

PROPIEDADES CURATIVAS DE LA MIEL: UN EDULCORANTE NATURAL PROVENIENTE DE LOS PRINCIPALES POLINIZADORES DE LAS PLANTAS

HEALING PROPERTIES OF HONEY: A NATURAL SWEETENER FROM THE MAIN POLLINATORS OF PLANTS

Alejandra Otero-Salinas, Jacqueline Meneses-Pérez, Karina Águila-Sánchez

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Facultad de Ciencias Biológicas

Licenciatura en Biotecnología

Puebla, Puebla, México

ale.otero17@gmail.com, jaque_0321@hotmail.com, kary_hsm@hotmail.com

RESUMEN

La miel es un edulcorante natural producido por las abejas a partir del néctar de las flores. Esta contiene diferentes compuestos químicos que incluyen fructosa y glucosa (80-85%), agua (15-17%), ceniza (0.2%), proteínas y aminoácidos (0.1-0.4%) y vestigios de enzimas, entre otras sustancias como compuestos fenólicos y ciertos oligoelementos. La concentración de estos compuestos depende de distintos factores como la ubicación geográfica, las condiciones climáticas, el tipo de floración y la especie de abeja. La práctica de utilizar la miel como medicina comenzó hace al menos seis mil años, cuando los griegos y los egipcios la usaban para tratar heridas de la piel y enfermedades del intestino. En este artículo, se presentarán las propiedades medicinales más importantes que se sustentan en varios estudios de investigación, tales como sus usos antioxidantes, antiinflamatorios, antibacterianos, antidiabéticos y anticancerígenos. Como antioxidante, la miel tiene diversas propiedades preventivas contra muchas afecciones clínicas, como trastornos inflamatorios, enfermedades de las arterias coronarias, enfermedades neurológicas, envejecimiento y cáncer. Además, se considera antimicrobiana debido a que inhibe el crecimiento de ciertos

microorganismos como *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Escherichia coli*, *Shigella* spp., *Helicobacter pylori* y *Staphylococcus aureus*.

Palabras clave: Miel, propiedades, aplicaciones médicas, componentes

ABSTRACT

Honey is a natural sweetener produced by bees from the nectar of flowers. It contains different chemical compounds, including fructose and glucose (80-85%), water (15-17%), ash (0.2%), proteins and amino acids (0.1-0.4%), enzyme traces, and other substances such as phenolic compounds and certain trace elements. The concentration of these compounds depends on different factors such as geographical location, weather conditions, type of flowering and bee species. The use of honey as a type of medication began at least six thousand years ago, when the Greeks and Egyptians used it to treat skin wounds and intestine diseases. This paper presents the most important medicinal properties that are sustained in several research studies, such as its antioxidant, anti-inflammatory, antibacterial, antidiabetic, and anticancer uses. As an antioxidant, honey has several preventive properties against many clinical conditions, such as inflammatory disorders, coronary artery diseases, neurological diseases, aging, and cancer. In addition, it is considered antimicrobial because it inhibits the growth of certain microorganisms such as *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Escherichia coli*, *Shigella* spp., *Helicobacter pylori*, and *Staphylococcus aureus*.

Keywords: Honey, properties, medical applications, components

Introducción

La miel es un edulcorante natural ampliamente disponible en todo el mundo. Entre los productos naturales, esta se usa considerablemente para diversas aplicaciones, algunas de ellas clínicas (Ahmed y Othman, 2013). La miel de abeja es una solución viscosa que contiene diferentes moléculas, incluyendo fructosa y glucosa (80-85%), agua (15-17%), ceniza (0.2%), proteínas y aminoácidos (0.1-0.4%) y vestigios de enzimas, entre otras sustancias

como compuestos fenólicos y ciertos oligoelementos, tales como hierro, azufre, calcio, potasio, sodio, magnesio, fósforo, zinc, cobre y manganeso.

Cada componente tiene propiedades nutricionales y medicinales únicas y actúa sinérgicamente al prestar utilidad a la miel para una variedad de aplicaciones (Patricia, Oliverio, Triny y Favián, 2015). Sin embargo, las propiedades físicas y la composición química de los diferentes tipos de miel varían en función de las plantas donde las abejas recogen la materia prima.



