

CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES ANTIMICROBIANAS DE LA MIEL DE ABEJAS (*Melipona beecheii*).

M. Sc. Marlene María Martínez Mora¹, Dr. C. Ana Julia Rondón Castillo², M. Sc. Arley Pérez Rojas³

1, 2 Universidad de Matanzas, marlene.maria@umcc.cu

3. Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas

Resumen

La miel es un alimento constituido principalmente de azúcares, agua y en menores cantidades de compuestos como enzimas, aminoácidos, ácidos orgánicos, carotenoides, vitaminas, minerales y compuestos fenólicos. El presente trabajo tuvo como objetivo valorar las características y propiedades antimicrobianas de la miel de abejas. Se realiza una revisión bibliográfica sobre su composición química, así como de los factores que intervienen en su actividad inhibitoria frente a diferentes microorganismos. Se comprueba a través de la literatura consultada, que su composición química varía en dependencia del origen botánico y de la zona geográfica lo que influye en sus propiedades biológicas.

Palabras claves: Miel de abejas; composición química; propiedades biológicas.

Introducción

La miel de abeja se define como la sustancia dulce elaborada por ese insecto a partir del néctar de las flores, las cuales recogen, combinan con sustancias específicas, transforman y almacenan en panales para servir posteriormente como alimento energético (Morrone *et al.*, 2018).

Desde la antigüedad, ha sido utilizada en su forma natural como un medicamento efectivo en el tratamiento de diferentes padecimientos. Su importancia terapéutica es atribuida a sus

propiedades físico-químicas como son: la osmolaridad, la acidez, la presencia de peróxido de hidrógeno y compuestos fenólicos, entre otras características (Bellido, 2018).

Este producto apícola puede tener variaciones en sus componentes y esto va a estar en dependencia de su origen botánico, estacional y geográfico lo cual influye en sus propiedades biológicas (Alvarez-Suárez, 2017).

Características generales de la miel

La miel es un alimento constituido principalmente de azúcares y agua. Posee en menores cantidades compuestos como enzimas, aminoácidos, ácidos orgánicos, carotenoides, vitaminas, minerales y compuestos fenólicos. Es producida por diferentes tipos de abejas, a partir de exudados de plantas que se recogen, modifican y almacenan (da Silva *et al.*, 2016).

Dentro de los carbohidratos que la componen, los principales azúcares son los monosacáridos fructosa y glucosa. Estos azúcares simples representan aproximadamente el 84% de sus sólidos. También quedan incluidos en la miel otros 25 azúcares complejos, pero algunos están presentes en niveles muy bajos. Estos están formados por la unión de la fructosa y la glucosa en diferentes combinaciones. Debido a la alta concentración de carbohidratos que la componen, una de sus principales propiedades es su poder edulcorante (Sánchez-Chino, 2019).

El contenido de humedad es una de las características más importantes de la miel y está en función del contenido de agua del néctar y de factores ambientales. La miel madura tiene normalmente valores por debajo del 18.5% y cuando se excede de este nivel, es susceptible a fermentar, particularmente cuando la cantidad de levaduras osmofílicas presentes en ella es suficientemente alta. En comparación con *Apis mellifera*, las diferencias más significativas de la miel de *M. beecheii*, es que posee altos valores en contenido de agua, acidez libre, conductividad eléctrica, maltosa y nitrógeno, así como bajos índices de diastasa (Alvarez-Suárez, 2017; Julio y Perez, 2018).

El contenido en minerales es muy pequeño. Los más frecuentes son calcio, cobre, hierro, magnesio, manganeso, zinc, fósforo y potasio. Están presentes también alrededor de la mitad de los aminoácidos existentes, ácidos orgánicos (ácido acético y ácido cítrico, entre otros), vitaminas del complejo B y vitaminas C, D y E. Además, posee una variedad considerable de sustancias antioxidantes (flavonoides y fenólicos) (Montenegro, 2016).

