



CENCOMED (Actas del Congreso), educienciapdcl2025, (septiembre 2025) ISSN 2415-0282

Potencial antioxidante de los productos de la colmena Melipona en la reducción del estrés oxidativo

Antioxidant potential of Melipona hive products in reducing oxidative stress

Est. Yazmín Elena Hernández Díaz¹ <https://orcid.org/0009-0001-9057-7182>

MSc. Nidia Elena Díaz Rodríguez² <https://orcid.org/0000-0002-6859-2562>

MSc. Lidia Rosa Guerra Pérez³ <https://orcid.org/0000-0001-6860-604X>

Est. Nallaly Guerra García⁴ <https://orcid.org/0009-0008-6781-2106>

Dra. Marleydis Elena Ramírez Sueque⁵ <https://orcid.org/0009-0008-5859-5912>

Est. Shaily Folgoso Abreu⁶ <https://orcid.org/0009-0002-7530-2305>

Est. Leandro Mikio Tsuchiya Portal⁷ <https://orcid.org/0009-0008-1290-2702>

¹Estudiante de tercer año de Medicina. Facultad de Ciencias Médicas “Dr. Faustino Pérez Hernández”. Sancti Spíritus, Cuba. Correo: yazminelenahernandezdiaz@gmail.com

²Dra. Medicina Veterinaria. MSc. Medicina Veterinaria Preventiva. Profesora Auxiliar. Departamento Medios Diagnósticos, Facultad de Ciencias Médicas “Dr. Faustino Pérez Hernández”. Sancti Spíritus, Cuba. Correo: nidiaelenadiaz70@gmail.com

³Licenciada en Psicología. MSc. Sexología Clínica Comunitaria. Profesora Asistente. Departamento de Medicina Natural y Tradicional, Facultad de Ciencias Médicas “Dr. Faustino Pérez Hernández”. Sancti Spíritus, Cuba. Correo: lidyarosa@infomed.sld.cu

⁴Estudiante de tercer año de Medicina. Facultad de Ciencias Médicas “Dr. Faustino Pérez Hernández”. Sancti Spíritus, Cuba. Correo: nallaly.guerra@gmail.com

⁵Dra en Medicina. Especialista en Medicina General Integral y Fisiología Normal y Patológica. Profesora Asistente. Departamento de Ciencias Básicas Biomédicas, Facultad de Ciencias Médicas “Dr. Faustino Pérez Hernández”. Sancti Spíritus, Cuba Correo: marlydiselenaramirezsueque@gmail.com

⁶Estudiante de tercer año de Licenciatura en Bioanálisis Clínico. Universidad de Ciencias Médicas, Sancti Spíritus. Correo: s71775357@gmail.com

⁷Estudiante de primer año de Medicina. Facultad de Ciencias Médicas “Dr. Faustino Pérez Hernández”. Sancti Spíritus, Cuba. Correo: leandrotsuchiyaportalpro@gmail.com

I RESUMEN

Introducción: el estrés oxidativo es un fenómeno resultante del desequilibrio entre la producción exagerada de radicales libres y especies reactivas de oxígeno/nitrógeno, frente a la capacidad antioxidante

endógena, lo que causa daño celular contribuyendo a patologías crónicas como el envejecimiento, enfermedades neurodegenerativas, cáncer. En la canalización del mismo se reconoce la utilidad de productos antioxidantes de origen natural. **Objetivo:** describir el potencial antioxidante de los productos de la colmena Melipona en la reducción del estrés oxidativo. **Métodos:** se realizó una revisión bibliográfica sistemática de artículos científicos en español e inglés, publicados entre 2013 y 2025, consultando PubMed, SciELO y REBEC. De 50 artículos inicialmente identificados, 34 cumplieron los criterios de inclusión. **Resultados:** la miel de Melipona presenta una alta actividad antioxidante atribuida a su contenido en polifenoles, flavonoides, ácidos fenólicos y vitaminas, con efectos neuroprotectores y potencial anticancerígeno. El propóleo se destaca por su acción antioxidante dual: neutralización directa de radicales libres y modulación del sistema antioxidante endógeno, con efectos antiinflamatorios y neuroprotectores. El polen contiene proteínas, vitaminas, enzimas y compuestos fenólicos que contribuyen significativamente a la reducción del estrés oxidativo celular, mostrando actividad antioxidante y efectos terapéuticos prometedores. **Conclusiones:** estas propiedades de los productos de la colmena Melipona constituyen un potencial antioxidante que pueden reducir el estrés oxidativo, contribuyendo a la prevención y manejo de enfermedades crónicas relacionadas con el daño oxidativo.

