
EL PROPÓLEOS: CONSERVADOR POTENCIAL PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

REY DAVID VARGAS-SÁNCHEZ,
GASTÓN R. TORRESCANO-URRUTIA
y ARMIDA SÁNCHEZ-ESCALANTE

RESUMEN

El propóleo es un producto de la colmena formado por resinas que las abejas recolectan de ciertas especies de plantas. Diversos estudios demuestran que posee propiedades antioxidantes, antimicrobianas y antifúngicas, entre otras, las cuales dependen de su origen botánico, composición química, estación climática, método de extracción, edad y zona geográfica de recolección. El propóleo por ser un producto natural recibe la denominación GRAS (Generalmente reconocido como seguro). En algunos estudios se ha demostrado el efecto de los extrac-

tos de propóleos sobre ciertas bacterias y hongos, así como patógenos de interés alimentario, además de la capacidad que tienen para prevenir o retardar reacciones de oxidación, lo cual los convierte en productos naturales potencialmente atractivos para ser utilizado como conservador alimentario en sustitución de los aditivos sintéticos. Se concluye que los extractos de propóleos pueden ser incorporados en matrices alimentarias debido a las diversas propiedades biológicas que presentan.

Los productos naturales son una fuente prometedora para el desarrollo de nuevos conservadores alimentarios. Actualmente, el estilo de vida ha ocasionado interés por parte de los consumidores, industriales e investigadores sobre lo que podría denominarse como el retorno a lo natural, buscando la forma de ayudar a mantener la salud humana. Ello trae como consecuencia la necesidad de buscar nuevas fuentes naturales de aditivos alimentarios con la denominación GRAS (del inglés *generally recognized as safe*), como una al-

ternativa al uso de compuestos sintéticos (Fernández-López *et al.*, 2005). En las últimas décadas han sido publicados varios estudios relacionados con la composición de productos apícolas (miel, polen, jalea real y propóleos) y sus propiedades biológicas, lo cual genera la atención de investigadores e industriales en el uso y desarrollo de este tipo de productos (Viuda-Martos *et al.*, 2008).

El propóleo es un producto de la colmena formado por resinas que las abejas recolectan de ciertas especies particulares de plantas, en par-

ticular de flores y brotes de las hojas, las cuales mezclan con la saliva, enzimas y otras secreciones propias de las abejas (Farré *et al.*, 2004). Es usado como un protector natural contra microorganismos patógenos y hongos; protege contra el frío durante el invierno y actúa como material de sellado en las paredes externas e internas de la colmena para reducir la entrada de insectos (Marcucci *et al.*, 2001; Papotti *et al.*, 2012). Este producto es muy apreciado por sus actividades biológicas: antibacteriana, antiviral, antifúngica, anticancerígena, antioxidante, cicatri-

PALABRAS CLAVE / Actividad Antifúngica / Actividad Antimicrobiana / Actividad Antioxidante / Aditivo Alimentario / Conservador Natural / Propóleos /

Recibido: 04/10/2012. Modificado: 28/10/2013. Aceptado: 05/11/2013.

Rey David Vargas-Sánchez. Ingeniero Bioquímico en Tecnología de Alimentos, Instituto Tecnológico de Mazatlán, México. Maestría en Ciencias, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD), México. Estudiante de Doctorado en Ciencias. CIAD, México. e-mail: biufordvs2@hotmail.com

Gastón R. Torrescano-Urrutia. Ingeniero Químico en Tecnología de Alimentos, Universidad de Sonora (USon), México. Doctorado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Zaragoza, España. Profesor Investigador, CIAD, México. e-mail: gtorrescano@ciad.mx

Armida Sánchez-Escalante. Química Bióloga en Tecnología de Alimentos, USon, México. Maestría en Ciencias, CIAD, México. Doctorado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Zaragoza, España. Profesor Investigador, CIAD, México. Dirección: Laboratorio de Investigación en Productos Cárnicos, CIAD. Apdo. Postal # 1735. Carretera a la Victoria Km. 0.6, Hermosillo, Sonora, México, C.P. 83304. e-mail: armida-sanchez@ciad.mx

