

REVISIÓN

Efecto bioconservante del propóleo y su aplicación en la conservación de matrices cárnicas

DOI: 10.17533/udea.penh.v24n1a08

PERSPECTIVAS EN NUTRICIÓN HUMANA

ISSN 0124-4108

Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia

Vol. 24 N.º 1, enero-junio de 2022, pp. 125-135.

Artículo recibido: 12 de mayo de 2021

Aprobado: 24 noviembre de 2021

Sergio A. Becerra-Rojas¹; Estefany Maldonado-Roa^{2*}; Susan Lorena Castro-Molina³

Resumen

Antecedentes: los conservantes de origen sintético, como nitratos y nitritos, empleados en la industria alimentaria para la conservación de matrices cárnicas, han reportado efectos desfavorables a largo plazo en la salud de los consumidores recurrentes. **Objetivo:** conocer las características fisicoquímicas y antimicrobianas del propóleo como potencial bioconservante en matrices cárnicas de alto consumo. **Materiales y métodos:** se desarrolló una revisión bibliográfica de literatura acorde a la pregunta problema planteada por el grupo de investigación, y se llevó a cabo una búsqueda en las bases de datos Scopus, NCBI, SciELO, ScienceDirect y Google Scholar de artículos de revisión, artículos científicos, libros y trabajos de grado. **Resultados:** el propóleo es un compuesto natural con una variedad amplia de elementos útiles para la conservación de matrices cárnicas, por sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes. **Conclusiones:** el propóleo presenta propiedades antimicrobianas y antioxidantes útiles en el campo de la industria alimentaria, por lo que se considera una de las alternativas más viables para la conservación de productos cárnicos y la disminución del uso de conservantes sintéticos en producción cárnica. No obstante, es fundamental el desarrollo de más investigaciones que permitan evaluar el comportamiento de los compuestos activos del propóleo en las diversas matrices cárnicas.

Palabras clave: propóleo, conservantes de alimentos, flavonoides, agente antimicrobiano, antioxidantes, impactos en la salud.

1 Estudiante de Bacteriología y Laboratorio Clínico, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Bogotá, Colombia. sabecerra@unicolmayor.edu.co. <https://orcid.org/0000-0001-9541-0245>

2* Autor de correspondencia. Estudiante de Bacteriología y Laboratorio Clínico, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Bogotá, Colombia. emaldonador@unicolmayor.edu.co. <https://orcid.org/0000-0002-2905-5684>

3 MSc en Microbiología. Profesora ocasional. Investigadora en el Grupo de Investigación Calidad de Aguas. Facultad de Ciencias de la Salud, Bacteriología y Laboratorio Clínico, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Bogotá, Colombia. sicastro@unicolmayor.edu.co. <https://orcid.org/0000-0001-7003-6162>

Cómo citar este artículo: Becerra-Rojas SA, Maldonado-Roa E, Castro-Molina SL. Efecto bioconservante del propóleo y su aplicación en la conservación de matrices cárnicas. *Perspect Nutr Humana*. 2022;24:125-135. DOI: 10.17533/udea.penh.v24n1a08



Bioconservative Effect of Propolis and its Application in the Conservation of Meat Matrices

Abstract

Background: Preservatives of synthetic origin, such as nitrates and nitrites, used in the food industry for the preservation of meat matrices, have reported long-term unfavorable effects on the health of recurrent consumers. **Objective:** To know the physicochemical and antimicrobial characteristics of propolis as a potential biopreservative in high consumption meat matrices. **Materials and Methods:** A bibliographic review of literature was developed according to the problem question posed by the research group, carrying out a search in the Scopus, NCBI, SciELO, ScienceDirect and Google Scholar databases of review articles, scientific articles, books and works degree. **Results:** Propolis is a natural compound with a wide variety of useful elements for the conservation of meat matrices, due to its antimicrobial and antioxidant properties. **Conclusions:** Propolis has useful antimicrobial and antioxidant properties in the field of the food industry, being considered one of the most viable alternatives for the preservation of meat products and the reduction of the use of synthetic preservatives in meat production. However, it is essential to develop more research to evaluate the behavior of the active compounds of propolis in the various meat matrices.

Keywords: Propolis, food preservatives, flavonoids, antimicrobial agents, antioxidants, health impacts.

INTRODUCCIÓN

La constante modernización en la elaboración de productos cárnicos ha conllevado la aplicación de diversas metodologías enfocadas en la conservación de las características microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales de dichos productos. Esta conservación implica el uso de sustancias de origen químico, las cuales son reguladas en Colombia mediante la norma técnica colombiana NTC 1325 (1). Los nitritos son conservantes químicos contemplados en esta norma, cuya concentración máxima permitida es de 200 mg/kg residuales en productos en proceso. La actividad fisicoquímica del nitrito de sodio y del nitrito de potasio garantizan una amplia actividad antimicrobiana sobre los microorganismos indicadores de calidad sanitaria (NMP coliformes totales y fecales, *Salmonella* spp, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium* sulfito-reductores) (2). De igual modo, cuentan con propiedades que permiten la preservación

de su textura, pH y color, además de poseer un efecto antioxidante con el fin de mantener sus características sensoriales a largo plazo (2). Sin embargo, se ha registrado que los nitritos generan ciertos efectos negativos en la salud de los consumidores recurrentes (3).