Figura 1. Panal de abeja. Imagen recuperada de <http://espores.org/es/investigacion/els-superpoders-de-la-mel-de-manuka.html>

Desde hace muchos años, se le han asignado diferentes propiedades curativas a la miel. Prueba de ello, es que los egipcios, griegos y romanos, por mencionar solo algunos, la utilizaban para tratar heridas de la piel y enfermedades del intestino. Como resultado de este descubrimiento empírico, ahora se sabe que la miel puede inhibir gran cantidad de microorganismos patógenos entre los que destacan *Escherichia coli*, *Shigella* spp., *Helicobacter pylori*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp y *Streptococcus pyogenespylori* (Erejuwa *et al.*, 2010).

En México, el principal estado productor de miel es Yucatán, con un volumen de 7,490 toneladas, que equivalen a una participación en la producción nacional de 13.6%. Le siguen Campeche con 5,571 toneladas, Chiapas con 5,213 toneladas, Jalisco con 4,590 toneladas y Veracruz con 4,766 toneladas. En el país, la mayor producción de miel se obtiene durante los meses de abril, mayo, noviembre y diciembre, cuando se produce 58.4% del volumen anual.



Figura 2. Infografía nacional de la miel. Imagen tomada de <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/infografias/Paginas/Mielorganica.aspx>

Por otro lado, los principales importadores de miel mexicana en el mundo son países altamente consumidores como Alemania, Estados Unidos, Reino Unido, Bélgica, Suiza, Arabia Saudita, Países Bajos, Japón y España, entre otros, quienes prefieren el sabor y la calidad de este producto.

En 2016, las exportaciones de miel mexicana alcanzaron un valor de US\$93,725,000 al comercializar un volumen de 29,098 toneladas, debido a que la calidad de la miel mexicana ha tenido acceso con gran aceptación a diversos mercados internacionales (Paz, Sur y Reyes, 2016).

Propiedades físicas de la miel

La miel tiene distintos parámetros físicos como el color, el pH, la actividad enzimática, el contenido de cenizas, la conductividad eléctrica e incluso el sabor, pero tales propiedades varían dependiendo de las especies de abejas, el origen geográfico y la presencia de impurezas. En términos generales, el color de la miel varía desde extra-clara, pasando por tonos ámbar hasta llegar 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 compuestos fenólicos. La viscosidad de la miel depende

del contenido de humedad y de una temperatura a 24 °C con 18.9% de humedad, pero esta característica es de aproximadamente 9.9. La tendencia de la formación de gránulos es el carácter de la miel que la diferencia de otros edulcorantes al igual que otros parámetros físicos. El pH de la miel también indica la pureza o crudeza de la miel, pero este depende de la geografía del área, oscilando en aproximadamente 4.7. El rango de conductividad eléctrica en la miel es de 0.60 y 2.17 mS/cm (milisiemens/centímetro) (Paxton, Klee, Korpela y Fries, 2007).

Hay una gran variedad de mieles con diferentes aromas, colores y sabores según su origen botánico. Los azúcares son los principales componentes del sabor, así por ejemplo la miel con un alto contenido de fructosa es generalmente más dulce que la miel con una concentración alta de glucosa. El aroma de la miel está determinado en gran medida por la cantidad de ácidos y aminoácidos. Las mieles oscuras tienen un contenido alto de fenoles y, consecuentemente, una capacidad antioxidante alta (Paxton *et al.*, 2007).