zante, inmunoestimulante, anestésica, analgésica y fitoinhibidora, entre otras. Estas características están relacionadas con su composición química, origen botánico, época de recolección y la especie de abeja recolectora (Manrique y Santana, 2008; Gregoris *et al.*, 2011; Papotti *et al.*, 2012). Al igual que la miel, el propóleo es conocido desde la antigüedad y ha sido utilizado por las culturas egipcia, griega, romana, maya e inca (Kumar *et al.*, 2008). Durante los últimos 30 años se ha retomado su uso en diversos países como Argentina, Brasil, China, Japón y México (Mendes da Silva *et al.*, 2006; Manrique y Santana, 2008; Chaillou y Nazareno, 2009; Yang *et al.*, 2011; Valencia *et al.*, 2012), para el tratamiento de diversos padecimientos, tales como diabetes, quemaduras, faringitis y úlceras estomacales, por lo que su principal destino ha sido la industria farmacéutica (Farré, 2004).

Para el apicultor, la recolección de propóleos no implica reducir el rendimiento en la obtención de otros productos como miel, polen, cera y jalea real, o la adición de algún coste específico; sólo es necesario considerar el tiempo empleado en su recolección y en su manejo antes de ponerlo a la venta, por lo que el apicultor podría obtener una fuente de ingresos adicional. En la actualidad hay más de 90 productos a base de concentrado de propóleos, tales como jabón de baño, champú, pasta dental, enjuague bucal, cremas faciales, cosméticos, pomadas, ampollitas y suplementos alimenticios. Sin embargo, su uso no ha sido explotado a nivel industrial y de investigación en alimentos (Kosalec *et al.*, 2005; Gregoris *et al.*, 2011). Debido a su composición diversa, el propóleo posee características muy complejas, por lo que su empleo a nivel industrial, trae como consecuencia la necesidad de establecer normalización y controles de calidad, tomando como punto de partida su origen botánico, composición química, propiedades biológicas, características fisicoquímicas y organolépticas, así como su toxicidad (Peña, 2008; Valencia *et al.*, 2012), lo cual determinará si es posible el uso de este valioso producto en alimentos. El objetivo de esta revisión es discutir la posibilidad del propóleo para ser utilizado como conservador en la industria alimentaria.

Origen Botánico del Propóleo

El propóleo contiene una amplia variedad de compuestos químicos, habiéndose identificado más de 300, entre los que se hallan polife-

noles, ácidos fenólicos y sus ésteres, aldehídos, alcoholes, cetonas, terpenoides, esteroides, aminoácidos y compuestos inorgánicos (Nagai *et al.*, 2003). Sin embargo, la composición química de este producto apícola es altamente variable y depende de la flora local del sitio de recolección, tanto en brotes como en ramas, cortezas y flores (Kumazawa *et al.*, 2004; Papotti *et al.*, 2012). Las más importantes fuentes botánicas del propóleo en regiones templadas son el álamo (*Populus* spp.), abedul (*Betula alba*), sauce (*Salix* spp.), pino (*Pinus* spp.), encino (*Quercus* spp.), fresno (*Fraxinus* spp.), entre otros árboles (Farré *et al.*, 2004). No obstante, en las regiones tropicales donde está ausente esta vegetación, las abejas visitan otras plantas como fuente para la producción de propóleos, lo que resulta en diferencias en la composición química (Palomino *et al.*, 2010). En regiones mediterráneas, las fuentes botánicas son los álamos y jaras (*Cistus* spp.), mientras que existen pocos estudios en regiones áridas y semiáridas (Farré *et al.*, 2004).

El origen botánico y geográfico de la zona de recolección está comúnmente ligado a la calidad del propóleo, debido a que la flora contribuye en algunas de las propiedades físicas como el color, sabor, textura y punto de fusión (Norma Salvadoreña, 2003). Por otro lado, las abejas generalmente son afectadas durante la colecta por insecticidas y otros pesticidas, lo cual puede generar la posible contaminación de la 'carga' y los productos apícolas que posteriormente serán consumidos por los humanos. Por tal razón, los colmenares deben ubicarse lejos de cultivos agrícolas y de las vías de comunicación terrestre, así como de lugares donde se puedan acumular metales pesados (Norma Salvadoreña, 2003; Peña, 2008).