De acuerdo con una de las investigaciones sobre este tema, “se sugiere que estos compuestos entran en contacto con la microbiota intestinal modulando su composición y dando lugar a compuestos potencialmente carcinogénicos” (4, s. p.), motivo por el cual los nitritos se consideran un conservante con potencial carcinógeno para los humanos. Aunque los nitritos son considerados el principal conservante cárnico, no son los únicos aditivos alimentarios que pueden causar problemas en la salud, un claro ejemplo de ello son el eritorbato de sodio, el butilhidroxianisol (BHA) y el butilhidroxitolueno (BHT), que en estudios recientes han demostrado tener efectos nocivos similares a los nitritos (5).

Debido a la problemática mencionada, se ha considerado la posibilidad de reemplazar los aditivos alimentarios por compuestos provenientes de fuentes naturales (6).

En la actualidad, existen múltiples investigaciones que buscan componentes antimicrobianos en sustancias de origen natural, que contribuyan a la preservación de algunos alimentos sin afectar las propiedades sensoriales del producto (7,8). Algunos de estos componentes se pueden encontrar principalmente en oligorresinas, aceites esenciales y compuestos fenólicos (9). Estos compuestos son obtenidos en su mayoría de fuentes vegetales que proveen elementos con propiedades antimicrobianas, como saponinas, taninos, alcaloides, alquilfenoles, glicoalcaloides, flavonoides, sesquiterpenos, terpenoides (10). Uno de los compuestos naturales que más propiedades biológicas presenta es el propóleo (11), el cual es utilizado por las abejas como protector frente a agentes físicos y microbianos que puedan afectar la colmena. Se caracteriza por contar con flavonoides, ácidos fenólicos y ésteres, reconocidos antimicrobianos y antioxidantes naturales (12,13), que han sido objeto de estudio para la conservación de productos cárnicos debido a la capacidad de inhibir el crecimiento microbiano durante periodos de tiempo similares a los conservantes químicos (14,15). Por tanto, es importante conocer el posible efecto bioconservante del propóleo y su aplicación en la conservación de matrices cárnicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La revisión de literatura se llevó a cabo en las bases de datos Scopus, Springerlink, SciELO, ScienceDirect y Google Scholar. Se buscaron artículos de revisión, artículos científicos, libros y trabajos de grado con base en las palabras clave como eje fundamental de búsqueda; estas se combinaron de diversas formas con el fin de

ampliar los criterios de búsqueda en el periodo 2000-2020. Se incluyeron publicaciones en revistas indexadas en idioma inglés y español. Dentro de los criterios de exclusión se tuvieron en cuenta estudios publicados en otros idiomas distintos al inglés o al español, ensayos, reseñas y artículos de acceso restringido. Se obtuvo como resultado una base de datos con 42 artículos, tres documentos, ocho trabajos de grado y dos libros utilizados para la elaboración del presente artículo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El propóleo como bioconservante

Entre los aditivos alimentarios naturales que sustituyen las propiedades antimicrobianas de compuestos químicos, se encuentra el propóleo (16). El propóleo es una resina cética y mixta, recolectada por las abejas de árboles, flores y otras fuentes vegetales (17). Es de consistencia viscosa, color marrón oscuro, aunque a veces amarillo, verde e incluso rojo (18).

La especie recolectora de propóleo por excelencia es *Apis mellifera*. Estas abejas utilizan el propóleo como sustancia sellante para la construcción y mantenimiento de sus colmenas (19), debido a que tiene la elasticidad y resistencia mecánica necesarias para resanar fisuras y grietas. Adicionalmente, se cree que el propóleo es capaz de mantener una temperatura interna en la colmena de aproximadamente 35 °C, controlar el flujo de aire y limitar la entrada de agua, debido a que es un material hidrófobo y regula la homeostasis del ambiente en la colmena (20). El propóleo también es empleado como antiséptico, tanto para la colmena como para las reservas de miel, contra bacterias, virus, hongos y parásitos. En virtud de sus propiedades antisépticas, antioxidantes, antiinflamatorias y anti-tumorales, el propóleo se ha considerado como uno de los productos naturales más prometedores para

Efecto bioconservante del propóleo en matrices cárnicas

el ámbito terapéutico (21), e incluso en el campo industrial, por lo que se convierte en un potencial bioconservante de productos cárnicos de alta demanda (22).

