



Potencial del polen en la industria: variabilidad y su impacto en la apicultura tropical

Pollen potential in industry: variability and its impact on tropical beekeeping

Nataly Jiménez Espinoza

Universidad Autónoma de Chiriquí, Departamento de Química.
Centro de investigación de Productos Naturales y Biotecnología, Panamá

nathycris3023@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-2850-3975>

Roberto Guevara

Universidad Autónoma de Chiriquí, Departamento de Química.
Centro de investigación de Productos Naturales y Biotecnología, Panamá

roberto.guevara@unachi.ac.pa

<https://orcid.org/0009-0007-6665-8605>

DOI <https://doi.org/10.48204/j.scientia.v35n2.a7706>

Resumen

El objetivo fundamental de la apicultura es proporcionar productos apícolas de alta calidad y servicios de polinización con la máxima eficiencia; sin embargo, esta actividad se ve afectada por diversos factores, incluido el origen botánico del polen, las condiciones climáticas, la geografía y la época del año. Esta revisión implicó la búsqueda de estudios relevantes en bases de datos reconocidas como MDPI, ScienceDirect, entre otras, priorizando artículos recientes que exponen la calidad del polen y dichos factores por lo cual se ve afectado. Investigaciones internacionales han evidenciado que el polen de abeja tiene un alto valor nutritivo y atributos funcionales importantes; además, existe una conexión entre el valor nutricional de este producto y el desarrollo de la colmena. Otro aspecto clave, como la estación de cosecha, puede influir tanto positiva como negativamente en la calidad y productividad de la colmena. Por ello, el propósito de esta revisión es analizar la variabilidad y el impacto que genera la producción de polen en la apicultura tropical, así como su potencial en la industria; enfatizando que, a nivel nacional el polen de abeja podría ser un producto viable para producir y comercializar cumpliendo con todos los estándares de calidad, diversificando así la oferta apícola en Panamá.

Palabras claves: apicultura, nutrientes, polen apícola, proteína.

Abstract

The fundamental objective of beekeeping is to provide high quality bee products and pollination



services with maximum efficiency; however, this activity is affected by several factors, including the botanical origin of pollen, climatic conditions, geography and time of year. This review involved searching for relevant studies in recognized databases such as MDPI, ScienceDirect, among others, prioritizing recent articles that expose pollen quality and the factors by which it is affected. International research has shown that bee pollen has a high nutritional value and important functional attributes; furthermore, there is a connection between the nutritional value of this product and the development of the hive. Another key aspect, such as the harvest season, can influence both positively and negatively the quality and productivity of the hive. Therefore, the purpose of this review is to analyze the variability and impact generated by pollen production in beekeeping, as well as its potential in the industry, emphasizing that, at the national level, bee pollen could be a viable product to produce and market, complying with all quality standards, thus diversifying the beekeeping supply in Panama.

Keywords: beekeeping, bee pollen, nutrients, protein.

Introducción

El polen apícola se forma a través de la recolección de polen por las abejas, que se adhieren entre sí con la ayuda de diversos peines y pelos de las patas que están humedecidas con la saliva y el néctar para dar forma a un grano, es su característica distintiva del polen de viento (Saavedra, Rojas, & Delgado, 2013). De tal modo que, las abejas recogen y transportan el polen como pellets utilizando la cesta de polen para proveer y tener mayor consumo cumpliendo con los requerimientos de proteína y demás nutrientes (Di Pasquale et al., 2013).

Es decir, las abejas deben consumir ciertos nutrientes esenciales en su alimentación; y básicamente el polen es su principal fuente de proteínas, minerales, grasas y otras sustancias diversas, mientras que el néctar aporta la mayor parte de los carbohidratos (Herbert, 1992). De acuerdo con el origen botánico, el clima, y estado en el que se encuentra, el contenido nutricional de cada tipo de polen varía notablemente; por tanto, no todo el polen es igualmente nutritivo para las abejas como para el ser humano.

La proteína proporcionada por el polen es fundamental para el desarrollo de la colmena, pero por las razones expuestas anteriormente, la cantidad de proteína cruda disponible en el polen varía ampliamente entre las diferentes fuentes de polen, oscilando entre el 6% y el 30% del peso seco total del mismo (Ellis et al.,



2023). Sin embargo, estiman que el contenido mínimo de proteína requerido por las abejas melíferas está entre el 20% y el 25% de proteína cruda.