En la tabla 1 se muestra la composición química media de la miel, la cual está estrechamente relacionada con la especie de abeja que la produce, el origen geográfico y floral, lo que genera variedad de olores, sabores, colores, aromas así como propiedades funcionales y terapéuticas (Sánchez-Chino, 2019).

Tabla 1. Composición química media aproximada de la miel.

Compuestos	% (Aproximado)
Azúcares	76.90 – 77.00
Glucosa	22 – 40
Fructosa	28 – 44
Maltosa	2 – 16
Sacarosa	0.2 – 7
Otros azúcares	0.1 – 8
Agua	17 – 18
Cenizas	0.2 – 1
Proteínas	0.30 – 2
Minerales	0.5 – 1.5
Ácidos orgánicos	0.10 - 1
Enzimas, hormonas y vitaminas	0.68 – 1.2
Hidroximetil furfural (después del procesamiento)	No mayor de 40 mg/kg de miel.

Fuente: Gonzáles (2019).

El color es una característica de importancia comercial, pues, en general, son muy apreciadas las mieles claras. Sin embargo, el tiempo y la exposición a altas temperaturas la oscurecen y afectan su sabor (Cauich *et al.*, 2015 y Etchevehere *et al.*, 2019).

La consistencia de la miel puede ser líquida o cristalina. La mayoría cristalizan con el tiempo y la velocidad de cristalización se ve favorecida ante una mayor proporción de glucosa en su composición (Pineda *et al.*, 2019).

Proceso de obtención de la miel por las abejas.

El néctar es la fuente principal de la que se origina la miel. Su transformación es un proceso de concentración en el que se reduce el contenido de agua, desde un 92% hasta un 17 % aproximadamente. Se trata de un proceso físico y químico, en el que se reduce la sacarosa, transformándose en fructosa y glucosa, mediante la enzima invertasa que contiene la saliva de las abejas (Cauich *et al.*, 2015).

Según Julio y Pérez (2018), las abejas identifican los flujos de néctar de la zona de ubicación de la colmena y proceden a recolectar estas sustancias que son llevadas hasta ella mediante un órgano que se denomina el buche melario. Al llegar a la colmena las traspasan a una obrera almacenista, que también lo guarda en el buche, aumentando la concentración de invertasa hasta 20 veces. Como en el interior de la colonia la temperatura es elevada se produce entonces una deshidratación natural del néctar.

Las abejas del interior rápidamente transforman el néctar en miel, ya que hay que rebajar el porcentaje de humedad, desde un 60% con el que entra el néctar en la colmena, hasta un 17% que tiene la miel cuando las obreras lo operculan en las celdillas. El proceso puede durar varios días lo que depende en gran medida de dos factores: la humedad y temperatura exterior (Estrada, 2017).

Asegura Fernández (2003) que este traspaso del néctar, con su sucesiva concentración, entre las distintas obreras de la colonia, finaliza cuando la última obrera almacenista lo deposita en una celdilla a un tercio de su capacidad. En su interior, continúa el proceso enzimático y el néctar pierde agua hasta que madura. Una vez madurado, la obrera añade el segundo tercio y continúa el proceso hasta su total capacidad. Cuando la miel está elaborada, la celdilla es operculada.

Durante todo el proceso de deshidratación del néctar, la pérdida de humedad es aprovechada por las abejas para refrigerar la colmena, creando corrientes de aire entre los panales por cientos de abejas ventiladoras que consiguen bajar la temperatura interior de la colmena en más de 15 grados. De esta forma, consiguen mantener constante la temperatura del nido de cría, que siempre ronda los 36°C (Mari, 2018).

Todas las abejas succionan néctar y polen de las flores del cual obtienen las proteínas, grasas y minerales necesarios para la supervivencia. Si las condiciones ambientales no son las adecuadas (baja temperatura), la miel es trasvasada por una cadena de abejas almacenistas hasta que queda totalmente elaborada (Mungsan, 2018).

Es difícil evaluar la producción anual de una abeja, pero se calcula que una colmena produce entre 20 y 30 kg de miel por año para una población de 30.000 abejas. Así, un bote de miel representa para la abeja libadora aproximadamente 200 jornadas y 40.000 km recorridos para libar unas 800.000 flores (Cetzal *et al.*, 2019).