Los diversos productos apícolas, entre ellos el propóleo, son denominados por su origen botánico, es decir, el contenido del polen, el tipo de flavonoides y otros compuestos presentes, que permiten establecer dicho origen botánico (Kumazawa *et al.*, 2004; Valencia *et al.*, 2012). En diversos estudios se han establecido diferentes criterios para relacionar propiedades cualitativas y cuantitativas de propóleos de diversas regiones, basándose en el tipo de propóleo, vegetación, estación climática y método de extracción; obteniendo como resultado una amplia variabilidad en los parámetros evaluados (Papotti *et al.*, 2012), lo que indica que el origen botánico es muy útil como parámetro

de evaluación de la calidad del propóleo. Por lo anterior, su posible empleo en la industria alimenticia genera la necesidad de establecer controles de calidad y normalización de estos productos (Palomino *et al.*, 2010).

Características Fisicoquímicas y Organolépticas del Propóleo

El propóleo suele ser un componente aromático debido a su contenido en aceites esenciales y, en función del origen botánico de la resina, época de recolección y edad, difiere en color (de amarillo claro a castaño oscuro), sabor (amargo, ligeramente picante o insípido) y consistencia, ya que a temperaturas de 45 a 250°C el propóleo es una sustancia suave, flexible y muy pegajosa, mientras que por debajo de 15°C, se vuelve duro y quebradizo. Normalmente el propóleo es convertido en líquido entre 60 y 70°C, pero para algunas muestras el punto de fusión puede ser de 100°C (Norma Salvadoreña, 2003; Norma Argentina, 2004; Peña, 2008). Los disolventes más utilizados para la extracción comercial y para el análisis químico son el etanol, propilenglicol, aceite y agua. Muchos de los componentes antioxidantes y antibacterianos presentes en el propóleo son solubles en agua o alcohol, por lo que este tipo de disolventes son ampliamente utilizados al momento de preparar extractos de propóleos con fines comerciales y de investigación (Bonvehí y Gutiérrez, 2011), lo cual genera diferencias en la composición y actividad del extracto de propóleos obtenido.

Calidad del Propóleo

Las propiedades biológicas que los propóleos poseen pueden ser aprovechadas en la industria alimentaria, cosmética o química. Tales propiedades son dependientes de su composición química, lo que hace necesario establecer un marco normativo para evaluar la calidad o características, así como las propiedades y límites de seguridad de este producto (Peña, 2008). Existen antecedentes del uso del propóleo en suplementos y a nivel de investigación, en algunos productos alimenticios. Para que la calidad del propóleo sea considerada aceptable debe cumplir ciertos requisitos, tales como: estar libre de residuos tóxicos; poseer bajo contenido de cera, materia insoluble y cenizas; tener un origen botánico definido y una actividad biológica comprobada (Tabla I). Actualmente no existe en México una normatividad que in-

TABLA I
CARACTERÍSTICAS GENERALES PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD
DEL PROPÓLEOS

Características organolépticas	Consideraciones
Aroma	Inodoro, resinoso suave, aromático o balsámico
Color	Amarillo, café, verde, rojo y gris, y sus tonalidades
Sabor	Picante, dulce, amargo e insípido
Consistencia a temperatura ambiente	Muy blanda, blanda, dura, poco dura, pegajosa y porosa
Aspecto	Homogéneo o heterogéneo
Características físicas y químicas	
Extracto seco	Mínimo 10%
Índice de oxidación	Máximo 22 segundos
Compuestos fenólicos (mg AG/ml)	Mínimo 0.25-5%
Flavonoides	Mínimo 0.25-0.5%
Espectrograma UV-VIS	Máximo de absorción entre 270 y 315 nm
Metales pesados: plomo y arsénico	Máximo 2mg·kg ⁻¹ y 1mg·kg ⁻¹ , respectivamente
Residuos de plaguicidas y antibióticos	Ausente
Humedad	Máximo 8%
Cenizas	Máximo 5%
Cera	Máximo 30%
Impurezas mecánicas	25-30%
Índice de yodo	Mínimo 35%
Solubilidad en etanol	30-35%
Características microbiológicas	
Bacterias mesófilas (UFC/g)	<10,000
Coliformes fecales (UFC/g)	0
Coliformes totales (UFC/g)	<100
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	100
Hongos (UFC/g)	1-1000

Fuentes: Norma Rusa (1977), Norma Cubana (1994), Norma Salvadoreña (2003) y Norma Argentina (2004).