En Panamá según cifras documentadas por el Ministerio de Desarrollo Agropecuario de Panamá (MIDA), la provincia de Chiriquí - Panamá está considerada como la zona agrícola más productiva del país, alcanzando entre un 60 al 70% de la producción nacional (MIDA, 2019); no obstante, con una producción relativa de 100 kg anuales de polen apícola.

En este contexto, esta revisión sistemática tiene como objetivo exponer la variabilidad, el impacto que conlleva la generación de polen en la apicultura y su potencial en la industria.

Materiales y Métodos

Se implementó un método organizado para la selección, evaluación y análisis de la literatura científica en relación con la composición y los factores que afectan la calidad del polen apícola; específicamente, la variabilidad e impacto en la región tropical, así como el potencial que posee este producto. Básicamente, el proceso de selección de fuentes consistió en la búsqueda de investigaciones pertinentes en diversas bases de datos reconocidas, tales como Google Scholar, Scopus, ScienceDirect, MDPI y demás; se tomaron en cuenta trabajos publicados entre 2012 y 2024 para garantizar que la revisión incluyera la información más reciente sobre el tema, aunque algunas referencias antiguas resultaron cruciales para aclarar distintos puntos importantes.

Variabilidad e impacto en la apicultura tropical

La variabilidad del polen de abeja es un tema importante en la apicultura y la biología de las abejas, dado que las abejas recogen polen de diferentes especies de plantas, por consecuencia una amplia variación en la composición del polen y sus propiedades nutricionales; así como también se ve afectada por varios factores



como el origen de la flor, las condiciones climáticas, la geografía, la etapa del año y demás.

Enfocados en esos factores que pueden verse afectada esas propiedades, varios estudios consisten en examinar el polen que se encuentra en los nidos de abejas o en las cargas de miel y polen de los recolectores con el fin de identificar que plantas son visitadas. El néctar y el polen son dos de las gratificaciones que las plantas brindan a los polinizadores, por lo que, en función de esto, las plantas entomofilas pueden clasificarse en tres categorías: nectaríferas, poliníferas y nectaríferas-poliníferas (Villanueva R., 2002; Briceño C., 2018).

La importancia del conocimiento sobre estas plantas facilita identificar necesidades de conservación y restauración de los ecosistemas, el poder adaptar la gestión de los apiarios a las variaciones en el potencial natural y evaluar las oportunidades de genera productos de la colmena de un origen floral específico, un aspecto para la comercialización en mercados internacionales (Andrada, 2003), que actualmente le proporciona valor al producto.

En el caso de Panamá, se encuentra entre los primeros 25 países del mundo en términos de diversidad de especies de plantas con flores, en el territorio se conocen 10,444 especies de plantas (3,3% de la diversidad mundial) (Ministerio de Ambiente; 2020). Como se indicó anteriormente, la variedad de flora juega un papel importante en la calidad del polen, en Panamá destacan fuentes poliníferas como *Quercus*, *Alnus*, *Curatella americana*, *Mimosa* (4 ssp.), *Pelliciera*, entre otras; destacando que el rango de vuelo de las abejas puede llegar hasta 10 km cuando buscan néctar y polen, por tanto, la fuente puede variar. Roubik et al (1984) afirman que las abejas de miel se especializan en fuentes de polen beneficiosas según la temporada.

Dado que es un país tropical, las abejas pueden recoger polen a lo largo de todo el año por las temperaturas cálidas y las lluvias habituales; ya que, la viabilidad del polen permanece sin cambios de temperatura que oscilan entre 25-37°C y es



constante entre diferentes variedades de plantas (Brunet et al, 2019; El Ghouizi et al, 2023).

Además, la variedad de flores permite que las colonias accedan a una mejor diversidad de nutrientes (proteínas, aminoácidos, vitaminas, y demás), lo que es crucial para el crecimiento de las abejas y el bienestar de la colonia. No obstante, hasta un cierto grado afectan la recolección del polen, puesto que, con el viento las abejas necesitan más energía para seguir el camino de ida y vuelta; esto hace que la lluvia impida que las abejas salgan a recolectar néctar, al estar empapadas su peso dificulta el vuelo y podrían ahogarse, lo que causa la pérdida de muchas de ellas (Mungsan N., 2018). Del mismo modo, van a repercutir estos factores en la calidad del polen apícola; a su vez, representa un desafío para los apicultores en considerar el origen como un elemento diferenciador en su estrategia comercial.