Compuestos de interés

Como se mencionó anteriormente, la concentración de la composición química de la miel, así como sus propiedades físicas,

depende de distintos factores como la ubicación geográfica, las condiciones climáticas, el tipo de floración y la especie de abeja. Sin embargo, se tiene registro de que la miel contiene aproximadamente 200 compuestos, tales como vitaminas, enzimas, aminoácidos y minerales, que son de importancia nutrimental para el ser humano, y un valor importante de agua y azúcares (Ramanauskiene, Stelmakiene, Briedis, Ivanauskas y Jakštas, 2012). Asimismo, se sabe que la mayoría de los diferentes tipos de miel contiene clases similares de ácidos fenólicos, incluidos ácidos cafeico, elágico, ferúlico y p-cumárico; flavonoides, tales como apigenina, crisina, galangina, hesperetina, kaenferol, pinocembrina y quercetina; y antioxidantes, como tocoferoles, ácido ascórbico, superóxido dismutasa (SOD), catalasa (CAT) y glutatión reducido (GSH).

Los azúcares constituyen de 95 a 99% de la materia seca de la miel (Rao, Krishnan, Salleh y Gan, 2016). Entre estos azúcares destaca la presencia de fructosa con aproximadamente 32-38% y glucosa con 30-31%. Se han identificado al menos diez disacáridos, donde se incluyen maltosa, sacarosa, maltulosa, turalosa, isomaltosa, laminaribiosa, nigerosa, kojibiosa, gentiobiosa y B-trehalosa. También destaca la presencia de trisacáridos como maltotriosa, erlosa, melezitosa, centosa 3-a5

isomaltosilglucosa, 1-kestosa, isomaltotriosa, panosa, piopanosa y laminaritriosa (Bogdanov, Jurendic, Sieber y Gallmann, 2008).

La miel también contiene diferentes compuestos biológicos importantes para beneficio del ser humano, entre los cuales se incluyen retinol, tocoferol, fitomenadiona,

tiamina y riboflavina, niacina, ácido pantoténico, piridoxina, ácido ascórbico, los cuales son mejor conocidos como vitaminas A, E, K, B1, B2, B3, B5, B6 y C, respectivamente. Finalmente, también contiene presencia de compuestos fenólicos, flavonoides y ácidos grasos (Aliyu *et al.*, 2012; Bogdanov *et al.*, 2008).



Figura 3. La miel, uno de los alimentos primitivos de la humanidad. Imagen tomada de <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/01-04/2.pdf>

La miel contiene aproximadamente 0.5% de proteínas, principalmente enzimas y aminoácidos libres. Las tres enzimas principales de la miel son diastasa (amilasa), que descompone al almidón o al glucógeno en unidades de azúcar más pequeñas; invertasa (sacarasa, α -glucosidasa), que se descompone en fructosa y glucosa; y glucosa oxidasa, que produce peróxido de hidrógeno y ácido

glucónico a partir de glucosa (Bogdanov *et al.*, 2008). Como ya se mencionó, la miel contiene ciertos aminoácidos de importancia para el ser humano como arginina, cisteína, ácido glutámico, ácido aspártico y prolina (Qamer, Ehsan, Nadeem y Shakoori, 2007). Del mismo modo, se han identificado una variedad de flavonoides y terpenos como pinocembrina, crisina, pinobanksina, 8-

metoxikaenferol, luteolina, isoramnetina, galangina, kaenferol, sakuranetina, quercetina y ácido magniferólico (Aliyu *et al.*, 2012).

Propiedades curativas de la miel

La práctica de utilizar la miel como medicina comenzó hace al menos seis mil años. Los registros escritos más antiguos en papiros y tablas de arcilla sumerias demuestran claramente que los egipcios usaban la miel como medicina antes de 1900 a 1250 a. C. El científico y filósofo Aristóteles (384-322 a. C.) consideró la miel como un buen ungüento para los ojos y las heridas (Aristóteles, 350 a. C.), mientras que Dioscórides (50 d. C.) describió la miel como efectiva para todas las úlceras podridas y huecas, quemaduras solares, tos e inflamación de la garganta y las amígdalas. Los antiguos griegos usaban la miel para el tratamiento de la fatiga y sus atletas usaban una mezcla de miel y agua

antes de los principales eventos atléticos. Los antiguos chinos, griegos, egipcios, asirios y romanos también usaban la miel para tratar heridas e infecciones intestinales (Ball, 2007).