Palabras clave: potencial antioxidante; productos de la colmena Melipona; estrés oxidativo.

I ABSTRACT

Introduction: oxidative stress is a phenomenon resulting from the imbalance between the exaggerated production of free radicals and reactive oxygen/nitrogen species, versus the endogenous antioxidant capacity, which causes cellular damage contributing to chronic pathologies such as aging, neurodegenerative diseases, and cancer. In its channeling, the usefulness of antioxidant products of natural origin is recognized. **Objective:** to describe the antioxidant potential of Melipona hive products in reducing oxidative stress. **Methods:** a systematic bibliographic review of scientific articles in Spanish and English, published between 2013 and 2025, consulting PubMed, SciELO and REBEC was carried out. Of 50 articles initially identified, 34 met the inclusion criteria. **Results:** Melipona honey exhibits high antioxidant activity attributed to its content of polyphenols, flavonoids, phenolic acids, and vitamins, with neuroprotective effects and anticancer potential. Propolis stands out for its dual antioxidant action: direct neutralization of free radicals and modulation of the endogenous antioxidant system, with anti-inflammatory and neuroprotective effects. Pollen contains proteins, vitamins, enzymes, and phenolic compounds that significantly contribute to the reduction of cellular oxidative stress, showing antioxidant activity and promising therapeutic effects. **Conclusions:** these properties of Melipona hive products constitute an antioxidant potential that can reduce oxidative stress, contributing to the prevention and management of chronic diseases related to oxidative damage.

Keywords: antioxidant potential; Melipona hive products; oxidative stress.

II INTRODUCCIÓN

El oxígeno es un elemento esencial para la vida, pero bajo ciertas condiciones, puede tener efectos nocivos en los organismos. Uno de los efectos es la producción de radicales libres (RL), especies reactivas de oxígeno (ROS) y nitrógeno (ERN) que son moléculas altamente reactivas; cuando estos RL se acumulan originan un fenómeno llamado estrés oxidativo.⁽¹⁾

Este desequilibrio puede ser provocado por un aumento exagerado en la producción de ROS o por una disminución en los mecanismos antioxidantes endógenos del organismo. Entre estas se encuentran el anión superóxido, el radical hidroxilo, y el peróxido de hidrógeno, que son subproductos naturales del metabolismo celular, pero su producción excesiva puede llevar a daños en componentes celulares como lípidos de membrana, proteínas y ADN.^(2,3)

Cuando el cuerpo se encuentra en un estado de estrés oxidativo crónico, este fenómeno se convierte en un catalizador de procesos patológicos subyacentes. La evidencia científica vincula el estrés oxidativo a largo plazo con el envejecimiento, la inflamación crónica, el desarrollo del cáncer, enfermedades cardiovasculares, Diabetes Mellitus, Alzheimer y Parkinson.⁽⁴⁾

El cuerpo humano posee sistema de defensa antioxidante que incluye enzimas como la glutatión peroxidasa, la catalasa, la superóxido dismutasa y tioredoxina. También existen otros compuestos no enzimáticos como glutatión, ferritina y mioglobina; pero no son lo suficientemente eficientes para protegerlo, por lo que es necesaria la ingesta de alimentos que contengan antioxidantes.⁽⁵⁾

Los compuestos antioxidantes se encuentran principalmente en las frutas y verduras, habiéndose identificado compuestos como polifenoles, flavonoides, carotenoides, vitamina C, vitamina E, entre otros. Estos juegan un rol fundamental en la prevención de múltiples enfermedades, particularmente en las asociadas al estrés oxidativo.^(5,6)

Diversos alimentos como la cúrcuma, el ajo, el té verde, se recomiendan por su capacidad antioxidante.⁽⁷⁾ Los productos de la colmena Melipona como la miel, el propóleo y el polen han despertado un creciente interés debido a la amplitud de sus propiedades biológicas, particularmente su actividad antioxidante.

Sin embargo, en un mundo expuesto a factores de estrés ambiental, como la contaminación y una dieta deficiente, la suplementación con antioxidantes provenientes de fuentes naturales se ha propuesto como una medida para reforzar las defensas biológicas. Por lo que la siguiente investigación tiene como objetivo describir el potencial antioxidante de los productos de la colmena Melipona en la reducción del estrés oxidativo.

III MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica de artículos de la literatura científica actualizada referente a la aplicación antioxidante de la miel, propóleos y polen, productos de la colmena Melipona, en la reducción del estrés oxidativo. Se efectuó una búsqueda de la literatura en español e inglés de PubMed, SciELO, el Registro Brasileño de Ensayos Clínicos (REBEC).

Se emplearon los descriptores: "miel melipona," "propóleo melipona," "polen melipona," "estrés oxidativo," "antioxidante," "in vivo," en idioma español y en inglés, a través de operadores booleanos AND y OR.

De un total de 50 artículos científicos identificados inicialmente, provenientes de fuentes nacionales e internacionales, se realizó un cribado por título y resumen. Finalmente, fueron seleccionados 34 artículos cumplieron con los criterios de inclusión establecidos.

Los artículos fueron seleccionados de acuerdo con los siguientes criterios de inclusión:

Criterios de inclusión: Publicaciones entre 2013 y 2025. Artículos originales con resultados estrés oxidativo y los productos de colmena de Melipona. Prioridad a estudios de los últimos cinco años para garantizar actualidad y pertinencia.

Criterios de exclusión: Artículos que no abordaran específicamente la interacción entre estrés oxidativo y los productos analizados. Opiniones, editoriales, cartas al editor o resúmenes de congresos sin publicación completa. Estudios duplicados o con datos redundantes.

Los hallazgos fueron sistematizados mediante un análisis cualitativo narrativo, agrupando los resultados de acuerdo con los tipos de productos estudiados (miel, propóleos, polen) y su impacto sobre el estrés oxidativo.

IV RESULTADOS

Los antioxidantes de origen natural, entre los que destacan vitaminas, carotenoides, flavonoides y ácidos fenólicos, constituyen una línea de defensa fundamental contra el daño oxidativo. Estos compuestos bioactivos, presentes en una amplia variedad de matrices vegetales y productos como la miel, han demostrado poseer una relación directa entre su concentración y la capacidad antioxidante del alimento.⁽⁸⁾

Estudios recientes han profundizado en la identificación de los componentes antioxidantes específicos de la miel de Melipona. Se ha reportado que los polifenoles, incluyendo flavonoides y ácidos fenólicos como el ácido gálico, son los principales contribuyentes a la actividad antioxidante. Además, se han identificado ácidos orgánicos como el acético, cítrico, D-málico, tartárico, glucónico y succínico, que también refuerzan esta capacidad.⁽⁹⁾

Otros compuestos importantes en esta miel incluyen fenoles, ácido ascórbico (vitamina C) y la actividad equivalente antioxidante. La diversidad de compuestos fenólicos es amplia, abarcando ácidos como el gálico, salicílico y p-cumárico, así como flavonoides como kaempferol, luteolina, catequina, apigenina y taxifolina. También se han encontrado taninos y cumarinas, especialmente en la miel de regiones como Kalimantan.⁽⁹⁾

La actividad antioxidante de la miel de Melipona es un atributo complejo y multifacético, modulado principalmente por su alto contenido de polifenoles y flavonoides. La miel unifloral tiene un mayor contenido antioxidante que los tipos de miel multifloral. Dicha actividad es influenciada por una multiplicidad de factores, incluyendo la especie de abeja, el origen floral y geográfico, el clima y los métodos de procesamiento.⁽¹⁰⁾

La evaluación de esta capacidad antioxidante se realiza mediante metodologías in vitro estandarizadas. Cada método de análisis ofrece resultados diferentes, dado que los antioxidantes responden de manera específica a distintos tipos de radicales o estrés oxidante; por lo tanto, ningún ensayo único puede caracterizar con precisión todas las fuentes de actividad.⁽¹¹⁾

Entre los métodos más utilizados se encuentran el ensayo DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo), el FRAP (capacidad de reducción del hierro férrico) y el ORAC (capacidad de absorción de radicales de oxígeno). Los estudios que emplean estas técnicas han demostrado consistentemente que las mieles de *Melipona* poseen una alta capacidad para neutralizar radicales libres y quelar iones metálicos pro-oxidantes.⁽¹²⁾

