regions of the United States. *Environmental Toxicology and Chemistry*, *41*(4), 991-1003. <https://doi.org/10.1002/etc.5298>
- Dieckmann, U., Doebeli, M., Metz, J. A. y Tautz, D. (2004). *Adaptive speciation*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

- Domínguez, Á., Lemus, C., Salgado, S., Dzib, D., Chi, D. y Loeza, H. (2023). Variación de la prevalencia de *Varroa*, *Nosema* y *Acarapis* en dos regiones del estado de Campeche, México. *Abanico Veterinario*, 13, 1-12. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2023.8>
- Eiri, D. M. y Nieh, J. C. (2012). A nicotinic acetylcholine receptor agonist affects honeybee sucrose responsiveness and decreases waggle dancing. *Journal of Experimental Biology*, 215(12), 2022-2029.
- Elsik, C. G., Worley, K. C., Bennett, A. K., Beye, M., Camara, F., Childers, C. P. et al. (2014). Finding the missing honeybee genes: lessons learned from a genome upgrade. *BMC Genomics*, 15, 86.
- Fischer, J., Müller, T., Spatz, A. K., Greggers, U., Grünewald, B. y Menzel, R. (2014). Neonicotinoids interfere with specific components of navigation in honeybees. *PLoS One*, 9(3), e91364. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0091364>
- Fouks, B., Brand, P., Nguyen, H. N., Herman, J., Camara, F., Ence, D. et al. (2021). The genomic basis of evolutionary differentiation among honeybees. *Genome Research*, 31(7), 1203-1215. Advance online publication. <https://doi.org/10.1101/gr.272310.120>
- Gadau, J., Helmkampf, M., Nygaard, S., Roux, J., Simola, D. F., Smith, C. D. et al. (2012). The genomic impact of 100 million years of social evolution in seven ant species. *Trends Genet*, 28, 14-21.
- Galizia, C. G., Kunze, J., Gumbert, A., Borg, A. K., Sachse, S., Markl, C. et al. (2005). Relationship of visual and olfactory signal parameters in a food-deceptive flower mimicry system. *Behavioral Ecology*, 16(1), 159-168.
- García, C., y Arechavaleta, M. E. (2018). Prevalencia de la acariosis traqueal y niveles de infestación de *Acarapis woodi* en colonias de abejas de Morelos, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 9(3), 567-575.
- Hodges, L., y Baxendale F. (1995). *Bee pollination of curcubit crops*. Cooperative Extension. Institute of Agriculture and Natural Resources. University of Nebraska Lincoln, USA. 2p (Bulletin NF91-5D). <https://doi.org/10.1016/j.tree.2016.12.009>.
- Invernizzi, C., Antúnez, K., Arredondo, D., Branchiccela, B., Castelli, L., Juri, P. et al. (2022). Situación sanitaria de las abejas melíferas en Uruguay: novedades de la última década. *Veterinaria (Montevideo)*, 58(217), e302. <https://doi.org/10.29155/vet.58.217.4>
- Klein, S., Cabirol, A., Devaud, J. M., Barron, A. B. y Lihoreau, M. (2017). Why bees are so vulnerable to environmental stressors. *Trends in Ecology & Evolution*, 32(4), 268-278.
- Margules, C. R., y Pressey, R. L. (2000). Systematic conservation planning. *Nature*, 405(6783), 243-253.
- Medina, C. A., Guzmán, E., Hamiduzzaman, M. M., Aguilera, J. y López, M. A. (2015). Africanización de colonias de abejas melíferas (*Apis mellifera*) en tres regiones climáticas del norte de México. *Veterinaria México OA*, 2(4), 1-9.

- Pareja, L., Colazzo, M., Pérez, A., Niell, S., Carrasco, L., Besil, N. et al. (2011). Detection of pesticides in active and depopulated beehives in Uruguay. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8(10), 3844-3858.
- Reyes, J. L., Cano, P., Eischen, F. A., Rodríguez, R. y Nava, U. (2006). Distribución espacial y temporal de abejas en melón con diferente densidad de colonias. *Agricultura Técnica en México*, 32(1), 39-44.
- Urbina, R. A., Utrera, F., Castillo, F., Livera, M., Benítez, I., Villa, A. E. et al. (2019). Valoración del origen africanizado en la integración de una población experimental de *Apis mellifera* L. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 42(2), 111-118.
- Zamora, G. y Van Veen, J. W. (2007). The reproductive rate of *Varroa destructor* in drone brood of Africanized honeybees. *Journal of Apicultural Research*. 46(3), 140-143. DOI10.1007/s10493-012-9518-0.



Conceptos generales de la miel de *Apis mellifera*

Lizeth Avilene Castro Cedillo¹

Hermilo Lucio Castillo²

Daniel Trujillo Ramírez²

Ma. Guadalupe Bustos Vázquez²

Resumen

En el estado de Tamaulipas, en el municipio de Llera de Canales, se produce la miel de abeja *Apis mellifera* que es considerada uno de los productos más importantes de la apicultura. La miel es un alimento producido desde la Antigüedad por las abejas a partir del néctar de las flores, secreciones de partes vivas de plantas y excreciones de algunos insectos chupadores de plantas, su uso principal es la utilización como endulzante y alimento natural y aporta mayor poder endulzante que la sacarosa; sin embargo, en los núcleos de producción no hay una certeza de la caracterización de la miel, como las propiedades fisicoquímicas, presencia de contaminantes o la calidad con la que cuenta. Por lo tanto, es un producto ideal como alimento, nutritivo, saludable y es considerado con propiedades benéficas para la salud.

Summary

In the state of Tamaulipas, in the municipality of Llera de Canales, *Apis mellifera* honey is produced, which is considered one of the most important products obtained from beekeeping. Honey is a food produced since ancient times by bees from the nectar of flowers. Its main use is as a natural sweetener since it has a greater sweetening power than sucrose. However, in production centers there is no certainty of the characterization of the honey, such as the physicochemical properties, presence of contaminants or the quality it has. Therefore, it is an ideal product as a food, nutritious, healthy and considered to have beneficial health properties.

¹Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Calle 16, Laguna de Chapala, Aztlán, 88740, Reynosa, Tamaulipas, México.

² Laboratorio de Biotecnología-Unidad Académica Multidisciplinaria Mante-Centro, Universidad Autónoma de Tamaulipas. E. Cárdenas González No. 1201 Pte, Jardín, 89840 Cd. Mante, Tamaulipas, México. Contacto: gbustos@docentes.uat.edu.mx

Introducción

La miel conforma un sector productivo de interés económico social y cultural. Se conoce como la sustancia dulce, natural y producida por la abeja *Apis mellifera*, de acuerdo con el *Codex Alimentarius* (consultar *NOM-004-SAG/GAN-2018*, Producción de miel y especificaciones), es un elemento que tiene múltiples usos, está compuesta de enzimas y otros componentes químicos los cuales se transforma de acuerdo con su región y tipo de flora que la abeja recolecta (pecorea) (Lagos, 2020).

En la apicultura mexicana, la miel es el principal producto, seguido de los propóleos, polen, cera y jalea real, empleados en su mayoría por sus propiedades terapéuticas y nutritivas, lo cual les confiere un alto valor agregado (Ayora et al., 2016). Asimismo, la miel se utiliza como apoyo en el proceso de curación de heridas, contribuyendo a disminuir el malestar y promoviendo la formación de tejido nuevo, también posee propiedades biológicas, como su capacidad antimicrobiana, antioxidante, antiinflamatoria, antiedematosa (Schencke et al., 2016; Grajales et al., 2013; Khalil et al., 2010).

En el mercado mundial la miel es de alto interés económico, ya que su producción y venta cuenta con un crecimiento sostenido y constante. El país que más ha destacado en la actividad apícola es China, con el primer lugar en producción con 485 960 toneladas, y primer exportador con 123 826 toneladas, continuando con México con una producción de 62 000 t y exportando hasta 25 076 toneladas al año. En el periodo de 2003 a 2022, las entidades con mayor producción de miel fueron Yucatán, Campeche, Jalisco, Veracruz y Chiapas (datos reportados por SIAP, 2024). Tamaulipas, en el 2022, tuvo una producción de 799 toneladas de miel con 32 986 colmenas. Los municipios que tienen mayor participación en producción de miel son Llera, Victoria, Hidalgo, Padilla y González, de estos estados se obtiene el 74 % de producción, este valor asciende a \$ 34 millones de pesos anuales (Barron et al., 2021).

Tabla 1. Producción de miel por entidad federativa, 2003-2022 (toneladas)

Estado	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Sinaloa	192	194	134	190	178	179	191	192
Sonora	526	583	540	528	569	566	486	528
Tabasco	341	353	381	391	399	405	407	413
Tamaulipas	666	800	694	855	608	709	754	799
Tlaxcala	1,088	911	985	1,039	748	454	495	515
Veracruz	4,754	4,766	4,704	4,842	4,798	4,645	4,902	5,154
Yucatán	11,629	7,490	4,351	11,589	9,810	5,529	8,700	9,220
Zacatecas	1,654	1,929	2,078	1,810	2,009	1,881	2,039	2,098
Total Nacional	61,884	55,359	51,067	64,254	61,985	54,164	62,078	64,317

Fuente: Atlas apícola (2024).

Apicultura

La apicultura, como actividad agrícola dedicada a la cría de abejas para producir miel, polen, jalea real, propóleo y cera (SADER, 2015), es una práctica que se realiza en diferentes países y tiene una larga historia que se remonta a miles de años atrás (Huerta et al., 2021). Esta actividad es beneficiosa para el medio ambiente, ya que ayuda a preservar la biodiversidad y la ecología y promueve el uso de prácticas agrícolas sostenibles, esta actividad maneja dos esquemas, donde los productores y apicultores aprenden a comprender los cambios en la temporada de floración y planifican la cosecha para que estén disponibles uno, dos o incluso tres o más cultivos anuales, según la ubicación y los métodos de manejo utilizados (Baena et al., 2022).



Figura 3. Esquema de la actividad apícola

Fuente: Baena-Díaz et al. (2022).

Esta técnica se ha desarrollado durante mucho tiempo y algunas se han perfeccionado con el tiempo para ayudar a monitorear, nutrir y proteger a las abejas, el cuidado y protección de estos insectos tiene varios beneficios como: la polinización, que protege y mantiene los ecosistemas que contribuyen a la productividad agrícola; los apicultores pueden crear artículos utilizando miel o cera para desarrollar productos derivados como velas, ungüentos para la piel, entre otros. La comercialización del producto derivado trae más ingresos al productor que la venta de la materia prima, en otros campos, como la medicina, los productos de la apicultura son utilizados para la apiterapia. Todos estos factores mejoran los medios de subsistencia y el desarrollo (Bradbear, 2005).

Flora apícola

La flora apícola es un término que se refiere a la colección de especies de las plantas importantes para las abejas y otros polinizadores en una región o ecosistema en particular. Estas plantas proporcionan néctar y polen, que son fuentes de alimentos esenciales para las abejas y otros insectos, y desempeñan un papel crucial en la polinización de muchos cultivos y plantas silvestres (Silva, 2012). Puede ser dividida en dos categorías: plantas de cosecha y de sostenimiento.

Plantas de cosecha: son aquellas que, debido a sus características específicas, proveen lo necesario para obtener cosechas de miel, como una abundancia en la zona, floraciones abundantes y una alta frecuencia de visitantes de parte de las abejas. Las plantas de sostenimiento: son las que ofrecen menos recursos, pero los suficientes para que las colmenas se sostengan durante el resto del año (Miranda y Pérez, 2022).

La flora apícola es esencial para la producción de subproductos y establecer límites en el rendimiento. Es necesario tener un buen conocimiento sobre esta flora para gestionar el apiario de manera racional, ya que es vital para la alimentación y producción de las abejas, proporciona información valiosa para establecer pautas de manejo del apiario y del entorno. Al reconocer la vegetación que predomina, el periodo de floración y su interacción con los microclimas locales se pueden mejorar algunas características de la miel, como su color, el sabor y su aroma. Un buen conocimiento de la flora permite adecuar el manejo de apiarios a diferentes cambios en el entorno y mejorar la competitividad (Guallpa et al., 2019).

Néctar

El néctar floral es un líquido dulce y acuoso que desempeña un papel fundamental en las interacciones entre las plantas, como los polinizadores. Aunque se podría pensar que el néctar es una solución simple, en realidad es mucho más complejo, ya que

suele contener no solo azúcares, sino también proteínas, aminoácidos, minerales, fitohormonas y compuestos secundarios; además, el néctar puede presentar una variedad de componentes adicionales, como colores y aromas (Parachnowitsch et al., 2019).

Además de contener azúcares y levaduras, el néctar también alberga otros microorganismos que desempeñan un papel en la maduración del néctar en miel, liberando enzimas que contribuyen a este proceso. El néctar también contiene ácidos orgánicos, como vitamina C o ácido ascórbico, y flavonoides, como la quercetina; los microorganismos presentes, como levaduras y bacterias, producen la enzima invertasa, la cual desdobra la sacarosa en fructosa y glucosa, entre muchas otras (Valega, 2020).

La miel

De acuerdo con las Normas Internacionales de Alimentos, se define a la miel como una sustancia dulce natural que producen las abejas *Apis mellifera* a partir del néctar de flores, plantas o secreciones de partes vivas de estas y/o excreciones de insectos succionadores en plantas que quedan sobre partes vivas y que después recogen, transforman y combinan las abejas con sustancias específicas propias, depositando, deshidratando, almacenando y dejando en el panal para que se madure y añeje (García et al., 2022; *Codex Alimentarius*, 2019), (consultar NOM-004-SAG/GAN-2018, Producción de miel y especificaciones).

El polen en la miel es característico porque tiene alto contenido de proteínas, es el producto obtenido por las abejas al recolectar en las especies de flora visitadas; estas características permiten determinar el origen botánico y geográfico de la miel, así como conocer otras particularidades sensoriales y fisicoquímicas, ya que se identifica el tipo de especies utilizadas en la recolección de néctar (Insuasty et al., 2017). Entre las características que determinan la calidad de la miel, está el cuantificar el contenido de azúcares totales y reductores, en particular los mono y disacáridos, como los azúcares glucosa, fructosa, sacarosa y maltosa, además de otras sustancias relacionadas con los azúcares con actividad diastática, invertasa y glucosa oxidasa (Pineda et al., 2019).

La miel es un elemento que tiene múltiples usos, está compuesta de azúcares y agua, además contiene vitaminas, minerales y otras sustancias bioactivas, como componentes fenólicos, ácidos orgánicos y flavonoides (Vallianou et al., 2014).

Clasificación de la miel

De acuerdo con las leyes vigentes, la miel puede ser identificada por su procedencia, ya sea de flores o de plantas, siempre que provenga de esas fuentes específicas y exhiba sus características organolépticas, fisicoquímicas y microscópicas (Segurondo et al., 2020).

Las mieles exhiben una amplia gama de atributos como color, aroma, sabor, humedad y textura, entre otros. Estos atributos definen la identidad de cada tipo de miel y son valorados de manera diferente por los consumidores. La variabilidad de estas características se debe al tipo de planta y ubicación geográfica del apiario. Los análisis fisicoquímicos, organolépticos y palinológicos deben estar vinculados con el origen botánico para caracterizar una miel (Córdova et al., 2013).

A continuación se muestra la clasificación de miel que la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SAG/GAN-2018, Producción de miel y especificaciones, define de acuerdo con su procedencia forma de extracción.

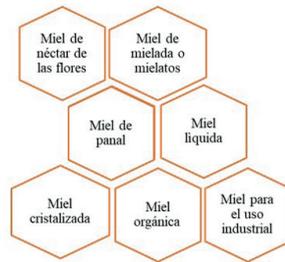


Figura 4. Clasificación de la miel

Fuente: NOM-004-SAG/GAN-2018 (DOF, 2018).

Composición de la miel de abeja *Apis mellifera*

La miel es un producto que se compone de carbohidratos, vitaminas, granos de polen varias enzimas, ácidos orgánicos, aminoácidos, ceras, proteínas, minerales, pigmentos, compuestos aromáticos, lípidos, flavonoides, y otros compuestos fitoquímicos (Almeida et al., 2020).

Las características organolépticas dependen tanto del contenido de azúcares totales, como de su madurez y la presencia de algunos compuestos orgánicos que aportan propiedades especiales y que definen el sabor del producto. Las levaduras presentes en la miel son osmófilas o sacarófilas, se desarrollan a partir del ambiente donde proviene o se manipula la miel de las flores del medio ambiente donde son originadas o se manipulan las mieles, o en el equipo que se utiliza en las operaciones de extracción y de las condiciones de envasado (Coll et al., 2008). A continuación se enlistan los límites máximos que son permitidos en el *Codex Alimentarius*.

Tabla 2. Límites máximos permitidos por el *Codex Alimentarius* (12-1981)

Parámetros	Valores
Humedad	No mayor al 20 %
Contenido en fructosa y glucosa (total de ambas)	No menos de 60 g/100 g
Contenido en sacarosa	No mayor de 5 g/100 g
Sólidos insolubles en agua	No mayor de 0.1 g/100 g
Acidez libre	No mayor de 50 meq/1000 g.
Contenido de hidroximetilfurfural (HMF)*	

*HMF está relacionado con los tiempos de almacenamiento y temperaturas mayores de 25 °C. Mieles recién cosechadas pueden tener 0 o hasta 5 mg/100 g. De acuerdo con las directivas y de CEE y los principales envasadores a nivel mundial y los organismos de protección a los consumidores en Europa, los límites para recibir miel de importación no deben ser mayores de 15 mg/100 g.

Fuente: *Codex Alimentarius*, 2019.

Producción de miel en el mundo

Mundialmente, la producción de miel ha ido en aumento en los últimos años, como exponen los datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), la producción mundial de miel fue de aproximadamente 1.9 millones de toneladas en 2019. China lidera la producción de miel en el mundo, seguida por Argentina, Estados Unidos, Turquía y Ucrania (Currián y Dolarea, 2021).

Durante el año 2021, China retomó su posición como principal productor mundial, produciendo 473 000 toneladas, lo que representó una cuarta parte de la producción global de este dulce natural. En comparación, en la segunda y tercera posición quedaron Turquía e Irán, con un poco más de 370 000 toneladas (Orús, 2023).

Producción de miel en México

La producción de miel de abeja contribuye significativamente a la economía nacional. México se ha ido consolidando entre los productores y exportadores más importantes de miel a nivel mundial, cuenta con 5 regiones productoras: la Región norte, la Región de la Costa del Pacífico, Región del Golfo, Región del Altiplano y la Región Sureste, cada una produciendo diferentes clases de miel según su clima y sus zonas de cultivo (Martínez-Pérez et al., 2017).



Figura 5. Regiones apícolas en México

Fuente: Echazarreta et al. (2002).

En el periodo comprendido entre 2014 y 2018, nuestro país se colocó como el octavo mayor productor a nivel mundial de miel con un promedio de 57 995 toneladas, aunque la mitad de esta producción se consume internamente, se destaca como el tercer mayor exportador de miel en el mundo. Existen aproximadamente 43 000 apicultores distribuidos en todo el territorio mexicano, siendo Yucatán, Campeche y Quintana Roo los estados con mayor concentración, donde 17 000 apicultores gestionan más de medio millón de colmenas.

México es uno de los principales exportadores de miel orgánica a nivel global, asimismo en 2021 estuvo dentro de los más importantes productores de miel en el mundo ocupando el octavo lugar, datos reportados por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER, 2021), y en los últimos años la producción ha crecido significativamente. En éste mismo año, se esperaba que aumentara hasta un 22.4 % de la producción miel a nivel nacional respecto al año anterior. Finalmente, la producción total fue de 63 362 toneladas, lo que significó un crecimiento del 17 % respecto al año anterior (SADER, 2022).

Sin embargo, en 2022, México obtuvo el noveno lugar como productor en el *ranking* mundial (62 079 toneladas), los principales estados que producen miel son Campeche, Chiapas, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Veracruz, Yucatán y Zacatecas (SIAP, 2022).

Producción de miel en Tamaulipas

La producción de miel en Tamaulipas ha experimentado un notable incremento, en la actualidad, el estado cuenta con 350 productores y 22 000 colmenas, de estas, 11 000 se utilizan para servicios de polinización de los cultivos. De acuerdo con cifras preliminares de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SAGARPA), en Tamaulipas son producidas anualmente alrededor de 716 toneladas de miel (González et al., 2010) con la participación de más o menos de mil apicultores, incluyendo 300 mujeres. Los principales municipios que participan en esta actividad

son Llera, Victoria, Hidalgo, Padilla y González, los cuales aportan el 74 % de la producción total del estado que asciende a \$ 34 millones anuales, siendo Llera de Canales el municipio con mayor número de apicultores, representando el 40 % del total de la cadena productiva (Barron et al., 2021).

La miel producida en esta región se exporta a países como Estados Unidos y Europa. La miel de azahar tiene una gran demanda en Japón, mientras que la miel de mezquite es popular en Estados Unidos y la miel multifloral es apreciada en Europa. Alemania es el país con mayor consumo de miel, seguido de Estados Unidos, en resumen, la miel producida en Tamaulipas se exporta a varios países, con diferentes variantes de miel siendo más populares en diferentes regiones del mundo (Durán, 2021).

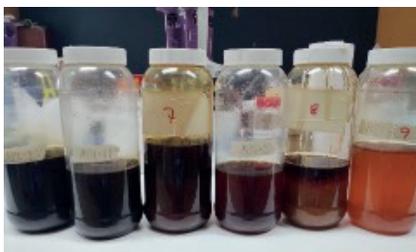


Figura 6. Mieles producidas en Tamaulipas

Fuente: Fotografía de Rodolfo Torres de los Santos.

Usos y aplicaciones de la miel de abeja *Apis mellifera*

La miel es ampliamente utilizada para la alimentación, constituyendo un complemento nutritivo con propiedades medicinales reconocidas en todo el mundo, esto ha llevado a su uso actual en el tratamiento de diversas patologías y justifica su nominación como alimento funcional o “nutracéutico”. Se ha encontrado en estudios que consumir miel puede mejorar las defensas contra el estrés oxidativo (Cortés et al., 2011).

También ha sido utilizada como elemento para cicatrizar heridas debido a su actividad antibacteriana, antioxidante, antiinflamatoria antiedematosa, ayudando a reducir los síntomas de dolor que puede producir la herida, así como a estimular la formación de tejido granular sano, contrayendo la herida, favoreciendo el cierre de esta; además, presenta propiedades para cicatrizar que reducen al mínimo su aspecto (Schencke et al., 2016).

