



La miel de abeja y su importancia

Dr. José Armando Ulloa, Dr. Pedro M. Mondragón Cortez, Q.F.B. Rogelio Rodríguez Rodríguez,
Q.F.B. Juan Alberto Reséndiz Vázquez, M. en C. Petra Rosas Ulloa

Introducción

La miel es la sustancia natural dulce producida por la abeja *Apis mellifera* o por diferentes subespecies, a partir del néctar de las flores y de otras secreciones extra florales que las abejas liban, transportan, transforman, combinan con otras sustancias, deshidratan, concentran y almacenan en panales.

Constituye uno de los alimentos más primitivos que el hombre aprovechó para nutrirse. Su composición es compleja y los carbohidratos representan la mayor proporción, dentro de los que destacan la fructosa y glucosa, pero contiene una gran variedad de sustancias menores dentro de los que destacan las enzimas, aminoácidos, ácidos orgánicos, antioxidantes, vitaminas y minerales.

La composición de la miel depende de diversos factores tales como la contribución de la planta, suelo, clima y condiciones ambientales, principalmente. También se ha asociado a la miel otras funciones además de la alimenticia, sobre todo algunas relacionadas para el tratamiento de afecciones de la salud. Aunque la apicultura es una actividad muy antigua, en la actualidad representa una actividad económica importante en muchos países que permite generar una importante cantidad de empleos, siendo en México la tercera fuente de divisas del subsector ganadero.

La principal preocupación de los productores para seguir manteniendo la aceptación de la miel en el mercado nacional e internacional es garantizar su autenticidad, dado que es posible la práctica de su adulteración o deterioro por su inadecuado manejo y almacenamiento.

En ese sentido resultan importantes las investigaciones tendientes a caracterizar la calidad de la miel producida en las distintas regiones productoras del país.



Figura 1. La miel, uno de los alimentos primitivos de la humanidad

La miel, un recurso medicinal y alimenticio

El desarrollo de las sociedades humanas se ha sustentado en el aprovechamiento de los recursos naturales como en el caso de la miel, la cual se produjo mucho antes de la aparición del hombre en la tierra.

Aunque la historia de la apicultura tiene sus raíces en los primeros asentamientos humanos, existen evidencias arqueológicas de que la miel bien pudo utilizarse como alimento desde el periodo Mesolítico, esto es 7000 años a.C. También se sabe que la primera referencia escrita para la miel es una tablilla Sumeriana, fechada entre los años 2100-2000 a.C.; dicha tablilla también menciona el uso de la miel como droga y como un ungüento. Por ello se afirma que la miel ha sido usada con propósitos médicos y nutricionales. Se estima que la miel es la medicina más antigua conocida y que en muchas razas fue prescrita por médicos para una variedad de enfermedades.

Los antiguos egipcios, asirios, chinos y romanos usaron la miel en combinación con otras hierbas para tratar heridas y enfermedades del intestino. En la Grecia antigua, Aristóteles afirmaba que la miel podría aplicarse como un ungüento para las heridas y el dolor de ojos. Dioscórides alrededor del año 50 d.C. recomendaba a la miel para el tratamiento de quemaduras del sol, manchas en la cara y todas las pudrientas y huecas úlceras.

El uso de la miel como un agente terapéutico ha continuado dentro de la medicina popular hasta nuestros días. En la India, la miel de loto se usa para tratar enfermedades de los ojos. Otros ejemplos de los actuales usos de la miel en la medicina tradicional son: como terapia para piernas ulcerosas infectadas, dolor de oídos, tratamiento tópico

de la rubeola y sarampión, úlceras gástricas y dolor de garganta.

Hoy se sabe que el poder antibacteriano de la miel se debe principalmente a las inhibinas. Estas inhibinas consisten en peróxido de hidrógeno, flavonoides y ácidos fenólicos, además de otras sustancias sin identificar, aunque otros investigadores atribuyen la capacidad antibacteriana de miel a la combinación de propiedades tales como su alta osmolaridad, bajo pH, presencia de sustancias volátiles y bajo valor de actividad de agua.