Estudios de otros autores, reportaron una capacidad antioxidante significativamente mayor en miel sin aguijón (42,23 $\mu\text{mol ET}/100\text{ g}$) en comparación con la miel europea (31,06 $\mu\text{mol ET}/100\text{ g}$) utilizando el ensayo DPPH. Se afirmó además, que la composición química de la miel sí se debe a la especie de abeja y al origen floral y geográfico.⁽¹³⁾

Una investigación al sur de Brazil empleó el método FRAP en la miel de ocho tipos de abejas sin aguijón y cuantificaron su composición fenólica en valores entre 67,5 y 734,5 $\mu\text{mol Fe}^{2+}/100\text{ g}$. Mediante el ensayo ORAC, otros autores corroboraron estos hallazgos, revelando que la miel de *Trigona* sp. (29,56 - 89,44 $\mu\text{mol ET/g}$) supera a la de *Apis mellifera* (22,28 - 75,47 $\mu\text{mol ET/g}$). Lo que demostró una correlación significativa del contenido de polifenoles con la capacidad antioxidante.^(14, 15)

Cabe precisar, que la actividad antioxidante global no solo depende de los compuestos fenólicos totales y los flavonoides, sino que también podría estar influenciada por otros constituyentes, como el contenido de proteínas.⁽¹⁶⁾

Investigaciones recientes han destacado su impacto positivo en la neuroprotección, atribuyéndose a su capacidad para mitigar el estrés oxidativo neuronal y la inflamación cerebral. Este efecto es de especial relevancia en enfermedades neurodegenerativas como Alzheimer y Parkinson, donde el daño oxidativo juega un rol central.^(17,18) La combinación de antioxidantes y otros compuestos bioactivos en estas mieles puede ofrecer una estrategia complementaria natural para mitigar la progresión de dichas patologías.

Más allá de la neuroprotección, el interés en el potencial anticancerígeno de la miel de *Melipona* está en aumento, en línea con la tendencia de buscar sustancias naturales para el desarrollo de nuevas terapias oncológicas. La inflamación, controlada por células inmunitarias, es un factor crucial en la progresión del cáncer y la capacidad antioxidante de la miel podría jugar un papel modulador.^(19, 20)

La evidencia científica respalda el potencial de la miel de *Melipona*, no solo como un alimento funcional de alto valor, sino también como una fuente prometedora de compuestos bioactivos para el desarrollo de estrategias complementarias en la prevención y el manejo de enfermedades asociadas al estrés oxidativo, abarcando desde condiciones neurodegenerativas hasta oncológicas.

El propóleo, una resina compleja recolectada por las abejas y enriquecida con sus propias secreciones y es otro producto de la colmena *Melipona* con un considerable interés terapéutico. Su composición química es diversa; incluye flavonoides, compuestos fenólicos y terpenos, que son la base de sus múltiples propiedades biológicas. Estas propiedades abarcan actividades antioxidantes, antiinflamatorias, antibacterianas, anticancerígenas, antidiabéticas e inmunomoduladoras.⁽²¹⁾

La eficacia del propóleo en la prevención y tratamiento de diversas afecciones, como enfermedades cardiovasculares, aterosclerosis, infecciones y en la promoción de la cicatrización de heridas, se atribuye en gran medida a su potente acción antioxidante. Los compuestos fenólicos y flavonoides actúan en la protección de las células del daño oxidativo, un proceso que subyace a muchas enfermedades.⁽²¹⁾

La acción antioxidante del propóleo de *Melipona* no se reduce a una simple neutralización de ROS. La evidencia sugiere un mecanismo dual y sinérgico. Por un lado, realiza una neutralización directa,

demostrando en estudios in vitro una capacidad significativamente superior a la de antioxidantes sintéticos de referencia como el butilhidroxitolueno.⁽²²⁾

Por otro lado, y quizás de mayor relevancia fisiológica, está su capacidad para modular el sistema antioxidante endógeno. Un estudio preclínico crucial demostró que el extracto de *Melipona quadrifasciata* fue capaz de atenuar el estrés oxidativo inducido por quimioterapia en un modelo murino, restableciendo los niveles hepáticos de glutatión y la actividad de enzimas clave como la superóxido dismutasa y la catalasa.⁽¹⁷⁾

La presencia de compuestos específicos como el ácido isocuprésico enriquece la actividad antioxidante, al inhibir la función de la deshidrogenasa mitocondrial y la supresión de la generación de superóxido. Además, los compuestos fenólicos presentes actúan modulando vías moleculares esenciales para el mantenimiento del equilibrio redox.^(23, 24) Todo lo que sugiere un potencial terapéutico profundo y multifacético.