Los antioxidantes tienen varios efectos preventivos contra enfermedades como el cáncer, trastornos inflamatorios, degeneración neurológica, algunas enfermedades infecciosas enfermedades cardiovasculares, y el envejecimiento.

La miel se está volviendo popular como fuente de antioxidantes, ya que contiene flavonoides, ácidos fenólicos y otros antioxidantes e incluyen ácido ascórbico, ácidos orgánicos, aminoácidos, catalasa, derivados carotenoides y glucosa oxidasa (Khalil et al., 2010).

Referencias

- Ahmed, M., Amirat, M., Aissat, S., Aissa, M. y Khiati, B. (2020). FTIR characterization of Sahara honey and propolis and evaluation of its anticandidal potentials. *Acta Scientifica Naturalis*, 7(3), 46-57.
- Anjos, O., Campos, M. G., Ruiz, P. C., Antunes, P. (2015). Application of FTIR-ATR spectroscopy to the quantification of sugar in honey. *Food Chemistry*, 169, 218-223. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.07.138>.
- Atlas apícola. (2024). *Atlas Nacional de las Abejas y Derivados Apícolas*. <https://atlas-abejas.agricultura.gob.mx>
- Almeida, L. B., Barth, M. O., Dietemann, V., Eyer, M., Da Silva, D. F., Martel, A.C. et al. (2020). Standard methods for *Apis mellifera* honey research. *Journal of Apicultural Research*, 59(3), 162.
- Anderson, K. E., Sheehan, T. H., Eckholm, B. J., Mott, B. M. y DeGrandi, G. (2011). An emerging paradigm of colony health: microbial balance of the Honeybee and hive (*Apis mellifera*). *Insect Soc.* 58(4), 431-444
- Andrade, R. D., Torres, R. y Pérez, A. M. (2016). Efecto de la Adición de Jarabes de Sacarosa y Fructosa en el Comportamiento Reológico de Miel de Abejas. *Información tecnológica*, 27(1), 03-08.
- Ayora, T. R., Hernández, J., Flores, A., González, T., Fabela, M., Patrón, J. et al. (2016). Producción y comercialización de miel y sus derivados en México: Desafíos y oportunidades para la exportación. *Capítulo VIII: usos y beneficios de los subproductos de la miel. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco*, 166. [En línea]. <https://www.researchgate.net/publication/333998390>
- Baena, F., Chévez, E., Ruiz de la Merced, F. y Porter, L. (2022). *Apis mellifera* in Mexico: honey production, melliferous flora and pollination aspects. Review. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 13(2), 525-548.
- Balcázar, L., Valadez, A., López, J. I., Ochoa, A. A., Rodríguez, L., y López, E. (2019). Relación del contenido de flavonoides y color en miel de abeja (*Apis mellifera*) originaria del estado de Tabasco, México. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 4(818-825).
- Barron, B. O., Avilés, R. R., Felipe, V. M., Maciel, T. S., y Ávila, R. F. (2021). Caracterización de las unidades de producción familiar de miel en Llera, Tamaulipas. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo*, 10(27). <https://doi.org/10.31644/IMASD.27.2021.a06>

- Becerril, A. L., Quintero, B., Dublán, O. y Escalona, H. B. (2021). Phenolic Compounds in Honey and Their Relationship with Antioxidant Activity, Botanical Origin, and Color. *Antioxidantes*, 10(11), 1700.
- Bradbear, N. (2005). La apicultura y los medios de vida sostenibles (Vol. 1). *Food y Agriculture Org* <https://www.fao.org/3/y5110s/y5110s00.htm>
- Camacho, G. I., Cruz, N., Alanís, E., Calderón, Z. G., y Omaña, A. (2019). Análisis químico proximal (AQP) de productos de la colmena de un apiario de Tulancingo, Hidalgo. *Educación y Salud. Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, 7(14), 65-69. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ICSA/article/view/4441/6225>
- Castro F. H., Otálora G. L. y Chavarro M. F. (2022). Analysis and Evaluation of International Natural Honey Markets. *Apuntes del Cenes*, 41(74), 201240. <https://doi.org/10.19053/01203053.v41.n74.2022.14129>
- Chandra, S., Khan, S., Avula, B., Lata, H., Yang, M. H., Elsohly, M. A. et al. (2014). Assessment of total phenolic and flavonoid content, antioxidant properties, and yield of aeroponically and conventionally grown leafy vegetables and fruit crops: a comparative study. *Evidence-based complementary and alternative medicine: eCAM*, 2014, 253875 <https://doi.org/10.1155/2014/253875>.
- Codex Alimentarius. (2019). Norma para la miel. *Codex Alimentarius 12-1981 Codex Stan 12-1981, Adoptada en 1981. Revisada en 1987 y 2001. Enmendada en 2019*. 11(1), 1-14. 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
- Coll, C.F., Villat, C., Laporte, G., Noia, M. y Mestorino, N. (2008). Características microbiológicas de la miel: revisión bibliográfica. *Veterinaria Cuyana*, 3. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/119164>
- Córdova, C. I., Ramírez, E., Martínez, E. y Zaldívar, J. M. (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.
- Cortés, M. E., Vigil, P., y Montenegro, G. (2011). El valor medicinal de la miel: una revisión de sus beneficios para la salud humana, con un enfoque especial en sus efectos sobre la regulación glucémica. *Ciencia e Investigación Agraria*, 38(2), 303-317.
- Currián, M. M., y Dolarea, E. J. L. (2021). *Capítulo 8. Mercado y consumo nacional de la miel. Apicultura en el Territorio Patagonia Verde, región de Los Lagos Osorno, Chile: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. N° 442*. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/67894>
- 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*, (25), 145-152.

- Diario Oficial de la Federación. DOF (2018). Norma Oficial Mexicana NOM-004-SAG/GAN- 2018, Producción de miel y especificaciones. [En línea]. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5592435yfecha=29/04/2020#gsc.tab=0
- Durán, V. H. (2021). Miel de Tamaulipas se exporta a Alemania, Estados Unidos y hasta Japón. *Milenio*. <https://www.milenio.com/negocios/miel-tamaulipas-exporta-alemania-unidos-japon>
- Echazarreta, G. C., Arellano, R. A. y Pech, M. C. (2002). *Apicultura en Mesoamérica*. Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida. 72 p
- García, M., Armenteros, E., Escobar, M., García, J., Méndez, J. y Ramos, G. (2022). Composición química de la miel de abeja y su relación con los beneficios a la salud. *Revista Médica Electrónica*, 44(1), 1-13.
- Ganter, P. F. (2006). Yeast and invertebrate associations ecosystems. En: Rosa C, Péter G (eds.). *Biodiversity and Ecophysiology of Yeasts* (pp. 303-370). Berlin: Springer-Verlag
- Gilliam, M. (1997). Identification and roles of non-pathogenic microflora associated with honey bees. *FEMS Microbiol Lett*, 155,1-10.
- González, L. E., Mora, A., Guerra, A., Garza, H. A., de Castro, G. F. (2010). La apicultura en Tamaulipas, una actividad muy dulce y nutritiva. *CienciaUAT*, 4(4), 8-12.
- Grajales, J., Velázquez, J. M., Rincón, M. y Sánchez D. (2013). Caracterización fisicoquímica de mieles de *Apis mellifera* de tres paisajes forestales de Chiapas. *Quehacer Científico en Chiapas*, 8(2), 12-17.
- Gualpa, M. Á., Guilcapi, E. D. y Espinoza, A. E. (2019). Flora apícola de la zona estepa espinosa Montano Bajo, en la Estación Experimental Tunshi, Riobamba, Ecuador. *Dominio de las Ciencias*, 5(2), 71-93.
- Huerta, B. A., Saldaña, C. M., Ávila, C. L. y Vera, M. A. (2021). Cadena de valor sustentable de la apicultura en la Ciudad de México apoyada en la innovación sociocultural. *RDP. Revista Digital de Posgrado* (4), 08-21.
- Insuasty, E., Martínez, J. y Jurado, H. (2017). Determinación melisopolinológica de miel de abejas *Apis mellifera* producida con flora de clima frío, principalmente *Trifolium repens* L. *Revista Veterinaria y Zootecnia (On Line)*, 11(1), 74-82.
- Kędzierska, M., Matwijczuk, A., Florek, M., Barłowska, J., Wolanciuk, A., Matwijczuk, A. et al. (2018). Application of FTIR spectroscopy for analysis of the quality of honey. *BIO Web of Conferences*, 10, 02008. DOI:10.1051/bioco/181002 mv.m,xdf,nkmetz
- Khalil, M., Sulaiman, S. A. y Boukraa, L. (2010). Antioxidant Properties of Honey and Its Role in Preventing Health Disorder. *The Open Nutraceuticals Journal*, 3(1), 6-16.
- Lachance, M. A., Starmer, W. T., Rosa, C. A., Bowles, J. M., Barker, J. S. y Janzen, D. H. (2001). Biogeography of the yeasts of ephemeral flowers and their insects. *FEMS Yeast Res.* 1-18.
- Lagos, H. (2020). *Efecto de la pasteurización en miel de abeja (Apis mellifera) y miel de abeja melipona (Tetragonisca angustula)*. [Trabajo de grado, Escuela Agrícola Panamericana].

- Biblioteca digital Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/f6e635b3-ebc8-4f9b-9552-9cbda868b832/content>
- Lobos, O. I. y Currian, M. M. (2021). Composición nutricional y calidad de la miel producida en el territorio Patagonia verde. *Apicultura en el Territorio Patagonia Verde, Región de Los Lagos*, 107-112.
- Martínez, A. L., Martínez, J. F. y Cetzal, W. R. (2017), *Apicultura: Manejo, Nutrición, Sanidad y Flora Apícola*, Universidad Autónoma de Campeche, Campeche. 8-16p. https://www.academia.edu/35836633/Apicultura_Manejo_Nutrici%C3%B3n_Sanidad_y_lora_ap%C3%ADcola
- Meyer, T., Rosa, C. A. y Lachance, M-A. (1998). The yeast genus *Starmerek* gen. nov. and *Starmereella bombicola* sp. nov., the teleomorph of *Candida bombicola* (Spencer, Gorin Tullock) *Meyer y Yarrow. Int J Syst Bacteriol* (48), 1413-1417.
- Miranda, L. M. y Pérez, C. O. (2022). Caracterización de la flora apícola del apiario Macuto # 1 en diferentes áreas en el municipio de Puerto Padre. *Ojeando la Agenda*, (75), 1. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8408075>
- Mondragón, C. P. M. (2020). Análisis de los espectros de infrarrojo. En *Principios y aplicaciones de la espectroscopia de infrarrojo en el análisis de alimentos y bebidas* (66-82). Guadalajara: CIATEJ. <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/743/1/Cap%206%20Analisis%20de%20los%20espectros%20de%20infrarrojo.pdf>
- Nitha, B., De, S., Adhikari, S. K., Devasagayam, T. P. y Janardhanan, K. K. (2010). Evaluation of free radical scavenging activity of morel mushroom, *Morchella esculenta* mycelia: a potential source of therapeutically useful antioxidants. *Pharmaceutical Biology*, 48(4), 453-460.
- Orús, A. (2023). Statista. <https://es.statista.com/estadisticas/612365/principales-paises-productores-de-miel-a-nivel-mundial/>
- Ovando, C. (2006). *Estudios para la medición de la viscosidad para la miel final*. Presentación de resultados de investigación zafra 2005-2006. <https://cengicana.org/files/20150828053609165.pdf>
- Parachnowitsch, A. L., Manson, J. S. y Sletvold, N. (2019). Evolutionary ecology of nectar. *Annals of Botany*, 123(2), 247-261.
- Pardiñas, R.V. (2016). *Aislamiento de levaduras osmotolerantes a partir de miel de abeja de diferentes fuentes florales para su utilización en diversos procesos de fermentación* (Bachelor's thesis). [En línea]. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/12556>
- Periago, C. M., Navarro, I., Alaminos, A. B., Elvira, L. I. y García, F. J. (2016). Parámetros de calidad en mieles de diferentes orígenes botánicos producidas en La Alpujarra granadina. *Anales de Veterinaria de Murcia*, 32, 59-71.
- Pineda, B. E., Castellanos, R. A. y Téllez, A. F. (2019). Determinantes fisicoquímicos de la calidad de la miel: una revisión bibliográfica. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 16(83).

- Principal, J. B., Colmenárez, D., D' Aubeterre, R., Graterol, Z., Fuselli, S. y García de La Rosa, S. (2013). Caracterización fisicoquímica y sensorial de mieles de *Apis mellifera* L. en los estados Lara y Yaracuy, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 31(2), 119-128.
- Rzedowski, J., (2006). *Vegetación de México* (1ra ed. Digital). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Mexico, 504 pp. [En línea]. <https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMxPort.pdf>
- SADER. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2015). ¿Qué es la apicultura? [En línea]. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/que-es-la-apicultura>
- _____. (2021). Prevéncimiento de 22.4 por ciento en la producción de miel mexicana este año. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/preven-crecimiento-de-22-4-porciento-en-la-produccion-de-miel-mexicana-este-ano?idiom=es>
- _____. (2022). Crecen producción y exportaciones de miel en México al cierre del 2021:Agricultura. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/crecen-produccion-y-exportaciones-de-miel-en-mexico-al-cierre-de-2021-agricultura-293944?idiom=es>
- Schencke, C., Vásquez, B., Sandoval, C. del Sol, M. (2016). El Rol de la Miel en los Procesos Morfofisiológicos de Reparación de Heridas. *Revista Internacional de Morfología*, 34(1), 385-395.
- Segurondo, L. R., Huanca, C. M. y Pérez, V. (2020). Determinación del porcentaje de miel de flores y miel de mielada comercializadas en supermercados de la ciudad de La Paz. *Revista CON-CIENCIA*, 8(2), 103-114.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2021). *Panorama agroalimentario*. https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2021/Panorama-Agroalimentario-2021
- _____. (2022). Atlas agroalimentario. https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2022/Panorama-Agroalimentario-2022
- Silva, L. M. (2012). *Flora apícola: determinación de la oferta floral apícola como mecanismo para optimizar producción, diferenciar productos de la colmena y mejorar la competitividad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. [En línea]. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/32777>
- Suescún, L. y Vit, P. (2008). Control de calidad de la miel de abejas producida como propuesta para un proyecto de servicio comunitario obligatorio. *Fuerza Farmacéutica*, 12(1), 6-15.
- Szabó, R. T., Mézes, M., Szalai, T., Zajác, E. y Weber, M. (2016). Identificación del color de la miel y desarrollo metódico de su medición instrumental. *COLUMELLA-Revista de Ciencias Agrícolas y Ambientales*, 3(1), 29-36.
- Tauber, J. P., Nguyen, V., Lopez, D. y Evans, J. D. (2019). Effects of a resident yeast from the honeybee gut on immunity, microbiota, and nosema disease. *Insects*, 10(9), 296 (DOI: 10.3390/insects10090296).

- Valega, O. (2020). *Néctar de las flores, ¡Mucho más que azúcares!* Apisservices. [En línea]. <https://www.apisservices.biz/es/articulos/ordenar-por-popularidad/2497-nectar-muchomas-que-azucares>
- Vallianou, N. G., Gounari, P., Skourtis, A., Panagos, J. y Kazazis, C. (2014). Honey and its Anti- Inflammatory, Anti-Bacterial and Anti-Oxidant Properties. *General Medicine: Open Access*. 2(1). DOI: 10.4172/2327-5146.1000132
- Quino, M. L. y Alvarado, J. A. (2017). Capacidad antioxidante y contenido fenólico total de mieles de abeja cosechada en diferentes regiones de Bolivia. *Revista Boliviana de Química*, 34(3), 65-71.
- Wilczynska, A. (2014). Efecto de la filtración sobre el color, actividad antioxidante y fenoles totales de la miel. *LWT - Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, 57(2), 767-774. doi:10.1016/j.lwt.2014.01.034



La apicultura y los agroecosistemas en Tamaulipas

Carlos Gerardo-Méndez¹

Imna Yolanda Trigueros-Vázquez²

Octavio Ruiz-Rosado¹

Resumen

La apicultura, vista como un sistema, puede ayudar a buscar soluciones desde su complejidad. Por ello, es necesario relacionar dicha actividad pecuaria con los agroecosistemas y ecosistemas y su interrelación. El estado de Tamaulipas destaca en dicho sector por su producción de miel, así como por su calidad, propiciada por la riqueza de su biodiversidad, tanto de vegetación secundaria, como la de agroecosistemas presentes en el territorio. El manejo de los agroecosistemas repercute directamente en la salud y calidad de los productos apícolas, así como en el bienestar de las abejas, ya que el uso de plaguicidas en agroecosistemas cercanos a los apiarios ha ocasionado daños y muerte de colmenas por intoxicación. Es importante buscar soluciones para armonizar la producción de los agroecosistemas como el apícola para evitar efectos negativos. En el presente capítulo se abordan ambos sistemas, desde un enfoque complejo y de interrelación.

Summary

Beekeeping, seen as a system, can help identify solutions from its complexity. Therefore, it is necessary to relate this livestock activity to agroecosystems and ecosystems and their interrelationship. The state of Tamaulipas stands out in this sector for its honey production, as well as its quality, fostered by the richness of its biodiversity, both in secondary vegetation and in the agroecosystems present in the territory. In this sense, the management of agroecosystems directly affects the health and quality of bee products, as well as the well-being of bees. Primarily, the use of pesticides has caused damage and death to colonies due to intoxication, originating from agroecosystems near the apiaries. It is important to seek solutions

¹ Colegio de Postgraduados-Campus Veracruz km 88.5 Carretera Federal Xalapa-Veracruz, vía Paso de Ovejas, Tepetates entre Puente Julia y Paso San Juan, Veracruz, México. C.P. 91690. Apartado Postal 421, Veracruz. Contacto: gerardo.carlos@colpos.mx

² Facultad de Ciencias Agrícolas Campus IV-Huehuetán-UNACH.

to harmonize the production of agroecosystems and apiculture to avoid negative effects. This chapter addresses both systems from a complex perspective and their interrelation.

Introducción

Dentro del sector apícola en México, Tamaulipas destaca por su producción anual de 690 toneladas de miel, generando una derrama económica de 34 millones de pesos anuales (SADER, 2018). Por lo anterior, esta actividad es importante para la economía del estado, ya que la miel de Tamaulipas es reconocida por su calidad y sabor, resultado de la interacción entre la diversidad florística y las abejas. Otro aspecto importante que la apicultura ofrece son los beneficios intangibles en la polinización de las plantas tanto de cultivos agrícolas como de la flora del ecosistema. Por ello, el enfoque de sistema complejo puede contribuir a potencializar estrategias, buscar soluciones y desarrollar una apicultura más sostenible en Tamaulipas.

Diversidad florística de Tamaulipas

Tamaulipas es uno de los estados más grandes de México, alberga una rica diversidad florística que lo convierte en un verdadero tesoro para la apicultura (González et al., 2010). Esta región cuenta con una amplia variedad de ecosistemas, desde selvas tropicales y manglares hasta zonas áridas y montañosas, lo que contribuye a la presencia de una flora única y abundante (SADER, 2019).

La diversidad florística de Tamaulipas se ve influida por su ubicación geográfica privilegiada. Al estar situado en el noreste de México, el estado actúa como un corredor ecológico que conecta diferentes regiones biogeográficas, permitiendo la convergencia de especies vegetales de distintas procedencias. Esta combinación de factores ha resultado en una riqueza vegetal (SADER, 2019), y muchas especies de plantas en esta región son endémicas y se consideran de importancia especial para la conservación. De acuerdo con la base de datos www.naturalista.com, Tamaulipas ha registrado alrededor de 5 000 especies identificadas como nativas (Naturalista, 2023). La amplia variedad de especies vegetales de Tamaulipas brinda a las abejas un suministro constante de alimento en las diferentes épocas del año (González et al., 2020). Dicha diversidad es un factor clave para el desarrollo exitoso del sector apícola de la región. Por lo tanto, es fundamental que los apicultores y las autoridades trabajen juntos para proteger y preservar estos ecosistemas y su flora única.

Estudios realizados en Tamaulipas sobre el conocimiento de la flora e importancia apícola, durante las estaciones del año entre 2012 y 2015, reconocen 215 especies de plantas, cuyas flores son pecoreadas por *Apis mellifera*

L, pertenecientes a 173 géneros y 60 familias de plantas fanerógamas; de estas el 87.91 % correspondieron a plantas nativas y herbáceas (42.32 %). Destacando las familias de las Fabaceae y Asteraceae, la mayor proporción de plantas son las productoras de néctar (45.12 %), seguidas por néctar-poliníferas (40 %) y, por último, las productoras de polen (14.88 %) (González et al., 2020).

Tamaulipas se encuentra dividido en cinco zonas apícolas: norte, centro, citrícola, sur, de hortalizas. En orden de importancia de producción destacan las zonas norte, centro, sur, hortalizas y citrícola. A continuación, se presenta un listado de la diversidad florística nativa de Cd. Mante, Cd. Victoria, Ocampo y Llera de Canales, municipios ubicados en las tres zonas más importante de la apicultura de Tamaulipas (Villegas et al., 2000).

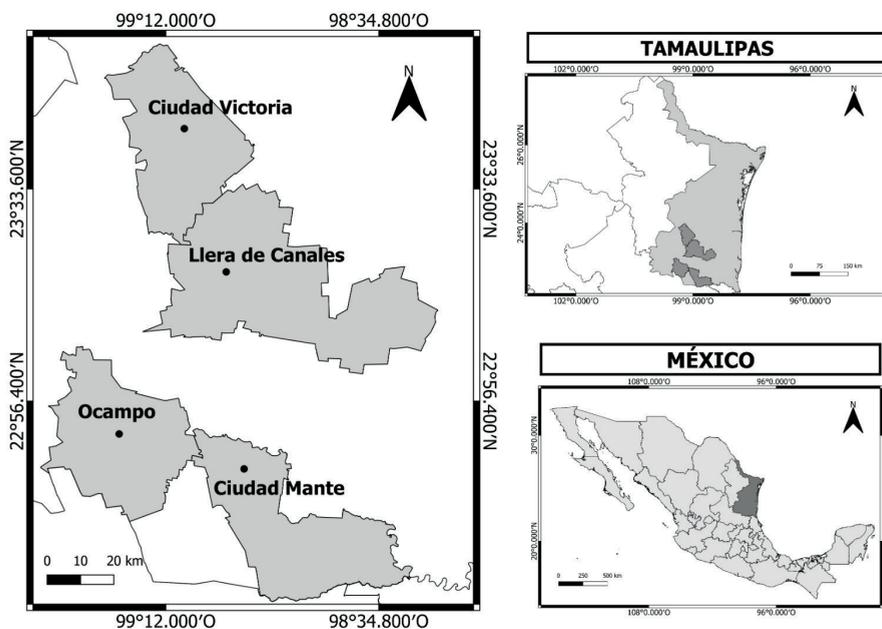


Figura 7. Ubicación geográfica de municipios apícolas importantes de Tamaulipas, México
Fuente: elaboración propia con datos del INEGI (2020).