Composición química del propóleo

La composición química de los propóleos es variable, se han encontrado hasta 300 compuestos activos. Su composición depende en gran medida de la disponibilidad de la flora que rodea la colmena, ya que es la única fuente externa de extracción de elementos para su elaboración. Los compuestos identificados en el propóleo pueden proceder de tres fuentes: de resinas vegetales recolectadas por las abejas, de sustancias secretadas por el metabolismo y de tejidos vegetales cortados (23). Algunos de los compuestos con mayor relevancia (Figura 1) que se pueden observar en la literatura son ácidos

aromáticos, ésteres aromáticos, sesquiterpenos, diterpenos, aldehídos, esteroides, terpenos, ésteres alifáticos, fitoalexinas tipo flavonoide, ácidos grasos, flavonoides, vitaminas y otros compuestos (24,25). Aunque el propóleo cuenta con múltiples fitoquímicos, algunos autores resaltan los compuestos fenólicos como los flavonoides: flavonas, flavones y flavononas, que son principalmente metabolitos secundarios de las plantas (26,27).

Los flavonoides son metabolitos secundarios de fuentes vegetales, y son uno de los principales responsables de la actividad antimicrobiana del propóleo (28). La actividad antimicrobiana, en especial la antibacteriana, ha sido la propiedad más estudiada y con más interés en el ámbito científico. A partir de los resultados de su estudio, es posible inferir el mecanismo de acción de los propóleos frente a microorganismos patógenos de interés (29).

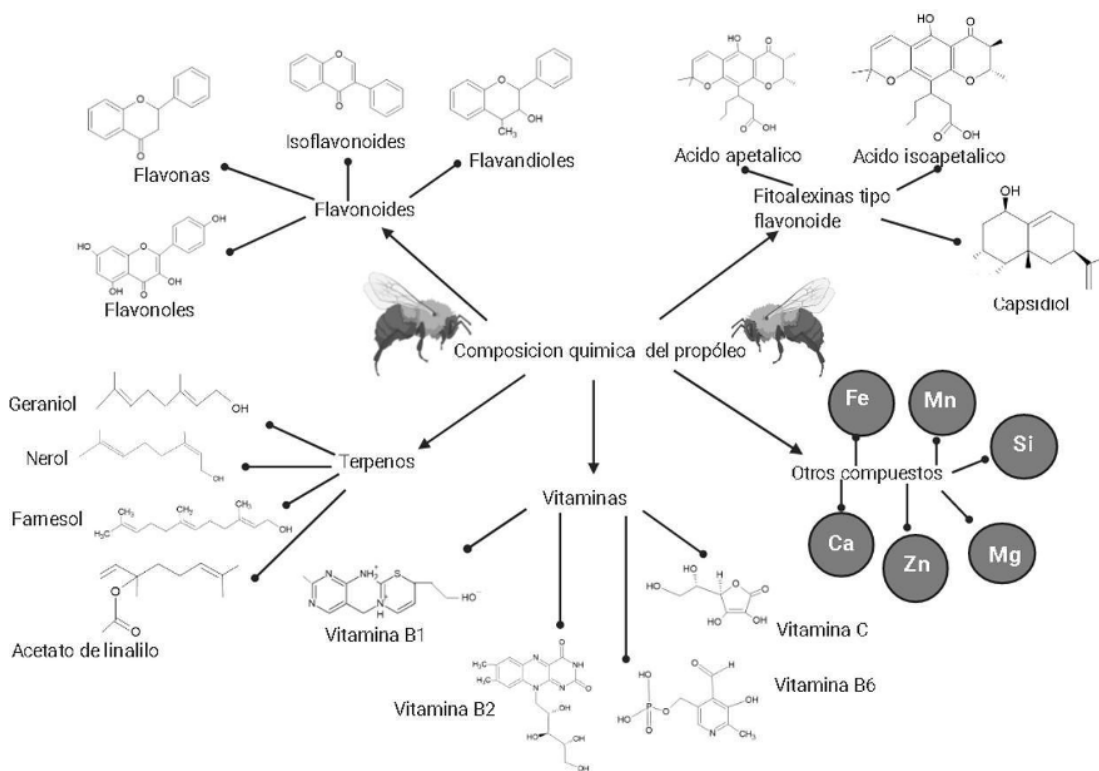


Figura 1. Composición química del propóleo.