La relevancia de las propiedades antioxidantes del propóleo de *Melipona* se ve respaldada por investigaciones en otras especies de abejas sin aguijón, indicando que se trata de una característica extendida y potente en este grupo. Estudios con extractos de *Tetragonula biroi*, *Heterotrigona itama* y *Tetragonula laeviceps* confirmaron que los extractos etanólicos poseen una mayor actividad antioxidante medida mediante el ensayo DPPH.⁽²⁵⁾

De manera concluyente, entre varias especies (incluyendo *Tetragona clavipes* y *Scaptotrigona* spp.), el propóleo de *Melipona quadrifasciata* anthidioides presentó la actividad antioxidante más alta, incluso superior a la de un propóleo de abeja europea utilizado para comparación. Estos trabajos refuerzan consistentemente que el solvente de extracción (etanol) es más eficiente que otros (como n-hexano o agua) para obtener fracciones ricas en estos compuestos bioactivos antioxidantes.⁽²⁵⁾

La potente actividad antiinflamatoria y antioxidante contribuye decisivamente a la protección celular. Por ejemplo, la galangina, un flavonoide presente, muestra una prometedora actividad anti-neurodegenerativa en el Alzheimer y Parkinson, al inhibir citocinas proinflamatorias (IL-1 β , IL-6, IL-18, TNF- α) y la generación de ROS. El llamado "geopropóleo" de *Melipona mondury*, rico en terpenos y ácido gálico, también ha sido reportado con actividad contra enfermedades inflamatorias, oxidativas, infecciosas y neoplásicas.^(26, 27)

El propóleo de *Melipona* ejerce una actividad antioxidante superior a muchos estándares, a través de un mecanismo que combina la neutralización directa de radicales libres con la estimulación y regulación del sistema antioxidante endógeno del organismo. El mayor desafío reside en trasladar estos hallazgos prometedores a estudios clínicos en humanos que permitan estandarizar dosis, confirmar eficacia y seguridad, y validar científicamente las aplicaciones terapéuticas de este producto natural.

Al polen de abeja se le atribuye una mezcla de granos de polen, néctar y secreciones salivales la categoría de alimento funcional. Su composición abarca proteínas, carbohidratos, lípidos, fibras, vitaminas (A, C, E), minerales, polifenoles y compuestos volátiles. El recolectado por las abejas *Melipona*, constituye una fuente dietética crucial de antioxidantes, entre los que destacan carotenoides y flavonoides.^(28, 29)

Este polen contiene compuestos que contribuyen a la neutralización de radicales libres y la reducción del estrés oxidativo a nivel celular, protegiendo proteínas, lípidos y ácidos nucleicos del daño oxidativo. Su

actividad antioxidante también se asocia con la preservación de niveles de óxido nítrico, que es crucial para la función celular en condiciones de estrés.^(28, 30)

Entre los flavonoides más destacados en el polen de Melipona se encuentran la quercetina, además de ácidos fenólicos como el ácido gálico, p-cumárico y o-cumárico. Estos compuestos capturan radicales libres y ayudan a reducir el daño oxidativo a nivel celular. Entre los compuestos fenólicos más relevantes se identifican la rutina, los ácidos hidroxicinámicos, la salicina y el ácido elágico. Esta riqueza composicional es la base de su alto potencial antioxidante.^(28, 31)

La actividad antioxidante del polen de abejas sin aguijón, se atribuye también a su contenido de enzimas antioxidantes que inactivan radicales de oxígeno. Esta propiedad es crucial para su potencial terapéutico en patologías relacionadas con el estrés oxidativo, como diabetes y ciertos tipos de cáncer.⁽³²⁾

La composición final es sumamente variable, dependiendo de factores como la especie de abeja, el origen geográfico, el clima, la fertilidad del suelo, las plantas forrajeras, la temporada y el método de extracción. Este amplio espectro de propiedades biológicas, ha sido tan sólidamente documentado que ha merecido el reconocimiento formal de entidades como el Ministerio Federal de Salud de Alemania, que lo clasifica como un medicamento.^(28, 33)

Estudios de laboratorio que emplean metodologías como el ensayo ABTS [2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfónico)] han demostrado que los extractos de polen de Melipona poseen una capacidad de inhibición de radicales libres que supera el 80%. Este valor es significativo por ser superior, al de frutas y verduras renombradas por su poder antioxidante.⁽¹⁸⁾ Tal hallazgo sugiere, que la incorporación de este polen en la dieta podría actuar como un complemento eficaz para fortalecer los sistemas de defensa antioxidante endógenos del organismo.