En primer lugar, los entornos nutricionales se transforman a medida que las plantas florecen en la sucesión de las estaciones, brindando la variedad de nutrientes requeridos para apoyar las actividades de los herbívoros durante todo el año (Solon-Biet et al., 2015). Los nutrientes requeridos en las etapas de reproducción y crecimiento de las abejas son diferentes de aquellos necesarios para sobrevivir el invierno, especialmente si los recursos son limitados (Machovsky-Capuska et al., 2016).

Por ende, la escasez de polen o un bajo contenido nutricional puede impactar a que las abejas sean más vulnerables, a menudo más pequeñas, tienen menos capacidad de alimentar a las crías y tienen una vida útil más corta; en estas circunstancias, las colonias de abejas pueden disminuir significativamente la producción de miel (Santos et al., 2009).

Considerando estas variables y los distintos procesos que enfrentan para su comercialización, los granos de polen se distinguen por su forma y por la cantidad de sustancias bioactivas y nutritivas que contienen (Keskin & Özkök, 2020). A diferencia del polen monofloral, el polen apícola multifloral (figura 1) reúne las

características bioquímicas, organolépticas de las plantas de procedencia y presenta el nivel más elevado de contenido bioactivo, además su coloración puede variar; debido a que se han empleado diferentes métodos de extracción y análisis para identificar las propiedades químicas del polen, su composición también suele cambiar (Puerto et al., 2015).

Figura 1

Polen apícola, variabilidad en las muestras (diversos colores).



Se destacan investigaciones donde se ve reflejado esta variabilidad del producto apícola, por ejemplo; México se encuentra entre los cinco principales productores apícolas del mundo, ya que tiene una gran cantidad de colonias manejadas de *A. mellifera* (Winston, 1979; Quezada-Euán, 2007; Quezada Euán & otros, 2008). Entre los estudios realizados, determinaron la variación de la calidad nutricional de polen en colmenas de distintas regiones apícolas durante la época seca en México (Hernández Y., 2020), sus resultados mostraron diferencias significativas en el contenido de nutrientes dentro de la colmena. Concluyeron que las variaciones climáticas causan un desequilibrio entre la fenología de las plantas y la dinámica de las abejas, lo que retrasa el inicio temprano de las floraciones y afecta negativamente la calidad del polen y la salud de las colmenas.



Un estudio realizado en Uruguay (Santos et al., 2009), determinó el contenido de proteína cruda de polen de 25 especies vegetales que frecuentan las abejas, hallando entre un 14.5% y 41.5%, la mayoría presentando más del 20% de proteína, valor mínimo aceptado para una correcta nutrición de las abejas; concluyendo que en Uruguay las abejas no deberían tener problemas proteicos en su dieta cuando hay una oferta de polen de diferentes especies botánicas. De igual manera, en Colombia se han llevado a cabo estudios al Polen apícola, por ejemplo, el caso de Prada D. (2022), obtuvo valores de 24.6%-29.4% de proteína en pólenes colombianos, concluyendo una excelente calidad de polen apícola.

Como resultado de muchos factores influyentes, existe una gran variabilidad en la composición química como se ha mencionado, y existen problemas en la comparación de resultados. Para armonizar y estandarizar la calidad del polen apícola y los métodos de determinación, Campos et al. (2008) publicaron una propuesta internacional para la calidad del polen apícola con un borrador de requisitos básicos de composición para el polen seco de abeja. Los límites prescritos para los parámetros fisicoquímicos se utilizan para la evaluación de la calidad del polen apícola a nivel internacional, ya que solo unos pocos países (por ejemplo, Brasil, Bulgaria, Polonia y Suiza) han establecido criterios de calidad del polen a nivel nacional (Aličić et al, 2019).