La miel ha ocupado un lugar importante en la medicina tradicional durante siglos (Patricia *et al.*, 2015). En principio, la miel es un suplemento valioso para una población sana. Diversas investigaciones sobre la miel han confirmado sus diferentes propiedades, tales como antioxidantes, antiinflamatorias, antibacterianas, antivirales, antiulcerosas, antihiperlipidémicas, antidiabéticas y anticancerígenas (Erejuwa *et al.*, 2010; Kishore, Halim, Syazana y Sirajudeen, 2011; Viuda-Martos, Ruiz-Navajas, Fernández-López y Pérez-Álvarez, 2008). A continuación se presenta una breve descripción de algunas de estas propiedades.

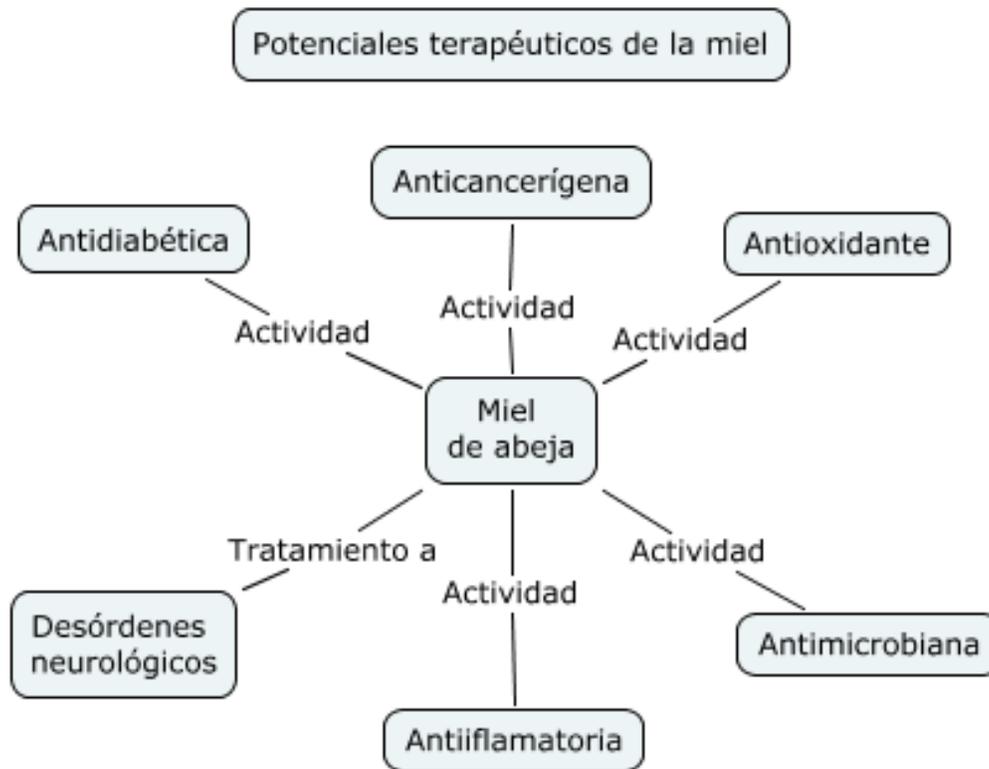


Figura 4. Diagrama de usos potenciales terapéuticos de la miel. Recuperado de la reseña en inglés "Biological and therapeutic effects of honey produced by honey bees".

Propiedades antioxidantes

La oxidación es una reacción bioquímica en cadena que produce radicales libres que pueden dañar las células, los tejidos y, en última instancia, las funciones fisiológicas. Los antioxidantes como la vitamina C terminan la reacción en cadena para proteger al cuerpo de los radicales libres. Para equilibrar el estado oxidativo, el cuerpo humano mantiene complejos sistemas de superposición de antioxidantes. Se ha demostrado que los alimentos que contienen antioxidantes mejoran la salud. La literatura sugiere que la miel contiene potentes agentes

antioxidantes. El papel de la miel también depende de su concentración y origen geográfico.