Las especies representativas por zona apícola son fuentes de polen y néctar para las abejas, esta diversidad de especies ofrece fuentes de alimentos durante todo el año, en sus diferentes fechas de floración (Cruz, 2020), como se observa en los municipios apícolas más importantes.

Tabla 3. Fuente alimenticia y tipo de vegetación presente en los municipios más importantes de la apicultura en Tamaulipas, México

Municipios	Zona Apícola	Tipo de vegetación	Vegetación			
			Especies	Polen	Néctar	Disponibilidad
Llera de Canales	Región citrícola centro	Matorral	Mezquite (<i>Prosopis laevigata</i>)			sin datos
		alto espinoso con espinas laterales	Tenaza (<i>Pithecellobium pallens</i>)	X	X	enero-julio
			Chaparro prieto (<i>Acacia rigidula</i>)	X	X	abril-noviembre
		Selva baja caducifolia	Ébano (<i>Pithecellobium ebano</i>)	X	X	octubre- noviembre mayo- julio
		espinosa	Mezquite (<i>Prosopis laevigata</i>).	X	X	enero-julio
El Mante	Región sur	Selva baja caducifolia	Ébano (<i>Pithecellobium ebano</i>)	X	X	octubre-noviembre mayo-julio
		espinosa	Mezquite (<i>Prosopis laevigata</i>)	X	X	enero-julio
			Rajador (<i>Lysiloma divaricata</i>)	X		mayo-agosto
Ocampo	Región sur	Selva baja caducifolia	Chaca (<i>Bursera simaruba</i>)			sin datos
			Coma (<i>Bumelia celastrina</i>)	X		febrero-noviembre
		Selva mediana caducifolia	Orejón (<i>Enterolobium cyclocarpum</i>)			sin datos
		Matorral	Cedro (<i>Cedrela odorata</i>)			sin datos
		Matorral bajo espinoso con espinas laterales	Mezquite parrilla o mezquite rastrero (<i>Prosopis reptans</i> var. <i>cinerascens</i>)			sin datos
			Mezquite (<i>Prosopis laevigata</i>)	X	X	enero-julio
			alto espinoso con espinas laterales	Tenaza (<i>Pithecellobium pallens</i>)	X	X
		Chaparro prieto (<i>Acacia rigidula</i>)			sin datos	

Fuente: Elaboración propia tomada del libro flora nectífera y polínifera del estado de Tamaulipas (Villegas et al., 2000).

Con relación a las especies de plantas nativas reportadas para estos municipios, se observan 20 especies para Cd. Mante, 45 Cd. Victoria ,25 Ocampo y 17 para Llera de Canales.

Tabla 4. Diversidad de flora de Cd. Mante, Cd. Victoria, Llera de Canales, Ocampo pertenecientes a Tamaulipas, México

Municipio	Nombre común	Nombre científico
Cd. Mante	Kalanchoe candelabro	<i>Bryophyllum delagoense</i> (Eckl. & Zeyh.) Schinz
	Cactus de navidad	<i>Schlumbergera</i> Lem.
	Verde para siempre	<i>Buxus Sempervirens</i> L.
	Marmolito	<i>Graptopetalum mendozae</i> Glass & Cházaro
	Lechero	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong
	Palma bola	<i>Zamia furfuracea</i> Aiton
	Guayaba	<i>Psidium</i> L.
	Pachypodium geayi	<i>Pachypodium geayi</i> Costantin & Bois
	Carricillo silvestre	<i>Petiveria alliacea</i> L.
	Crotón	<i>Croton</i> L.
	Cheflera	<i>Schefflera arboricola</i> (Hayata) Merr.
	Pita	<i>Agave americana</i> L.
	Oreja de elefante	<i>Alocasia odora</i> (Roxb.) K. Koch
	Jazmín azul	<i>Plumbago auriculata</i> Lam.
	Calatea	<i>Calathea</i> G. Mey.
	Cestrum naranja	<i>Cestrum aurantiacum</i> Lindl.
	Caña fistula	<i>Cassia fistula</i> L.
	Gusanillo	<i>Acalypha persimilis</i> Müll. Arg.
	Buxus sínica	<i>Buxus microphylla</i> Siebold & Zucc.
	Lirio de las amazonas	<i>Eucharis amazonica</i> Linden ex Planch.
Cd. Victoria	Chapote	<i>Diospyros palmeri</i> Eastw
	Ébano	<i>Ebenopsis ebano</i> (Berland.) Barneby & J.W. Grimes
	Anacua	<i>Ehretia anacua</i> (ter. & Berland.) i. Metros. Johnst
	Tenaza	<i>Havardia pallens</i> (Benth.) Britton & rose
	Guaje	<i>Leucaena leucocephala</i> (lam.) De Wit.
	Cerón	<i>Phyllostylon rhamnoides</i> (J. Poiss.) Taub.
	Mezquite	<i>Prosopis tamaulipana</i> Burkart
	Guajillo	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd
	Huizache	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd
	Gavia	<i>Acacia rigidula</i> Benth
	Adelia (Texas)	<i>Adelia vaseyi</i> (J.M. Coult.) Pax & K. Hoffm
	Granadillo	<i>Agonandra obtusifolia</i> Standl
	Potro	<i>Caesalpinia mexicana</i> A. Gray
	Charrasquilla (Querétaro)	<i>Calliandra eriophylla</i> Benth
	Bejuquillo	<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.

Municipio	Nombre común	Nombre científico	
Cd. Victoria	Bisbirinda	<i>Castela erecta subsp. texana</i> (torr. & A. Gray) Cronquist R.M. King	
	Granjeno	<i>Celtis pallida</i> Torr.	
	Revientacabra	<i>Citharexylum berlandieri</i> B.I. rob	
	Engordacabras	<i>Chamaecrista greggii</i> (A. Gray) Pollard ex A. Heller	
	Anacahuíta	<i>Cordia boissieri</i> C. DC	
	Vara blanca	<i>Croton niveus</i> Jacq.	
	Tasajillo	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i> (DC.) F.M. Knuth	
	Retama	<i>Diphysa microphylla</i> Rydb.	
	Vara dulce	<i>Eysenhardtia texana</i> Scheele	
	Hoja ancha	<i>Flourensia laurifolia</i> DC	
	Panalero	<i>Forestiera angustifolia</i> Torr	
	Ocotillo	<i>Gochmatia hypoleuca</i> (DC.) A. Gray	
	Guayacán	<i>Guaiacum angustifolium</i> Engelm	
	Tullidor	<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Willd. ex roem. & Schult.) Zucc	
	Calderona	<i>Krameria ramosissima</i> (A. Gray) S. Watson	
	Peonía	<i>Lantana camara</i> L.	
	Cenizo	<i>Leucophyllum frutescens</i> (Berland.) i.M. Johnst	
	Orégano	<i>Lippia graveolens</i> Kunth	
	Charrasquillo	<i>Mimosa monanctris</i> Benth	
	Corvagallina	<i>Neophriglea integrifolia</i> (Hemsl.) S. Watson	
	Nopal cuijo	<i>Opuntia engelmannii</i> Salm-Dyck ex Engelm	
	Retama	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	
	Palo verde	<i>Parkinsonia texana var. macra</i> (i.M. Johnst.) isely	
	Vara blanca	<i>Quadrella incana</i> (Kunth) H.H. iltis & X. Cornejo	
	Cruceto	<i>Randia obcordata</i> S. Watson	
	San Pedro	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	
	Pita	<i>Yucca treculeana</i> Carrière	
	Uña de gato	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	
	Garrapatilla	<i>Ziziphus obtusifolia</i> (Hook. ex torr. & A. Gray) A. Gray	
	Catana	<i>Abutilon trisulcatum</i> (Jacq.) Urb.	
	Llera de Canales	Amargoso	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.
		Lechuguilla	<i>Agave lechuguilla</i> Torr.
		Damiana	<i>Turnera diffusa</i> Willd.
Girasol		<i>Helianthus annuus</i> L.	
Campanilla		<i>Campanula</i> L.	
Ortiguilla		<i>Anemonia sulcata</i> (Pennant)	
Malahierba		<i>Epilobium brachycarpum</i>	
Carnezuelo		<i>Acacia cornigera</i> C. Presl	
Tenaza		<i>Havardia pallens</i>	
Goteador		<i>Hypoedaleus guttatus</i> (Benth.) Britton & Rose	
Aquiche		<i>Melochia nodiflora</i> Sw.	
Nancagua		<i>Marina Rencoret Fuenzalida</i> (RN).	
Palo de sol	<i>Gliricidia maculata</i> (Kunth) Kunth ex Walp.		

Municipio	Nombre común	Nombre científico
Llera de	Amargoso	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.
Canales	Hueso de tigre	<i>Thouinia paucidentata</i> Radlk
	Chaca	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.
Ocampo	Palo azul	<i>Haematoxylum campechianum</i> L.
	Ojoche	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.
	Tomatillo	<i>Mirandaceltis monoica</i> (Hemsl.) Sharp
	Palo mulato	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.
	Cedro mexicano	<i>Cedrela mexicana</i> M. Roem.
	Guaje colorado	<i>Leucaena pulverulenta</i> (Schltdl.) Benth.
	Laurel	<i>Phoebe tampicensis</i> (Meisn.) Mez
	Aguacatillo	<i>Wimmeria concolor</i> Schltdl. & Cham.
	Zapotillo	<i>Casimiroa pringlei</i> (S. Watson) Engl. ex Engl. & Prantl
	Agucastle	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.
	Colpachí	<i>Croton niveus</i> Jacq.
	Encino roble	<i>Quercus germana</i> Schltdl. & Cham.
	Encino blanco	<i>Quercus sartorii</i> Liebm.
	Roble de duelas	<i>Quercus xalapensis</i> Bonpl.
	Liquidambar	<i>Liquidambar styraciflu</i> L.
	Mañíos	<i>Podocarpus reichei</i> J. Buchholz & N.E. Gray
	Palo blanco	<i>Clethra pringlei</i> S. Watson
	Carpe americano	<i>Carpinus caroliniana</i> Walter
	Palo de fierro	<i>Ostrya virginiana</i> (Mill.) K. Koch
	Aguacatillo	<i>Persea</i> sp.
Meliosma	<i>Meliosma</i> sp.	
Amole	<i>Sapindus saponaria</i> L.	
Haya mexicana	<i>Fagus mexicana</i> Martínez	
Arce azucarero mexicano	<i>Acer skutchii</i> Rehder	
Cajeta	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	
Duraznillo	<i>Cercis canadensis</i> var.	

Fuente: elaboración propia tomada de la base de datos de www.natulista.mx

El agroecosistema y su manejo

Los agroecosistemas (AES) son fuentes principales para la producción de alimentos de la población a nivel mundial, estos convergen diferentes elementos como: suelos, sistemas de producción, equipos de siembra, cosecha y mercado, entre otros (Odum et al., 1988). El AES ha sido abordado desde diferentes enfoques teóricos. Como la propuesta de Ludwig von-Bertalanffy (1976), que aborda el AES desde la teoría general de sistemas y la ecología, para entender los diferentes niveles jerárquicos (el individuo, la población, la comunidad, el ecosistema y la biósfera) y las relaciones recíprocas entre los seres vivos con el ambiente.

Prigogine y Nicolis (1994) abordan el AES desde la teoría de sistemas complejos. Los sistemas complejos son dinámicos e irreversibles, súbitos e imprevisibles (Maldonado, 2014). La conceptualización del AES desde la teoría de sistemas complejos permite la construcción estructural, fenoménico y heurístico de los procesos de la realidad agrícola. La complejidad permite establecer las interrelaciones e intercomunicaciones entre las disciplinas (Barberousse, 2008). Tamayo (1999) menciona que la teoría general de sistemas es una concepción estructurada o metodología que estudia el sistema como un todo, integral y analiza las relaciones e interrelaciones mediante estrategias científicas. Bajo ese contexto, el agroecosistema se ha abordado desde un análisis de sistemas complejos con interacciones múltiples entre sí, entendiendo que el agroecosistema tiene como objetivo el manejo de los recursos naturales para la producción de alimentos.

Las interacciones del agroecosistema son complejas y dependientes del manejo y modos de vida del productor. Este, como ente de control y reestructuración del ecosistema, reordena los elementos estructurales del sistema en relación con sus objetivos de producción y por lo tanto modifica la biodiversidad de especie vegetal o animal, dando como resultado al AES. La diversidad florística de la vegetación secundaria ofrece diversos servicios ecosistémicos y constituyen un recurso natural de importancia para el ser humano por los beneficios que de ella se obtienen mediante las especies melíferas, nectaríferas y poliníferas en la apicultura. Asimismo, en la producción agrícola de los agroecosistemas, ayuda en el menor impacto de plagas y enfermedades, debido a que algunas plantas de la vegetación secundaria ofrecen una mejor fuente de atracción de alimento para algunos insectos plagas que los monocultivos, disminuyendo la incidencia de la plaga.

El manejo del AES tiene un impacto positivo como negativo en las interrelaciones del sistema y sus elementos. En la agricultura industrial, los monocultivos son demandantes de grandes cantidades de insumos externos sintéticos, principalmente de plaguicidas, para el control de plagas y enfermedades. Los agroecosistemas de policultivos o intercalado de cultivos ofrecen menor impacto de las plagas y enfermedades y uso de plaguicidas. La asociación de cultivos genera una amplia gama de diversidad de especies de plantas cultivadas, por lo que las plagas y enfermedades tendrán más dificultades para encontrar una planta huésped adecuada. Estudios sobre la asociación de cultivos demuestran su eficiencia en la producción. Tilman et al. (2001) reportan mayores rendimientos del maíz en asociación con flores silvestres; estas ayudaron en el proceso de polinización con la atracción de insectos benéficos y al control biológico de insectos plagas para el cultivo de maíz.

La asociación de cultivos ofrece menor daño de plagas y enfermedades, asimismo, mejora la salud del suelo. La asociación de diversas especies de plantas proporciona una variedad de tipos de raíces que pueden acceder a diferentes nutrientes y fuentes de agua, sin una competencia directa entre ellas, de igual forma pueden generar simbiosis y ayudar en el proceso de disponibilidad de nutrientes entre especies cultivadas, mejorando el rendimiento de los cultivos, así como la calidad del suelo, con la disminución de fertilizantes. Li et al. (2015) reportan mayor contenido de materia orgánica en el suelo con la asociación de cultivos en comparación con los monocultivos. Las diversas especies de cultivos ayudaron a mejorar la estructura del suelo y la retención de agua, lo que condujo a un aumento del contenido de materia orgánica del suelo.

Otras ventajas que ofrece la asociación de cultivos es en su proceso de polinización. Una gran diversidad de especies vegetales y cultivos dependen de insectos u otros animales para el proceso de polinización. La asociación de especies agrícolas ofrece una gama de colores y diversidad de flores, fuente de polen y néctar para los insectos polinizadores, lo que puede conducir a un mayor rendimiento de los cultivos. Potts et al. (2016) evidencian un mayor rendimiento de los huertos de manzanos en asociación con especies florales, la diversidad de flores atrajo más polinizadores, ayudando en el proceso de polinización de los manzanos y en los rendimientos.

En contraste, la inadecuada selección de asociación de cultivos puede tener un impacto negativo y reducir los rendimientos. Esto, debido a que algunas especies de plantas pueden competir entre sí por recursos (agua, luz solar y nutrientes). Además, algunas especies de plantas pueden producir toxinas dañinas para otras plantas. Kumar et al. (2012) reportan efectos negativos de los rendimientos de trigo, con malezas, estas especies compitieron con el trigo, lo que condujo a una reducción de los rendimientos.

Entre los efectos negativos también se puede considerar que, a mayor complejidad del sistema agrícola, el tiempo de trabajo puede ser mayor en comparación con los monocultivos. Según Smale et al. (2013), los agricultores que manejaban sus campos usando un sistema diverso de rotación de cultivos y cultivos de cobertura tenían que gastar más tiempo y dinero en el manejo que los agricultores que manejaban sus campos usando un sistema de monocultivo. Esto puede ser porque los monocultivos son demandantes de insumos químicos, como los herbicidas y tecnificación del sistema.

En términos generales, el manejo de la diversidad y el AES son complejos y dependen de una variedad de factores, así como los modos de vida de los productores. En algunos casos, la diversidad florística puede tener efectos positivos

sobre la productividad, mientras que en otros puede tener efectos negativos. La mejor manera de determinar los efectos de la diversidad florística en un sistema agrícola es investigar en específico sobre ese sistema.

Diversidad florística de los agroecosistemas de Tamaulipas

La presencia de diferentes tipos de plantas y flores de los AES representativos de las zonas apícolas de Tamaulipas proporciona a las abejas una variedad de fuentes de néctar y polen durante los tres periodos de cosecha, lo que se traduce en la producción de una miel de alta calidad y en la polinización de los cultivos cercanos (Villegas et al., 2000).

Tamaulipas se caracteriza por la presencia de diferentes tipos de AES, cuenta con una superficie de 1 525 263 has de uso agrícola, 551 762 son de riego y 973501 son de temporal. De acuerdo con la Secretaría de Desarrollo Rural del estado de Tamaulipas al cierre agrícola 2021 los agroecosistemas de mayor superficie de siembran fueron: sorgo (*Sorghum bicolor* L.), maíz (*Zea maíz* L.), algodón hueso (*Gossypium* sp.), trigo grano (*Triticum spp.*), cártamo (*Carthamus tinctorius*), okra (*Abelmoschus esculentus*), canola (*Brassica napus*), cebolla (*Allium cepa*), arroz palay (*Oryza sativa*), chile verde (*Capsicum annuum* L.), ajonjolí (*Sesamun indicum*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), pastos y praderas, naranja (*Citrus × sinensis*), mango (*Mangifera indica* L.), limón (*Citrus × limón*), sábila (*Aloe vera*), toronja (*Citrus × paradisi*), aceituna (*Olea europaea*), agave (*Agave americana* L.), nopalitos (*Opuntia ficus-indica*), entre otros. Asimismo, la región cuenta con una gran cantidad de plantas silvestres y arbustos propios de la vegetación, que también son importantes para la apicultura (SADER, 2019).

La diversidad florística de los AES de Tamaulipas tiene un impacto positivo en la producción de miel, ya que las abejas pueden recolectar néctar y polen de diferentes fuentes, lo que se traduce en una miel con muchos sabores y propiedades. Además, la presencia de diferentes tipos de plantas en la zona también es importante para la polinización de los cultivos cercanos, lo que se traduce en una mayor producción y calidad (SADER, 2018).

La apicultura y los AES son dos elementos interdependientes, con grados de interacción de importancia para la producción de alimentos, conservación de la biodiversidad y la sostenibilidad agrícola. La apicultura, como práctica de cría y manejo de abejas, no solo proporciona productos valiosos como la miel, la cera, el propóleo y jalea real, sino que también desempeña un papel fundamental en la polinización de cultivos, preservación de las abejas y en la salud de los ecosistemas agrícolas (González et al., 2020).

La apicultura y los agroecosistemas están vinculados debido a la relación simbiótica entre las abejas y las plantas. Las abejas, como polinizadores, se encargan de la transferencia de polen de las partes masculinas a las femeninas de las flores para posibilitar la fertilización y la reproducción (IPBES, 2016). Esta simbiosis permite una amplia producción de cultivos de calidad, manteniendo la diversidad genética. Además, las abejas contribuyen a la salud de los agroecosistemas, ya que se aplican menos agroquímicos en los cultivos y no se contamina el suelo (organismos edáficos), agua y ambiente; de lo contrario existiría un desequilibrio en el ecosistema y agroecosistema.

La apicultura como un sistema

La apicultura se define como una actividad de carácter pecuaria, orientada a la cría y manejo de abejas, brindándoles los cuidados y requerimientos necesarios, para generar y aprovechar sus productos (SADER, 2018). Esto permite la generación de ingresos económicos de los y las productoras; los objetivos de producción son dependientes de los modos de vida de estos.

La apicultura en México se remonta desde las épocas prehispánicas, fueron las comunidades mayas las primeras que cultivaron especies de abejas nativas, también llamadas abejas sin aguijón, de los géneros *Trigona* y *Melipona*. Por otro lado, se calcula que las primeras abejas *A. mellifera* fueron introducidas en el estado de Yucatán entre 1800 y 1900, de ahí su diseminación a otros estados de la República mexicana (Espinosa, 2022). Asimismo, la apicultura en México fue creciendo en producción y exportación de miel a través de los años, y destacó en los primeros lugares a nivel mundial.

La apicultura mexicana resalta por su importancia social, económica, ecológica y por sus servicios ecosistémicos, por lo que es una de las principales actividades económicas pecuarias y generadora de divisas (SADER, 2018).

El sistema de apicultura implica la cría de abejas y la recolección de sus productos como la miel, la cera y el polen. Asimismo, se puede considerar como un sistema más amplio, que incluye no solo la cría de abejas, sino también su interacción con el entorno físico y social. De acuerdo con el planteamiento anterior, la apicultura, vista desde la teoría de sistema de Ludwig von Bertalanffy, permite entender el sistema apícola desde sus elementos e interacciones, para su potencial en la eficiencia y sostenibilidad del sistema (Bertalanffy, 1976). La teoría de sistemas permite correlacionar los elementos que componen un todo, “el todo es más que la suma de las partes” por lo que es imposible analizar un sistema aislado, puesto que todos los elementos se encuentran correlacionados (Vanegas y Gil, 2007).

El sistema apícola se compone de diferentes elementos: como las abejas, el colmenar, el entorno físico, el social, los procesos de producción, la gestión de la colmena y la comercialización de los productos; así como los modos de los productores o productoras. Los sistemas no son cosas, sino que hay cosas que se deciden ver y tratar como sistemas, en interacción entre elementos presentes (Herrscher, 2003). Dentro del sistema apícola convergen elementos interconectados y en interacción.