dique los requerimientos necesarios para establecer el uso del propóleo en alimentos. Sin embargo, a nivel internacional existen normas, tales como la Norma Rusa (1977), la Norma Cubana (1994), la Norma Salvadoreña (2003) y la Norma Argentina, 2004, las cuales establecen la identidad y los requisitos mínimos de calidad que debe cumplir el propóleo crudo para su comercialización, con la finalidad de que los productores adopten medidas destinadas a proteger la salud de la población. Actualmente, en las mismas normas se ha establecido que se autoriza el uso del propóleo como ingrediente únicamente en productos como caramelos, mieles, y extractos de propóleos, ya sea en solución hidroalcohólica de etanol o propilenglicol, además de ciertos suplementos dietéticos.

Composición Química

La composición química del propóleo es muy variable y compleja. Depende, como se mencionó anteriormente, de la flora local cercana al sitio donde se encuentra la colmena. Sus principales componentes son resinas y bálsamos (50-55%), ceras (25-35%), aceites volátiles (10%), polen

(5%), minerales y sustancias orgánicas (5%). Entre estas últimas se han detectado ácidos orgánicos, ácidos fenólicos (Nagai *et al.*, 2003; Papotti *et al.*, 2012), aldehídos aromáticos, cumarinas, compuestos fenólicos como flavonoides (flavonas, flavonoles, flavanonas, flavonoles) y minerales (Al, Ag, Ba, B, Cr, Co, Cu, Sn, Fe, Mg, Mn, Mb, Ni, Pb, Se, Si, Sr, Ti, V y Zn) (Nagai *et al.*, 2003; Kumazawa *et al.*, 2004). Pueden estar presentes las vitaminas A, B1, B2, B3 y B6 (Kumazawa *et al.*, 2004; Chaillou y Nazareno, 2009).

El grupo de compuestos con actividad biológica más comúnmente evaluados en extractos de propóleos son los conocidos como compuestos fenólicos, y la mayoría de éstos se presentan en forma de flavonoides (Tabla II), cuya concentración y actividad biológica dependerán del tipo de planta en la cual se llevó a cabo la recolección (Bedascarrasbure *et al.*, 2004; Yang *et al.*, 2011). Así, la presencia de ocho flavonoides, incluyendo rutina, miricetina, quercetina, kaempferol, apigenina, pino-cembrina, crisina y galangina, puede ser usada como marcador para diferenciar al propóleo de otros productos de la colmena. El contenido de estos ocho flavonoides ha sido extensamente usado

como parámetro de la calidad del propóleo (Viuda-Martos *et al.*, 2008).

El efecto de los propóleos sobre una gran variedad de microorganismos (bacterias, hongos, virus y levaduras) ha sido ampliamente comprobado y se ha demostrado que el efecto es dependiente de la composición química (Kumar *et al.*, 2008; Viuda-Martos *et al.*, 2008). Además de las propiedades antimicrobianas del propóleo, su actividad antioxidante también depende de la composición, pudiendo estas propiedades ser aprovechadas para alargar la vida de anaquel de algunos productos alimenticios, ya que los principales factores que afectan la vida útil de un alimento son las reacciones de oxidación de lípidos y la contaminación por bacterias y hongos patógenos (Peña, 2008; Yue-Wen *et al.*, 2008).

Actividad Antioxidante

Uno de los mayores cambios que ocurren durante el proceso, distribución y preparación de los alimentos es la oxidación de lípidos, la que provoca cambios en el sistema alimenticio afectando su calidad nutricional, seguridad, color, olor, sabor y textura, con resultado final de rechazo por los consumidores. Por ello, en la industria alimentaria se utilizan antioxidantes sintéticos para dar estabilidad al alimento, siendo el butilhidroxianisol (BHA), butilhidroxitolueno (BHT) y terbutilhidroxiquinona (TBHQ) los más comúnmente empleados para prevenir el deterioro oxidativo. Sin embargo, se ha encontrado que éstos pueden ser promotores de tumores y cáncer (Huang *et al.*, 2011).