Características de la especie *Melipona beecheii*.

La meliponicultura se refiere a la cría y manejo de abejas sin aguijón y recibe este nombre, debido a que a este tipo de abejas se clasifica taxonómicamente dentro de la tribu *Meliponini*, que corresponde a uno de los muchos grupos de abejas nativas de América. Se estima que el número de especies de abejas sin aguijón o meliponinos es de alrededor de 300, distribuidas desde México hasta el norte de Argentina (Pat *et al.*, 2018).

Comenta Cauch *et al.* (2015), que son abejas que a diferencia de la mayoría de las especies que se conocen, viven en colonias permanentes con una reina y varias docenas o miles de obreras. Son las únicas, junto con las melíferas (tribu *Apini*), que son altamente sociables.

Se caracterizan por su tamaño relativamente grande (8-15 mm de longitud), morfología similar a los abejorros o abejas melíferas, alas anteriores relativamente cortas y pelos largos

en la parte superior del tórax y cabeza. Producen reinas frecuentemente que son ligeramente más pequeñas que las obreras. Las celdas reales están mezcladas con celdas de obreras y machos, y la piquera es de barro (Genaro y Lóriga, 2018).

El nido dependiendo de la especie, puede ser aéreo (hueco de un árbol, rama, etc.), a nivel del piso o bien subterráneo. Siempre la zona del nido de cría está separada del área donde se encuentran las ánforas, que es el sitio donde depositan el alimento (miel y polen) (Cevallos y Chávez, 2019).

La cámara de cría tiene la particularidad de estar recubierta por láminas o membranas llamadas involucro, que está compuesta por una sustancia denominada cerumen agrupada en varias capas, la cual la protege e impermeabiliza-. Expone Chan *et al.* (2019), que la localización de la colmena, su estructura interna y las características de la piquera son típicas de cada especie.

Actividad antimicrobiana de la miel.

Después de haber cumplido un papel importante en la tradición médica de numerosos pueblos, la miel fue "redescubierta" por la medicina moderna debido a sus importantes propiedades bactericidas en heridas infectadas con bacterias multiresistentes a los antibióticos. Desde entonces, disímiles estudios han centrado su interés en demostrar que las propiedades biológicas y físicas de la miel le confieren una gran eficacia en el tratamiento de diversas patologías y que su uso ofrece un tratamiento natural alternativo que reduce el costo de los tratamientos modernos (Schencke *et al.*, 2016; Albaridi, 2019).

Existen diferentes factores que influyen en la actividad antimicrobiana de la miel.

Efecto osmótico: La miel es una solución sobresaturada de azúcares y es esta característica la principal responsable de provocar efectos de antibiosis por mecanismos físicos como es la deshidratación de la célula bacteriana e inhibición de la división celular (Bellido, 2018). Señala este mismo autor que el alto contenido de azúcar hace que el agua no esté disponible para los microorganismos. Ninguna bacteria u hongo puede crecer en la miel completamente madura. El contenido de agua por lo general sólo es de 15-21% con respecto a los sólidos en la miel. El 84% es una mezcla de los monosacáridos fructosa y glucosa. La fuerte interacción de estas moléculas de azúcar con moléculas de agua deja muy pocas moléculas de esta última disponibles para los microorganismos. La actividad del agua en la miel madura es demasiado baja para soportar el crecimiento de cualquier especie, pues no se produce fermentación si el contenido de agua es inferior al 17,1%. La inhibición por el efecto osmótico (agua) de soluciones diluidas de miel depende obviamente de las especies de bacterias.

pH: La miel es ácida con un pH entre 3,2 y 4,5 el cual es lo suficientemente bajo como para inhibir a muchos patógenos animales. Los valores mínimos de pH para el crecimiento de

algunas especies patógenas comunes son: *Escherichia coli* (4.3), *Salmonella* spp. (4.0), *Staphylococcus aureus* (4.2), *Pseudomonas aeruginosa* (4.4) y *Streptococcus pyogenes* (4.5). Así, en la miel no diluida, la acidez es un factor antibacteriano significativo (Vayas, 2017).