Efecto antimicrobiano, antiparasitario, antifúngico y antioxidante del propóleo

Diversos estudios han evidenciado las propiedades antibacterianas, antifúngicas y antiprotozoáricas del propóleo. Su actividad antibacteriana se enfatiza en bacterias Gram-positivas, como *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus mutans*, *Streptococcus agalactiae*, *Bacillus subtilis* y *Enterococcus faecalis*, debido a la susceptibilidad de su pared bacteriana frente a flavonoides, artepilina C y kaempferida presentes en el propóleo (30,31). Aunque en menor medida, también se ha reportado la susceptibilidad de bacterias Gram-negativas, como *Escherichia coli*, *Pseudomona aeruginosa*, *Salmonella* spp, *Shigella* spp, *Klebsiella pneumoniae* y *Helicobacter pylori* (32). Los mecanismos de acción se resumen en la capacidad de estos compuestos para intervenir en la producción de adenosín trifosfato (ATP), al evitar el acoplamiento del material genético, lo que afecta la producción de toxinas bacterianas y la formación de peptidoglicano (33,34). Varios estudios también han reportado la susceptibilidad de parásitos, como *Leishmania donovani*, *Trypanosoma brucei*, *Giardia lamblia*, *G. duodenalis*, *Trichomonas vaginalis* y *Toxoplasma gondii*, frente a extractos de propóleo (14,35,36). No existen muchos estudios recientes que expliquen el mecanismo de acción del propóleo en especies protozoarias; no obstante, se ha referenciado la disminución de la frecuencia flagelar y la alteración de la apariencia citoplasmática en trofozoítos de *Giardia duodenalis* (37,38). Hongos como *C. albicans*, *C. intermedia*, *C. crusei*, *C. glabrata*, *S. cerevisiae*, *Trichophyton rubrum*, *Malassezia globosa*, *P. verrucosum*, *Penicillium* spp, *Aspergillus* spp y *Microsporium* spp han demostrado ser inhibidos por diversos extractos de propóleo, lo que aporta al declive de la homeostasis energética, genera una ruptura en la membrana y altera el metabolismo de los hongos (39,40).

Elaboración de extractos etanólicos de propóleo

Para la elaboración de ensayos bioquímicos y extracción de compuestos de interés del propóleo, se deben realizar extractos etanólicos de propóleo, que son considerados el producto final de una serie de procesos de purificación. La purificación pretende eliminar impurezas como ceras, resinas, restos de colmena y partes de abejas para obtener los principales elementos que definen las propiedades biológicas del propóleo (41).

Existen varias metodologías desarrolladas entre las que se destacan el método inglés, el método brasileño, el método rumano y el método soviético. Estos se diferencian en sus métodos de filtración, los tipos de solventes y los tiempos de extracción del propóleo (42,43).

Actualmente, se tienen en cuenta dos metodologías para el estudio de propóleos a nivel internacional: la cubana y la de Pichansky (44). La metodología cubana se basa a su vez en la aplicación de dos fases de extracción: la fase acuosa (con agua destilada) y la fase alcohólica (con etanol), cuyos sobrenadantes se unirán para conformar el extracto final de propóleo (42,44). Por su parte, la metodología de Pichansky consiste en la maceración y posterior dilución del propóleo en alcohol al 70 %, con el fin de realizar una agitación constante durante 10-14 días en oscuridad, con un enfriamiento de 5-8 °C que precipita las ceras, y una posterior filtración en gasa. Esta metodología facilita la determinación de sólidos solubles totales presentes en el extracto. Debido a los requerimientos propios de cada estudio asociado con la elaboración de extractos de propóleo, los investigadores han realizado modificaciones a las técnicas anteriormente mencionadas, lo que permite así una amplia gama de metodologías válidas aplicadas con base en los intereses de cada investigación (26,45,46).

El propóleo como conservante cárnico

La alta ingesta de la carne junto con las propiedades antimicrobianas y antioxidantes del propóleo posibilita la idea de implementar bioconservantes en la industria cárnica. El uso de bioconservantes disminuiría la exposición a conservantes químicos, además de fomentar la alimentación natural y saludable como parte de las tendencias actuales gastronómicas (9).

Con respecto a su actividad antimicrobiana, Viera et al. (47) realizaron análisis microbiológicos de salchichas toscanas elaboradas con tres concentraciones de extractos etanólicos de propóleo (0,5 %, 1 % y 2 %). Los resultados mostraron la efectividad antimicrobiana de todas las concentraciones de extracto de propóleo, y se resaltó la concentración al 2 % frente a microorganismos aerobios mesófilos hasta el día 49 de almacenamiento por refrigeración, e incluso la efectividad con respecto a coliformes a 35 °C entre los 14 y 56 días de almacenamiento. Padilla (48) reportó una vida útil de tres semanas de salchichas tipo Bratwurst suplementadas con propóleo. Con la adición de extractos etanólicos de propóleo al 10 %, la salchicha tipo Bratwurst mantuvo su recuento de aerobios mesófilos por debajo de 500 000 UFC/g, con una aceptación del 21 % por parte del consumidor.

Sobre la actividad antioxidante del propóleo en productos cárnicos, Gutiérrez-Cortés et al. (49) demostraron la capacidad del extracto etanólico de propóleo para controlar la acidificación y conservar las propiedades fisicoquímicas de chorizos, se observó así un comportamiento similar a los conservantes cárnicos. En la Universidad del Cairo, en Egipto (50), se evaluaron las propiedades antimicrobianas y antioxidantes entre salchichas regulares y salchichas frescas orientales con extractos de propóleo al 0,6 %. Las salchichas suplementadas con propóleo al 0,6 % se conservaron en óptimas condiciones hasta 21 días, en comparación con las

salchichas regulares que solo tuvieron una vida útil de 12 días. Kunrath et al. (51) evaluaron la actividad antioxidante del propóleo en un salami de tipo italiano, midiendo la producción de malonaldehído, que es un compuesto de descomposición derivado de la oxidación lipídica. Como resultados se obtuvo la inhibición de oxidación en niveles muy semejantes al butihidroxitolueno a los 15 días de maduración. El malonaldehído también fue el parámetro de evaluación de la degradación lipídica en hamburguesas tratadas con propóleo microencapsulado (52). El estudio indicó que el propóleo microencapsulado proporciona una mejor estabilización de sus compuestos de interés, especialmente del ácido cumárico y del flavonoide epicatequina, responsables de sus propiedades antioxidantes. Los resultados concluyeron en una actividad antioxidante semejante a la proporcionada por el eritorbato de sodio y con una aceptación de consumo del 63 %.