Como antioxidante, la miel tiene diversas propiedades preventivas contra muchas afecciones clínicas como trastornos inflamatorios, enfermedades de las arterias coronarias, enfermedades neurológicas, envejecimiento y cáncer. El aumento del compuesto fenólico en la miel proporciona propiedades antioxidantes (Meo, Al-Asiri, Mahesar y Ansari, 2017).

Se determinó que el papel de los compuestos fenólicos de las mieles monoflorales en las membranas de los glóbulos rojos humanos limita el daño oxidativo por la asimilación en la membrana celular y la capacidad de entrar y alcanzar el citosol. De esto se concluye que la miel contiene antioxidantes necesarios para la actividad biológica, la defensa y el aumento de las funciones de los glóbulos rojos (Alvarez-Suarez *et al.*, 2012).

Actividad antimicrobiana

Una de las características más importantes de la miel es su actividad antimicrobiana, hallada por primera vez en 1982, fecha desde la cual se han desarrollado diversos estudios referentes a este tema. Según uno de estos estudios, la miel más conocida es manuka (*Leptospermum scoparium*), la cual tiene un efecto inhibitorio contra 60 especies bacterianas, incluyendo aeróbicas y anaeróbicas y Gram-positivas y Gram-negativas (Khan *et al.*, 2017).

Otro estudio reveló que la miel proveniente de la abeja *Tetragonisca angustula* tiene actividad antimicrobiana

significativa contra diferentes cepas bacterianas, incluyendo *Bacillus cereus* (bacterias Gram positivas) y *Pseudomonas aeruginosa* (bacterias Gram negativas), así como contra levaduras como *Candida albicans* y *Saccharomyces cerevisiae* (Paxton *et al.*, 2007).

El mecanismo antibacteriano de la miel no se entiende por completo, pero muchos investigadores proponen que la miel inhibe el crecimiento bacteriano debido a diferentes factores, entre los cuales se encuentran concentración alta de azúcar; bajo contenido de humedad (actividad del agua) entre 0.56 y 0.62, lo cual dificulta el crecimiento de casi cualquier microorganismo; bajo pH; producción de peróxido de hidrógeno, compuestos fenólicos u otros componentes no identificados en la miel (Mundo, Padilla-Zakour y Worobo, 2004).

De manera más reciente, se informó que otras proteínas y biomoléculas presentes en la miel contribuyen a la actividad antimicrobiana de esta.

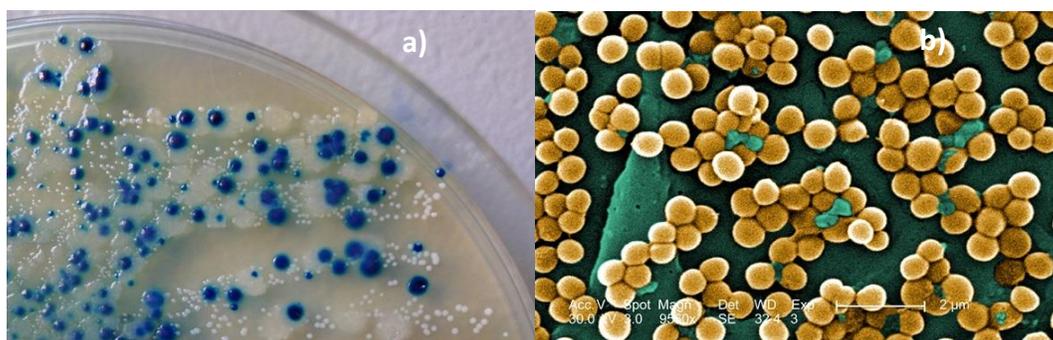


Figura 5. a) *Pseudomonas aeruginosa*, **b)** *Staphylococcus aureus*. Imágenes tomadas de <http://espores.org/es/investigacion/els-superpoders-de-la-mel-de-manuka.html>

Actividad antiinflamatoria

La miel puede actuar como agente antiinflamatorio debido a que se puede usar en la curación de heridas. Se ha reportado que al ser aplicada en el tejido lesionado, la miel reduce la cantidad de exudado de la herida. También se ha reportado cierta actividad sobre algunas enzimas al impedir que continúen con su función, como la ciclooxigenasa-1 y la ciclooxigenasa-2. También disminuye la cantidad de compuestos inflamatorios potentes, incluyendo las prostaglandinas como la PGE2 (prostaglandina E2), la PGF2a (prostaglandina F2a) y el tromboxano B2 en plasma (Erguder *et al.*, 2008).