La teoría de sistemas ha sido utilizada para abordar el análisis de los agroecosistemas y sus componentes biológicos, distribuidos en el tiempo y espacio, así como sus interacciones con los componentes socioculturales, la racionalidad y los modos de vidas de los agricultores (Paleólogos et al., 2017; Sarandón, 2014). Sin embargo, en la apicultura el enfoque de sistemas no ha sido empleado para entender y mejorar el sistema de producción apícola y sus interrelaciones entre elementos internos y externos.

La apicultura, como un sistema, también implica el uso de prácticas y técnicas específicas que permiten a los apicultores manejar de manera efectiva las colonias de abejas y maximizar la producción de miel y otros productos apícolas. Estas prácticas incluyen los conocimientos sobre la selección de las especies de abejas más adecuadas para la región, el manejo de la colmena, la alimentación de las abejas en épocas de escasez de néctar, la prevención y el tratamiento de enfermedades, entre otros.

La apicultura tiene un impacto en el entorno ecosistémico y sus recursos. Los apicultores pueden influir en la biodiversidad de la zona al seleccionar plantas y flores específicas para atraer a las abejas y mejorar la nutrición de sus colmenas. Por otro lado, las abejas emplean la diversidad florística y de agroecosistemas presentes en el territorio, que incluyen las parcelas y los huertos familiares. Estos recursos influyen en la calidad de los productos obtenidos. Otros elementos que influyen en la apicultura son: la calidad del agua, la contaminación del aire, y contaminación de agroquímicos, ya que estos factores pueden afectar la salud de las abejas.

El sistema apícola es un sistema complejo que involucra diferentes elementos de órdenes jerárquicos interconectados y prácticas específicas, con entradas y salidas de recursos. La apicultura no solo ofrece alimentos (miel, polen, propóleo), sino recursos ecosistémicos como la polinización de especies nativas de ecosistemas regionales y de los cultivos presentes en los agroecosistemas, para su producción. De igual manera, se emplea en la medicina, en la apiterapia y en el apiturismo, entre otros servicios.

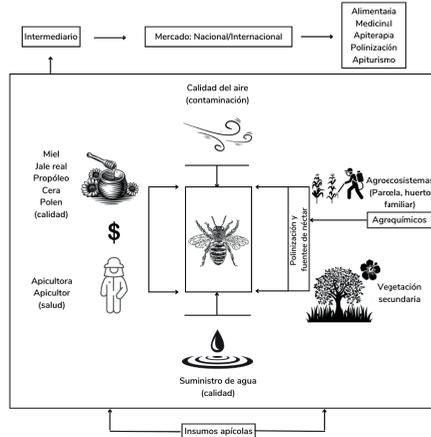


Figura 8. Caracterización del sistema apícola y sus interrelaciones
Fuente: elaboración propia.

El sistema apícola tiene como entradas los insumos externos empleados en la apicultura: equipo de protección, materiales básicos y fuentes externas de alimentación. La flora de la vegetación presente en el territorio juega un papel importante en la apicultura. Por ejemplo, el manejo de los AES, las parcelas y los huertos familiares, tiene un impacto directo sobre la salud de las abejas. Además, existen evidencias científicas sobre el daño de los agroquímicos. Borrell y Vandame (2012) indican que el paisaje agrícola se caracteriza por presentar grandes extensiones de monocultivos; en ese sentido, limita el pecoreo de las abejas, principalmente en tiempo de lluvias.

El manejo de los agroecosistemas y el uso indiscriminado de agroquímicos en la agricultura y en los monocultivos tiene un efecto negativo sobre la disminución de polinizadoras. Como se ha mencionado, las abejas son responsables del 80 % de producción de alimentos de origen vegetal (Cajamarca et al., 2020).

Existen evidencias científicas sobre el daño de los agroquímicos en la salud de las abejas, se ha demostrado que la residualidad de los productos químicos que se usan en los agroecosistemas provocan daños a nivel celular y al ácido desoxirribonucleico (ADN) de las abejas, en los últimos 20 años ha disminuido su población en un 20 %, poniendo en riesgo la soberanía y la seguridad alimentaria mundial (Cajamarca et al., 2020). Sagot et al. (2021) mencionan que a pesar de la relación directa que tienen las abejas con la producción de alimentos en la agricultura, cuando esta se simplifica e intensiva, las abejas se enfrentan a la escasez de polen, néctar y sitios de anidación e inclusive pueden llegar a la intoxicación, puesto que la agricultura

intensiva disminuye la diversidad de plantas no solo por ser monocultivo (maíz, soya, entre otros), sino también por las pocas hierbas alrededor, reduciendo su área de pecoreo.

Se ha evidenciado el papel de las abejas en la preservación de las especies vegetales, tanto de la flora silvestre como la de los agroecosistemas. Existe una gran diversidad de especies de plantas que necesitan de polinizadores para su reproducción y producción. Shahrouzi (2009) indica que cerca de 20 000 especies de himenópteros ayudan a este proceso. A nivel mundial destaca *Apis mellifera*; entre todas, ofrecen valor de los servicios ecológicos superior a 100 000 millones de dólares anuales. De ahí su importancia en la producción de alimentos (SOLATINA, 2020).

La comprensión de la apicultura como un sistema puede ayudar a la identificación de su problemática desde la complejidad, en cada uno de sus elementos, interacciones e interrelaciones. Asimismo podría ayudar a los apicultores a tomar decisiones informadas sobre el manejo de la colmena, la producción de miel y otros productos apícolas, y la conservación del entorno en el que se practica.

Las abejas en la conservación y reproducción de especies vegetales

Las abejas son fundamentales para la conservación y reproducción de las especies vegetales. Pertenecen al grupo de polinizadores más importantes de la Tierra. Sin las abejas, muchas especies de plantas no podrían sobrevivir. Las abejas son las encargadas de polinizar las flores, esto ocurre cuando el polen se adhiere al pelaje de la abeja, y posteriormente, al visitar otra flor, puede transferir el polen al estigma de la flor. Este proceso de polinización ayuda a asegurar que la flor pueda producir semillas. En ese sentido, las abejas son capaces de realizar la polinización cruzada de las flores tanto de especies agrícolas como de la vegetación secundaria. Durante la búsqueda de polen, la abeja tiene pocas probabilidades de encontrar una flor de la misma especie, transfiere el polen de una especie de flor a otra. Este proceso de polinización cruzada ayuda a crear nuevas combinaciones genéticas, que pueden conducir a la evolución de nuevas especies de plantas (Halder et al., 2019). A su vez, las abejas ayudan a dispersar las semillas, al visitar una flor, la abeja accidentalmente puede dejar caer algunas semillas de la flor. Estas semillas pueden ser transportadas o dispersadas por el viento o por la propia abeja y esto ayuda a dispersar las semillas y asegura que puedan germinar en nuevos lugares (Levin y Kerster, 1969).

La importancia de las abejas en la conservación y reproducción de las especies vegetales ha sido avalada por numerosos autores. Klein et al. (2007) mencionan que estas son responsables de polinizar el 80 % de las plantas con flores en todo el mundo, de ahí su importancia no solo en la preservación de especies, sino también

en la alimentación de la humanidad. Garibaldi et al. (2014) afirman que las abejas son esenciales para la polinización de muchos cultivos agrícolas, como almendras, manzanas y tomates, por mencionar algunas. Es decir, las abejas son fundamentales para la conservación y reproducción de las especies vegetales. Ayudan a asegurar que las plantas puedan reproducirse y esparcir sus semillas, lo cual es esencial para la supervivencia de muchas especies de plantas.

El papel de las abejas dentro de los AES comienza desde la polinización de cultivos, pues las abejas son los polinizadores más importantes de los cultivos. Ayudan a garantizar que los cultivos puedan producir altos rendimientos, aumentan la diversidad de cultivos al polinizar una alta gama de estos y garantizan que haya una variedad de alimentos disponibles para la salud humana. Dentro del AES, las abejas ayudan a mejorar la calidad del suelo al polinizar flores que producen néctar y polen. Estas flores atraen a otros insectos, que ayudan a descomponer la materia orgánica y mejoran la estructura del suelo. Además, las abejas ayudan a controlar las plagas en diversas flores. Estas atraen a otros insectos que ayudan al control biológico de plagas y enfermedades. La importancia de las abejas en la conservación de los AES ha sido ejemplificada por muchos autores. Por ejemplo, un estudio de Potts et al. (2016) señala que las abejas contribuyen con un estimado de \$ 235 577 mil millones por año a la producción agrícola mundial. Kremen et al. (2002) encontraron que las abejas son esenciales para la polinización de más del 80 % de los cultivos del mundo. Sin embargo, la apicultura y los agroecosistemas se ven afectados debido a varios factores como: a) pérdida de hábitats naturales, b) uso de plaguicidas tóxicos, c) cambio climático y d) plagas y enfermedades de las abejas sin duda son amenazas que afectan tanto a las abejas como a los agroecosistemas y ecosistemas en su conjunto. Por ello, es importante promover prácticas agroecológicas que contribuyan a la salud de las abejas y de los agroecosistemas y ecosistemas, asegurando así la producción de alimentos saludables, la protección del medio ambiente y, sobre todo, la salud del consumidor.

La polinización desempeña un papel fundamental en la agricultura y por ende contribuye a la seguridad alimentaria del país. Sin la polinización adecuada, muchos de los cultivos no producirían frutos o lo harían en menor cantidad y calidad, la mayoría de las plantas con flores dependen de la polinización para reproducirse, y aproximadamente el 75 % de los cultivos alimentarios del mundo dependen, en alguna medida, de la polinización por agentes bióticos, como insectos, aves, murciélagos y otros animales (FAO, 2008). A lo largo del último decenio ha crecido considerablemente el reconocimiento sobre la importancia de los polinizadores como elemento de diversidad agrícola (Klein et al., 2007).

Sin embargo, existe preocupación por los polinizadores debido a la reducción de sus poblaciones (Aizen et al., 2009; Gallai et al., 2009), y por ende, viene a repercutir en las cosechas del productor haciendo que exista un decremento en ellas; se cree que la destrucción del hábitat, el uso de pesticidas, los patógenos y el cambio climático contribuyeron a estas pérdidas (Vanengelsdorp y Meixner, 2010; NRC, 2007; Biesmeijer et al., 2006); sin duda los polinizadores son decisivos para la salud, la nutrición, la seguridad alimentaria y el aumento de los ingresos agrícolas de los campesinos (FAO, 2008).

Existen diversos factores que disminuyen la población de los polinizadores (Vanengelsdorp y Meixner, 2010; NRC, 2007; Biesmeijer et al., 2006):

- Pérdida y fragmentación del hábitat, las abejas necesitan una variedad de hábitats para sobrevivir, así como los diferentes elementos que lo componen, por ejemplo, las flores, sitios de anidación y fuentes de agua. La pérdida y fragmentación del hábitat puede dificultar que las abejas encuentren los recursos que necesitan, lo que puede conducir a la disminución de la población.
- Los plaguicidas también son dañinos para las abejas, de manera directa o indirecta. Algunos pueden matar a las abejas, otros pueden hacerlas más susceptibles a las enfermedades, o bien, dañar los alimentos que suelen ingerir, lo que reduce su población.
- El cambio climático ya está teniendo un impacto negativo en las abejas. A medida que aumentan las temperaturas, las abejas pueden tener dificultades para encontrar las flores que necesitan para sobrevivir. Mientras que fenómenos meteorológicos más extremos, como sequías e inundaciones, también pueden ser perjudiciales.

Actualmente, las abejas son susceptibles a infectarse con una variedad de enfermedades, algunas de las cuales tienden a ser fatales. Estas pueden propagarse a través del contacto con otras abejas, alimentos contaminados o incluso el medio ambiente. Sumado a esto, los ácaros *Varroa* son un parásito importante de las abejas melíferas, ya que pueden debilitar a las abejas y hacerlas más susceptibles a las enfermedades. Los ácaros *Varroa* también son muy difíciles de controlar, lo que puede convertirlos en una gran amenaza para poblaciones de abejas. Otro de los factores que deben tomarse en cuenta es la deficiencia nutricional, pues las abejas necesitan una variedad de nutrientes para mantenerse saludables, y si no los obtienen, pueden debilitarse y ser más susceptibles a las enfermedades. La deficiencia nutricional puede ser causada por una variedad de factores, que incluyen una dieta deficiente, la exposición a pesticidas y el cambio climático (Arechavaleta y Guzmán, 2000).

Incluso el estrés puede generar la muerte de una población completa de abejas. Estas pueden estresarse por los cambios en su entorno, la mala nutrición y la exposición a plaguicidas. El estrés puede debilitar a las abejas y hacerlas propensas a enfermarse. Por último, la baja diversidad genética puede hacer que las poblaciones de abejas sean más susceptibles a todo tipo de amenazas. Esto se debe a que las abejas con una diversidad genética más amplia pueden adaptarse mejor a los cambios en su entorno (Ramírez, 2018). Estos son solo algunos de los factores que pueden disminuir la población de abejas, pero existen muchos otros, y la importancia relativa de cada factor puede variar según la ubicación. Además, los factores que se mencionan no son mutuamente excluyentes. En otras palabras, es posible que una población de abejas se vea afectada por múltiples factores al mismo tiempo. Por ejemplo, una población de abejas expuesta a pesticidas también puede verse afectada por la pérdida de hábitat y el cambio climático.

Sostenibilidad y desarrollo rural a través de un sistema apícola

Los sistemas agrícolas o agroecosistemas son sistemas antropogénicos, dependientes del humano, en cada una de las etapas de la agricultura; de acuerdo con Sans (2007), esta coevolución de los sistemas se ha reflejado en la transformación de sistemas tradicionales al modelo de la producción industrial durante la “revolución verde”, la cual ha sido fuertemente criticada por la ruptura de la agricultura, la cultura rural y el entorno físico, contribuyendo en la crisis de la agricultura moderna y al abandono de espacios rurales. Asimismo, la revolución verde trajo consigo el uso indiscriminado de pesticidas, el cual tuvo un impacto no solo en la salud del suelo, sino también en los insectos, como es el caso de las abejas.

Los cambios en los sistemas de producción y la simplificación de los mismo han propiciado transformación del paisaje, el empobrecimiento de los suelos y la aceleración de los procesos irreversibles de erosión; sin embargo, estos cambios tecnológicos han permitido duplicar la producción de alimentos a nivel mundial, asimismo, se ha mejorado la competitividad de los mercados. Sin embargo, esto repercute en los daños irreversibles en el ecosistema. El uso de agroquímicos ha impactado negativamente en la salud de las abejas, aunque estas ofrecen uno de los servicios de polinización más importantes de los cultivos agrícolas (Klein et al., 2007).

Es fundamental adoptar y poner en práctica estrategias agroecológicas en conjunto con los apicultores, promoviendo la conservación de los polinizadores como:

- Conservación de hábitats naturales y creación de corredores de polinización, no solo en las áreas donde se encuentren los apiarios, sino también en los agroecosistemas y ecosistemas.

- Reducción o eliminación de agroquímicos sintéticos, emplear el uso de productos plaguicidas orgánicos a base de plantas medicinales y aromáticas.
- Integración de diversidad de plantas en los paisajes agrícolas, principalmente plantas nectaríferas, melíferas y poliníferas (plantas nativas).
- Estar en constante colaboración con los apicultores, ya que de esa manera se logrará promover la salud y el bienestar de la sociedad.
- Impartir talleres sobre “educación y concienciación” sobre la importancia de los polinizadores, y la polinización en la producción de alimentos.

El uso de agroquímicos y pesticidas en agroecosistemas es un tema ampliamente debatido debido a sus impactos en la salud humana, la biodiversidad y la sostenibilidad del sistema agrícola. Aunque los agroquímicos y pesticidas pueden brindar beneficios en términos de control de plagas y aumento de la producción, su uso indiscriminado y en exceso plantea preocupaciones significativas. Los plaguicidas son sustancias químicas de características complejas empleadas por los agricultores para eliminar malezas, plagas o enfermedades que afectan a los cultivos agrícolas y que reducen su producción.

Al respecto, se han realizado reportes científicos sobre el efecto negativo de los plaguicidas sobre la salud humana y ambiental cuando no son empleados adecuadamente (Ramírez, 2018). En la literatura hay infinidad de reportes sobre la contaminación por residuos tóxicos alrededor del mundo, afectando el ambiente, la conservación del suelo, el agua y, finalmente, la salud de la sociedad (Ramírez, 2018). El mismo autor sugiere un sistema de recomendaciones y propuestas para hacer frente a la problemática actual provocada por el uso indiscriminado de los plaguicidas:

- Mejorar los sistemas de prevención para el control de enfermedades.
- Reducir el uso de plaguicidas a través de buenas prácticas agrícolas, desde una perspectiva orgánica.
- Prohibir el uso de productos que contienen ingredientes activos altamente tóxicos que son un peligro para el ambiente y la salud de la sociedad.
- Formular compuestos agroquímicos estrictamente en sus dosis, composición de mezclas o productos a emplear.
- Finalmente, establecer un adecuado y sustentable manejo de residuos de los tóxicos empleados.

Ongley (1997) menciona que la American Chemical Society informa que en 1993 existían más de 13 millones de compuestos químicos, y que se generaban unos 500 000 compuestos químicos cada año, aumentando la carga de compuestos

tóxicos en la atmósfera, en los suelos y el agua (Galán et al., 2003). Por otro lado, la desaparición de diversas especies silvestres está relacionada con la expansión de nuevas zonas de cultivo, cultivo extensivo, e intoxicación con los residuos de los compuestos agroquímicos empleados (Ramírez, 2018). Se considera que el 98 % de los agroinsecticidas y el 95 % de los herbicidas agrícolas no cumplen con el objetivo directo de llegar a la planta y que son dispersados por mecanismos como el viento, la lluvia o el riego. Además, se reconoce que los compuestos tóxicos se movilizan en grandes distancias en forma de residuos volátiles y permanecen en la atmósfera, y durante la lluvia, retornan a nuevas áreas geográficas (López et al., 1992).

En este documento, se realizó una búsqueda de información en las bases de datos de la SIAP (2023) acerca de la superficie dedicada para los cultivos de arroz, cártamo, cebolla, frijol, maíz, elote, sorgo, tomate verde y jitomate, entre otros cultivos; así como también se realizó una estimación de aproximadamente cuántos l/ha o kg/ha aplican de plaguicidas en los agroecosistemas del estado de Tamaulipas, este es un caso del municipio de Llera, El Mante y Ocampo del estado de Tamaulipas.

Tabla 5. Cultivos sembrados de riego y temporal, durante el ciclo de otoño e invierno y la cantidad de plaguicidas aplicados, tomando en cuenta una sola aplicación: el caso del municipio de Llera, del estado de Tamaulipas

No.	Cultivo	Sembrada (ha)	Insecticida	Total	Herbicida	Total	Fungicida	Total
1	Cártamo	150	1 lt/ha	150 lt/ha	2 lt/ha	300 lt/ha	2-4 kg/ha	600 kg/ha
2	Elote	60.2	0.33 - 0.50 lt/ha	30.1 lt/ ha	2 lt/ha	120.4 lt/ ha	300 a 400 ml/ha	24 080 ml/ha
3	Maíz	100	200 a 400 ml/ha	40 000 mL/ha	2 lt/ha	200 lt/ha	300 a 400 ml/ha	40 000 ml/ha
4	Sorgo	800	0.33 - 0.50 lt/ha	400 lt/ha	2 lt/ha	1600 lt/ ha	300 a 400 ml/ha	320 000 ml/ha
5	Tomate verde	15	0.33 - 0.50 lt/ha	7.5 lt/ha	2 lt/ha	30 lt/ha	500 - 600 ml/ha	9000 ml/ha
Total		1125.20						

Fuente: elaboración propia de datos de SIAP (2023).

Tabla 6. Cultivos sembrados de riego y temporal, durante el ciclo de otoño e invierno y la cantidad de plaguicidas aplicados, tomando en cuenta una sola aplicación: el caso del municipio de el Mante, del estado de Tamaulipas

No.	Cultivo	Sembrada (ha)	Insecticida	Total	Herbicida	Total	Fungicida	Total
1	Arroz palay	390	0.250- 0.750 lt /ha	292.5 lt/ ha	1.5	585	1 lt/ha	390 lt/ha
2	Cártamo	1 013.71	1 lt/ha	1013.71 kt/ha	1.5	1520.565	2-4 kg/ha	4054.84 kg/ha
3	Cebolla	185	0.7-1.0 kg/ ha	185 kg/ ha	1.5	277.5	0.7-1.0 kg/ha	185 kg/ha
4	Frijol	336.3	200 a 300 ml/ha	100890 ml/ha	1.5	504.45	0.7-1.0 kg/ha	336.3 kg/ ha
5	Maíz grano	2 250.00	0.33 - 0.50 lt/ha	1125 lt/ ha	1.5	3375 lt/ ha	300 a 400 ml/ha	900 000 ml/ha
6	Sorgo grano	6 941.90	0.33 - 0.50 lt/ha	3470.95 lt/ha	1.5	10 412.85	300 a 400 ml/ha	2776760 ml/ha
7	Tomate rojo	15	0.8-1.2 l / ha	18 lt/ha	1.5	22.5	2.5 lt/ha	37.5 lt/ha
8	Tomate verde	15	0.33 - 0.50 lt/ha	7.5 lt/ha	1.5	22.5	500 - 600 ml	9000 ml/ ha
Total		11 146.91						

Fuente: Elaboración propia de datos de SIAP (2023).

Tabla 7. Cultivos sembrados de riego y temporal, durante el ciclo de otoño e invierno y la cantidad de plaguicidas aplicados, tomando en cuenta una sola aplicación: el caso del municipio de Ocampo, del estado de Tamaulipas

No.	Cultivo	Sembrada (ha)	Insecticida	Total	Herbicida	Total	Fungicida	Total
1	Cártamo	30	1 lt/ha	30 lt/ha	1.5 l/ha	45 lt/ha	2-4 kg/ha	120 kg/ha
2	Frijol	63	75 a 150 ml/ha	9450 ml/ ha	1.5 l/ha	94.5 ml/ ha	0.7-1.0 kg/ha	63 kg/ha
3	Maíz grano	49	0.33 - 0.50 lt/ha	24.5 lt/ ha	1.5 l/ha	73.5 lt/ ha	300 a 400 ml/ha	19 600 ml/ha
4	Sorgo grano	70	0.33 - 0.50 lt/ha	35 lt/ha	1.5 l/ha	105 lt/ha	300 a 400 ml/ha	28 000 ml/ha
Total		212						

Fuente: Elaboración propia de datos de SIAP (2023).