En Guayaquil, Ecuador, se evaluó la capacidad de reducción microbiana (en UFC/g) de extractos etanólicos de propóleo a una concentración del 1 % en carne de res molida (13), con el resultado de una reducción del 65 % de UFC entre el día 0 y el día 14 de almacenamiento y con una aceptación sensorial del público consumidor del 92 %. Por lo tanto, es considerado como una buena alternativa de conservación en los mercados de saucos de esta zona.

En Vila Franca, Portugal, se evaluó la actividad antimicrobiana de extractos etanólicos de propóleo extraídos en la zona frente a cepas de *Listeria innocua* (53). El estudio se dividió en dos fases: en la obtención de la concentración mínima inhibitoria por dilución en agar (*in vitro*) y en la disminución de los recuentos en embutidos de alheira o carne de ternera inoculados con la cepa en mención (*in vivo*). Los resultados evidenciaron una concentración mínima inhibitoria por dilución en agar de 0,15 mg/ml, y una reducción de las UFC/g desde el día cinco de almacenamiento en los lotes inoculados con la cepa y con los extractos etanólicos de propóleo.

Desde el día ocho de almacenamiento por refrigeración, la cepa en los embutidos fue indetectable, a diferencia de los lotes de embutidos sin extracto, los cuales registraron presencia de *Listeria innocua* hasta el día 62 de almacenamiento. Vargas-Sánchez et al. (54) demostraron que las propiedades antimicrobianas de los propóleos no comerciales al 2 % en empanadas de carne también se sostuvieron hasta el octavo día de almacenamiento, y obtuvieron un recuento de mesófilos y psicotrófilos menor en comparación con empanadas sin aditivos e incluso con propóleos adquiridos comercialmente, con un recuento permitido por la norma nacional. En el mismo estudio se destacaron las propiedades antioxidantes de los propóleos no comerciales, con una producción inferior a 0,5 mg de malondialdehído por kilogramo de muestra en reacción con ácido tiobarbitúrico. Por último, se estudió la inhibición de *Staphylococcus aureus* y de *Pseudomonas aeruginosa*, inoculadas en rodajas de salchicha recubiertas con películas de ácido poliláctico que contenían extractos de propóleo al 10, 20 y 40 %. Se pudo determinar que las salchichas recubiertas con ácido poliláctico y suplementadas con extractos etanólicos de propóleo al 20 % limitaron el crecimiento de *S. aureus*, mientras que la reducción de UFC de *P. aeruginosa* tuvo que ser complementada con carbonato de calcio (CaCO₃). No obstante, todas las concentraciones de extractos etanólicos de propóleo presentaron efecto antioxidante sobre las rodajas de embutido (55).

En conclusión, se ha comprobado que el propóleo contiene una alta gama de propiedades y compuestos útiles en el campo de la industria alimentaria, por lo que se considera como una de las alternativas naturales para la conservación de productos cárnicos. A través de la revisión, se observan todas aquellas características potenciales de los extractos de propóleo; sin embargo, es fundamental el desarrollo de más investigaciones que permitan entender el comportamiento de los compuestos ac-

tivos del propóleo en las diversas matrices cárnicas de interés. Por ejemplo, sus rangos de varianza con respecto a la aceptación del producto por parte del consumidor son cuestionables, teniendo en cuenta que, sensorialmente, no existe un porcentaje de aceptación promedio, pues se modificará de acuerdo a la población, la ubicación geográfica, las costumbres gastronómicas y el porcentaje de propóleo empleado.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestra tutora Susana Lorena Castro Molina y al grupo de investigación “Calidad de Aguas” de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, por el apoyo formativo en las áreas afines al manuscrito, específicamente a las profesionales Patricia Cifuentes Prieto y Sandra Mónica Estupiñán. De igual forma, agradecemos al grupo de investigación “Biología Molecular Animal” de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Nacional de Colombia, concretamente a Juan Pablo Acero, Yurani Teresa Ortiz Sánchez, Edicson Mauricio Rincón y Manuel Fernando Ariza, por estructurar la idea principal del tema investigado.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores manifiestan que no hubo conflicto de intereses para la redacción del artículo.

FINANCIACIÓN DEL TRABAJO

Grupo de investigación “Calidad de Aguas” de la Facultad de Pregrado de Bacteriología y Laboratorio Clínico, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca y grupo de investigación “Biología Molecular Animal” de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Nacional de Colombia.