Potencial en la industria

Debido a su composición química, rica en nutrientes y con propiedades antioxidantes, microbiológicas, el polen apícola se considera un superalimento (Thakur & Nanda, 2018). Por tanto, ha sido estudiado a nivel mundial desde el punto nutricional, valorización de un producto con ayuda del polen, hasta estudios del polen contaminado de sustancias peligrosas, como micotoxinas. Adicionalmente, para aprovechar al máximo el potencial de los productos apícolas en la industria alimentaria, es fundamental tener un entendimiento profundo de su composición



química (Kieliszek et al, 2018).

Composición fisicoquímica y bioactiva

Para las abejas, el néctar es su principal fuente de azúcares, mientras que el polen proporciona proteínas, lípidos y micronutrientes; aunque, su composición puede variar considerablemente, según la abeja y la especie de planta (Nicolson, 2011). Como lo señala Pedroso et al. (2018), el polen presenta en su composición nutricional aproximadamente un 40 % de carbohidratos, 35 % de proteínas, entre 4 y 10 % de agua, 5 % de lípidos y entre 5 - 15 % de otras sustancias como minerales, vitaminas; por tanto, es considerado una buena fuente nutricional y ofrece una serie de beneficios para la salud, a lo que lleva a ganar relevancia actualmente.

En la mayoría de los pólenes, los carbohidratos representan la fracción más alta; como se destaca anteriormente, variando entre un 15 y 40 %. Estos están compuestos principalmente por azúcares simples como fructosa y glucosa (Graham, 1993). De acuerdo con Dworschak, mencionado por Talpay (1978), la mayor parte de carbohidratos presentes en los pólenes son azúcares derivados del néctar que las abejas incorporan al formar los pellets de los mismos.

Comúnmente en estos pólenes, se presenta un incremento en los azúcares simples, este aumento en el contenido de azúcares simples se debe al utilizar el néctar como aglutinante en la formación de los agregados de polen (Stanley y Linskens, 1974).

Por su parte, según sus estructuras químicas los compuestos polifenólicos del polen apícola pueden clasificarse generalmente como ácidos fenólicos y flavonoides; en el caso de los ácidos fenólicos y sus derivados, se pueden mencionar, los ácidos 3,4-dihidroxibenzoico, 4-hidroxibenzoico, clorogénico, ferúlico, cafeico, gálico, siríngico, p-cumárico y vanílico y el éster etílico del ácido 4-hidroxibenzoico y sus derivados, lo cual se informaron en el polen de abeja (Thakur & Nanda, 2020; Mutlu, et al., 2023). Además, según Salazar, et al. (2020) entre los



carotenoides, que identificaron encontraron: β -caroteno, criptoxantina, zeaxantina y luteína en el polen de abeja.

En sí, el polen es un excelente recurso para descubrir alimentos nutritivos y sustentables; su contribución nutricional a la industria alimentaria señala avances en el sabor y la calidad nutricional de varios alimentos innovadores; por ejemplo, bebidas endulzadas con miel y enriquecidas con polen, la miel como edulcorante natural y el polen como enriquecimiento de proteínas, vitaminas, minerales y antioxidantes (Gündoğdu et al, 2019). De acuerdo con Bianchi et al (2025), añadir un 10% de polen de abeja muestra ser lo más eficaz para potenciar galletas con compuestos fenólicos y carotenoides, mejorando su actividad antioxidante; ofreciendo los máximos beneficios nutricionales con este grado de suplementación. Indicando que enriquecer las galletas con polen podría aumentar significativamente la oferta de bocadillos saludables; a su vez, extendiendo las posibles aplicaciones del polen apícola en sector alimentario.

La amplia variedad de productos a base de polen se debe a que es un producto valorado y reconocido por sí mismo; mencionado anteriormente, gracias a sus propiedades medicinales y nutricionales tanto en su forma natural como en las formulaciones que lo incluyen, particularmente en aquellas con características específicas ligadas a su origen botánico y geográfico (Valdes P., 2014). El polen de abeja es bastante conocido en los mercados asiáticos, donde se utiliza de manera tradicional, sobre todo en la medicina china; los mercados más importantes son Corea del Sur y Japón. No obstante, mercados occidentales tales como el australiano, el norteamericano y el europeo han evidenciado un creciente interés por productos derivados de la apicultura.