Es importante revertir el uso excesivo de los agroquímicos que afectan a los nectaríferos, melíferos y poliníferos. Uno de los principales problemas asociados con el uso de agroquímicos es el impacto en la biodiversidad y la salud de los ecosistemas. Los pesticidas pueden ser tóxicos para los insectos beneficiosos, incluyendo polinizadores como las abejas y otros organismos encargados de la polinización y el control de plagas naturales. Esto puede conducir a la disminución de las poblaciones de polinizadores y a la reducción de la diversidad biológica en los agroecosistemas (Chreil y Maggi, 2023).

A continuación se identifican los elementos del sistema apícola y su afectación por el manejo de los agroecosistemas de monocultivos

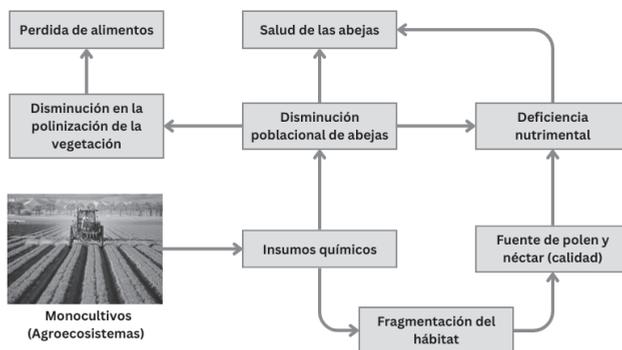


Figura 9. Efecto del manejo del agroecosistema (monocultivos) en la salud de las abejas

Fuente: elaboración propia.

La apicultura en México, en especial en las regiones tropicales, es una actividad que se ha practicado de generación en generación, en la actualidad ha adquirido gran relevancia socioeconómica, ya que representa una fuente importante de empleos e ingresos en el medio rural (Magaña et al., 2007; FAO, 2019). Esto puede ayudar a reducir la pobreza y mejorar la calidad de vida en las comunidades rurales.

En el sector pecuario, la apicultura es un pilar en la generación de empleos, y es la tercera fuente en la recepción de divisas debido a una alta competitividad internacional. Por otro lado, la apicultura mexicana ha tenido diversas dificultades en su historia; la presencia de abejas africanizadas es uno de los factores que más ha impactado negativamente esta actividad de alto interés pecuario (Arechavaleta y Guzmán, 2000). Además de la intoxicación, incluso hasta la muerte de las abejas por el uso excesivo de plaguicidas a nivel mundial, los neonicotinoides, un tipo de insecticida, son especialmente problemáticos, son absorbidos por las plantas y se propagan al néctar y al polen, lo que afecta la capacidad de búsqueda de alimento,

la inmunidad y el éxito reproductivo de los polinizadores (Chreil y Maggi, 2023). Además, los residuos de agroquímicos en el néctar y el polen de las flores pueden contaminar las colmenas y afectar la salud de las abejas a largo plazo. La apicultura, al igual que muchas otras actividades, se enfrenta a diversos factores de impacto negativo que pueden afectar la salud de las abejas y la producción de miel (Goulson et al., 2015; Rader et al., 2013; Hoehn et al., 2008; Bos et al., 2007; Greenleaf y Kremen, 2006).

- Uso de agroquímicos: los pesticidas, herbicidas y fungicidas en la agricultura puede tener efectos negativos en las abejas. Estos productos químicos pueden ser tóxicos para las abejas y otros polinizadores, causando la disminución de sus poblaciones e incluso la muerte.
- Pérdida de hábitats naturales: la pérdida de diversidad floral y la disminución de la cobertura vegetal afectan la alimentación de las abejas y su capacidad para recolectar polen y néctar.
- Cambio climático: el aumento de las temperaturas, patrones de lluvia alterados y eventos extremos, también afecta a las abejas, ya que las fluctuaciones climáticas pueden alterar los ciclos de floración y reducir la disponibilidad de alimento (estrés alimenticio), ya que la disminución de la diversidad floral en las áreas agrícolas y la dependencia de monocultivos limitan la disponibilidad de fuentes de alimento para las abejas e impactan en la supervivencia y el rendimiento de las colmenas.
- Enfermedades y parásitos: las abejas son susceptibles a diversas enfermedades y parásitos, como el ácaro *Varroa destructor*, que debilitan las colonias y pueden causar la disminución de la población de abejas.

Pese a este panorama desalentador, Sarandon y Flores (2009) mencionan que en los últimos años la sociedad ha aumentado la conciencia sobre el impacto negativo de la agricultura moderna, estos estragos se presentan en los factores ambientales, sociales y culturales; por lo que se han planteado cambios en el modelo de producción hacia modelos más sustentables en la producción.

La apicultura puede contribuir a la sostenibilidad y el desarrollo rural; las abejas son esenciales para muchos cultivos porque ayudan a garantizar que sean de la más alta calidad. Esto es importante para la seguridad alimentaria, así como para la viabilidad económica de las zonas rurales, pues de acuerdo con Potts et al. (2016), las abejas contribuyen con un estimado de 235 a 577 mil millones por año a la producción agrícola mundial.

La FAO (2019) encontró que las abejas ayudan a mejorar la salud del suelo al esparcir polen y semillas, lo que puede aumentar la diversidad de plantas y

la cantidad de materia orgánica en el suelo. Así, reduce la erosión y mejora la retención de agua, que son importantes para la agricultura sostenible. Sumado a esto, las abejas ayudan a mantener la biodiversidad al polinizar una amplia variedad de plantas. Esto es importante para la salud de los ecosistemas, así como para la provisión de servicios ecosistémicos como la polinización y el control de plagas. De acuerdo con esto, Kremen et al. (2002) encontraron que las abejas son esenciales para la polinización de más del 80 % de los cultivos del mundo. Además de estos beneficios, la apicultura educa al público sobre la importancia de los polinizadores, a promover prácticas agrícolas sostenibles y conservar los recursos naturales. La apicultura es una forma sostenible y respetuosa con el medio ambiente de producir alimentos e ingresos, mejorar la calidad de vida en las zonas rurales y promover la conservación de los recursos naturales.

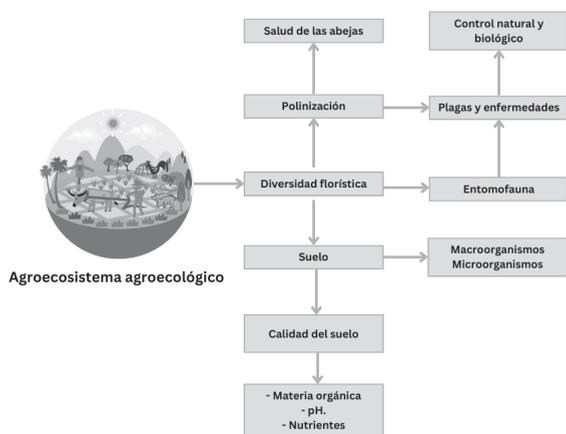


Figura 10. Efecto del manejo del agroecosistema agroecológico en la salud de las abejas
Fuente: Elaboración propia.

Percepción del apicultor de Tamaulipas

Para conocer la percepción de los y las apicultores sobre los agroecosistemas en Tamaulipas, se diseñó un cuestionario con 30 preguntas abiertas y cerradas estructurado con los siguientes apartados: a) datos generales del entrevistado: edad, sexo, escolaridad, lugar de residencia. b) aspectos apícolas: años dedicados a la apicultura, número de colmenas, pertenencia a organizaciones, distancia de colmenas a área urbana y agroecosistemas, vegetación reportada como pecoreo de sus colmenas.

La distribución del cuestionario se realizó mediante la red social Facebook, la convocatoria de participación se realizó en la última semana de mayo y finalizó en la cuarta semana de junio de 2023. La convocatoria se realizó en grupos de la red social dedicados a la apicultura de Tamaulipas. Se obtuvieron las respuestas de nueve informantes, todos de sexo masculino con edades que fluctúan desde los 20 años a los 65 años. De ellos un 33.3% tiene de grado de preparatoria y 33% el grado de licenciatura y 22.2% grado de maestría.

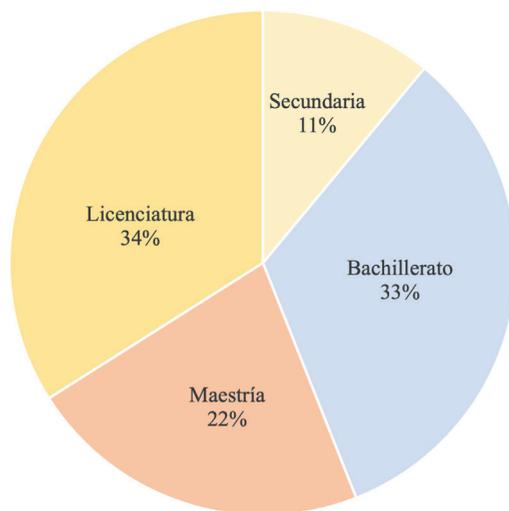


Figura 11. Escolaridad de las y los apicultores de Tamaulipas, México

Fuente: Elaboración propia

Dentro de las características socioeconómicas, los apicultores que brindaron información viven en los municipios de Antigua Morelos, Nuevo Morelos, González, Cruillas, Ciudad Mante, Ciudad Victoria y Tula. De estos, el 55 % pertenece al medio urbano y el 45 % al medio rural. Respecto al tiempo que realizan la actividad apícola, es contrastante, con datos que van desde los dos años de antigüedad, hasta los 17 años. Sin embargo, esta actividad es complementaria a otras que declararon realizar, como: la agricultura, ganadería, acuicultura, mecánico automotriz, jornalero, servidor público y docencia.

Los entrevistados poseen desde 12 hasta 300 colmenas en producción. En su mayoría tienen sus apiarios cercanos a las zonas de producción agrícola y viviendas; solo el 44 % tiene sus apiarios alejados de zonas agrícolas y viviendas. En los agroecosistemas cercanos a sus colmenas cultivan hortalizas, maíz, melón, sandía, chile, papaya, naranja, cítricos, sorgos, algodón y caña de azúcar. De igual manera,

indican la importancia de la vegetación secundaria para la calidad de su miel como la multiflora montes, agostadero y vegetación de la Sierra Madre. Los entrevistados informan sobre la importancia de la vegetación secundaria y de los agroecosistemas presentes en la alimentación de sus abejas, indicando el papel fundamental de todas las especies florales y los cultivos de cártamo o girasol, sandía, melón, pepino, calabaza, cítricos y diversos árboles silvestres, tales como: garambullo, huizache, mezquite, tenaza, ébano, uña de gato, anacua, nancagua, cruceto, chijol, matilla, vara blanca, san pedro, retama, laurelillo, huizache, palo azul, nopal, guajillo, orégano mexicano, diente de león cenizo; entre muchos otros más, herbáceas y aromáticas de temporada.

Tabla 8. Características de 9 colaboradores apícolas de Tamaulipas, México

Colaborador	Municipio	Área	Edad	Sexo F/M	Grado máximo de estudios	Tiempo dedicado	Actividad económica	Nº colmenas
Apicultor 1	Tula	Urbano	32	M	Maestría	4 años	Docencia, agricultura y ganadería	15
Apicultor 2	González	Rural	20	M	Licenciatura	2 años	Ganadería y agricultura	30
Apicultor 3	González	Rural	46	M	Secundaria	5 años	Ganadería	38
Apicultor 4	Cd. Victoria	Urbano	61	M	Licenciatura	28 años	Servidor público	300
Apicultor 5	Nuevo Morelos	Urbano	37	M	Bachillerato	7 años	Jornalero	100
Apicultor 6	Cd. Mante	Urbano	33	M	Bachillerato	17 años	Mecánica automotriz	80
Apicultor 7	Cruillas	Rural	38	M	Licenciatura	5 años	Jornalero	42
Apicultor 8	Nuevo Morelos	Urbano	37	M	Bachillerato	7 años	Jornalero	100
Apicultor 9	Nuevo Morelos	Rural	64	M	Maestría	5 años	Agricultura, acuacultura y ganadería	12

Fuente: elaboración propia

Una de las actividades que realizan es la reubicación de sus apiarios, con el objetivo de maximizar la producción de miel. El 44 % de los entrevistados realiza dicha actividad, cada dos, seis y ocho meses, la razón es que fue aprendido de abuelos, amigos, asesoría técnica, capacitación y de publicaciones.

Con relación a las capacitaciones y asesoría recibidas, solo uno declara que pertenece a la organización Miel de Tamaulipas, asimismo dos de ellos indicaron que han recibido capacitación de instituciones municipales, estatales y no gubernamentales. Respecto a la relación que tiene la apicultura y el manejo de los agroecosistemas, el 77% coincide en que la aplicación de plaguicidas en áreas cercanas (cultivos) sí afectan sus colmenas. Asimismo, el 66.7% afirma que sí ha detectado intoxicación en sus abejas por las fumigaciones que realizan en su región. Otras actividades que declaran que afectan a la salud de sus colmenas son: la deforestación (77%) y los incendios (55.6%); otras actividades mencionadas fueron la industria, la urbanización y agricultura. El 90% no recibe notificación cuando van a aplicar agroquímicos cercanos a sus apiarios, y considera que, si continúan así, se afectará la producción de las colmenas.

Un caso notable es cuando un productor informa que ha perdido hasta el 70% de sus colmenas debido a la presencia de insecticidas residuales. Los apicultores entrevistados señalan que una reducción en el uso de agroquímicos herbicidas en los agroecosistemas podría favorecer el área de alimentación de las abejas, lo que a su vez impulsaría la polinización, aumentando tanto la producción como la calidad de los cultivos. Además, subrayan la importancia crucial de las abejas en la agricultura.

Referencias

- Arechavaleta, M. E. y Guzmán, E. (2000). Producción de miel de colonias de abejas (*Apis mellifera* L.) tratadas y no tratadas con flupalato contra *Varroa jacobsoni* Oudemans en Valle de Bravo, Estado de México. *Veterinaria México*, 31(4), 381-384.
- Aizen, M. A., Garibaldi, L. A., Cunningham, S. A. y Klein, A. M. (2009) How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long-term trends in crop production. *Annals of Botany* 103: 1579-1588.
- Barberousse, P. (2008). Fundamentos teóricos del Pensamiento complejo. *Revista Electrónica Educare*, 12(2), 95-113. <https://doi.org/10.15359/ree.12-2.6>
- Bertalanffy, L. V. (1976). *Teoría General de los Sistemas*. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Biesmeijer, J.C., Roberts, S.P., Reemer, M., Ohlemüller, R., Edwards, M., Peeters, T. et al. (2006). Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science (New York, N.Y.)*, 313(5785), 351-354. <https://doi.org/10.1126/science.1127863>

- Borrell, E. V. y Vandame, R. (2012). *Pecoreo de abejas Apis mellifera en flores de soya Glycine max.* El Colegio de la Frontera Sur.
- Bos, M. M., Veddeler, D., Bogdanski, A. K., Klein, A.M., Tscharrntke, T., Steffan-Dewenter, I. et al. (2007). Caveats to quantifying ecosystem services: fruit abortion blurs benefits from crop pollination. *Ecological Applications*, 17(6), 1841-1849.
- Cruz, D. (2020). La actitud de los agricultores hacia la conservación de los recursos naturales en González, Tamaulipas. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 17(3), 457-472.
- Cajamarca, D. I., Paredes, M. M., Cabrera, C. P., Velasco, L. A. y Vaca, M. L. (2020). Agroquímicos: Enemigos latentes para los polinizadores y la producción de alimentos primarios que agonizan. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, 65, 31.
- Chreil, R. y Maggi, C. (2023). Pesticides and Pollinators. *Crop Pollinators* (6) 115-124.
- Espinosa, L. G. (2022). *La miel en México*. <https://atlas-abejas.agricultura.gob.mx/cap3.html>
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2019). *Beekeeping for rural development: A practical guide*. Rome: FAO.
- _____. (2008). *Hoy we can protect pollinators and promote their role environmental and agricultural...* <https://www.fao.org/fsnforum/es/consultation/how-can-we-protect-pollinators-and-promote-their-role-environmental-and-agricultural>
- Galán, E., Gómez, J. L., Bellinfante, N. y Aparicio, P. (2003). *Contaminación de suelos por compuestos orgánicos. Informe final. (Internet)*. Sevilla, España. 185 p. www.juntadeandalucia.es/medioambiente>site>portalweb
- Garibaldi, L. A., Steffan, D., Bommarco, R., Kevan, P. G., Potts, S. G., Rundlöf, M. et al. (2014). The economic value of insect pollination. *Nature*, 515(7525), 39-42.
- Gallai, N., Salles, J. M., Settele, J. y Vaissiere, B. E. (2009) Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics* 68: 810-821.
- SADER. (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). (2018). *Produce Tamaulipas miel de alta calidad*. <http://www.gob.mx/agricultura|tamaulipas/articulos/produce-tamaulipas-miel-de-alta-calidad?idiom=es>
- González, M., Mora, A., Villanueva, R., Lara, M., Vanoye, V. y Guerra, A. (2020). Diversidad de la flora de interés apícola en el estado de Tamaulipas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 11(3), 914-932. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i3.4717>
- Goulson, D., Nicholls, E., Botías, C. y Rotheray, E. L. (2015). Disminución de las abejas impulsada por el estrés combinado de parásitos, pesticidas y falta de flores. *Science (Nueva York, N.Y.)*, 347(6229), 1255957. <https://doi.org/10.1126/science.1255957>
- Greenleaf, S.S. y Kremen, C. (2006). Wild bee species increase tomato production and respond differently to surrounding land use in Northern California. *Biological Conservation*, 133, 81-87.

- Halder, S., Khan, R., Perween, T., Hasan, M., Ghosh, S. y Khan, A. (2019). *Role of pollination in fruit crops: A review. The Farma Innovation*, 8(5), 695-702.
- Herrscher, E. G. (2003). *Pensamiento sistémico: caminar el cambio o cambiar el camino*. Ediciones Granica S.A.
- Hoehn, P., Tschardt, T., Tylianakis, J. M. y Steffan D. I. (2008). Functional group diversity of bee pollinators increases crop yield. *Proceedings of The Royal Society B*, 275, 2283-2291.
- IPBES. (2016). *The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production*. S.G. Potts, V. L. Imperatriz-Fonseca, and H. T. Ngo (eds). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. https://www.researchgate.net/publication/311486448_The_assessment_report_of_the_Intergovernmental_Science-
- Klein, A. M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan D. I., Cunningham, S. A., Kremen, C. et al. (2007). Importance of pollinators in agricultural systems. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1609), 303-313.
- Kremen, C., Williams, N. M., Thorp, R. W. y Greenleaf, S. S. (2002). Pollination and other ecosystem services provided by native bees at multiple spatial scales. *Ecology Letters*, 5(1), 29-39.
- Kumar, P., Singh, J. y Singh, S. (2012). Effect of weed diversity on wheat yield and weed management. *Weed Science*, 60(4), 579-586.
- Levin, D. A. y Kerster, H. W. (1969). The Dependence of Bee-Mediated Pollen and Gene Dispersal Upon Plant Density. *Evolution*, 23(4), 560. <https://doi.org/10.2307/2406853>
- Li, Y., Jia, Y., Zhang, M. y Zhang, W. (2015). Effects of crop diversity on soil organic carbon and nitrogen in a long-term field experiment in China. *Soil & Tillage Research*, 150, 1-9.
- López, J. A., Martínez, C., Moreno, L. y Navarrete, P. (1992). *Las aguas subterráneas y los plaguicidas*. Instituto Geológico y minero de España. aguas.igme.es/igme/publica/libro28/lib28.htm.
- Magaña, M., Aguilar, A., Lara, P. y Sanginés, J. (2007). Caracterización socioeconómica de la actividad apícola en el estado de Yucatán, México. *Agronomía, Universidad de Caldas, Colombia*, 15(2), 17-24.
- Maldonado, C. E. (2014). ¿Qué es un sistema complejo? *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, 14.
- Naturalista. (2023). Lista de comprobación de Tamaulipas. *Naturalista Mexico*. https://www.naturalista.mx/check_lists/7794-Tamaulipas-Check-List?q=&view=photo&taxon=47126&observed=any&threatened=any&establishment_means=any&occurrence_status=not_absent&rank=species&taxonomic_status=active

- Nicholis, G. y Prigogine, I. (1994). *La estructura de lo complejo. En el camino hacia una nueva comprensión de las ciencias*. Madrid: Alianza.
- NRC. (2007). *Status of pollinators in North America*. Washington, DC: The National Academies Press. 312 p.
- Odum, H. T. (1988). *Environmental systems and public policy*. University of Florida.
- Ongley, E. D. (1997). *Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos*. Estudio FAO. riego y drenaje - 55. GEMS/ Water Collaborating Center. Burlington, (Internet). Canadá. www.fao.org/docrep/W2598S/w2598s00.htm
- Paleologos, M. F., Iermanó, M. J., Blandi, M. L. y Sarandon, S. J. (2017). *Las relaciones ecológicas: un aspecto central en el rediseño de agroecosistemas sustentables, a partir de la agroecología*.
- Prigogine, I. y Nicolis, G. (1994). *La estructura de lo complejo: en el camino hacia una nueva comprensión de las ciencias*. Alianza.
- Potts, S. G., Imperatriz, V. L., Ngo, H. T. y Fahrig, L. (2016). The economic value of insect pollination. *Annual Review of Entomology*, 61(1), 391-408.
- Potts, S. G., Roberts, S. M. y Edwards, D. P. (2016). The influence of crop diversity on pollination services in apple orchards. *Journal of Applied Ecology*, 53(5), 1395-1404.
- Rader, R., Reilly, J., Bartomeus, I. y Winfree, R. (2013). Las abejas nativas amortiguan el impacto negativo del calentamiento climático en la polinización de las abejas melíferas de los cultivos de sandía. *Global Change Biology* 19(10), 3103-3110. <https://doi.org/10.1111/gcb.12264>
- Ramírez, M. (2018). El uso de pesticidas en la agricultura y su desorden ambiental. *Rev. Enferm. Vanguard*, 6(2), 40-47.
- Sagot, P., Borrell, E. V. y Mérida, J. A. (2021). Abejas y agricultura: Cuando la diversidad es necesidad. *Ecofronteras*, 10-13.
- Sans, F. X. (2007). La diversidad de los agroecosistemas. *Revista Ecosistemas*, 16(1), enero-abril.
- Sarandón, S. J. y Flores, C. C. (2009). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: Una propuesta metodológica. *Agroecología*, 4, 19-28.
- _____. (2014). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables*. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.
- Shahrouzi, R. (2009). *Causas de la mortalidad de las colonias de abejas*. Noticias del OIE. 4:5-11
- Smale, M., Snapp, S. S. y Chikowore, G. (2013). The challenges of managing crop diversity in complex agricultural systems. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5(1), 58-64.
- SIAP. (2023). *Expectativas agroalimentarias*, pp. 1-64
- SOLATINA. (2020). *Científicos alertan sobre la muerte de abejas en Latinoamérica* (Gacetilla de prensa). Sociedad Latinoamericana de Investigación en Abejas.
- Tamayo, A. (1999). *Teoría general de sistemas*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/60006>

- Tilman, D., Knops, J., Wedin, D., Reich, P., Ritchie, M. y Siemann, E. (2001). Diversity and productivity in a long-term grassland experiment. *Science*, 294(5543), 843-845.
- Vanegas, J. H. y Gil, L. M. (2007). La discapacidad, una mirada desde la teoría de sistemas y el modelo biopsicosocial. *Hacia la Promoción de la Salud*, 12(1), 51-61.
- Vanengelsdorp, D. y Meixner, M. D. (2010). A historical review of managed honeybee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103, Suppl 1, S80-S95. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.06.011>
- Villegas, G., Bolaños, A., Miranda, J. y Zenón, A. (2000). *Flora nectarífera y polinífera en el estado de Chiapas*. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.