Referencias

1. Colombia, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. NTC 1325: Industrias alimentarias productos cárnicos procesados no enlatados. 1998. [Citado agosto 2020]. Disponible en: https://www.academia.edu/38931022/NORMA_T%C3%89CNICA_NTC_COLOMBIANA_1325
2. Ventanas S, Martín D, Estévez M, Ruiz J. Nitratos, nitritos y nitrosaminas en productos cárnicos. Eurocarne [Internet]. 2004;95(129): 114-5. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/283510186_Nitratos_nitritos_y_nitrosaminas_en_productos_carnicos_I
3. Gata V. Evidencia de la asociación entre cáncer colorrectal y la ingesta de carnes procesadas. *Nutr Clin Diet Hosp*. 2017;37(2):69-74. <https://doi.org/10.12873/372gata>
4. López, M. Determinación de marcadores biológicos de la ingesta de nitratos, nitritos, nitrosaminas, aminas heterocíclicas e hidrocarburos aromáticos policíclicos. [Trabajo de grado Máster Universitario en Biotecnología Alimentaria]. Oviedo: Universidad de Oviedo; 2017.
5. Organización mundial de la salud. Aditivos alimentarios [Internet]. 2018 [Citado febrero 2021]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-additives>
6. Trentini E, Freitas de Macedo R. The use of sodium nitrate and sodium nitrite in fresh meat product: a scientific approach. *Braz J Technol* 2019;4(2):1017-41. Disponible en: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJT/article/view/7229/6364>
7. Pacios S, Rodríguez R, Flores A, Chávez M, Ramos R, Segura E, et al. Alternativas para el control de bacterias transmitidas. *CienciAcierta*. 2019;(57):1-10. Disponible en: <http://www.cienciacierta.uadec.mx/articulos/cc57/AlternativasdeControldeBacterias.pdf>
8. Llor J. Aplicación de un conservante natural elaborado a base de aceites esenciales para alargar la vida útil de nata y trufa utilizadas como rellenos de pastelería. [Trabajo de grado Máster oficial en Calidad de Alimentos de Origen Animal]. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona; 2017.
9. Saeed F, Afzaal M, Tufail T, Ahmad A. Use of natural antimicrobial agents: A safe preservation approach. En: Var I, Uzunlu, S (eds.). *Active antimicrobial food packaging*. London: IntechOpen; 2016, pp 87-102.
10. Martínez L, Bastida P, Castillo J, Ros G, Nieto G. Green alternatives to synthetic antioxidants, antimicrobials, nitrates, and nitrites in clean label Spanish chorizo. *Antioxidants*. 2019;8(6):184. <http://dx.doi.org/10.3390/antiox8060184>
11. Natsir M, Kurniawati D, Kurniasih Y. Study of the utilization of propolis local propolis from Konawe, Southeast Sulawesi, as preservative natural preservative for beef. *AIP Conf Proc*. 2017;1823(1). <https://doi.org/10.1063/1.4978122>
12. Cedeño X. Evaluación de propóleo como conservante natural en la leche chocolatada. [Trabajo de grado Máster en Gestión de calidad y Seguridad alimentaria]. Portugal: Instituto Politécnico de Leiria; 2018.
13. Macías A, Yunda E. Aplicación de extracto de propóleo como agente conservante en carne de res molida que se expende en el mercado de Sauces IV de la ciudad de Guayaquil. [Trabajo de Grado Químico Farmacéutico]. Guayaquil: Universidad de Guayaquil; 2015.
14. Anjum S, Ullah A, Khalid K, Attaullah M, Khan H, Ali H. Composition and functional properties of propolis (bee glue): A review. *Arabia J Biol Sci*. 2019;26(7):1695-703. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2018.08.013>
15. Vargas-Sánchez RD, Torrescano-Urrutia GR, Sánchez-Escalante A. El propóleo conservador potencial para la industria alimentaria. *Interciencia*. 2013;38(10):705-11. Disponible en: <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/12/705-SANCHEZ-7.pdf>