También se ha demostrado que la miel sirve como una fuente natural de antioxidantes, los cuales son efectivos para reducir el riesgo de enfermedades del corazón, sistema inmune, cataratas y diferentes procesos inflamatorios.

La miel permaneció como el único endulzador primario natural disponible hasta el pasado Siglo XIX, cuando su consumo fue superado por el azúcar de caña o azúcar de remolacha, y más tarde por azúcares derivados del maíz. Hoy en día se acepta que la miel puede ser además un alimento protector, ya que tiene un gran número de sustancias que actúan de esa manera incluyendo el ácido ascórbico, péptidos pequeños, flavonoides, tocoferoles y enzimas, pudiendo ser una alternativa natural al uso de aditivos alimentarios para controlar el encafecimiento enzimático durante el procesamiento de frutas y verduras, así como ingrediente en la elaboración de jugos y conservas alimenticias, y en muchos otros alimentos para inferirles propiedades sensoriales propias de la miel.

Propiedades fisicoquímicas de la miel

La miel varía en su composición dependiendo de la fuente del néctar, las prácticas de apicultura, el clima y las condiciones ambientales.

Los carbohidratos. Constituyen el principal componente de la miel. Dentro de los carbohidratos los principales azúcares son los monosacáridos fructosa y glucosa. Estos azúcares simples representan el 85% de sus sólidos, ya que la miel es esencialmente una solución alta-

mente concentrada de azúcares en agua. Los otros sólidos de la miel incluyen al menos otros 25 azúcares complejos, pero algunos de ellos están presentes en niveles muy bajos y todos están formados por la unión de la fructosa y glucosa en diferentes combinaciones.

Cuadro 1. Principales constituyentes de los azúcares de la miel

Monosacáridos	Disacáridos	Trisacáridos	Sacáridos complejos
Fructosa Glucosa	Gentibiosa Isomaltosa Maltosa Maltulosa Nigerosa Palatinosa Sacarosa Turalosa	Centosa Eriosa Isomaltotriosa Isopanosa Laminaritriosa Maltotriosa Melezitosa Panosa	Isomaltopentosa Isomaltotetraosa

El agua. El contenido de humedad es una de las características más importantes de la miel y está en función de ciertos factores tales como los ambientales y del contenido de humedad del néctar. La miel madura tiene normalmente un contenido de humedad por debajo del 18.5% y cuando se excede de este nivel, es susceptible a fermentar, particularmente cuando la cantidad de levaduras osmofílicas es suficientemente alta. Además, el contenido de agua en la miel influye en su viscosidad, peso específico y color, condicionando así la conservación y cualidades organolépticas de este producto. Después de la extracción de la miel de la colmena, su contenido de humedad puede cambiar dependiendo de las condiciones de almacenamiento.

Las enzimas. Son añadidas principalmente por las abejas, aunque algunas pocas proceden de las plantas. Las abejas añaden enzimas a fin de lograr el proceso de maduración del néctar a miel y éstas son en gran parte las responsables de la complejidad composicional de la miel. El proceso involucrado en la conversión de los tres azúcares básicos del néctar a

por lo menos 25 azúcares adicionales de gran complejidad es difícil de entender. La enzima más importante de la miel es la α -glucosidasa, ya que es la responsable de muchos de los cambios que ocurren durante la miel; también se conoce como invertasa o sucrasa y convierte el disacárido sacarosa de la miel en sus constituyentes monosacáridos fructosa y glucosa. Otras enzimas presentes en la miel son la glucosa oxidasa, responsable en gran parte de la propiedad antibacteriana de la miel; la catalasa, responsable de convertir el peróxido de hidrógeno a oxígeno y agua; la ácido fosfatasa, que degrada el almidón; la diastasa que se usa indicador de aplicación de calor a la miel.

Proteínas y aminoácidos. La miel contiene aproximadamente 0.5% de proteínas, principalmente como enzimas y aminoácidos. Los niveles de aminoácidos y proteína en la miel son el reflejo del contenido de nitrógeno, el cual es variable y no supera el 0.04%. Entre el 40-80% del nitrógeno total de la miel es proteína. Cerca de 20 proteínas no enzimáticas se han identificado en la miel, muchas de las cuales son comunes a distintas mieles.