El sector apícola tamaulipeco. Potencial económico

Jovani Ruiz-Toledo^{1,2}

Said Hernández-Contreras³

Cinthia Valentina Soberanes-Gutiérrez¹

Francisco Reyes-Zepeda³

Resumen

La apicultura es una actividad importante para el estado de Tamaulipas, se ha fortalecido en las últimas décadas debido a la participación de los productores, la implementación de Normas Oficiales Mexicanas (NOMs) y a la generación de políticas nacionales y estatales que promueven esta cadena sistema producto. En este capítulo se realiza un histórico de los apicultores tamaulipecos en donde se describen los sistemas de producción, volúmenes de miel producida por municipio y formas de organización social. De igual forma, se estudia su papel en la demanda del mercado nacional e internacional. Se concluye que los principales municipios productores de miel se encuentran en las zonas centro-sur, siendo Llera de Canales el más importante. Se destaca la miel de azahar como la de mayor producción debido a la actividad cítrica del estado. Se concluye que la apicultura tiene un potencial de crecimiento, y, por ende, generar mayores cantidades de recursos económicos, siempre y cuando se aumenten las poblaciones de colmenas, ya que existen condiciones vegetativas para incrementar la producción de miel en el estado.

Summary

Beekeeping is an important activity for the state of Tamaulipas, it has been strengthened in recent decades due to the participation of producers, implementation of Official Mexican Standards (NOMs) and the generation of national and state policies that promote this product system chain. In this chapter, a historical analysis

¹ Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM-CONAHCYT).

² Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chiapas.

³ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia “Dr. Norberto Treviño Zapata”, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Contacto: shernand@docentes.uat.edu.mx

of Tamaulipas beekeepers is conducted, where the production systems, volumes of honey produced per municipality and forms of social organization are described. Likewise, its role in the demand of the national and international market is analyzed. It is concluded that the main honey producing municipalities are in the central-southern areas, with Llera de Canales being the most important. Orange blossom honey stands out as the one with the highest production due to the citrus activity in the state. It is concluded that beekeeping has growth potential and therefore generate greater amounts of economic resources if hive populations increase, since there are vegetative conditions to increase honey production in the state.

Introducción

La apicultura es una actividad que se fundamenta en el conocimiento y el manejo de las abejas melíferas en su entorno, y actualmente el uso de la tecnología relacionada con esta actividad ha permitido evolucionar las prácticas que se desarrollan en los diferentes procesos productivos. En México, se cuenta con una amplia tradición que data de antes de la llegada de los españoles al continente americano, sobre todo en el sureste del país, donde el manejo de las abejas ha pasado de una forma rústica a una tecnificada (Güemes et al., 2023).

Actualmente, México es reconocido como uno de los principales países productores y exportadores de miel a nivel mundial, además, esta actividad agropecuaria se realiza en diversas regiones del territorio nacional, con casi 43 000 apicultores y 2 millones de colonias de abejas aproximadamente. Se considera que existen 5 regiones apícolas: Norte, Golfo, Costa del Pacífico, Altiplano y Península de Yucatán (García, 2012). Entre los periodos de 1980 y 2013, se generó una producción promedio anual de 58 182 toneladas de miel, con un rendimiento promedio anual de 29.8 kg por colmena (SIAP, 2013).

No obstante, existe una notable concentración de la producción apícola en solo tres estados: Yucatán, Campeche y Quintana Roo. Se estima que en estas regiones hay alrededor de 17 000 apicultores que manejan más de 0.5 millones de colmenas (SADER, 2023). Lo cual indica que la apicultura juega un papel fundamental en la economía local y en la generación de empleo en estas zonas. Tan solo durante el periodo de 2014 a 2018, el país logró un promedio de producción anual alrededor de 57 995 toneladas de miel, lo cual es un indicador significativo de su capacidad apícola (SADER, 2023).

De acuerdo con la Ley de Organizaciones Ganaderas, los apicultores en México están organizados en 508 asociaciones ganaderas especializadas en apicultura. Además, hay otras 110 asociaciones de apicultores que se clasifican como de “otros tipos” (SADER, 2023). A nivel nacional, México cuenta con un

inventario total de 1.9 millones de colmenas, lo que demuestra la importancia y el potencial de la apicultura en el país. Este inventario es resultado del trabajo de 45 mil productores apícolas, quienes desempeñan un papel fundamental en la industria apícola mexicana (FAOSTAT, 2019). La gran cantidad de colmenas y productores apícolas que existen en el país es un indicador favorable de la apicultura como una fuente generadora de empleos. Según datos de la SADER (2023), se estima que alrededor de 100 mil empleos están relacionados directa o indirectamente con la apicultura. Con esto, se contribuye al sustento de las familias de los productores, se genera empleo en las comunidades rurales y se promueve la venta de miel y otros productos apícolas, así como el desarrollo económico de las zonas rurales del país (Magaña et al., 2007).

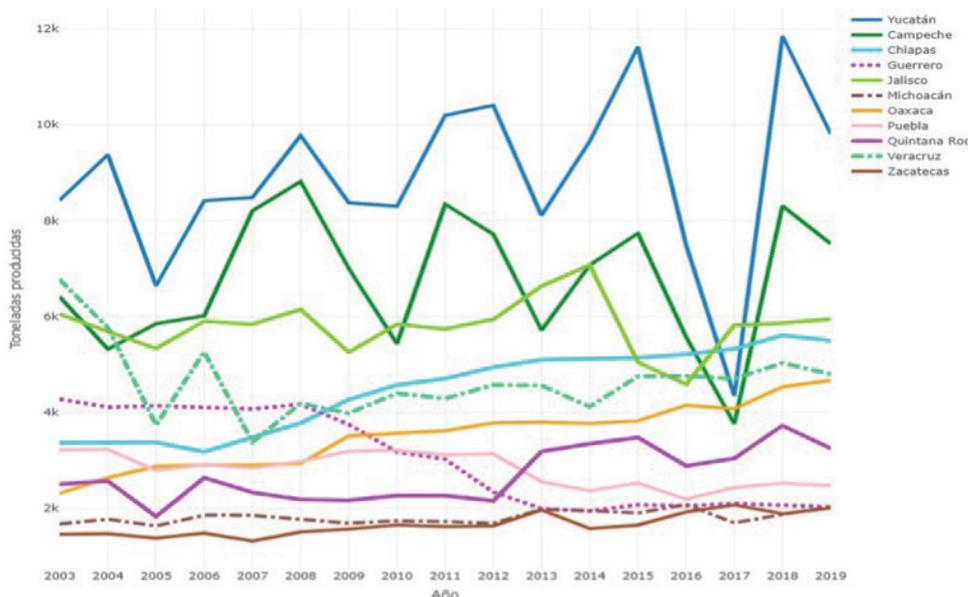


Figura 12. Estados de la República mexicana con mayor producción de miel durante el periodo 2003-2019

Fuente: Elaboración propia con datos del SADER (2023).

A pesar de ser considerado un país exportador, en el interior de la República existe un bajo consumo per cápita, estimado en 200 g por año, es decir, un habitante mexicano consume en promedio solo entre 10 y 12 cucharadas de miel al año, considerando que una cucharada mielera equivale a aproximadamente 17-20 g. Este consumo per cápita es significativamente inferior en comparación con otros países, como Alemania, donde el consumo de miel oscila alrededor de 1 kg per

cápita (Reyna-Fuentes, 2017). La brecha entre el bajo consumo de miel per cápita en México y el de otros países resalta la oportunidad de crecimiento y desarrollo en el mercado interno. Esto puede atribuirse a varios factores, como la falta de conciencia sobre sus beneficios, diferentes preferencias de consumo y una menor tradición de su uso en la gastronomía y la cultura local. Sin embargo, este bajo consumo per cápita también implica una gran oportunidad para promover la miel y educar a los consumidores mexicanos sobre sus beneficios y versatilidad. La miel es un producto natural, saludable y versátil que se puede utilizar en una amplia variedad de alimentos y preparaciones culinarias. Al aumentar la conciencia sobre su uso, es posible estimular un mayor consumo per cápita en el mercado interno (Baena et al., 2022).

Antecedentes de la apicultura en Tamaulipas

Tamaulipas se ubica en el noreste de México, limitando al sur con San Luis Potosí y Veracruz, al oeste con Nuevo León, al norte con los Estados Unidos de América y al este con el golfo de México. Es el estado con mayor biodiversidad en el norte de México, donde existen 14 tipos de ecosistemas que albergan a 1323 especies de plantas, 2 182 especies de artrópodos y 886 especies de vertebrados (CONABIO, 2008). Tamaulipas está integrado por 43 municipios, siendo Ciudad Victoria la capital del estado. De acuerdo con los datos obtenidos del Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera (SIAP, 2021), existen 23 municipios productores de miel que se ubican en el centro y sur del estado.

El comienzo de las actividades apícolas en Tamaulipas no se tiene bien documentado; sin embargo, considerando las fechas de los estados vecinos como Veracruz, San Luis Potosí y Nuevo León, probablemente fue durante el siglo XX. De igual forma, el primer artículo científico relacionado con la apicultura se publicó en 1989 y habla de la flora nectarífera (Villegas et al., 2000). No obstante, la mayor fuente de información apícola del estado se obtiene de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural a través de la plataforma del Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera (SIAP, 2021).

Con el apoyo de la información gubernamental a nivel nacional, durante el 2001 se publica el decreto de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable de la cual emanaron los Sistemas Producto, que para este caso involucraría al Sistema Producto Apícola constituido por el Comité Sistema Producto Apícola Nacional, el Comité Regional Sistema Producto Apícola y los Comités Estatales Sistema Producto Apícola y dentro de los cuales participaron representantes de diversos sectores involucrados en el área (DOF, 2021), con esto las actividades apícolas en Tamaulipas se fortalecieron. El sector apícola tamaulipeco se vuelve más

competitivo con la publicación y aplicación de Normas Oficiales Mexicanas como la NOM-145-SCFI-2001 (Información comercial - Etiquetado de miel en sus diferentes presentaciones), NMX-F-036-NORMEX-2006 (Alimentos - Miel - Especificaciones y Métodos de Prueba), NOM-004-SAG/GAN-2018 (Producción de miel y especificaciones), NMX-F-036-981 (Miel de abeja. Especificaciones) y los diferentes Manuales de Buenas Prácticas para la Producción de Miel en México.

Con la puesta en marcha de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable en 2001, el Congreso de Tamaulipas crea la Ley para el Fomento de la Apicultura en el Estado de Tamaulipas a través del decreto No. LVIII-870 el 17 de noviembre de 2004 (Periódico Oficial de Tamaulipas, 2016); en su artículo 1 establece que:

La presente ley tiene como objeto establecer las normas para la organización, protección, fomento, sanidad, desarrollo, tecnificación, industrialización y comercialización de la apicultura en el Estado; así como el fortalecimiento a las organizaciones de los productores de miel y a los sistemas de comercialización de los insumos y productos apícolas.

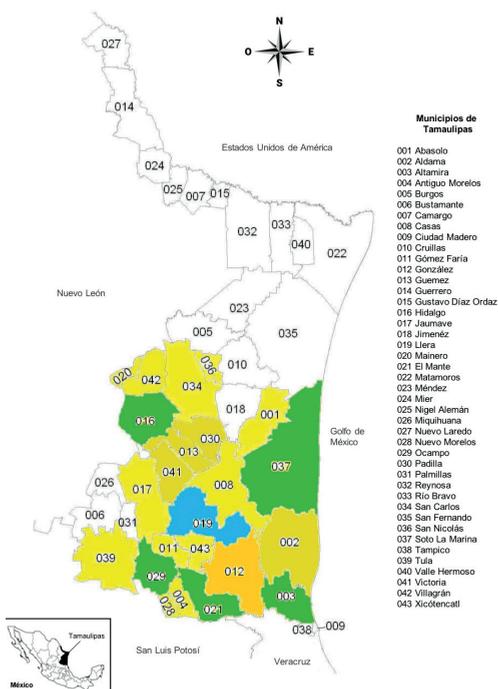


Figura 13. Municipios productores de miel en Tamaulipas en el 2021
Fuente: autoría de Francisco Reyes Zepeda.

Uno de los primeros esfuerzos interinstitucionales fue la publicación del Ordenamiento Sustentable de la Apicultura en Tamaulipas (González et al., 2012), donde participaron la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, ahora SADER), el Gobierno del Estado de Tamaulipas, el Comité Sistema Producto Apícola de Tamaulipas A.C., la Fundación Produce Tamaulipas A.C., y la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Posterior a ello, se ha fortalecido el apoyo gubernamental hacia los apicultores por medio de la gran oferta de capacitación a los productores en el Apiario Escuela establecido para este fin, programas de extensionismo y financiamiento para la adquisición de insumos para la alimentación de las abejas. De reciente creación se tiene la implementación de un programa de rescate de enjambres urbanos y su reubicación por parte de Protección Civil, así como la concienciación de la población sobre la importancia de la especie.



Figura 14. Concienciación infantil sobre la importancia de las especies de abejas
Fuente: Autoría de Said Hernández-Contreras.

Dentro de las actividades más recientes que ha realizado el gobierno del estado para reforzar la apicultura, se encuentra la realización del Primer Simposio Regional sobre la Apicultura en Tamaulipas 2023, donde se reiteró la importancia de trabajar en coordinación con instituciones académicas, del sector privado y productores; ya que esto permitirá que los resultados se potencialicen y que los beneficios para todos los que se dedican a esta actividad sean mayores (Gobierno del Estado de Tamaulipas, 2023).



Figura 15. Representantes de los sectores gubernamentales, productivos y académicos durante el Primer Simposio Regional sobre la Apicultura Tamaulipeca
Fuente: Foto tomada del Gobierno del Estado de Tamaulipas (2023).

La Universidad Autónoma de Tamaulipas desde hace años ha colaborado directamente con el sector apícola en diferentes actividades. Dentro de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia “Dr. Norberto Treviño Zapata” (FMVZ) ubicada en Victoria, en 2018 incluyó en su plan de estudios contenidos relacionados con manejo y producción apícola, estableciendo la asignatura de Medicina y Zootecnia Apícola como materia obligatoria, ya que anteriormente se impartía como optativa (UAT, 2019); de esta manera, la facultad reactivó el área de producción apícola en su posta zootécnica, en donde se realizan prácticas docentes, se desarrollan las competencias académicas de los estudiantes y se capacita a productores apícolas, con 80 colonias de abejas, 100 colmenas completas, 150 alzas adicionales disponibles, una sala de extracción de miel equipada, equipos de protección para el personal y equipos de trabajo, como ahumadores, entre otros (S. Hernández, comunicación personal, 19 de julio del 2023).

Como complemento de las actividades, los estudiantes participan en visitas a otros centros de producción privados en la región centro del estado. También se ofrecen servicios de diagnóstico, tratamiento de enfermedades de las abejas y asesoría o capacitación a productores, además se tiene un convenio con Protección Civil del estado para capacitar a su personal en el manejo de enjambres urbanos para su conservación y reubicación; en los centros educativos de la localidad, el personal y los estudiantes imparten cursos a niños y jóvenes sobre la actividad apícola y el papel que desempeñan las abejas en su entorno.



Figura 16. Personal y estudiantes de la FMVZ impartiendo curso de concienciación sobre la importancia de la apicultura a niños de escuelas de la localidad y personal de Protección Civil recibiendo capacitación en la FMVZ

Fuente: Fotos de Said Hernández-Contreras.

El área apícola de la FMVZ mantiene una producción promedio de 32 kg de miel por colmena por año, la cual se comercializa en la tienda de la UAT, incursionando en la elaboración de productos *gourmet*. De igual forma, en la Unidad Académica Multidisciplinaria Mante, ubicada al sur del estado, existe un grupo de investigadores que en los últimos años ha empezado a trabajar con meliponicultura, logrando la participación de pequeños productores y mujeres rurales (Torres de los Santos et al., 2023).



Figura 17. Productos comercializados en la tienda de la Universidad Autónoma de Tamaulipas

Fuente: Fotos de Said Hernández-Contreras.

Producción de miel en Tamaulipas

La actividad apícola en Tamaulipas ha crecido a través del tiempo. González et al. (2012) mencionan que en el año 2000 se tenían registros de 14 069 colmenas, para el 2008 se contabilizaban 17 764 y que para el 2012 se habían incrementado a 25 862 colmenas. En cuanto a la producción de miel, también se observa un incremento en la producción estatal y nacional en los últimos años (SIAP, 2023).

Tabla 9. Producción de miel en Tamaulipas y a nivel nacional durante el periodo de 2017 a 2021

Año	Producción de miel (toneladas o miles de litros)	
	Tamaulipas	Nivel Nacional
2017	693.92	51 064.00
2018	855.37	64 253.00
2019	607.76	54 165.27
2020	708.88	61 985.97
2021	754.43	62 078.97
Total	3620.35	293 548.18

Fuente: SIAP (2023).

No obstante, si se toma como referencia la producción del 2021, se observa que, pesar de tener una buena producción de miel en el estado, esta apenas representa el 1.2 % de lo que se produce en México. Tamaulipas se ubica en el lugar 17 de producción nacional, pero es el primer lugar de los estados del norte del país, por encima de Baja California, Chihuahua, Coahuila, Durango, Sinaloa, Sonora, Nuevo León (SIAP, 2023).

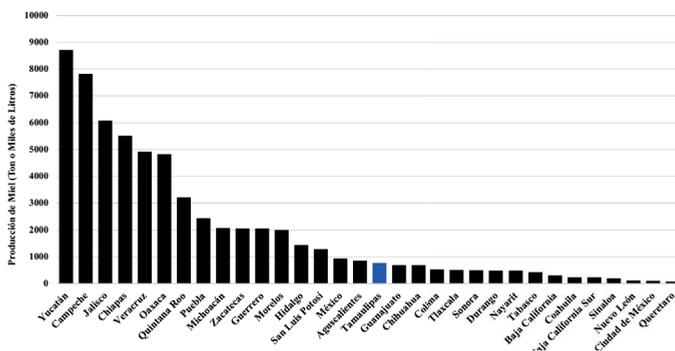


Figura 18. Producción de miel por estados durante el año 2021

Fuente: SIAP (2023).

La producción de miel dentro del estado tuvo una distribución diferencial durante el 2021. El municipio de Llera de Canales es el principal productor, seguido de Victoria, Padilla, González, Aldama y Güémez, que en su conjunto representan el 68.8 % de la producción estatal de miel. Para el 2022, la producción de miel se estimó en 799 toneladas. Tamaulipas cuenta con una población de colmenas de 18 142 unidades; la mayoría se encuentra en Llera de Canales, lo que corresponde a los porcentajes de producción de miel (SADER, 2023).

Tabla 10. Producción de miel por municipios de Tamaulipas durante el 2021

No.	Municipio	Producción en Ton/año
1	Llera de Canales	261.25
2	Victoria	64.92
3	Padilla	63.45
4	González	47.38
5	Aldama	41.39
6	Güémez	41.06
7	Altamira	30.11
8	El Mante	27.83
9	Soto La Marina	25.29
10	Hidalgo	25
11	Ocampo	24.9
12	Mainero	17.46
13	Nuevo Morelos	16.41
14	Villagrán	16.26
15	San Carlos	13.65
16	Antiguo Morelos	9.21
17	Abasolo	8.01
18	Jaumave	4.8
19	Casas	4.6
20	Tula	3.94
21	Xicoténcatl	2.73
22	San Nicolás	2.59
23	Gómez Farías	2.12

Fuente: SIAP (2023).

En Llera de Canales, se estima que existen alrededor de 12 000 colmenas, lo que representa aproximadamente el 66.1 % del total de colmenas en Tamaulipas. Este municipio destaca como centro de producción apícola en el estado, gracias al clima y a las condiciones propicias para la apicultura, lo que ha impulsado a la apicultura en la región (González et al., 2012). Además de Llera de Canales, las colmenas restantes se distribuyen en Victoria, Padilla, Jaumave, Soto la Marina, Hidalgo,

Aldama, González y Ocampo, municipios que contribuyen en menor medida que Llera de Canales (Reyna, 2017).

Estos municipios han sido identificados como áreas ideales para la apicultura debido a su clima favorable y su diversidad de vegetación. El clima de la región ofrece las condiciones adecuadas para el desarrollo de colonias de abejas saludables y productivas, con temperaturas moderadas y una buena disponibilidad de recursos florales durante gran parte del año. Además, la variedad de flores y plantas presentes en estos municipios proporciona a las abejas una amplia gama de opciones para recolectar néctar y polen, lo que se traduce en una miel de alta calidad y sabores distintivos (Villegas et al., 2000; González et al., 2020). La importancia de estos municipios en la producción apícola se refleja en el valor económico que generan. Se estima que la producción anual de miel en Tamaulipas tiene un valor aproximado de 34 millones de pesos. Esta cifra resalta la relevancia económica y el impacto positivo que la apicultura tiene en la región, generando empleo, ingresos y contribuyendo al desarrollo local (SADER, 2023).