16. Inetianbor J, Yakubu M, Ezeonu S. Effects of food additives and preservatives on man-a review. *AJST*. 2015;6(02): 1118-35. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/277714512_EFFECTS_OF_FOOD_ADDITIVES_AND_PRESERVATIVES_ON_MAN-A_REVIEW
17. Ghisalberti EL. Propolis: A Review. *Bee World*. 1979;60(2):59-84. <https://doi.org/10.1080/0005772X.1979.11097738>
18. Berretta A, Arruda C, Galeti F, Baptista N, Nascimento A, Oliveira F, et al. Functional properties of Brazilian propolis: From chemical composition until the market. En: Waisundra V, Shiomi N (eds.). *Superfood and functional food an overview of their processing and utilization*. InTech. Croatia; 2016, pp. 64-71.
19. De Groot A. Propolis: A review of properties, applications, chemical composition, contact allergy, and other adverse effects. *Dermatitis*. 2013;24(6):263-82. <https://doi.org/10.1097/DER.000000000000011>
20. Pasupuleti V, Sammugam L, Ramesh N, Hua Gan S. Honey, propolis, and royal jelly: A comprehensive review of their biological actions and health benefits. *Oxid. Med. Cell. Longev*. 2017:1-21. <https://doi.org/10.1155/2017/1259510>
21. Herrera M, Irabièn L, Peña M. El propóleo y su potencial económico como producto de la industria apícola. Desde el Herbario CICY. [Internet] 2019, pp. 190-94 [Citado septiembre 2020] Disponible en: https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2019/2019-09-26-He rreira-Calvo-Penia-El-propoleo-y-su-potencial.pdf
22. Saddiq A, Enas D. Effect of propolis as a food additive on the growth rate of the beneficial bacteria. *Main Group Chem*. 2014;13(2): 223-32. <https://doi.org/10.3233/MGC-140135>
23. Bankova V, Popova M, Trúsheva B. Propolis volatile compounds: chemical diversity and biological activity: A review. *BMC Chem*. 2014;8(28). <https://doi.org/10.1186/1752-153X-8-28>
24. Guacara A, Palomino D. Estudio de la composición química y actividad antibacteriana de muestras de propóleos de diferente localización geográfica. [Trabajo de grado Magíster en Ciencias y Tecnologías Cosméticas]. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
25. Grosso G. Origen, naturaleza, propiedades fisicoquímicas y valor terapéutico del propóleo. Tolima. León Gráficas Ltda. 2017, pp. 75-78.
26. Tolosa L, Cañizares E. Obtención, caracterización y evaluación de la actividad antimicrobiana de extractos de propóleos de Campeche. *Ars Pharm*. 2002;43(1-2):187-204. <https://doi.org/10.30827/ars.v43i1-2.5681>
27. Soto M. Metabolitos secundarios, cuantificación de fenoles y flavonoides totales de extractos etanólicos de propóleos de tres localidades del Perú. *IC*. 2015;6(2):37-47. <https://doi.org/10.21895/incres.2015.v6n2.03>
28. Soto M. Estudio fitoquímico y cuantificación de flavonoides totales de las hojas de *Piper peltatum* L. y *Piper aduncum* L. procedentes de la región Amazonas. *IC*. 2015;6(1):105-16. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5127582>
29. Velásquez B, Montenegro S. Actividad antimicrobiana de extractos etanólicos de propóleos obtenidos de abejas *Apis mellifera*. *Rev Investig Agrar Ambient*. 2017;8(1):185-93. <https://doi.org/10.22490/21456453.1848>
30. Przybytek I, Karpiński T. Antibacterial Properties of Propolis. *Molecules*. 2019;24(11): 2047. <https://doi.org/10.3390/molecules24112047>
31. Carrillo ML, Castillo LN, Mauricio R. Evaluación de la actividad antimicrobiana de extractos de propóleos de la Huasteca Potosina (México). *Inf tecnol*. 2011;22(5):21-28. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642011000500004>
32. Ong TH, Chitra E, Ramamurthy S, Siddalingam RP, Yuen KH, Ambu SP, et al. Chitosan-propolis nanoparticle formulation demonstrates anti-bacterial activity against *Enterococcus faecalis* biofilms. *PloS one*. 2017;12(3): e0174888. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174888>