Actualmente la industria agroalimentaria enfrenta continuamente problemas derivados de la falta de estabilidad de los alimentos, siendo la principal causa la oxidación de los mismos; así el uso de antioxidantes naturales puede resultar una alternativa (Fernández-López *et al.*, 2005): Tal es el caso del propóleo, ya que debido a su composición química es una fuente natural de antioxidantes. Las propiedades antioxidantes del propóleo se deben a la actividad antirradical y al efecto inhibidor sobre iones metálicos que éstos poseen (Gülçin *et al.*, 2010). Mendes da Silva *et al.* (2006) demostraron que los extractos etanólicos de propóleos brasileños probados *in vitro* poseen alta capacidad antioxidante, y ésta se correlacionó con su contenido total de flavonoides. Por otro lado, algunos estudios indican que ciertos flavonoides poseen acciones prooxidante; sin embar-

TABLA II
PRINCIPALES COMPUESTOS DEL PROPÓLEOS CON ACTIVIDAD BIOLÓGICA

Bioactividad	Compuesto	Denominación IUPAC	Número CAS	Referencias
Antioxidante	Acacetina	5,7-dihidroxi-2-(4-metoxifenil) croman-4-uno	480-44-4	Bedascarrasbure <i>et al.</i> , 2004; Velázquez <i>et al.</i> , 2007; Yang <i>et al.</i> , 2011; Valencia <i>et al.</i> , 2012.
	Ácido cafeico	(E)-3-(3,4-dihidroxifenil)- ácido 2-propenoico	331-39-5	
	Ácido cinámico	(E)-3-fenil-ácido propil 2-enoico	140-10-3	
	Ácido ferúlico	(E)-3-(4-hidroxi-3-metoxifenil) ácido propil-2-enoico	537-98-4	
	Ácido sinapínico	(E)-3-(4-hidroxi-3,5-dimetoxifenil) ácido propil-2-enoico	530-59-6	
	Ácido p-cumárico	(E)-3-(4-hidroxifenil)- ácido 2-propenoico	501-98-4	
	Apigenina	5,7-dihidroxi-2-(4-hidroxifenil)-croman-4-uno	520-36-5	
	Artepillin C	(E)-3-[4-hidroxi-3,5-bis(3-metil-2-butenil) fenil] ácido propenoico	72944-19-5	
	Éster fenilico del ácido cafeico (CAPE)	(E)-3-(3,4-dihidroxifenil)- ácido 2-propenoico, 2-éster fenilico	104594-70-9	
	Galangina	3,5,7-trihidroxi-2-fenilcroman-4-uno	548-83-4	
Antimicrobiana	Kaempferol	3,5,7-trihidroxi-2-(4-hidroxifenil)-croman-4-uno	520-18-3	Takaisi and Schilcher, 1994; Mirzoeva <i>et al.</i> , 1997; Velázquez <i>et al.</i> , 2007; Ahn <i>et al.</i> , 2009.
	Pinocembrina	(2S)-5,7-dihidroxi-2-fenil-2,3-dihidrocroman-4-uno	480-39-7	
	Quercetina	2-(3,4-dihidroxifenil)-3,5,7-trihidroxicroman-4-uno	117-39-5	
	Ácido cafeico	(E)-3-(3,4-dihidroxifenil)- ácido 2-propenoico	331-39-5	
	Ácido p-cumárico	(E)-3-(4-hidroxifenil)- ácido 2-propenoico	501-98-4	
	Crisina	5,7-dihidroxi-2-fenilcroman-4-uno	480-40-0	
	Éster fenilico del ácido cafeico (CAPE)	(E)-3-(3,4-dihidroxifenil)- ácido2-propenoico, 2-éster fenetil	104594-70-9	
	Galangina	3,5,7-trihidroxi-2-fenilcroman-4-uno	548-83-4	
	Naringenina	(2S)-5,7-dihidroxi-2-(4-hidroxifenil)-2,3-dihidrocroman-4-uno	10236-47-29	
	Pinobanksina	(2R,3R)-3,5,7-trihidroxi-2-fenil-2,3-dihidrocroman-4-uno	548-82-3	
Antifúngica	Pinobanksina-3-acetato	[(2R,3R)-5,7-dihidroxi-4-oxo-2-fenil-2,3-dihidrocroman-3-yl] acetato	52117-69-8	Bedascarrasbure <i>et al.</i> , 2004; Chaillou y Nazareno, 2009.
	Pinocembrina	(2S)-5,7-dihidroxi-2-fenil-2,3-dihidrocroman-4-uno	480-39-7	
	Quercetina	2-(3,4-dihidroxifenil)-3,5,7-trihidroxicroman-4-uno	117-39-5	
	Ácido cafeico	(E)-3-(3,4-dihidroxifenil)- ácido 2-propenoico	331-39-5	
Antifúngica	Ácido ferúlico	(E)-3-(4-hidroxi-3-metoxifenil) ácido propil-2-enoico	537-98-4	Bedascarrasbure <i>et al.</i> , 2004; Chaillou y Nazareno, 2009.
	Ácido p-cumárico	(E)-3-(4-hidroxifenil)- ácido 2-propenoico	501-98-4	
	Galangina	3,5,7-trihidroxi-2-fenilcroman-4-uno	548-83-4	
	Pinocembrina	(2S)-5,7-dihidroxi-2-fenil-2,3-dihidrocroman-4-uno	480-39-7	