Algunas de ellas tienen su origen en las abejas y otras en el néctar de la planta. La presencia de las proteínas en la miel resulta en una baja tensión superficial, lo que fomenta la formación de las finas burbujas de aire en una marcada tendencia al espumado. La cantidad de aminoácidos libres en la miel es pequeña y no tiene importancia nutricional. En la miel se han encontrado entre 11 y 21 aminoácidos libres, de los cuales la prolina representa alrededor de la mitad del total. Además de la prolina, el ácido glutámico, alanina, fenilalanina, tirosina, leucina e isoleucina se presentan en niveles mayores. Los aminoácidos reaccionan con algunos de los azúcares para producir sustancias amarillas o cafés responsables del oscurecimiento de la miel durante su almacenamiento.

Los ácidos y el pH. La gran dulzura de la miel enmascara en gran parte el sabor de los ácidos orgánicos presentes en la miel, los cuales representan aproximadamente el 0.5% de los sólidos de este alimento. Los ácidos orgánicos son los responsables del bajo pH (3.5 a 5.5) de la miel y de la excelente estabilidad de la misma. Son varios los ácidos orgánicos que están presentes en la miel, aunque el que predomina es el ácido glucónico. El ácido glucónico se origina de la glucosa a través de la acción de la enzima glucosa oxidasa añadida por las abejas. El efecto combinado de su acidez y el peróxido de hidrógeno ayudan a la conservación del néctar y la miel. Otros ácidos orgánicos contenidos en menor proporción en la miel son el fórmico, acético, butírico, láctico, oxálico, succínico, tartárico, maleico, pirúvico, piroglutámico, α -cetoglutámico, glicólico, cítrico, málico.

Vitaminas y minerales. La cantidad de vitaminas en la miel y su contribución a la dosis recomendada diaria de este tipo de nutrientes es despreciable. El contenido mineral de la miel es altamente variable, de 0.02 a 1.0%, siendo el

potasio cerca de la tercera parte de dicho contenido; la cantidad de potasio excede 10 veces a la de sodio, calcio y magnesio. Los minerales menos abundantes en la miel son hierro, manganeso, cobre, cloro, fósforo, azufre y sílice.

Componentes del aroma, color y sabor. Existe una gran variedad de mieles con diferentes aromas, colores y sabores, dependiendo de su origen botánico. Los azúcares son los principales componentes del sabor. Generalmente la miel con un alto contenido de fructosa es más dulce que una miel con una alta concentración de glucosa. El aroma de la miel depende en gran medida de la cantidad de ácidos y aminoácidos. El color de la miel varía desde extra-clara, pasando por tonos ámbar y llegando a ser casi negra; algunas veces con luminosidad amarilla típica, verdosa o de tono rojizo. El color está relacionado con el contenido de minerales, polen y compuesto fenólicos. Las mieles oscuras tienen un alto contenido de fenoles y consecuentemente una alta capacidad antioxidante.

Conductividad eléctrica. Este parámetro está relacionado con la concentración de sales minerales, ácidos orgánicos y proteínas, por lo cual es una medición útil para establecer el origen geográfico de los distintos tipos de mieles. Se ha sugerido a la medición de conductividad eléctrica como una técnica indirecta para determinar el contenido de minerales de distintos tipos de mieles, debido a que es un valor estable que no varía significativamente durante el almacenamiento del alimento y además indica si las abejas han sido alimentadas con azúcares. El rango de conductividad eléctrica en la miel es de 0.60 y 2.17 mS/cm (mili-siemens/centímetro).

La apicultura como actividad económica

La apicultura es una actividad muy antigua que se ha desarrollado en diferentes partes del mundo. Las culturas europeas utilizaban a la abeja *Apis mellifera*, en cambio en América, las civilizaciones mesoamericanas cultivaron diversas variedades de los géneros *Trigona* y *Melipona*. La región y civilización que destacó en esta actividad fue la maya. La importancia de las abejas en esta civilización quedó expresada en edificaciones y documentos.