Estudios recientes han demostrado que el extracto de polen de Melipona, como el de *Tetragonisca angustula*, posee capacidades antioxidantes y neuroprotectoras, lo que indica un efecto protector sobre las células frente al estrés oxidativo relacionado con enfermedades neurodegenerativas.⁽³⁴⁾ Esto abre la posibilidad de usos terapéuticos del polen en enfermedades donde el estrés oxidativo es un factor clave en la fisiopatología.

El polen de abejas Meliponas representa un recurso biológico valioso con actividad antioxidante significativa atribuida a sus compuestos fenólicos, enzimas y otros bioactivos, con potencial terapéutico. La investigación futura debe dirigirse a validar estos beneficios en humanos, estableciendo protocolos de dosificación estandarizados y confirmando su seguridad y eficacia como coadyuvantes en la prevención y el manejo de enfermedades crónicas asociadas al estrés oxidativo.

V CONCLUSIONES

Los productos de la colmena Melipona como la miel, el propóleo y el polen constituyen un potencial antioxidante en la reducción del estrés oxidativo, se ha demostrado que tienen un papel significativo en la modulación del estrés oxidativo, en procesos patológicos asociados con daños celulares y múltiples enfermedades crónicas. Contienen una diversidad de compuestos bioactivos, principalmente flavonoides, ácidos fenólicos y enzimas antioxidantes, que actúan neutralizando los radicales libres y reduciendo la

peroxidación lipídica. Lo que los convierte en una fuente prometedora para el desarrollo de terapias antioxidantes y complementarias en la prevención de daño oxidativo.

VI REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alkadi H. A review on free radicals and antioxidants. *Infect Disord Drug Targets*. [Internet]. 2022[cited 2025 Sep 20]; 20(1):16-26. Available from: <https://doi.org/10.2174/1871526518666180628124323>
2. Sánchez-Pérez Y, Orozco-Ávila I, Rodríguez-Cruz M, Rosales-Pérez L, Aguilar-Zarate B, et al. Estrés oxidativo ¿un asesino silencioso? *Bioquímica*. [Internet]. 2020[citado 20 Sep 2025]; 45(1): 2-8. Available from: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2020000100002
3. Akel Bilgic H, Kilic B, Kockaya BD, Sarac BE, Kilic Suloglu A, Kalayci O, et al. Oxidative stress stimulation leads to cell-specific oxidant and antioxidant responses in airway resident and inflammatory cells. *Life Sci* [Internet]. 2023[cited 2025 Sep 20]; 315: 121358. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2022.12135810>
4. Leyane TS, Jere SW, Houreld NN. Oxidative stress in ageing and chronic degenerative pathologies: molecular mechanisms involved in counteracting oxidative stress and chronic inflammation. *Int. J. Mol. Sci.* [Internet]. 2022[cited 2025 Sep 20]; 23(13): 7273. Available from: <https://doi.org/10.3390/ijms23137273>
5. Guija-Guerra H, Guija-Poma E. Radicales libres y sistema antioxidante. *Horiz Med (Lima)* [Internet]. 2023[citado 20 Sep 2025]; 23(2): e2158. Disponible en: <https://doi.org/10.24265/horizmed.2023.v23n2.12>
6. Rahaman MM, Hossain R, Herrera-Bravo J, Islam MT, Atolani O, Adeyemi OS, et al. Natural antioxidants from some fruits, seeds, foods, natural products, and associated health benefits: An update. *Food Sci Nutr*. [Internet]. 2023[cited 2025 Sep 20]; 11: 1657–1670. Available from: <https://doi.org/10.1002/fsn3.3217>
7. Cervantes-Valencia ME, López-Valdeza N, Rojas-Lemusa M, González-Villalva A, Morales-Ricardesa G, Bizarro-Nevarosa P, et al. Antioxidantes naturales y su efecto contra el estrés oxidante provocado por la contaminación por material particulado. *Rev Fac Med*. [Internet]. 2024[citado 20 Sep 2025]; 67(4). Disponible en: <http://doi.org/10.22201/fm.24484865e.2024.67.4.02>
8. Pimentel TC, da Silva FV, Anjos JC, Nagai MA. Stingless bee honey: an overview of health benefits and main market challenges. *J Food Biochem*. [Internet]. 2022[cited 2025 Sep 20]; 46 (3):e13883. Available from: <https://doi.org/10.1111/JFBC.13883>
9. Junaidin J, Abdurachman A, Sudiana IK. Comparison of antioxidant and antidiabetic properties of meliponine honey from different stingless bee species and origins: a scoping review. *Pediatr*