go, este efecto sólo se observa cuando las concentraciones utilizadas son altas (Martinez-Flores *et al.*, 2002). Valencia *et al.* (2012), evaluaron la capacidad de los propóleos sonorenses (México) para atrapar radicales libres (DPPH), y correlacionaron esta actividad con el alto contenido de compuestos fenólicos y flavonoides.

Han y Park (2002) evaluaron la acumulación de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS) en salchichas de cerdo tratadas con sorbato de potasio y con extractos de propóleos secos, etanólicos y acuosos, las cuales se almacenaron a 5, 10 y 20°C durante cuatro semanas, reportando un incremento en los valores de TBARS desde el inicio del almacenamiento en todos los tratamientos, aunque los valores más bajos de TBARS fueron para las salchichas tratadas con los extractos de propóleos. Por otro lado, In-suk *et al.* (2002) evaluaron el efecto antioxidante del propóleos al 1, 3 y 5% para preservar salchichas de cerdo almacenadas a 20°C, durante siete días. De igual manera, se encontraron valores bajos de TBARS en las salchichas tratadas con propóleos durante todos los días de muestreo.

Ambas investigaciones demuestran que hubo una reducción en la velocidad de oxidación y un mayor tiempo de conservación de las salchichas de cerdo. Sánchez-Escalante *et al.* (2009), evaluaron el efecto antioxidante de propóleos producidos en el noroeste de México en hamburguesas de bovino almacenadas a 2°C, sin iluminación. Ambos propóleos conservaron el color característico de la carne fresca durante ocho días y disminuyeron la formación de metamioglobina, TBARS y dienos conjugados. Los resultados sugieren que el propóleos es un antioxidante natural potencial, el cual puede ser usado en productos cárnicos frescos para extender su vida de anaquel.

Actividad Antimicrobiana

Las propiedades antimicrobianas del propóleos han sido estudiadas desde finales de la década de los 40. En ensayos *in vitro* se ha demostrado que los extractos de propóleos son activos frente a numerosos microorganismos, siendo más eficaces en un gran número de bacterias gram positivas, pero con limitada actividad sobre gram negativas (Marcucci *et al.*,

2001; Peña, 2008). Choi *et al.* (2006) estudiaron la actividad antimicrobiana de los extractos de propóleos de algunas regiones de Corea y encontraron que éstos tenían alta actividad sobre *S. aureus*, *B. subtilis*, *S. typhimurium* y *C. albicans*. Otras investigaciones mencionan la reducción *in vitro* en el número de microorganismos (*S. aureus*, *E. faecalis*, *B. subtilis*, *S. typhimurium* y *C. albicans*), atribuyendo esta actividad al contenido de compuestos fenólicos como los flavonoides (Velázquez *et al.* 2007).

Respecto a estudios realizados para probar la actividad antimicrobiana en alimentos, In-Suk *et al.* (2002) evaluaron el efecto de extractos etanólicos de propóleos (EEP) en salchichas de cerdo, sobre la cuenta total de mesófilos y coliformes. Las salchichas fueron almacenadas a 20°C durante siete días, concentrándose una reducción muy importante de la carga bacteriana a partir del tercer día de almacenamiento. En otro estudio, Sagdic *et al.* (2007) evaluaron el efecto de extractos acuosos de propóleos sobre el crecimiento de *Escherichia coli* y *E. coli* O157:H7 en jugo de manzana; los autores encontraron una importante reduc-