La eficacia de la miel de Manuka y sus componentes como agentes antiinflamatorios también se ha reportado en estudios que afirman que la miel estimula la producción de citosinas inflamatorias como la interleucina-

1 β (IL-1 β) e IL-6 (Tonks *et al.*, 2007). Se debe recordar que las citosinas son mediadores necesarios para conducir la respuesta inflamatoria hacia las regiones de infección y lesión, favoreciendo la cicatrización apropiada de la herida (Lin, Calvano y Lowry, 2000).

Trastornos neurológicos

El estrés oxidativo es una de las principales causas de neuroinflamación, que conduce a la apoptosis y muerte neuronal. Se tiene registro de que, en el contexto de trastornos neurodegenerativos, la miel puede tener una actividad significativa contra la hipoperfusión cerebral crónica, que es uno de los factores que contribuyen a la enfermedad de Alzheimer (Goes *et al.*, 2017). Otros estudios diversos confirman los efectos beneficiosos de la miel sobre la memoria y los procesos de aprendizaje (Al-Himyari, 2009).

Actividad antidiabética

El consumo de carbohidratos en la dieta humana es bastante polémico, sobre todo con respecto a la salud debido a que estos cambian las concentraciones de glucosa en la sangre, es decir, el índice glucémico. Según ciertos estudios previos, se sabe que hay algunos tipos de miel, como la miel acacia y la caja amarilla, que tienen una concentración más alta de fructosa en comparación con su índice glucémico (IG). Estos tipos de miel son benéficos para la salud en afecciones tales como trastornos metabólicos, incluyendo la diabetes mellitus y las enfermedades cardíacas (Ludwig, 2000).

Otro estudio relacionado con la actividad antidiabética mostró los efectos antihiperglucemiantes de la miel, encontrando que las diferentes dosis de miel produjeron una reducción significativa en los niveles de glucosa en la sangre y un efecto significativo para la mejora del peso, lo cual indica que la miel puede ser una alternativa como edulcorante para el consumo de alimentos de los pacientes diabéticos (Rao *et al.*, 2016).

Sin embargo, los hallazgos encontrados en estudios en animales no se pueden generalizar a la condición humana. Antes de endosar a la miel como sustituto del azúcar, agente terapéutico o suplemento

dietético en pacientes con esta enfermedad o cualquier metabólico en pacientes comprometidos, se necesitan más estudios para investigar los efectos del consumo de miel a largo plazo en tales pacientes (Meo, Ansari *et al.*, 2017).

Actividad anticancerígena

Actualmente, el cáncer es una de las enfermedades más recurrentes y peligrosas que terminan con la vida de muchas personas a nivel mundial. Según estudios diversos, se ha comprobado la importancia que tiene la miel es este campo de la medicina, indicando que esta puede usarse como medicina natural para tratar el cáncer. Un estudio realizado en 2010 concluyó que la miel tiene un efecto antiproliferativo *in vitro* en células cancerígenas de vejiga. Para esto se usaron diferentes líneas celulares T24, RT4, 253J y MBT2 (Khan *et al.*, 2017). Un estudio similar mostró que la miel tiene ésteres fenólicos del ácido cafeico (CAPE) que detienen el crecimiento celular en la fase sub G1 del ciclo celular canceroso e inducen la apoptosis de las células por activación de caspasa-3 por la proteína CAPE (Khan *et al.*, 2017).

Otros estudios sobre la eficacia de la miel contra las células cancerosas en cuanto a su estabilidad, viabilidad e incluso metástasis mostraron efectos antiangiogénicos importantes. Algunos estudios sobre mieles

de Malasia informaron actividades efectivas contra varios tipos de cáncer, incluyendo el oral, vesical, cervical, hepático, óseo y de mama (Rao *et al.*, 2016).