Efecto bioconservante del propóleo en matrices cárnicas

33. Farooqui T, Farooqui A. Neuroprotective effects of phytochemicals in neurological disorders. [Internet]. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc; 2017.
34. Romero M, Freire J, Pastene E, García A, Aranda M, González C. Propolis polyphenolic compounds affect the viability and structure of *Helicobacter pylori* in vitro. *Rev. Bras. Farmacogn.* 2019;29:325-32. <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2019.03.002>
35. Almutairi S, Eapen B, Chundi SM, Akhalil A, Siheri W, Clements C, et al. New anti-trypanosomal active prenylated compounds from African propolis. *Phytochem. Lett.* 2014;10:35-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.phytol.2014.07.002>
36. Aminimoghadamfarouj N, Nematollahi A. Propolis diterpenes as a remarkable bio-source for drug discovery development: A review. *Int J Mol Sci.* 2017;18(6): 1290. <https://doi.org/10.3390/ijms18061290>
37. Freitas SF, Shinohara L, Sforcin JM, Guimarães S. In vitro effects of propolis on *Giardia duodenalis* trophozoites. *Phytomedicine.* 2006;13(3):170-5. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2004.07.008>
38. Estrada GY, Vítores JL, Camacho AJA, et al. La propolina por intubación duodenal como tratamiento de la giardiasis. *Mediciego.* 2017;23(3):19-23. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/mediciego/mdc-2017/mdc173d.pdf>
39. Shehu A, Khalili M, Aziz A, Ismail S. Antifungal, characteristic properties and composition of bee glue (propolis). *J Chem Pharm.* 2015;7(3):1992-96. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/274703620_Antifungal_characteristic_properties_and_composition_of_bee_glue_Propolis#fullTextFileContent
40. Sforcin J. Biological Properties and Therapeutic Applications of Propolis. *Phytother Res.* 2016;30(6):894-05. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ptr.5605>
41. Pietta PG, Gardana C, Pietta AM. Analytical methods for quality control of propolis. *Fitoterapia.* 2002;73:7-20. [https://doi.org/10.1016/S0367-326X\(02\)00186-7](https://doi.org/10.1016/S0367-326X(02)00186-7)
42. Rodríguez L, Góngora W, Escalona A, Miranda M, Batista S, Bermúdez Y. Optimización de la extracción alcohólica para la obtención de soluciones concentradas de propóleos. *Rev Colomb Cienc Quím Farm.* 2015;44(1): 47-57. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rccqf/v44n1/v44n1a04.pdf>
43. Ordoñez F. Métodos de purificación del propóleo para su posterior aplicación en sanidad animal [Trabajo de grado Ingeniero zootecnista]. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias; 2005.[Citado mayo de 2020]. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/1820/1/17T0717.pdf>
44. Cruz D. López CB (ed.). *Formulario Nacional Fitofármacos y Apifármacos (2.ª edición)*. La Habana: Ecimed; 2010, 169 pp.
45. Ministerio de Salud Pública y la Dirección Nacional de Farmacias. Método de obtención de propóleo, patente N.º 21875 (Índice de clasificación internacional A 61K35/64). *Formulario Nacional Fitofármacos y Apifármacos*. Cuba: Editorial de Ciencias Médicas; 2010. [Citado mayo de 2020]. Disponible en: https://www.ecured.cu/Formulario_Nacional_de_Fitof%C3%A1rmacos_y_Apif%C3%A1rmacos_
46. Rojas L, Figueroa J. Perfil antimicrobiano por concentración mínima inhibitoria (cmi) de propóleos producido por empresas asociativas en Colombia. *Mem. Conf. Interna Med. Aprovech. Fauna silv. Exót. Conv.* 2006;2(1):4-9. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/266283186_PERFIL_ANTIMICROBIANO_POR_CONCENTRACION_MINIMA_INHIBITORIA_CMI_DE_PROPOL_EOS_PRODUCIDO_POR_EMPRESAS_ASOCIATIVAS_EN_COLOMBIA_Materiales_y_Metodos
47. Viera VB, Piovesan N, Moro KIB, Rodrigues AS, Scapin G, Rosa C, Kubota EH. Preparation and microbiological analysis of Tuscan sausage with added propolis extract. *Food Sci Techno.* 2016; 36(Supl1):37-41. <https://dx.doi.org/10.1590/1678-457x.0045>

48. Padilla SP. Efecto del extracto etanólico de propóleos (EEP) como bioconservante, sobre la durabilidad y características sensoriales de las salchichas frescas tipo Bratwurst. [Tesis de Zootecnista]. Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Escuela de Zootecnia; 2017.
49. Gutiérrez-Cortés C, Suarez H. Antimicrobial activity of propolis and its effect on the physicochemical and sensorial characteristics in sausages. *Vitae*. 2014;21(2):90-6. Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/vitae/article/view/12795/16953>
50. Ali FH, Kassem GM, Atta-Alla OA. Propolis as a natural decontaminant and antioxidant in fresh oriental sausage. *Vet Ital*. 2010;46(2):167-72. Disponible en: https://www.izs.it/vet_italiana/2010/46_2/167.pdf
51. Kunrath CA, Savoldi DC, Mileski JPF, Novello CR, Alfaro AdT, et al. Application and evaluation of propolis, the natural antioxidant in Italian-type salami. *Braz J Food Technol*. 2017; 20. <https://doi.org/10.1590/19816723.3516>
52. Reis AS, Diedrich C, Moura C, Pereira D, de Florio Almeida C, Silva LD. Physico-chemical characteristics of microencapsulated propolis co-product extract and its effect on storage stability of burgermeat during storage at - 15°C. *LWT-Food Sci Technol*. 2017;76:306-13. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.05.033>
53. Casquete R, Castro SM, Jácome S, Teixeira P. Antimicrobial activity of ethanolic extract of propolis in "Alheira", a fermented meat sausage. *Cogent Food Agric*. 2016;2:1125774. <http://dx.doi.org/10.1080/23311932.2015.1125774>
54. Vargas-Sánchez RD, Torrescano-Urrutia GR, Acedo-Félix E, Carvajal-Millán E, González-Córdova AF, Vallejo-Galland B, Torres-Llanez MJ, Sánchez-Escalante A. Antioxidant and antimicrobial activity of commercial propolis extract in beef patties. *J Food Sci*. 2014;79:1499-504. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12533>
55. Safaei M, Roosta-Azad R. Preparation and characterization of poly-lactic acid based films containing propolis ethanolic extract to be used in dry meat sausage packaging. *J. Food Sci Technol*. 2020;57(4):1242-50. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04156-z>