Por su parte cabe mencionar, han llevado a cabo investigaciones acerca de las propiedades cosmetológicas del polen en el laboratorio, demostrando que puede impulsar los mecanismos de defensa contra el envejecimiento de la piel (polifenoles, vitamina C, E), la deshidratación cutánea, radiación UV (carotenoides), que



intervienen en el deterioro de la piel humana (Kurek-Górecka et al, 2020).

A pesar de ello, el polen es un producto comercialmente rezagado a nivel nacional, en comparación a otros países que han reconocido al polen como un producto alimenticio y han establecido estándares oficiales de calidad (Fuenmayor et al., 2014). Es decir, las ventas de polen en Panamá no son tan significativas en comparación con otros productos agrícolas más comunes; el MIDA proporciona estadísticas detalladas sobre la producción y venta de diversos productos agrícolas, pero el polen no es uno de los productos principales en sus informes. Esto sugiere que, aunque el polen es un producto valioso, su volumen de ventas es menor en comparación con otros productos agrícolas más tradicionales

Perspectivas futuras

Panamá cuenta con una diversidad de flora que nos beneficia en varios aspectos, especialmente en la apicultura; sin embargo, hay otros variables a considerar (clima, tipo de suelo), lo cual influye en la calidad de los productos de la colmena. Por ello, gracias a esta revisión bibliográfica en bases datos con el propósito de visualizar, analizar información actualizada sobre países donde producen y comercializan este producto; y así exponiendo la variabilidad, el impacto que conlleva la calidad de polen en la apicultura y su potencial en la industria, atribuyéndole un enfoque en Panamá.

En sí, el polen ha sido reconocido a nivel mundial como un producto de alto valor alimenticio debido a su notable composición química, destacándose entre otros productos de la colmena. Sin embargo, en Panamá no se comercializa ampliamente ni se le ha categorizado de esa manera, lo que refleja uno de los desafíos en la apicultura panameña: la diversificación de los productos en el mercado.

Agradecimientos



Agradecemos a la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Panamá (SENACYT). Al programa de Maestría en Ciencias Químicas con Énfasis en Inocuidad alimentaria y a la Universidad Autónoma de Chiriquí.

Referencias bibliográficas

- Aličić, D., Flanjak, I., Ačkar, Đ., Jašić, M., Babić, J., & Šubarić, D. (2019). Physicochemical properties and antioxidant capacity of bee pollen collected in Tuzla Canton (B&H). *Journal of Central European Agriculture*, 21(1), 42–50. <https://doi.org/10.5513/jcea01/21.1.2533>
- Andrada, A. (2003). Flora utilizada por *Apis mellifera* L. en el sur del Caldenal (Provincia Fitogeográfica del Espinal), Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales nueva serie*, 5(2), 329-336
- Bianchi, A., Capparelli, S., Taglieri, I., Sanmartin, C., Pistelli, L. y Venturi, F. (2025). Galletas saladas enriquecidas con polen de abeja fresco y seco: caracterización química, tecnológica y sensorial. *Alimentos*, 14(3), 527. <https://doi.org/10.3390/foods14030527>
- Briceño C. (2018). Identificación de flora melífera con potencial ornamental y medicinal en Yucatán. Tesis. Merida, Yucatán, Mexico. Recuperado: <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/598/1/Cinthia%20Isabel%20Briceño%20Santiago.pdf>
- Brunet J, Ziobro R, Osvatic J, Clayton MK. (2019). The effects of time, temperature and plant variety on pollen viability and its implications for gene flow risk. *Plant Biol*. 21:715–22. <https://doi.org/10.1111/plb.12959>.
- Campos, M.G., Bogdanov, S., de Almeida-Muradian, L.B., Szczesna, T., Mancebo, Y., Frigerio, C., Ferreira, F. (2008) Pollen composition and standardisation of analytical methods. *Journal of Apicultural Research*, 47 (2), 156-163. DOI: <https://doi.org/10.1080/00218839.2008.11101443>
- Di Pasquale, G., Salignon, M., Le Conte, Y., Belzunces, L. P., Decourtye, A., Kretzschmar, A. & Alaux, C. (2013). Influence of pollen nutrition on honey bee health: do pollen quality and diversity matter? *PLoS one*, 8, e72016. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0072016>.