TABLA III
PROPIEDADES BIOLÓGICAS DEL PROPÓLEOS DE INTERÉS PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Bioactividad	Comentarios	Actividad	Referencias	Posible aplicación en alimentos
Antioxidante	Quelación de radicales y iones metálicos; poder reductor; inhibición de peróxido de hidrógeno (H ₂ O ₂), y radicales superóxido (O ₂ ⁻), hidroxilo (HO ⁻), alcóxido (RO ⁻), peróxido (ROO ⁻).	<i>In vitro</i>	Choi <i>et al.</i> , 2006; Velazquez <i>et al.</i> , 2007; Bonvehí <i>et al.</i> , 2011; Yang <i>et al.</i> , 2011; Valencia <i>et al.</i> , 2012.	-Productos cárnicos (res, pollo, cerdo, pescado o mariscos). -Aceites vegetales.
Antimicrobiana	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>Costridium perfringens</i> , <i>Escherichea coli</i> , <i>Escherichea coli</i> O157:H7; <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Pseudomona aeruginosa</i> , <i>Salmonella typhi</i> , <i>Salmonella typhimurium</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Vibrio cholerae</i> y <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	<i>In vitro</i>	Marcucci <i>et al.</i> , 2001; Kosalec <i>et al.</i> , 2005; Choi <i>et al.</i> , 2006; Sagdic <i>et al.</i> , 2007; Velazquez <i>et al.</i> , 2007; Kumar <i>et al.</i> , 2008.	-Productos lácteos sin pasteurizar. -Productos cárnicos. -Jugo de frutas. -Alimentos refrigerados, listos para consumir.
	<i>Campylobacter jejuni</i> , <i>Clostridium botulinum</i> , <i>Shigella</i> y <i>Yersinia enterocolitica</i>	-	No existen estudios	-Productos lácteos, cárnicos y alimentos enlatados.
Antifúngica	<i>Absidia corymbifera</i> , <i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>Aspergillus sulphureus</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Candida krusei</i> , <i>Candida tropicalis</i> , <i>Candida glabrata</i> , <i>C. kefyr</i> , <i>C. parapsilosis</i> , <i>C. famata</i> , <i>C. glabrata</i> , <i>C. pelliculosa</i> , <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> , <i>Cryptococcus neoformans</i> , <i>Trichophyton mentagrophytes</i> , <i>Phytophthora capsici</i> y <i>Phytophthora infestans</i> , <i>Phytophthora parasitica</i> y <i>P. ohmeri</i>	<i>In vitro</i>	Choi <i>et al.</i> , 2006; Mercan <i>et al.</i> , 2006; Koc <i>et al.</i> , 2007; Kosalec <i>et al.</i> , 2005; Kumar <i>et al.</i> , 2008; Meneses <i>et al.</i> , 2009; Pineda <i>et al.</i> , 2010.	-Frutas: Aguacate (<i>Persea americana</i>), papaya (<i>Carica papaya</i>); maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>); Mango (<i>Mangifera indica</i> L.) Jugos de fruta: manzana, mandarina, naranja, uva blanca.

ción en el número de estos microorganismos gram negativos por efecto de la presencia de propóleos, lo cual indica que éste podría ser utilizado como un agente bactericida contra *E. coli* y *E. coli* O157:H7 en jugo de manzana, incrementando la vida útil, sobre todo cuando se almacena a temperatura ambiente, y con un gran potencial como alternativa natural en la conservación de los alimentos, siempre y cuando sea organolépticamente aceptable.

La actividad antibacteriana de los propóleos varía dependiendo de la composición química, dosis y solvente de extracción o preparación (especialmente extractos etanólicos). Vargas-Sánchez *et al.* (2011) evaluaron las propiedades antioxidantes y antimicrobianas de propóleos de tres diferentes fuentes: propóleos comercial 1 (PC1), propóleos comercial 2 (PC2) y un tercer extracto no comercial obtenido de la región de Pueblo de Álamos, Sonora, México (PAP). En este estudio se evaluó *in vitro* la concentración mínima inhibitoria de los extractos (300, 60, 30 y 15 µg·ml⁻¹) frente a *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp, y *E. coli* O157:H7. Además, se trataron hamburguesas de carne bovina con extractos de propóleos (2%), las cuales fueron almacenadas a 2°C, sin iluminación durante dos semanas. Los extractos de propóleos presentaron alta actividad frente bacterias gram-positi-

vas (*S. aureus* y *L. monocytogenes*) y disminuyeron la población (UFC/g) de microorganismos mesófilos y psicrótrofos aerobios. Estos resultados muestran que el propóleos es una alternativa prometedora a los antibacterianos existentes y puede ser también empleado para extender la vida de anaquel de la carne fresca.