Peróxido de hidrógeno: El peróxido de hidrógeno se produce enzimáticamente por la acción de la enzima glucosa oxidasa, que se secreta de la glándula hipofaríngea de la abeja para ayudar en la formación de miel a partir del néctar. Esta enzima se encuentra naturalmente en la miel pura en estado inactivo, debido a las condiciones de pH bajo. Sin embargo, la glucosa oxidasa se activa cuando este jarabe se diluye, lo que le permite actuar sobre la glucosa endógena para producir peróxido de hidrógeno. El nivel máximo del peróxido de hidrógeno producido se puede obtener entre un 30–50% de dilución de miel. La sensibilidad de las bacterias al peróxido de hidrógeno producida en la miel puede estar influenciada por la presencia de compuestos fitoquímicos (Vayas, 2017).

Los factores fitoquímicos han sido descritos como factores antibacterianos no peróxidos, que se cree que son muchos fenoles complejos y ácidos orgánicos, a menudo denominados flavonoides. Estos químicos complejos no se descomponen bajo el calor o la luz ni son afectados por la dilución de la miel. La evidencia más directa de la existencia de factores antibacterianos no peróxidos en la miel se observa en los informes de actividad que persisten en mieles tratadas con catalasa para eliminar la actividad de peróxido de hidrógeno (Ramón *et al.*, 2016).

En la literatura consultada se observan varias investigaciones que demuestran la efectividad de la miel de abejas frente a diferentes patógenos de importancia médica. Becerra *et al.* (2016), determinaron la actividad antibacteriana de la miel de abeja a diluciones de 30%, 60% y 100% frente seis cultivos de *S. aureus*. Comprobaron que la actividad bactericida de la miel frente a este microorganismo es muy efectiva, lo cual nos provee de una alternativa de tratamiento frente a dicha bacteria. Así mismo, pudieron constatar que la miel de abeja a una mayor concentración produce mayor efecto antibacteriano sobre el patógeno.

Otero *et al.* (2017), señala que la miel proveniente de la abeja *Tetragonisca angustula* tiene actividad antimicrobiana significativa contra diferentes cepas bacterianas que incluyen *Bacillus cereus* y *Pseudomonas aeruginosa*, así como contra las levaduras *Candida albicans* y *Saccharomyces cerevisiae*.

Silva *et al.* (2018), comparó el efecto antibacteriano *in vitro* de muestras de miel de *Apis mellifera* producidas en la Costa, Sierra y Selva en Perú contra *Streptococcus mutans* ATCC 25175. Evaluaron el efecto en 3 grupos distribuidos en concentraciones de 100%, 50% y 25% para cada miel. La sensibilidad bacteriana se evaluó mediante el método de difusión en pozo. Al enfrentar el microorganismo, se obtuvieron halos promedios de

inhibición de 27,84 mm y 14,38 mm para las concentraciones de 100% y 50% de la miel de abeja de origen de Sierra. El efecto fue nulo para las muestras de la Costa y Selva.

Otras investigaciones fueron publicadas por Alvarez-Suárez *et al.* (2017), quienes compararon la efectividad de las mieles producidas por *A. mellifera* y *M. beecheii* frente a *Streptococcus agalactiae*. En este caso, la miel de Meliponas tuvo un efecto inhibitorio superior con respecto a la de miel de *A. mellifera*.

Con el propósito de comparar la actividad antimicrobiana *in vitro* de cuatro mieles provenientes de Nueva Zelanda, Kenya y Cuba, Morroni *et al.* (2018) realizaron un estudio frente a 52 microorganismos patógenos (34 Gram positivos, 17 Gram negativos y *Candida albicans*). La miel de *M. beecheii* de origen cubano fue la que demostró la mayor actividad.

Es criterio del autor que la eficiencia de la inhibición de la miel está en dependencia de la concentración, el tipo de miel utilizados y la naturaleza del microorganismo probado.