- El Ghouzi A, Bakour M, Laaroussi H, Ousaaid D, El Menyiy N, Hano C, Lyoussi B. (2023). Bee Pollen as Functional Food: Insights into Its Composition and Therapeutic Properties. *Antioxidants* (Basel). 12(3):557. <https://doi.org/10.3390/antiox12030557>. PMID: 36978805; PMCID: PMC10045447.
- Franco, V. C. (2018). Industria apícola experimenta crecimiento. Panamá América. <https://www.panamaamerica.com.pa/provincias/industria-apicola-experimenta-crecimiento-36920>.
- Fuenmayor C., Zuluaga C., Díaz C., Quicazan M., Cosio M., Mannino S. (2014). Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y funcionales del polen apícola colombiano. *Rev. MVZ Córdoba* 10(1):4003-4014.
- Graham, J. (1993). *The Hive and Honey Bee*. Dadant & Sons, Inc. Hamilton Illinois. 1324p.
- Gündoğdu E., Çakmakçı S., Güngör Şat I. (2019). An overview of honey: its composition, nutritional and functional properties. *JFSE*, 9. Recuperado: https://www.researchgate.net/publication/330685140_An_Overview_of_Honey_Its_Composition_Nutritional_and_Functional_Properties.
- Kieliszek M., Piwowarek K., Kot A.M., Błażej S., Chlebowska-Śmigiel A., Wolska I. (2018). Pollen and bee bread as new health-oriented products: a review. *Trends Food Sci. Technol.*, 71, pp. 170-180. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.10.021>.
- Keskin, M.; Özkök, A. (2020). Effects of drying techniques on chemical composition and volatile constituents of bee pollen. *Czech J. Food Sci.* 38, 203–208. <https://doi.org/10.17221/79/2020-CJFS>.
- Kurek-Górecka, A.; Górecki, M.; Rzepecka-Stojko, A.; Balwierz, R.; Stojko, J. (2020). Bee Products in Dermatology and Skin Care. *Molecules*, 25, 556. <https://doi.org/10.3390/molecules25030556>.
- Hernández, Y. (2020). "Contenido nutricional de polen utilizado por *Apis mellifera* en México, en época seca". Tesis de maestría, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México.
- Machovsky-Capuska, G.E.; Senior, A.M.; Zantis, S.P.; Barna, K.; Cowieson, A.J.; Pandya, S.; Pavard, C.; Shiels, M.; Raubenheimer, D. (2016). Dietary protein selection in a free-ranging urban population of common myna birds. *Behav. Ecol.* 27, 219–227



- MIDA. (2019). Encuesta Apícola, Programa de Apicultura. Dirección de Ganadería. La encuesta está basada en la información recopilada por las direcciones regionales, a través de los extensionistas Pecuarios Regionales.
- Ministerio de Ambiente (2020). BIODIVERSIDAD, EL GRAN TESORO DE PANAMÁ - Ministerio de Ambiente. <https://miambiente.gob.pa/panama-una-joya-de-la-biodiversidad-global/>
- Morgano M.A., Milani R.F., Martins M.C.T., Rodríguez-Amaya D.B. (2011). Determination of water content in Brazilian honeybee-collected pollen by Karl Fischer titration. *Food Control*; 22:1604-1608. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.03.016>.
- Mungsan N. (2018). Origen y diversidad del polen apícola. Tesis. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España.
- Mutlu C., Erbas M. (2023). Turkish bee pollen: Composition, regional discrimination and polyphenol biaccessibility. *Food Bioscience* 53, 102805. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102805>
- Nicolson, S.W. (2011). Bee food: The chemistry and nutritional value of nectar, pollen and mixtures of the two. *African Zoology*. 46(2), 197–204. <https://doi.org/10.1080/15627020.2011.11407495>
- Pedroso N., Vázquez M., Del Risco C., Almanza E., Vázquez-Ventura M., Frías A. (2018). Influencia de la temperatura de secado en la calidad del polen apícola. *Ciencia y Tecnología de Alimentos* Vol. 28, No. 1. ISSN 1816-7721, pp. 17-21. <https://revcitecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/99>
- Prada, D. (2022). Evaluación del polen apícola producido en Cundinamarca como fuente de componentes liposolubles de interés nutricional y antioxidante. Tesis. Bogotá, Colombia.
- Puerto, N.; Prieto, G.; Castro, R. (2015). Chemical composition and antioxidant activity of pollen. *Review. Chil. J. Agric. Anim. Sci.* 31, 115–126. <https://revistas.udec.cl/index.php/chjaas/article/view/9973>
- Radev, Zh., Liolios, V., Tananaki, C. and Thrasyvoulou, A. (2014). The impact of the nutritive value of pollen on the development, reproduction and productivity of honeybee (*Apis mellifera* L.). *Bulg. J. Agric. Sci.*, 20: 685-689. https://www.researchgate.net/publication/287949869_The_impact_of_the_nutritive_value_of_pollen_on_the_development_reproduction_and_productivi