Figura 2. Petroglifo maya de una abeja melipona

La introducción de la abeja europea *Apis mellifera* a nuestro país se dio durante la época colonial. Sin embargo, a pesar de las ventajas que ofreció la abeja europea como era la docilidad y resistencia a las enfermedades, las zonas de vital importancia para la apicultura como la península de Yucatán mantuvieron a la abeja nativa como la preferida. No fue sino hasta la segunda mitad del siglo XX que se sustentó la apicultura y la industria apícola mexicana en la abeja europea. A partir de 1950, la apicultura mexicana mostró un importante

desarrollo a través de las primeras exportaciones, iniciando con ello la etapa de una apicultura moderna y comercial que la ubicó en los años posteriores entre las primeras del mundo.

La producción apícola en nuestro país reviste una singular importancia, ya que aunque no es una actividad fundamental dentro del sector y no representa el ingreso principal de los apicultores, permite generar una importante cantidad de empleos y es la tercera fuente captadora de divisas del subsector ganadero. La producción de miel en México para el año 2009 fue de 52,800 toneladas y ocupa el tercer lugar mundial como exportador con aproximadamente la mitad de su producción anual, teniendo como destino principal países como Alemania, Inglaterra y Estados Unidos, generando ingresos anuales en promedio de 32.4 millones de dólares. Sin embargo, para conservar y mejorar las exportaciones mexicanas de miel es indispensable satisfacer un mercado cada día más exigente apegado a los requisitos de calidad.

En el estado de Nayarit existen aproximadamente 150 apicultores, los cuales son dueños de 15 mil colmenas, con una producción anual promedio de miel de 432 toneladas, las cuales se cosechan en tres temporadas.



Figura 3. Cerro de San Juan, área de producción de miel

Consumo y uso de miel en México

Fi

El consumo de miel ha experimentado en los últimos años un incremento considerable. Los dos principales canales de comercialización de la miel son: la venta directa de los productores al consumidor y través de la industria de alimentos. Muchos productores envasan su producción de miel y realizan su venta en su región. La industria utiliza la miel como un ingrediente para la elaboración de alimentos, dentro de los que destacan los cereales, yogurt, dulces y pan. Para el año 2008 el consumo nacional aparente de miel fue de 30,039 toneladas, de las que 7,420 se comercializaron en cubetas de 20 litros o en frascos de presentación individual, 6,904 fueron consumidas por la industria cosmetológica, tabacalera y dulcera, 8,115 distribuidas a la industria alimentaria y restaurantera y 7,600 envasadas por 10 grandes y 82 pequeñas empresas.

Calidad de la miel

Los parámetros más importantes para evaluar la calidad de la miel son la ausencia de contaminantes (antibióticos, pesticidas y metales pesados) y la frescura de la miel. Los índices más utilizados para medir la frescura de dicho alimento son el 5-hidroximetil furfural (HMF) y la actividad diastásica.

El HMF es un aldehído cíclico que se origina espontáneamente a partir de la fructosa en un medio ácido y es un proceso lento. Se calcula que el aumento de HMF en mieles es de 1 mg/kg por mes en climas suaves con temperatura máximas de 30°C. Algunas comisiones internacionales establecieron que el contenido máximo de HMF debería ser 40 mg/kg, con excepciones para mieles de origen tropical, en cuyo caso se admiten 80 mg/kg como

máximo. Sin embargo, algunos países como Estados Unidos, Australia y Nueva Zelanda no han considerado este parámetro para evaluar la calidad de la miel.

La diastasa es una enzima presente naturalmente en mieles frescas, cuyos niveles disminuyen durante el almacenamiento o calentamiento. Los valores del índice de diastasa para mieles ha queda establecido como mínimo de 3 y como máximo de 8.

En México la normatividad establece como criterios de calidad de la miel los límites de ciertos parámetros fisicoquímicos, dentro de los que destacan el contenido aparente de azúcares reductores y los contenidos de sacarosa, glucosa, humedad, sólidos insolubles en agua, cenizas, acidez, hidroximetilfurfural a menos y más de seis meses y el índice de diastasa.