Conclusión

Para concluir, los estudios antes mencionados encontraron que la miel es una alternativa de gran interés para tratar diferentes tipos de enfermedades, pero este potencial está estrechamente relacionado con las características adquiridas por diversos factores, como los geográficos o la especie de abeja. Se debe destacar que esta diversidad de compuestos adquiridos influye de manera

importante como una alternativa terapéutica, ya que la concentración de cada compuesto que la conforma actúa de manera específica para cada padecimiento.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a las autoridades de la Licenciatura en Biotecnología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por brindarnos la oportunidad de divulgar información de interés y al Doctor Enrique González Vergara por su apoyo para la realización de este artículo.

Referencias

- Ahmed, S. y Othman, N. H. (2013). Review of the medicinal effects of tualang honey and a comparison with Manuka honey. *Malaysian Journal of Medical Sciences*, 20(3), 6-13. <https://doi.org/10.1100/tsw.2008.64>
- Al-Himyari, F. A. (2009). The use of honey as a natural preventive therapy of cognitive decline and dementia in the middle east. *Alzheimer's and Dementia*, 5(4), P247-P247. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2009.04.248>
- Aliyu, M., Odunola, O. A., Farooq, A. D., MESAİK, A. M., Choudhary, M. I., Erukainure, O. L., ..., Jabeen, A. (2012). Fractionation of acacia honey affects its antioxidant potential *in vitro*. *Journal of Acute Disease*, 2(4), 115-119. [https://doi.org/10.1016/S2221-6189\(13\)60070-0](https://doi.org/10.1016/S2221-6189(13)60070-0)
- Alvarez-Suarez, J. M., Giampieri, F., González-Paramás, A. M., Damiani, E., Astolfi, P., Martínez-Sánchez, G., ..., Battino, M. (2012). Phenolics from monofloral honeys protect human erythrocyte membranes against oxidative damage. *Food and Chemical Toxicology*, 50(5), 1508-1516. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.01.042>
- Ball, D. W. (2007). The Chemical Composition of Honey. *Journal of Chemical Education*, 84(10),

1643. <https://doi.org/10.1021/ed084p1643>

Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R. y Gallmann, P. (2008). Honey for nutrition and health: A review. *Journal of the American College of Nutrition*, 27(6), 677-689. <https://doi.org/10.1080/07315724.2008.10719745>

Erejuwa, O. O., Sulaiman, S. A., Wahab, M. S., Sirajudeen, K. N. S., Salleh, M. S. M. y Gurtu, S. (2010). Antioxidant protection of Malaysian tualang honey in pancreas of normal and streptozotocin-induced diabetic rats. *Annales d'Endocrinologie*, 71(4), 291-296. <https://doi.org/10.1016/j.ando.2010.03.003>

Erguder, B. I., Kilicoglu, S. S., Namuslu, M., Kilicoglu, B., Devrim, E., Kismet, K. y Durak, I. (2008). Honey prevents hepatic damage induced by obstruction of the common bile duct. *World Journal of Gastroenterology*, 14(23), 3729-3732. <https://doi.org/10.3748/wjg.14.3729>

Goes, A. T. R., Jesse, C. R., Antunes, M. S., Lobo Ladd, F. V., Barbosa Lobo Ladd, A. A., Luchese, C., ..., Boeira, S. P. (2017). Protective role of chrysin on 6-hydroxydopamine-induced neurodegeneration a mouse model of Parkinson's disease: Involvement of neuroinflammation and neurotrophins. *Chemico-Biological Interactions*. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2017.10.019>

Khan, S. U., Anjum, S. I., Rahman, K., Ansari, M. J., Khan, W. U., Kamal, S., ..., Khan, H. U. (2017). Honey: Single food stuff comprises many drugs. *Saudi Journal of Biological Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.08.004>

Kishore, R. K., Halim, A. S., Syazana, M. S. N. y Sirajudeen, K. N. S. (2011). Tualang honey has higher phenolic content and greater radical scavenging activity compared with other honey sources. *Nutrition Research*, 31(4), 322-325. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2011.03.001>

Lin, E., Calvano, S. E. y Lowry, S. F. (2000). Inflammatory cytokines and cell response in surgery. *Surgery*, 127(2), 117-126. <https://doi.org/10.1067/msy.2000.101584>

Ludwig, D. S. (2000). Dietary glycemic index and obesity. *The Journal of Nutrition*, 130(2S Suplemento), 280S-283S.