Conclusiones

La miel de abejas posee una composición química variada según su origen botánico y el área geográfica donde es obtenida, lo cual trae consigo un amplio rango de variación en su potencialidad antimicrobiana.

Referencias bibliográficas

ALBARIDI, N. Antibacterial Potency of Honey. International Journal of Microbiology, 2019.

ALVAREZ-SUAREZ, J.M., GIAMPIERI, F., BRENCIANI, A., MAZZONI, L., GASPARRINI, M., GONZÁLEZ-PARAMÁS, A.M., SANTOS-BUELGA, C., MORRONI, G., SIMONI, S., FORBES-HERNÁNDEZ, T.Y., AFRIN, S., GIOVANETTI, E. y BATTINO, M. *Apis mellifera* vs *Melipona beecheii* Cuban polyfloral honeys: A comparison based on their physicochemical parameters, chemical composition and biological properties. LWT - Food Science and Technology, 2017. doi: 10.1016/j.lwt.2017.08.079.

BECERRA, D.J., CABRERA, J.C. y SOLANO, M. Efecto antibacteriano de la miel de abeja en diferentes concentraciones frente a *Staphylococcus aureus*. Revista Científica Ciencia Médica, no.19 vol.2, 2016, pp. 38-42.

BELLIDO, M. Efecto antibacteriano in vitro de la miel de abeja “*Apis mellifera*” del centro apicultor “Rinconada alta” del distrito de Lurin frente a la cepa de *Streptococcus pneumoniae* ATCC 49619. Lima. Tesis para optar al título profesional de Químico Farmacéutico y Bioquímico. Universidad Inca Garcilaso de la Vega, 2018.

CAUICH, R., RUIZ, J.C., ORTÍZ, E. y SEGURA, M.R. Potencial antioxidante de la miel de *Melipona beecheii* y su relación con la salud: una revisión. Rev Nutrición Hospitalaria, no.32 vol.4, 2015, pp.1432-1442.

CETZAL, W., NOGUERA, E. y MARTÍNEZ, J.F. Flora melífera de la península de Yucatán, México: Estrategia para incrementar la producción de miel en los periodos de escasez de alimento de *Apis mellifera* L. Desde el Herbario CICY 11, 2019, pp.172–179.

CEVALLOS, H.D. y CHÁVEZ, P.F. Diseño de una caja estandarizada para la especie *Melipona aff. rufiventris* como alternativa socioeconómica sostenible para el área rural de Manabí, Ecuador. Informe de trabajo de titulación previa la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Ecuador, 2019.

CHAN, G.A., VERA, G, ALDASORO, E.M. y SOTELO, L.E. Reconsidering Contemporary Knowledge. An Analysis of the Current Outlook of Meliponiculture in Tabasco. Estudios de Cultura maya LIII, 2019, pp. 289-326.

DA SILVA, P.M., GAUCHE, C., GONZAGA, L.V., OLIVEIRA, A. y FETT, R. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. Rev Food Chem https 196, 2016, pp.309-323.

ESTRADA, J.E. Procesamiento y vida en Anaquel de miel de abejas peruanas. Lima. Titulación por Examen Profesional. Universidad Nacional Agraria La Molina, 2017.

ETCHEVEHERE, L., MURCHISON, A., NIMO, M., MORÓN, P. y MORÓN, J. Guía de buenas prácticas apícolas y de manufactura. Recomendaciones. Ministerio de Producción y Trabajo. Presidencia de la Nación, 2019, pp. 57.

FERNÁNDEZ, P.C. La recolección de néctar en la abeja *Apis mellifera*: actividad *Apis mellifera*: actividad recolectora y mecanismos de recolectora y mecanismos de reclutamiento. Buenos Aires. Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Biológicas. Universidad de Buenos Aires, 2003.

GENARO, J.A. y LÓRIGA, W. *Melipona beecheii* Bennett (Hymenoptera: Apidae): origen, estudios y meliponicultura en Cuba. Center for SyStematiC entomology, inC. Gainesville, Florida, 2018, pp. 21.