Endocrinol Diabetes Metab. [Internet]. 2025[cited 2025 Sep 20]; 31(2): 59-67. Available from: <https://doi.org/10.5114/pedm.2025.152596>

10. Majid M, Ellulu MS, Abu Bakar MF. Melissopalynological study, phenolic compounds, and antioxidant properties of *Heterotrigona itama* honey from Johor, Malaysia. *Scientifica* (Cairo). [Internet]. 2020 [cited 2025 Sep 20]; 2020: 2529592. Available from: <https://doi.org/10.1155/2020/2529592>
11. Martinello M, Mutinelli F. Antioxidant activity in bee products: a review. *Antioxidants* [Internet]. 2021[cited 2025 Sep 20]; 10 (1): 71. Available from: <https://doi.org/10.3390/antiox10010071>
12. Álvarez-Suarez JM, Giampieri F, Battino M. Honey as a source of dietary antioxidants: structures, bioavailability and evidence of protective effects against human chronic diseases. *Curr Med Chem*. [Internet]. 2013 [cited 2025 Sep 20]; 20(5): 621-638. Available from: <https://doi.org/10.2174/092986713804999358>
13. Alvarez-Suarez M; Giampieri F; Brenciani A; Mazzoni L; Gasparrini M; Gonz AM; et al. *Apis mellifera* vs *Melipona beecheii* Cuban Poli Fl Oral Honeys: a comparison based on their physicochemical parameters, chemical composition and biological properties. *LWT* [Internet]. 2018[cited 2025 Sep 20]; 87: 272–279. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.08.062>
14. Biluca FC, da Silva B, Caon T, Mohr ETB, Vieira GN, Gonzaga LV, et al. Investigation of phenolic compounds, antioxidant and anti-inflammatory activities in stingless bee honey (*Meliponinae*). *Food Res. Int.* [Internet]. 2020[cited 2025 Sep 20]; 129: 108756. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108756>
15. Ranneh Y, Ali F, Zarei M, Akim AM, Hamid HA, Khazaai H. Malaysian stingless bee and Tualang honeys: a comparative characterization of total antioxidant capacity and phenolic profile using liquid chromatography-mass spectrometry. *LWT* [Internet]. 2018[cited 2025 Sep 20]; 89: 1–9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.10.043>
16. Tuksitha L, Chen YLS, Chen YL, Wong KY, Peng CC. Antioxidant and antibacterial capacity of stingless bee honey from Borneo (Sarawak). *J. Asia. Pac. Entomol.* [Internet]. 2018[cited 2025 Sep 20]; 21: 563–570. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2018.03.005>
17. Santos LM, Fonseca MS, Sokolonski AR. Propolis from *Melipona quadrifasciata* decreases doxorubicin-induced oxidative stress. *J Ethnopharmacol.* [Internet]. 2022 [cited 2025 Sep 20]; 285: 114856. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.114856>
18. Carvalho R, Silva T, Mendonça A. Antioxidant activity of stingless bee pollen from the Brazilian Caatinga biome. *J Food Meas Charact.* [Internet]. 2024[cited 2025 Sep 20]; 18(1): 789-798. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11694-023-02230-z>
19. Ahmad F, Seerangan P, Mustafa MZ, Osman ZF, Abdullah JM, Idris Z. Anti-Cancer Properties of *Heterotrigona itama* sp. Honey via Induction of Apoptosis in Malignant Glioma Cells. *Malays. J. Med. Sci.* [Internet]. 2019[cited 2025 Sep 20]; 26: 30–39. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6682750/>
20. Al-Hatamleh MAI, Boer JC, Wilson KL, Plebanski M, Mohamud R, Mustafa MZ. Antioxidant-based medicinal properties of stingless bee products: recent progress and future directions. *Biomolecules*

[Internet]. 2020 [cited 2025 Sep 20]; 10(6): 923. Available from: <https://doi.org/10.3390/biom10060923>