Meo, S. A., Al-Asiri, S. A., Mahesar, A. L. y Ansari, M. J. (2017). Role of honey in modern medicine. *Saudi Journal of Biological Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.12.010>

Meo, S. A., Ansari, M. J., Sattar, K., Chaudhary, H. U., Hajjar, W. y Alasiri, S. (2017). Honey and

- diabetes mellitus: Obstacles and challenges—Road to be repaired. *Saudi Journal of Biological Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2016.12.020>
- Mundo, M. A., Padilla-Zakour, O. I. y Worobo, R. W. (2004). Growth inhibition of foodborne pathogens and food spoilage organisms by select raw honeys. *International Journal of Food Microbiology*, 97(1), 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.025>
- Patricia, V., Oliverio, V., Triny, L. y Favián, M. (2015). Meliponini biodiversity and medicinal uses of pot-honey from El Oro province in Ecuador. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2015.04.079>
- Paxton, R. J., Klee, J., Korpela, S. y Fries, I. (2007). *Nosema ceranae* has infected *Apis mellifera* in Europe since at least 1998 and may be more virulent than *Nosema apis*. *Apidologie*, 38(6), 558-565. <https://doi.org/10.1051/apido>
- Paz, L., Sur, B. C. y Reyes, J. L. (2016). Comunicado de prensa, (612), 6-7.
- Qamer, S., Ehsan, M., Nadeem, S. y Shakoory, A. R. (2007). Free amino acids content of Pakistani unifloral honey produced by *Apis mellifera*. *Pakistan Journal of Zoology*, 39(2), 99-102.
- Ramanauskienė, K., Stelmakienė, A., Briedis, V., Ivanauskas, L. y Jakštas, V. (2012). The quantitative analysis of biologically active compounds in Lithuanian honey. *Food Chemistry*, 132(3), 1544-1548. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.12.007>
- Rao, P. V., Krishnan, K. T., Salleh, N. y Gan, S. H. (2016). Biological and therapeutic effects of honey produced by honey bees and stingless bees: A comparative review. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2016.01.012>
- Tonks, A. J., Dudley, E., Porter, N. G., Parton, J., Brazier, J., Smith, E. L. y Tonks, A. (2007). A 5.8-kDa component of manuka honey stimulates immune cells via TLR4. *Journal of Leukocyte Biology*, 82(5), 1147-1155. <https://doi.org/10.1189/jlb.1106683>
- Ulloa, J. A., Mondragón, P. M., Rodríguez, R., Reséndiz, J. A. y Rosas-Ulloa, P. (2010). La miel de abeja y su importancia. *Revista Fuente*, 2(4), 11-18.
- Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J. y Pérez-Álvarez, J. A. (2008). Functional properties of honey, propolis, and royal jelly. *Journal of Food Science*, 73(9), 117-124. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00966.x>

Captura de imágenes

Espores. (2014). Los superpoderes de la miel de Manuka. Recuperado el 10 de octubre de 2017 de:

<http://espores.org/es/investigacion/els-superpoders-de-la-mel-de-manuka.html>

Rao, P. V., Krishnan, K. T., Salleh, N. y Gan, S. H. (2016). Biological and therapeutic effects of honey produced by honey bees and stingless bees: A comparative review. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2016.01.012>

Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (2015). Recuperado el 18 de noviembre de 2017 de:

<http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/infografias/Paginas/Mielorganica.aspx>

Ulloa, J. A., Mondragón, P. M., Rodríguez, R., Reséndiz, J. A. y Rosas-Ulloa, P. (2010). La miel de abeja y su importancia. *Revista Fuente*, 2(4), 11-18. Recuperado el 8 de noviembre de 2017 de: <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/01-04/2.pdf>