JULIO, C.M. y PEREZ, A.J. Caracterización de la composición y calidad fisicoquímica de miel de abejas (*Apis mellifera*) comercializada en la ciudad de Sincelejo - Sucre. Trabajo investigativo, para optar el título profesional de la Facultad de Ingeniería – Ingeniero(a) Agroindustrial, 2018.

MARI, J.A. Abejas, flores y miel. edicionesdigitales.info. Puerto Rico. Tercera edición en español, actualizada el 29 de marzo de 2018, pp 37.

MONTENEGRO, G. Manual Apícola. Documento entregado a INDAP como parte del Convenio de Colaboración y Transferencia de Recursos entre el Instituto de Desarrollo Agropecuario y la Pontificia Universidad Católica de Chile, 2016, pp. 115.

MORRONI, G., ALVAREZ-SUAREZ, J.M., BRENCIANI, A., SIMONI, S., FIORITI, S., PUGNALONI, A., GIAMPIERI, F., MAZZONI, L., GASPARRINI, M., MARINI, E., MINGOIA, M., BATTINO, M. y GIOVANETTI, E. Comparison of the Antimicrobial Activities of Four Honeys from Three Countries (New Zealand, Cuba, and Kenya). *Front. Microbiol*, vol. 9, 2018, pp.1378. doi: 10.3389/fmicb.2018.01378

MUNGSAN, N. Origen y diversidad de polen apícola. Madrid. Trabajo fin de grado. Universidad Complutense de Madrid, 2018, pp. 22.

OTERO, A., MENESES, J. y ÁGUILA, K. Propiedades curativas de la miel: un edulcorante natural proveniente de los principales polinizadores de las plantas. Puebla. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 2017, pp. 15.

PAT, L.A., ANGUEBES, F., PAT, J.M., HERNÁNDEZ, P. y RAMOS, R. Condition and Perspectives of Meliponiculture in Mayan Communities at Los Petenes Biosphere Reserve in Campeche, Mexico. *Estudios de cultura maya LII*, 2018, pp. 227-254.

PINEDA, E., CASTELLANOS, A. y TÉLLEZ, F.R. Determinantes fisicoquímicos de la calidad de la miel: una revisión bibliográfica. Colombia. Cuadernos de Desarrollo Rural, no.16 vol.83, 2019.

PROGRAMA DE DESARROLLO DE LA APICULTURA. Ministerio de la Agricultura 2015-2020. CIAPI-APICUBA-GAF, Cuba. 2015.

RAMÓN, J., MAGAÑA, D., ORTIZ, E. y RUIZ, J. Mechanisms associated to the antibacterial activity of honey from indigenous stingless honeybees. New York. In: *Stingless Bee's Honey from Yucatán*. Nova Science Publishers, Inc, 2016.

SÁNCHEZ-CHINO, X.M., JIMÉNEZ, C., RAMÍREZ, E., MARTÍNEZ, J., CORZO, L.J. y GODÍNEZ, L.M. Actividad antioxidante y quelante de metales de las mieles de *Melipona beecheii* y *Frieseomelitta nigra* originarias de Tabasco, México. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, no.22, 2019, pp. 1-7.

SCHENCKE, C., VÁSQUEZ, B., SANDOVAL, C. y DEL SOL, M. El rol de la miel en los procesos morfofisiológicos de reparación de heridas. *Int. J. Morphol*, no. 34 vol. 1, 2016, pp. 385-395.

SILVA, C.F., VALENZUELA, R.M. y PORTOCARRERO, M.J. Comparación del efecto antibacteriano de tres tipos de miel sobre el *Streptococcus mutans* (ATCC® 25175™). Avances en Odontoestomatología, no. 34 vol. 6, 2018, pp. 294-298.

VAYAS, B. Evaluación de Métodos de sensibilidad en la efectividad antimicrobiana de la miel de abeja sobre cepa certificada de (*Staphylococcus aureus*). Ecuador. Documento Final del Proyecto de Investigación como requisito para obtener el grado de Médico Veterinario Zootecnista” Cevallos, 2017, pp. 16-19.