21. Alsarayrah NA, Mohamed R, Omar EA. Stingless bee propolis: a comprehensive review of chemical constituents and health efficacy. *Nat Prod Bioprospect*. [Internet]. 2025 [cited 2025 Sep 20]; 15(1): 61. Available from: <https://doi.org/10.1007/s13659-025-00545-4>
22. López B, Costa M, Almeida A. In vitro antioxidant capacity of Brazilian stingless bees propolis: a comparative study. *Food Biosci*. [Internet]. 2023[cited 2025 Sep 20]; 52: 102456. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102456>
23. Manley-Harris M, Grainger M, Peters LM, et al. Composition and bioactivity of propolis derived from New Zealand native forest. *Fitoterapia*. [Internet]. 2025[cited 2025 Sep 20]; xx (xx): 106412. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2025.106412>
24. Ramón-Sierra JM, Villanueva MA, Yam-Puc A, Rodriguez-Mendiola M, Arias-Castro C, Ortiz-Vázquez E. Antimicrobial and antioxidant activity of proteins isolated from *Melipona beecheii* honey. *Food Chem X*. [Internet]. 2021[cited 2025 Sep 20]; 13: 100177. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2021.100177>
25. Pazin WM, Monaco LDM, Egea Soares AE, Miguel FG, Berretta AA, Ito AS. Actividad Antioxidante de tres tipos de propóleos de abeja sin aguijón y propóleos verdes. *J. Apic. Res*. [Internet]. 2017[citado 20 Sep 2025]; 56(4): 40–49. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/002188390.2016.1263496>
26. Choi MJ, Lee EJ, Park JS, Kim SN, Park EM, Kim HS. Anti-inflammatory mechanism of galangin in lipopolysaccharide-stimulated microglia: critical role of PPAR- γ signaling pathway. *Biochem Pharmacol*. [Internet]. 2017[cited 2025 Sep 20]; 144: 120–31. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2017.07.021>
27. dos Santos TLAD, Queiroz RF, Sawaya ACHF, Lopez BG, Soares MBP, Bezerra DP. et al. *Melipona mondury* produces geopropolis with antioxidant, antibacterial and antiproliferative activities. *Anais Acad Bras Cienc*. [Internet]. 2017[cited 2025 Sep 20]; 89(3): 2247-2259. Available from: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720160404>
28. El Ghouizi A, Bakour M, Laaroussi H, Ousaid D, El Menyiy N, Hano C, Lyoussi B. Bee pollen as functional food: insights into its composition and therapeutic properties. *Antioxidants (Basel)*. [Internet]. 2023[cited 2025 Sep 20]; 12(3): 557. Available from: <https://doi.org/10.3390/antiox12030557>
29. Novales MG, Contreras JL. Composición nutricional y perfil de compuestos bioactivos en polen de abejas nativas sin aguijón. *Nutr Clín Diet Hosp*. [Internet]. 2021[citado 20 Sep 2025]; 41(2): 112-120. Disponible en: <https://revista.nutricion.org/index.php/ncdh/article/view/133>
30. Anjum SI. Actividad antimicrobiana y efecto protector del polen de abeja Toscana sobre el estrés oxidativo en modelos celulares. *Front Nutr*. [Internet]. 2024[cited 2025 Sep 20]; 11: 1371672. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1371672>
31. Cauch Kumul R. Potencial antioxidante de la miel de *Melipona beecheii* y su relación con la salud: una revisión. *Nutr Hosp*. [Internet]. 2015[citado 20 Sep 2025]; 32 (4): 1432-42. Disponible en: <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.4.9312>

32. Lob S, et al. Potencial terapéutico del polen de abeja sin aguijón. Res J Pharm Technol. [Internet]. 2020[citado 20 Sep 2025]; 13(5): 78-83. Disponible en: <https://doi.org/10.5958/0974-360X.2020.00040.1>
33. Radev Z. Variety in Protein Content of Pollen from 50 Plants from Bulgaria. Bee World [Internet]. 2018[cited 2025 Sep 20]; 95(3): 81–83. Available from: <https://doi.org/10.1080/0005772x.2018.1486276>
34. Sousa Junior AO, Pinheiro L, Costa M. Potencial antioxidante y neuroprotector del extracto de polen de *Tetragonisca angustula*. Neurol Sci. [Internet]. 2020[citado 20 Sep 2025]; 41(12): 3313-3321. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10072-020-04680-7>