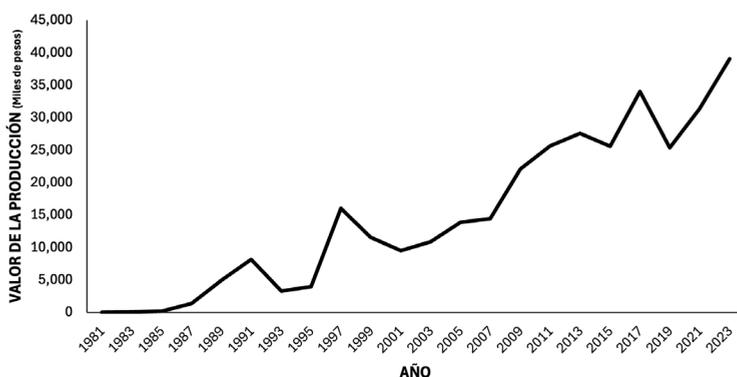


Figura 19. Histórico del Valor de la producción miel en Tamaulipas

Fuente: SADER (2023).

Plantas nectaríferas y poliníferas en Tamaulipas

Tamaulipas cuenta con una amplia diversidad de paisajes, desde la Planicie Costera Nororiental hasta la Sierra Madre Oriental. Su vegetación comprende 20 tipos diferentes, incluyendo selvas, bosques y áreas agrícolas. La distribución de tierras incluye hectáreas para agricultura de riego, de temporal, forestales, ganaderas y otros usos. Esta variedad de paisajes y actividades económicas refleja la riqueza natural y la diversidad de Tamaulipas (Villegas et al., 2000).

La diversidad vegetal de interés apícola en Tamaulipas reportada comprende un total de 215 especies, que pertenecen a 173 géneros y 60 familias de plantas vasculares. Destaca la familia Fabaceae (tradicionalmente conocida como Leguminosae) con 35 especies (16.28%), seguida por Asteraceae con 26 especies (12.09%). Solo 11 familias concentran más del 50% de la riqueza de géneros y especies de la flora apícola en el estado. Los géneros más prominentes son Acacia, con 6 especies, y Croton y Mimosa, con 5 especies cada uno. La mayor oferta floral es de especies nativas o naturalizadas (González et al., 2020).

Tabla 11. Familias y géneros de la flora apícola reportada en Tamaulipas

Familias	Géneros	%	Especies	%
Fabaceae	22	12.72	35	16.28
Asteraceae	21	12.14	26	12.09
Convolvulaceae	5	2.89	9	4.19
Euphorbiaceae	5	2.89	9	4.19
Malvaceae	6	3.47	9	4.19
Lamiaceae	6	3.47	8	3.72
Rutaceae	6	3.47	7	3.26
Boraginaceae	3	1.73	5	2.33
Sapindaceae	5	2.89	5	2.33
Scrophulariaceae	3	1.73	5	2.33
Verbenaceae	5	2.89	5	2.33
Subtotal	87	50.29	123	57.21
Restantes (49)	86	49.71	92	42.79
Total	173	100	215	100

Fuente: González et al. (2020).

Se ha observado una tendencia a la disminución de floraciones durante las épocas más frías del año en Tamaulipas. En primavera se han registrado 355 especies en floración, en verano 364, en otoño 288 y en invierno 233. Al evaluar cada mes del año, junio ha destacado como el mes con mayor cantidad de especies en floración, con un total de 130 especies disponibles, mientras que diciembre es el mes con menor oferta floral, con solo 64 especies (González et al., 2020).

Características de la miel Tamaulipeca y sus derivados

La miel producida en Tamaulipas es reconocida por su sabor y calidad. En esta región se obtienen diferentes variedades de este edulcorante natural, pero destacan la miel de azahar, proveniente de las delicadas flores cítricas, la miel de mezquite y la miel multiflora; cada una de estas variedades posee características distintivas,

y algunos productores han empezado a obtener miel de mangle (N. Picazo, comunicación personal, 29 de junio del 2023).

Las mieles de azahar, mezquite y multiflora capturan la esencia de la flora de la zona y exhiben perfiles de sabores distintivos. La miel de azahar es un líquido de color ámbar claro, de sabor dulce, consistencia espesa 100 % miel pura de abeja. Se recolecta en lugares cuyos cultivos son las flores provenientes de la familia de los cítricos (naranja, mandarina, limonero, toronja, etcétera); con características especiales que le permiten tener un distinguido aroma y sabor, provenientes principalmente de la región citrícola centro de Tamaulipas, recolectadas después de la época de floración de esta especie vegetal inducida.

Por otro lado, la miel de mezquite, con su cálido color dorado, ofrece una experiencia gustativa más intensa, con notas tostadas y un característico matiz terroso que refleja la esencia de los árboles de mezquite. Mientras que la miel multiflora, de tono más oscuro y profundo, es una combinación de múltiples néctares y polen recolectados de diversas flores silvestres, resultando en un equilibrio perfecto de sabores y aromas. Finalmente, la miel de mangle que se obtiene de la región del litoral, donde se encuentra una fuente de floración importante y escasamente explotada, produce una miel con un sabor característico, ya que proviene de los apiarios que se encuentran en la costa tamaulipeca. De los cuatro tipos de miel la mejor valorada es la de azahar, ya que en el mercado alcanza mejores precios; sin embargo, de acuerdo con los productores apícolas, las características nutricionales de los diferentes tipos de miel son muy similares, ya que la rica variedad de flora y el clima propicio de la región proveen a las abejas las condiciones ideales para crear una miel nutritiva y de calidad (González et al., 2020), por lo cual es importante realizar estudios bromatológicos y fisicoquímicos (DOF, 2018) para determinar las propiedades nutricionales de cada tipo de miel.

La proporción del polen en la miel está directamente relacionada con el tipo de vegetación, y el periodo de floración de las plantas. Los productores apícolas de la región centro del estado mencionan que la temporada de floración inicia a mediados de enero con el huizache y abarca hasta el 30 de marzo, empalmándose con la de mezquite y esto es en las huertas citrícolas, al igual que la de aguacate. Para productores que se mueven del cítrico a la multiflora, la temporada inicia en enero y se prolonga hasta marzo, abril y mayo (N. Picazo, comunicación personal, 29 de junio del 2023).

Dentro de los subproductos derivados de la miel se encuentran el polen, propóleos, jalea real, vino de miel. También se hace uso de venenos para apiterapia; uso de la jalea real para fines cosméticos dirigidos a la producción de cremas antiarrugas, *shampoo* para pelo, cremas de extracto de polen, perfume sólido, crema

hidratante, espuma para peinar, gel de manos, jabones, etcétera. Uso de la miel para aplicaciones medicinales como antigripales y bucofaríngeas en preparados con limón, leche, bebidas, su acción cicatrizante, laxante, sedativa, antibiótica, antidiarreica, para tratar gastritis, úlceras y afecciones oftalmológicas (Hernández y Bustos, 2022). Todos estos productos son comercializados en ferias estatales y en los negocios particulares de los productores.



Figura 20. Subproductos derivados de la miel y comercializados por productores apícolas Tamaulipecos

Fuente: fotos de Said Hernández-Contreras.

Mercado de la miel tamaulipeca

La Unión Europea se ha consolidado como el principal importador mundial de miel. Con un promedio anual de alrededor de 200 mil toneladas, esta región muestra una alta demanda de este producto natural. Se estima que aproximadamente la mitad de esta importación proviene de China, mientras que alrededor del 40 % tiene su origen en México (Reyna, 2017).

Esta alta demanda de miel en la Unión Europea, se debe a la creciente conciencia sobre los beneficios para la salud y el valor nutricional de la miel como producto natural. Los consumidores europeos buscan más opciones de miel de alta calidad y diversidad de sabores. Además, la Unión Europea ha establecido estándares y regulaciones estrictos para la importación de miel, asegurando la calidad y autenticidad del producto (Council Directive, 2001). Esto ha llevado a que los países exportadores, como China y México, se esfuercen por cumplir con estos estándares para mantener su posición en el mercado europeo. En 2015, México registró exportaciones de miel muy significativas y favorables para la economía del país. Las exportaciones de miel alcanzaron las 45 mil toneladas y generaron un valor de 150 millones de dólares. La producción de miel en México durante ese año

fue de 61 881 toneladas, lo que indica que una parte considerable de la producción se destinó a la exportación. Esto demuestra el papel destacado que juega México como un importante exportador de miel a nivel mundial (SEDAR, 2023).

Entre los destinos principales de la miel mexicana en el mercado internacional se encuentran países como Alemania, Inglaterra y Estados Unidos. Estos países representan mercados importantes debido a su demanda de miel de alta calidad. Alemania, en particular, ha mostrado un fuerte interés en la miel mexicana, siendo uno de los principales importadores. Además, Estados Unidos, como uno de los mayores consumidores de miel a nivel mundial, también ha sido un destino clave para las exportaciones mexicanas (Magaña et al., 2016). Durante el primer semestre de 2018, la exportación de miel mexicana experimentó un incremento significativo del 11.73 % en comparación con el mismo periodo del año anterior. El valor total de las exportaciones de miel alcanzó los 71 millones de dólares, en comparación con los 63 millones de dólares registrados en el primer semestre del año pasado. Este aumento se atribuye a las políticas públicas implementadas por el sector agrícola y al esfuerzo de los productores apícolas nacionales. Según estimaciones del Banco de México, las ventas de miel alcanzaron los 105 millones de dólares durante el año 2017. Este logro demuestra la relevancia y la demanda creciente de la miel mexicana en los mercados internacionales (SEDAR, 2023).

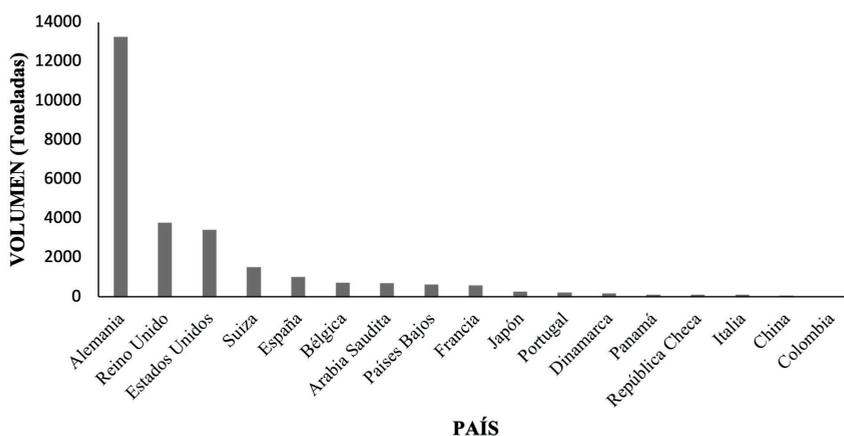


Figura 21. Volumen de exportaciones de miel durante 2019

Fuente: SEDAR (2023).

La exportación de miel es un factor importante en la economía nacional de México, al generar ingresos y contribuir al equilibrio de la balanza comercial. México se ha posicionado como uno de los mayores exportadores de miel orgánica en el mundo y

esto refuerza la imagen del país como productor de miel de alta calidad, cultivada de manera sostenible y respetuosa con el medio ambiente. La demanda de miel orgánica está en constante crecimiento, lo que proporciona oportunidades adicionales para los apicultores mexicanos en el mercado global (Magaña et al., 2016).

En Tamaulipas, la producción promedio de miel al año asciende a 731 t. La cosecha se lleva a cabo en tres periodos de recolección que abarcan diferentes meses del año. Los apicultores de la región trabajan durante los meses de marzo-abril, mayo-junio y septiembre-octubre para recolectar el néctar de las flores y transformarlo en miel (SADER, 2018, 2023).

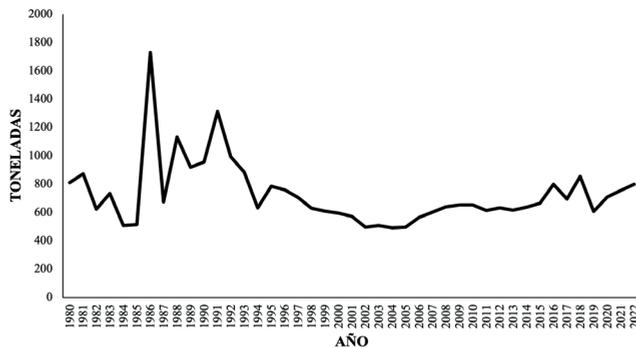


Figura 22. Histórico de la producción de miel en Tamaulipas
Fuente: SADER (2023).

En promedio, cada colmena cosechada tiene un rendimiento de 18 kg de miel. Sin embargo, una sola colmena puede proporcionar 45 kg de miel de alta calidad (SADER, 2023). Algunos productores de miel optan por promover la venta de su producto envasado en litros y medios litros en el mercado local. Esta estrategia les permite llegar a un público más amplio y ofrecer opciones de compra más accesibles para los consumidores. El precio promedio de la miel envasada en litros se estima en \$120 MXN. Este precio puede variar dependiendo de factores como la calidad, el origen y el método de producción, así como la demanda y la competencia en el mercado local. El precio puede fluctuar en función de diversos factores, como la oferta y la demanda, la temporada de cosecha y otros factores externos (Reyna, 2017; SADER, 2018).

La venta de miel envasada en litros y medios litros permite a los consumidores adquirir la cantidad deseada según sus necesidades y preferencias. Además, el envasado en recipientes más grandes también puede resultar atractivo para aquellos que la utilizan de manera regular o para fines comerciales, como restaurantes,

cafeterías o panaderías. La elección de envasar la miel en litros y medios litros también puede estar relacionada con la presentación y el etiquetado del producto. El envase adecuado, junto con una etiqueta informativa y atractiva, puede ayudar a los productores a diferenciar su miel y atraer la atención de los consumidores en el mercado local. Estos datos reflejan la dedicación y el esfuerzo de los apicultores tamaulipecos, así como la productividad y eficiencia de sus colonias de abejas. Cada colmena se convierte en una pequeña fábrica natural que trabaja en perfecta sincronización para recolectar néctar y transformarlo en miel. Este rendimiento excepcional es una prueba del compromiso de los apicultores y la próspera biodiversidad de Tamaulipas, donde las abejas tienen acceso a una amplia variedad de flores y recursos naturales para producir miel de la más alta calidad (Barrón et al., 2020).

Se tiene clara la evidencia del enorme potencial apícola de Tamaulipas como destacado productor de miel en México. Además de satisfacer la demanda local, la miel de Tamaulipas ha llamado la atención de compradores más allá de las fronteras estatales, sobre todo en las regiones de Aguascalientes y Nuevo León. Incluso, se ha consolidado como un producto altamente valorado en los mercados internacionales, donde su exportación ha sido un éxito rotundo, en especial en el mercado europeo. La creciente demanda de la miel de Tamaulipas fuera de la región es un testimonio del reconocimiento y la apreciación de su calidad excepcional. Los compradores nacionales e internacionales buscan esta miel por su sabor distintivo, su pureza y su origen local (Reyna, 2017).

La exportación exitosa de la miel de Tamaulipas a Europa, en particular, es un hito que destaca la calidad y el atractivo de este producto en los mercados internacionales más exigentes. Europa es conocida por su aprecio hacia los productos naturales y orgánicos, y el hecho de que la miel de Tamaulipas haya ganado aceptación en este mercado es un testimonio de su excelencia. Este éxito en los mercados internacionales no solo beneficia a los apicultores de Tamaulipas, sino que también contribuye al desarrollo económico de la región y del país en su conjunto. La exportación de la miel genera ingresos adicionales, fomenta el crecimiento de la industria apícola y promueve la imagen positiva de México como productor de alimentos de alta calidad (Barrón et al., 2020; Magaña et al., 2016).

El trabajo apícola en Tamaulipas tiene un impacto positivo en la economía local y es fundamental en la preservación del medio ambiente y la biodiversidad. La apicultura sostenible desempeña una función vital en la polinización de las plantas de algunas regiones, y contribuye a la reproducción de especies vegetales y al equilibrio de los ecosistemas (González et al., 2020).

La miel de Tamaulipas satisface la demanda local, asimismo, es cotizada por compradores de Aguascalientes y Nuevo León, principalmente. Estas regiones se encargan de acopiar la miel para su posterior exportación a Europa, donde se ha ganado un lugar destacado en el mercado internacional (SADER, 2018). El valor y la calidad de la miel de Tamaulipas se reflejan en los precios promedio de venta en áreas rurales. La miel de azahar y mezquite, con sus características y sabores únicos, se comercializan a un precio promedio de alrededor de \$ 65 pesos por kilo. Estas variedades de miel, apreciadas por su claridad y sus perfiles de sabor distintivos, reflejan el trabajo y el cuidado dedicados por los apicultores de la región (SADER, 2023).

Por otro lado, la miel multiflora, con su tonalidad más oscura y su equilibrado sabor proveniente de una variedad de néctares, alcanza un precio promedio de \$42 pesos por kg. Aunque tiene un precio ligeramente más bajo que las variedades de azahar y mezquite, sigue siendo valorada por los consumidores locales y los compradores internacionales. Los precios anteriores reflejan el valor intrínseco de la miel de Tamaulipas y son el resultado del arduo trabajo y la dedicación de los apicultores en su producción. Cada gota de miel es el resultado de la laboriosa recolección de néctar por parte de las abejas y el cuidadoso manejo de las colmenas por parte de los apicultores (Hernández y Bustos, 2022).

La demanda creciente de la miel de Tamaulipas, tanto a nivel nacional como internacional, es un testimonio de la calidad excepcional de este producto. Además, estos precios reflejan la confianza que los compradores tanto a nivel nacional como internacional tienen en la calidad y autenticidad de la miel de Tamaulipas (Barrón et al., 2020; Reyna, 2017).

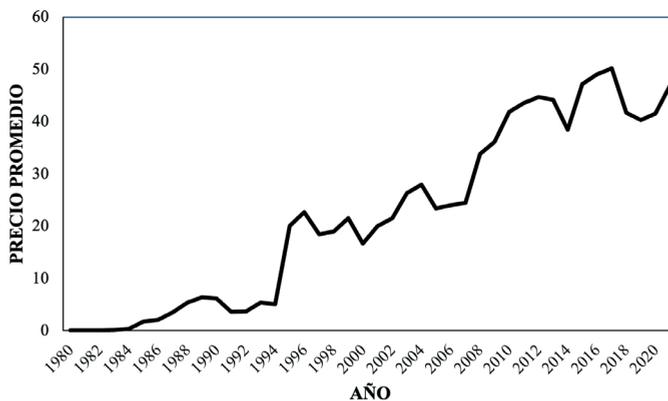


Figura 23. Precio promedio histórico de la miel en Tamaulipas

Fuente: SADER (2023).

Rentabilidad de la miel Tamaulipeca

Una familia que posee 250 colmenas activas en su apiario registra una producción anual de 8825 kg de miel. Al vender el 100 % de su producción a empresas apícolas obtendrá un ingreso bruto de \$ 573 625 pesos. Este ingreso bruto refleja el valor de la miel producida por la familia y vendida a las empresas compradoras. Este cálculo se basa en el precio de venta al mayoreo y no incluye los costos de producción, comercialización y otros gastos asociados (Reyna, 2017).

Para evaluar la rentabilidad del negocio, sería necesario considerar los costos involucrados en la producción apícola, como los gastos en alimentación de las abejas, cuidado de las colmenas, mano de obra, equipos y suministros, entre otros. Estos costos variarán dependiendo de diversos factores, como la ubicación geográfica, el tamaño del negocio y las prácticas de manejo utilizadas (Baena et al., 2022). Además, es fundamental llevar a cabo una gestión administrativa adecuada en cualquier empresa apícola, con las etapas de planificación, organización, dirección y control, con el fin de asegurar la eficiencia y el éxito del negocio. Esto implica establecer metas claras, organizar los recursos de manera eficiente, dirigir las actividades de manera efectiva y monitorear los resultados para realizar ajustes si es necesario (Magaña et al., 2016).

Dentro de esta evaluación de la rentabilidad, también es importante considerar los efectos del cambio climático; ya que las prolongadas sequías pueden afectar la floración de las plantas utilizadas por las abejas para la producción de miel, lo que podría impactar negativamente en los volúmenes de producción. Castellanos et al. (2016) encontraron que las afectaciones pueden ser directas o indirectas. Las de orden directo conllevan a respuestas intra-específicas de las especies de plantas, como la movilidad espacio temporal hacia latitudes más elevadas y a la dinámica poblacional de las colonias de abejas; mientras que los cambios indirectos incluyen un sentido económico y social por el riesgo de la rentabilidad a consecuencia del incremento en las prácticas de adaptación, desembocando en un posible abandono de la actividad. Es importante plantear estrategias de adaptación y mitigación en las actividades de este sector primario que permitan reducir el riesgo y la vulnerabilidad a esos cambios (IPCC, 2014). Una estrategia que podría utilizarse en Tamaulipas es la propuesta por Garay (2016), quien entrevistó y aplicó cuestionarios a apicultores de Costa Rica, encontrando que las medidas de adaptación identificadas en este sector corresponden a medidas adoptadas a partir de los saberes de las comunidades y apicultores de las provincias y no bajo un sistema de capacitación o difusión científica sobre el cambio climático en el sector. Es importante combinar e incluir ambos conocimientos en proyectos o programas para impulsar el desarrollo y gestión sostenible de la apicultura tamaulipeca como estrategia de adaptación al cambio climático.

Apicultores y unidades de producción

En México, la actividad apícola se lleva a cabo en terrenos de diferentes categorías, que incluyen terrenos ejidales, comunales y privados. Estas categorías reflejan la propiedad y el régimen de tenencia de la tierra en la que se desarrolla la apicultura (SEDAR, 2023). La concentración de la actividad apícola en los municipios del estado también ha impulsado la formación de asociaciones y cooperativas de apicultores, promoviendo la colaboración y el diálogo de saberes entre los productores. Estas organizaciones desempeñan un papel importante en la promoción y comercialización de la miel de Tamaulipas, tanto a nivel local como en otros mercados (Barrón et al., 2020).

La apicultura en Tamaulipas genera empleo a aproximadamente mil personas en diferentes roles y funciones; alrededor de 300 son mujeres que han encontrado una oportunidad significativa de empleo y participación en esta industria (Reyna, 2017; SEDAR, 2018). La participación de las mujeres en la apicultura no solo contribuye a la diversidad y equidad de género en el sector, sino que también demuestra su capacidad y talento en el manejo de las colmenas y la producción de miel. Su presencia y contribución en la apicultura tamaulipeca son fundamentales para el crecimiento y desarrollo de esta actividad (Torres de los Santos, 2023).