[ty of honey bee Apis Mellifera L.](#)

- Roubik D., Schmalzel R., Moreno E. (1984). Estudio Apibotánico de Panamá: cosecha y fuentes de polen y néctar usados por *Apis mellifera* y sus patrones estacionales y anuales. B. técnico SV N°24; Instituto de investigaciones tropicales Smithsonian, Panamá.
- Rzepecka-Stojko, A., Stojko, J., Kurek-Górecka, A., Górecki, M., Kabała-Dzik, A., Kubina, R., et al. (2015). Polyphenols from Bee Pollen: Structure, absorption, metabolism and biological activity. *Molecules*, 20(12), 21732–21749. <https://doi.org/10.3390/molecules201219800>
- Saavedra, K. I., Rojas, C., & Delgado, G. E. (2013). Características polínicas y composición química del polen apícola colectado en Cayaltí (Lambayeque – Perú). *Revista Chilena de Nutrición*, 40, 71–78. <https://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v40n1/art11.pdf>
- Salazar C., Rodriguez F., Stinco C., Terrab A., Diaz C., Fuenmayor C., Heredia F. (2020). Carotenoid profile determination of bee pollen by advanced digital imagine analysis. *Computers and Electronics in Agriculture*, 175, 105601. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105601>
- Santos, E., Invernizzi, C., García, E., Cabrera, C., Di Landro, R., Saadoun, A., Daners, G. (2009). Contenido de proteína cruda del polen de las principales especies botánicas utilizadas por las abejas melíferas en Uruguay. *Agrociencia*, Vol XIII N° 2 pág. 9 – 13. <http://www.scielo.edu.uy/pdf/agro/v13n2/v13n2a02.pdf>
- Solon-Biet, S.M.; Walters, K.A.; Simanainen, U.K.; McMahon, A.C.; Ruohonen, K.; Ballard, J.W.O.; Raubenheimer, D.; Handelsman, D.J.; Le Couteur, D.G.; Simpson, S.J. (2015). Macronutrient balance, reproductive function, and lifespan in aging mice. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 112, 3481–3486. <https://doi.org/10.1073/pnas.1422041112>
- Stanley, R. y Linskens, H. (1974). *Pollen, biology, biochemistry and management*. Heidelberg, spring Verlag. Alemania. 307p.
- Talpay, B. (1978). El polen Floral: Una reseña. *Apiacta* 1 (3): 103 – 105.
- Thakur, M., & Nanda, V. (2018). Assessment of physico-chemical properties, fatty acid, amino acid and mineral profile of bee pollen from India with a multivariate perspective. *Journal of Food & Nutrition Research*, 57(4), 328-34. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20193134453>



- Thakur, M., & Nanda, V. (2020). Composition and functionality of bee pollen: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 98, 82–106. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.02.001>
- Valdés P. (2014). Polen apícola, una alternativa de negocio. Reporte N°1. Agrimundo, Inteligencia competitiva para el sector agroalimentario.
- Villanueva-G, R. (2002). Polliniferous plants and foraging strategies of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) in the Yucatán Peninsula, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 50(3-4), 1035-1044. Retrieved February 16, 2025, from http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442002000300021&lng=en&tlng=en.
- Winston, M. L., Otis, G. W., & Taylor Jr O. R. (1979). Absconding behaviour of the africanized honeybee in South America. *Journal of Apicultural Research*, 18(2), 85-94. <https://doi.org/10.1080/00218839.1979.11099951>