Investigación en miel producida en Nayarit



Figura 4. Caracterización físico-química de la miel nayarita

Ante la carencia de información sobre la calidad de la miel producida en el estado de Nayarit, a partir del año 2009 se inició de manera conjunta entre el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (Ciatej) y la Universidad Autónoma de Nayarit, un proyecto denominado Caracterización físico-química y sensorial de miel de abeja producida en el estado de Nayarit para la generación de índices de calidad, el cual recibió financiamiento del Fondo Mixto Conacyt-Gobierno del Estado de Nayarit. En dicho estudio se involucraron mieles procedentes de los municipios

de Tepic, Santiago, Ahuacatlán, Compostela y Jala, para dos épocas del año, y de diferentes tipos de floración, como son la multifloral, roble-encino, mangle blanco, mangle blanco-mango y mango. Los resultados obtenidos en la primera etapa del proyecto indicaron que las mieles producidas en el estado de Nayarit, procedentes de las zonas de estudio, en general cumplen con las especificaciones de calidad establecidas por la normatividad mexicana. La información generada resultará de utilidad para los productores de miel en las negociaciones que establezcan para su comercialización 

Bibliografía

- Acquarone, C., Buera, P., Elizalde, B. 2007. Pattern of pH and electrical conductivity upon honey dilution as a complementary tool for discriminating, geographical origin of honey. *Food Chemistry*. 101: 695-703.
- Ahmed, J., Prabhu, S.T., Raghavan, G.S.V., Ngadi, M. 2007. Physico-chemical, rheological, calorimetric and dielectric behavior of selected Indian honey. *Journal of Food Engineering*. 79:1207-1213.
- Bangroo, A. K., Khatri, R., Smita, C. 2005. Honey dressing in pediatrics burn. *Journal of Indian Association of Pediatrics Surgeons*. 10(3):172-175.
- Bertoneclj, J., Dobersek, U., Jamnik, M., Golob, T. 2007. Evaluation of phenolic content, antioxidant activity and color Slovenian Honey. *Food Chemistry*. 105:822-828.
- Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R., Gallmann, P. 2008. Honey for nutrition and health. *American Journal of the College of Nutrition*. 27: 677-689.
- Fallico, B., Arena, E., Zappala, M. 2008. Degradation of 5-hydroxymethylfurfural in honey. *Journal of Food Science*. 73(9):C625-C631.
- Pereyra, G.A., Burín L., del Pilar, B.M. 1999. Color changes during storage of honeys in relation to their composition and initial color. *Food Research International*. 32:185-191.
- Sánchez, M.P., Huidobro, J.F., Mato, I., Muniategui, S., Sancho, M.T. 2001. Evolution of invertase activity in honey over two years. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 49:416-422.
- Tosi, E., Martinet, R., Ortega, M.m Lucero, H., Re, H. 2008. Honey Diastase activity modified by heating. *Food Chemistry*. 88:537-542.
- Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J.A. 2008. Functional properties of honey, propolis and royal jelly. *Journal of Food Science*. 73(9): 117-124.

Datos de los autores:

Dr. José Armando Ulloa,
Coordinador del Cuerpo Académico de Tecnología de Alimentos de la
Universidad Autónoma de Nayarit.
E-mail: arulloa@nayar.uan.mx

Dr. Pedro M. Mondragón Cortez,
Investigador del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y
Diseño del Estado de Jalisco, A. C.
Guadalajara, Jalisco.
E-mail: pmondragon@ciatej.net.mx
Q.F.B. Rogelio Rodríguez Rodríguez.
Unidad Académica de Ciencias Químico Biológicas y Farmacéuticas.
Universidad Autónoma de Nayarit.

Q.F.B. Juan Alberto Reséndiz Vázquez.
Unidad Académica de Ciencias Química Biológicas y Farmacéuticas.
Universidad Autónoma de Nayarit.

M. en C. Petra Rosas Ulloa.
Cuerpo Académico de Tecnología de Alimentos
Universidad Autónoma de Nayarit.
E-mail: petrosas@nayar.uan.mx