Además del aspecto económico y laboral, el crecimiento del inventario apícola en Tamaulipas y la activa participación de las personas en el sector son testimonio del compromiso y el interés en la apicultura sostenible y responsable. Los apicultores de Tamaulipas, tanto mujeres como hombres, trabajan para garantizar el bienestar de las abejas y el cuidado de sus colmenas, promoviendo prácticas que contribuyen a la preservación del medio ambiente y la biodiversidad (Barrón et al., 2020; Hernández y Bustos, 2022).

La producción de miel y otros productos apícolas dependen en buena medida de las condiciones agroecológicas; también influyen en su producción aspectos sociales, económicos y tecnológicos de los productores, así como sus sistemas de producción. Es importante entender cómo estos aspectos influyen en los procesos productivos para generar información que apoye la toma de decisiones que contribuyan al desarrollo de esta actividad. Para ello, existe una amplia gama de métodos y técnicas para caracterizar y clasificar los sistemas de producción agrícolas y pecuarios (Duvernoy, 2000; Kolbrich 2003).

La clasificación de los productores apícolas a nivel mundial considera tres categorías: pequeños, medianos y grandes (Vélez, 2016), por el tamaño de la unidad de producción (número de colmenas) que coincide con un estudio realizado para apicultores del estado de Sao Paulo, Brasil, que menciona que los apicultores pequeños tienen de 10 a 50 colmenas, los medianos de 51 a 200 colmenas y los

grandes más de 200 colmenas (Fachini, 2010). En cambio, el criterio de clasificación por nivel tecnológico en dos niveles: bajo e intermedio, difiere de lo planteado por otro estudio para apicultores en México (Contreras, 2013), en donde se indica que existen tres tipos de apicultores: tecnificados, semitecnificados y tradicionales; pero coincide con lo reportado para la apicultura del estado de Ceará, Brasil en donde existen apicultores con nivel tecnológico bajo y medio (De Freitas, 2013).

En Tamaulipas es muy marcado este contraste, tal como lo señalan los estudios anteriores, los pequeños apicultores trabajan en empresas familiares donde intervienen los proveedores del hogar, con distintos niveles de tecnificación, hasta los asociados en cooperativas que cuentan con potencial para acopio y exportación de productos, entre las que destacan las ubicadas en los municipios de Padilla, Victoria, Güemes y Llera (N. Picazo, comunicación personal, 29 de junio del 2023).

Una experiencia exitosa que se dio entre apicultores y el sector empresarial fue en el 2018, donde 19 productores organizados de la zona centro de Tamaulipas y sus familias en coordinación con la SAGARPA a través de la Comisión Nacional de las Zonas Áridas (CONAZA) en su Programa de Apoyos a Pequeños Productores en su Componente Desarrollo Zonas Áridas mejoraron el desarrollo del sistema producto apícola en los rubros de extracción, acopio y comercialización de miel y otros productos, con el fin de incrementar la rentabilidad y presentación comercial de la producción de miel, la empresa Gestión de Agroproyectos y Proveedor de Servicios Integrales de Tamaulipas S.A. de C.V. (GAPSIT), por medio del proyecto *Centro de extracción y acopio de miel de la zona centro de Tamaulipas* localizado en el ejido Alto de Caballeros Municipio de Victoria, Tamaulipas, donde obtuvieron financiamiento para la puesta en marcha, seguimiento y cursos de capacitación (S. Hernández, comunicación personal, 19 de julio del 2023). Entre las principales obras y acciones se encuentran: la construcción de una nave para acopio, extracción y envasado de miel grado alimenticio, así como su equipamiento. También se realizaron cursos y talleres para los productores y sus familias con el fin de inducir la adopción de nuevas tecnologías y conocimientos a través de las estrategias de extracción y envasado de productos, así como normatividad técnica en inocuidad y buenas prácticas relacionadas con la actividad enfocadas en nutrición proteínica, control biológico de varroasis y comercialización de productos apícolas. Con estos temas se fortalecieron las prácticas productivas en los apiarios y la comercialización a gran escala de productos derivados de esta actividad.



Figura 24. Capacitación a apicultores, equipamiento y estrategias de comercialización derivados del proyecto gestionado por GAPSIT en 2018

Fuente: Fotos de Said Hernández-Contreras.

Sistemas de manejo integral sustentable de la colmena

La apicultura sostenible practicada en algunas regiones de Tamaulipas se realiza de manera respetuosa con el medio ambiente y se enfoca en mantener la salud y el bienestar de las abejas y sus hábitats naturales. Los apicultores cuidan de sus colmenas y trabajan en armonía con la naturaleza, evitando el uso excesivo de productos químicos y pesticidas, ya que se ha reportado que el uso de agroquímicos a base de glifosato daña a las abejas y puede afectar la calidad de la miel (Chaves et al., 2020).

Al promover la apicultura sostenible, los apicultores de Tamaulipas también contribuyen a la conservación de la biodiversidad. La presencia de colmenas en la región fomenta la preservación de los ecosistemas locales. Ya que las abejas buscan néctar y polen en una amplia variedad de plantas, lo cual ayuda a mantener la diversidad de especies vegetales y asegura la supervivencia de las plantas nativas, incluidas aquellas en peligro de extinción. Además, al mantener poblaciones saludables de abejas y preservar los hábitats naturales, se crea un entorno propicio para otras formas de vida, como aves, insectos y mamíferos que dependen de la polinización y la disponibilidad de recursos naturales (González et al., 2020).

Derivado de la capacitación y tecnificación que han tenido algunos apicultores, recientemente han empezado a realizar actividades en un rubro poco explorado, pero de gran importancia en la apicultura tamaulipeca: la polinización de cultivos, que representa una derrama económica considerable y sobre todo agroecológica. Esta actividad genera ingresos para los apicultores y además cierta especialización en los productos obtenidos, como ejemplo la miel de azahar obtenida de la polinización de cítricos en el centro norte del estado (Hernández y Bustos, 2022).

Un poco más hacia el sur del estado, en la región de valle del Bernal, los apicultores están trabajando en colaboración con los productores agrícolas para la polinización dirigida hacia ciertos cultivos por lo que se desplazan las colmenas a esas regiones.



Figura 25. Polinización de cultivos en el valle del Bernal

Fuente: Fotos de Oscar Martínez Pérez.

Derivado de las repercusiones del cambio climático en los sistemas de producción apícola, en Tamaulipas como en otras latitudes, las colmenas padecen épocas de estiaje, por lo que una de las prácticas de manejo integral es la suplementación alimenticia, que va desde jarabes azucarados simples hasta pastas elaboradas para dicho fin, lo que representa una erogación importante para los apicultores. Aquí el apicultor elabora dietas con distintas finalidades, por ejemplo, la de tipo energético, administrada poco antes del inicio de la floración para estimular la postura y fortalecer la colmena. Otra vertiente es la de alimentación de mantenimiento, donde se suministran proporciones de agua y azúcar en relación 1:2 (1 de agua, 2 de azúcar), la cual se utiliza para el fortalecimiento de las colmenas y mantener su población; se implementa cuando hay reducción de polen y néctar (Avilez, 2019).

En relación con este tema, en el área de extensionismo apícola en Tamaulipas, el Apiario Escuela ubicado en Ciudad Victoria, se ofertan capacitaciones y apoyos para la adquisición de insumos que los apicultores locales pueden aprovechar de manera eficiente.



Figura 26. Capacitación a apicultores en elaboración de suplementos para la alimentación de las abejas durante el proyecto gestionado por GAPSIT

Fuente: Fotos de Said Hernández-Contreras.

De igual forma, otros apicultores con mayor tecnificación en sus unidades de producción han empezado a desarrollar nuevas metodologías para incrementar la producción en sus colmenas (Barrón et al., 2020; Hernández y Bustos, 2022), así como lograr una buena genética en las abejas, proveer una buena alimentación, tener un buen manejo de la colmena, una buena sanidad y administración (N. Picazo, comunicación personal, 29 de junio del 2023).

Conclusión

Tamaulipas cuenta con condiciones vegetativas propicias para la producción de miel. La diversidad de flora y los climas variados en la región ofrecen un entorno óptimo para el desarrollo de las colmenas y la producción de néctar, elemento fundamental para la fabricación de la miel.

A pesar de las condiciones favorables, el número actual de colmenas en Tamaulipas representa solo una fracción de la capacidad floral disponible. Este hecho sugiere un potencial significativo de crecimiento en la actividad apícola, ya que hay recursos florales disponibles que aún no se están aprovechando en su totalidad.

El crecimiento de la actividad apícola en Tamaulipas tiene un impacto directo en la economía local. La producción de miel genera ingresos para los apicultores y sus familias, así como oportunidades de empleo en las comunidades rurales. Además, la venta de subproductos contribuye a diversificar las fuentes de ingresos de los apicultores. Ofrece una variedad de servicios y subproductos además de la miel. La polinización de cultivos, la cría y venta de abejas reinas, así como la

comercialización de subproductos como el polen, el propóleo y la jalea real, son actividades que generan ingresos adicionales para los apicultores y contribuyen a la sostenibilidad económica del sector.

La apicultura no solo tiene un impacto económico, sino también ambiental. La polinización realizada por las abejas es crucial para la producción agrícola, lo que aumenta la productividad de los cultivos y mejora la calidad de los productos. Además, la actividad apícola puede contribuir a la conservación de la biodiversidad al promover la preservación de hábitats naturales.

El cambio climático extremo y las variaciones en los patrones de floración afectan la actividad apícola tamaulipeca, la disponibilidad de néctar y polen, y la producción de miel y otros productos apícolas. El abordar estos desafíos garantizará la sostenibilidad a largo plazo de la actividad apícola en Tamaulipas. Por ejemplo:

- a) Implementar prácticas de manejo apícola que ayuden a mitigar los efectos del cambio climático, como la diversificación de fuentes de agua para las abejas durante períodos de sequía y la selección de razas de abejas más resistentes a condiciones climáticas extremas;
- b) Promover la conservación y restauración de hábitats naturales, como bosques y áreas de vegetación nativa, que son fundamentales para proporcionar alimento y refugio para las abejas y otros polinizadores;
- c) Fomentar el uso de buenas prácticas apícolas, como la rotación de colmenas para evitar la sobreexplotación de recursos florales en áreas específicas, el uso responsable de pesticidas y la implementación de técnicas de manejo que reduzcan el estrés en las colonias de abejas;
- d) Proporcionar educación y capacitación continua a los apicultores sobre nuevas técnicas y tecnologías en apicultura sostenible, y sobre los impactos del cambio climático en la actividad apícola y cómo adaptarse a estos cambios;
- e) Invertir en investigación y desarrollo de variedades de plantas más resistentes al cambio climático y que sean atractivas para las abejas, así como en la mejora genética de las propias abejas para aumentar su resistencia a enfermedades y estrés ambiental;
- y f) Fomentar la colaboración entre instituciones gubernamentales, organizaciones no gubernamentales, investigadores, apicultores y otros actores relevantes para desarrollar estrategias integrales de adaptación al cambio climático y promover la sostenibilidad de la actividad apícola en Tamaulipas.

Referencias

- Avilez, R. Y. E. (2019). *Suplementación proteica para el mantenimiento y fortalecimiento a las colmenas de abejas* (*Apis mellifera*). Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador.
- Baena, F., Chévez, E., Ruiz de la Merced, F. y Porter, L. (2022). *Apis mellifera* en México: producción de miel, flora melífera y aspectos de polinización. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 13(2), 525-548.
- Barrón, O. G., Avilés, R., Victoriano, M. F., Maciel, S. P. y Ávila, F. (2020). Caracterización de las unidades de producción familiar de miel en Llera, Tamaulipas. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo*, 10(27), 96-109.
- Castellanos, B. P., Gallardo, F., Sol, A., Landeros, C., Díaz, G., Sierra, P. et al. (2016). Impacto potencial del cambio climático en la apicultura. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 2(1), 1-19.
- Chaves, A., Fanta, M. R., Ferreira, B. L., Poltronieri, A. S. y Nodari, R. O. (2020). Effects of glyphosate-based herbicide on royal jelly production of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) in field conditions. *Journal of Apicultural Research*, 60(2), 277-279.
- CONABIO. (2008). *Capital natural de México: Conocimiento actual de la biodiversidad*. Vol. 1. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D.F. 461 p.
- Contreras, E. F., Pérez, A. B., Echazarreta, C. M., Cavazos, A. J., Macías, M. J. y Tapia, G. J. (2013). Características y situación actual de la apicultura en las regiones Sur y Sureste de Jalisco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 4(3), 387-398.
- De Freitas, B. W. y Pinheiro, E. (2013). Nível tecnológico e seus determinantes na apicultura Cearense. *Rev. Política Agr.* XXII(3), 32-47.
- DOF. (2021). *Ley de Desarrollo Rural Sustentable*. Diario Oficial de la Federación. Última Reforma DOF 03-06-2021. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/235_030621.pdf
- _____. (2028). *Norma Oficial Mexicana NOM-004-SAG/GAN-2018, Producción de miel y especificaciones*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Diario Oficial de la Federación. Última Reforma DOF 29/04/2020. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5592435&fecha=29/04/2020#gsc.tab=0
- Duvernoy, I. (2000). Use of a land cover model to identify farm types in the Misiones agrarian frontier (Argentina). *Agric. Syst.*, 64(3), 137-149.
- FAOSTAT. (2019). *Cultivos y productos de ganadería*. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Fachini, C., Firetti, R., Cardoso, E. y Assiz, A. (2010). Perfil da apicultura em Capão Bonito, estado de São Paulo: aplicação da análise multivariada. *Rev. Economia Agr. São Paulo* 57(1), 49-60.

- Hernández, V. y Bustos, M. G. (2022). *Abejas sin aguijón: melíponas con diversidad, potencial, funcional, terapéutico y biotecnológico*. Universidad Autónoma de Tamaulipas, México: Ed. Fontarama.
- IPCC. (2014). *Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resúmenes, preguntas frecuentes y recuadros multicapítulos*. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza. 200 p.
- Köbrich, C., Rehman, T. y Khan, M. (2003). Typification of farming systems for constructing representative farm models: two illustrations of the application of multivariate analyses in Chile and Pakistan. *Agric. Syst.*, 76, 141-157.
- Garay, A. A. (2016). *Caracterización socioeconómica y de la cadena de valor del sector apícola en las provincias de Puntarenas y Guanacaste como base para determinar la viabilidad en la implementación de un mecanismo financiero para afrontar al cambio climático en Costa Rica* [Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza de Costa Rica]. CATIE. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/8542>
- García, G. L. y Meza, R. E. (2012). *Oportunidades y obstáculos para el desarrollo de la apicultura en Nayarit*. <http://www.eumed.net>
- Güemes, F. J., Echazarreta, C., Villanueva, R., Pat, J. M. y Gómez, R. (2023). La apicultura en la península de Yucatán: Actividad de subsistencia en un entorno globalizado. *Revista Mexicana del Caribe*, 16, 117-132.
- Gobierno del Estado de Tamaulipas. (2023, mayo 21). *Realiza gobierno de Tamaulipas Simposio regional sobre la apicultura* [Comunicado de prensa]. <https://www.tamaulipas.gob.mx/2023/05/realiza-gobierno-de-tamaulipas-symposium-regional-sobre-la-apicultura/>
- González, R. L., Mora, A., Guerra, A., Garza, H. A. y Cámara, R. (2012). *Ordenamiento sustentable de la apicultura en Tamaulipas*. México: Coordinación Editorial.
- González, M., Mora, A., Villanueva, R., Lara, M., Vanoye, V. y Guerra, A. (2020). Diversidad de la flora de interés apícola en el estado de Tamaulipas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 11(3), 914-932.
- Magaña, M. M., Arrieta, A. A., Lara, P. E. y García, R. S. (2007). *Caracterización socioeconómica de la actividad apícola en el estado de Yucatán, México*.
- Magaña, M. M., Tavera, M. E., Salazar, L. L. y Sanginés, J. R. (2016). Productividad de la apicultura en México y su impacto sobre la rentabilidad. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(5), 1103-1115.
- Periódico Oficial de Tamaulipas. (2016). *Ley para el Fomento de la Apicultura en el Estado de Tamaulipas*. Última reforma POE No. 152A 21-12-2016. http://po.tamaulipas.gob.mx/wp-content/uploads/2017/01/Ley_Fomento_Apicultura.pdf

- Reyna, J. (2017). La Apicultura como una actividad empresarial en familias de Tamaulipas, México. *Revista Apiservices*, 1, 1-9.
- Torres de los Santos, R., Bustos, V. G., Ruíz, T. J. y Lucio, C. H. (2023). Meliponicultura en Tamaulipas: contribución biocultural. *La Jornada del Campo*, 189, 13. https://www.jornada.com.mx/2023/06/17/delcampo/articulos/meliponicultura_tamaulipas.html
- SADER. (2018). *Produce Tamaulipas miel de alta calidad*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Gobierno de México. <https://www.gob.mx/agricultura/tamaulipas/articulos/produce-tamaulipas-miel-de-alta-calidad?idiom=es#:~:text=En%20Tamaulipas%20se%20produce%20miel,%2C%20de%20mezquite%20y%20multifloral>.
- _____. (2023). *Estadística - Atlas Nacional de las Abejas y Derivados Apícolas*. <https://atlas-abejas.agricultura.gob.mx/cap5.html>
- SIAP. (2021). *Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera. SIACON Producción pecuaria 2021*. <http://www.siap.gob.mx/ganaderia-produccion-anual>
- _____. (2013). *Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera. Cierre de la producción pecuaria por Estado 2013*. <http://www.siap.gob.mx/ganaderia-produccion-anual>
- UAT. (2019). *Programa educativo Médico Veterinario Zootecnista, actualización curricular 2018*. Universidad Autónoma de Tamaulipas. <https://www.uat.edu.mx/oafiles/m%c3%89dicoveternariozootecnistauatfmvzdc2018.pdf>
- Vélez, I. A., Espinosa, G. J., Gutiérrez, R. A. y Arechavaleta, V. M. (2016). Tipología y caracterización de apicultores del estado de Morelos, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 7(4), 507-524.
- Villegas, D. G., Bolaños, M. A., Miranda, S. J., García, A. J. y Galván, G. O. (2000). *Flora nectarífera y polinífera en el estado de Tamaulipas*. México: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

Sobre los autores del libro

Los coordinadores del libro “El sector apícola en Tamaulipas: avances, retos y oportunidades”, Dr. Rodolfo Torres de los Santos, Dra. Reyna Ivonne Torres Acosta, Dr. José Reyes Hernández y Dr. Miguel Ángel García Delgado son profesores de la Unidad Académica Multidisciplinaria Mante Centro de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT) e integrantes del Cuerpo Académico Consolidado UAT-163- Producción de Agroecosistemas. Los coordinadores del libro agradecen a la Secretaría de Investigación y Posgrado y a la Dirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la UAT por el apoyo para la publicación de esta obra editorial.

Los doctores Said Hernández-Contreras y Francisco Reyes-Zepeda son profesores de Tiempo completo en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia “Dr. Norberto Treviño Zapata” de la UAT, y el Dr. Reyes-Zepeda es integrante del Cuerpo Académico Consolidado UAT-156- Ecología Aplicada.

Los doctores Jovani Ruiz Toledo y Cinthia Valentina Soberanes-Gutiérrez son investigadores-catedráticos de CONAHCYT-CIBIOGEM.

La MC Lizeth Avilene Castro-Cedillo es egresada del Posgrado en Ciencias y Tecnología de Alimentos de la UAMRA-UAT; además, los doctores Daniel Trujillo-Ramírez y Ma. Guadalupe Bustos-Vázquez son profesores de tiempo completo e integrantes del Cuerpo Académico en Consolidación UAT-115-Ciencia y Tecnología Agroalimentaria.

Los doctores Carlos Gerardo-Méndez, Imna Yolanda Trigueros-Vázquez y Octavio Ruiz-Rosado son investigadores del Colegio de Postgraduados-Campus Veracruz y colaboradores habituales del Cuerpo Académico UAT-163- Producción de Agroecosistemas.

El sector apícola en Tamaulipas: avances, retos y oportunidades
de Rodolfo Torres de los Santos, Reyna Ivonne Torres Acosta,
José Reyes Hernández y Miguel Ángel García Delgado, coordinadores, se
publicó de manera digital por la Universidad Autónoma de Tamaulipas y
Fontamara en octubre 2024 bajo el cuidado de Ediciones Coyoacán, S.A. de
C.V. Av. Hidalgo No. 47-B, Colonia Del Carmen, Alcaldía de Coyoacán, 04100,
Ciudad de México. La revisión y diseño editorial correspondieron al Consejo de
Publicaciones UAT.



editorial
fontamara



Tamaulipas es uno de los estados que destaca en la producción de miel, así como su calidad otorgada por la riqueza de plantas, tanto de vegetación secundaria, como la de los agroecosistemas presentes en la zona. Este libro analiza las características generales de la abeja *Apis mellifera*, así como de las características generales de la miel de abeja y sus beneficios. Se explora cómo el manejo de los agroecosistemas repercute directamente en la salud y calidad de los productos, principalmente en la salud de las abejas.

Debido al uso de plaguicidas, algunos apicultores de Tamaulipas han enfrentado daños y muerte de sus colmenas por intoxicación. Estudiar los plaguicidas es crucial, ya que estos compuestos pueden afectar negativamente no solo a las abejas, sino también a la biodiversidad del entorno, la calidad de los alimentos y la salud de los consumidores. Además, comprender su impacto permite diseñar mejores estrategias de manejo agrícola que sean sostenibles y amigables con el medio ambiente.

Finalmente, se realiza un análisis histórico de los apicultores tamaulipecos en donde se describen los sistemas de producción, volúmenes de miel producida por municipio y formas de organización social. Los sistemas de producción de miel incluyen una variedad de técnicas que abarcan desde la selección de colmenas adecuadas hasta el manejo de las abejas y la recolección de miel, todo ello bajo condiciones controladas para asegurar la máxima calidad del producto. De igual forma, se analiza su papel en la demanda del mercado nacional e internacional.

ISBN UAT: 978-607-8888-47-4

ISBN Editorial Fontamara: 978-607-736-915-8

ISBN: 978-607-736-915-8



9 786077 369158


**Consejo de
Publicaciones**