Actividad Antifúngica

Al igual que el deterioro bacteriano, la contaminación por hongos constituye un serio problema para la industria alimentaria y esta puede ocurrir durante el procesamiento, así como en el manejo final del producto. Por ello se han empleado conservadores químicos en los alimentos (benzoato de sodio, sorbato de potasio y sus mezclas), para evitar este tipo de deterioro (Koc *et al.*, 2007; Meneses *et al.*, 2009). En los últimos años la atención se ha centrado en el uso del propóleos como un suplemento alimenticio adecuado para los consumidores en los países desarrollados (Meneses *et al.*, 2009) y como una alternativa al uso de productos químicos para el control de hongos, los que ocasionan diversos problemas ecológicos. Ante esta situación, el propóleos se presenta como una alternativa de control que puede actuar de forma equilibrada con el ambiente debido a su ori-

gen natural (Principal *et al.*, 2002; Meneses *et al.*, 2009).

Pineda *et al.* (2010) evaluaron el efecto antifúngico del propóleos en etanol (0, 15, 20 y 30%) sobre aislados de *Colletotrichum gloeosporioides* provenientes de aguacate (*Persea americana*), papaya (*Carica papaya*) y maracuyá (*Passiflora edulis*). Los resultados mostraron el efecto supresor del propóleos sobre el crecimiento micelial de *C. gloeosporioides*, lo cual fue atribuido a la presencia de compuestos flavonoides en el extracto. *C. gloeosporioides* es un hongo patógeno causante de la antracnosis, patología que acelera la pudrición de muchos frutos, reduciendo su valor comercial. La enfermedad se expresa principalmente cuando los frutos comienzan a madurar, causando manchas necróticas depresivas sobre la superficie, sobre todo en condiciones de mal manejo durante el transporte y almacenamiento del producto (Meneses *et al.*, 2009). Además de las lesiones externas que causa, el hongo penetra el interior del fruto, alterando la pulpa y causando pudrición de tejidos internos.

Por otra parte, Pineda *et al.* (2010) demostraron el efecto de inhibición del propóleos sobre el crecimiento micelial de fitopatógenos, lo que fue correlacionado a la presencia de compuestos flavonoides en el extracto. Koc *et al.* (2007) determinaron

la efectividad del propóleo *in vitro* sobre aislados de jugo de frutas, encontrando que el propóleo posee actividad antifúngica significativa sobre las levaduras aisladas, y concluyeron que el propóleo es merecedor de un estudio más profundo para ser designado como un conservador natural para alimentos propensos al deterioro por hongos.

El estudio de la acción antifúngica del propóleo sobre fitopatógenos permitirá el control de éstos con estrategias no contaminantes, lo cual significará un avance hacia la agricultura sostenible. Así, las propiedades antioxidantes, antibacterianas y antifúngicas del propóleo ha sido bien documentada por diversos autores a escala mundial (Tabla III); sin embargo, son pocos los trabajos publicados sobre su uso en productos alimenticios.

Mecanismo de Acción del Propóleo

Mirzoeva *et al.* (1997) demostraron que algunos de los constituyentes comúnmente encontrados en los propóleos, principalmente quercetina y naringenina, provocan un incremento en la permeabilidad y una reducción en el potencial de la membrana bacteriana, lo que contribuye a disminuir la resistencia de las bacterias a agentes antibacterianos. Estos flavonoides también inhibieron la motilidad bacteriana, factor importante en la virulencia de estos microorganismos. Por otra parte, Cushnie y Lamb (2005) reportaron que la galangina incrementa la pérdida de potasio en *Staphylococcus aureus*, degradando la membrana citoplasmática de las bacterias por lisis osmótica, demostrándose la efectiva actividad antimicrobiana de este producto. Actualmente no están completamente estudiados todos los mecanismos por los cuales el propóleo puede inhibir la presencia de ciertos patógenos; sin embargo, algunos de los componentes encontrados en los propóleos, como ácidos aromáticos y ésteres, compuestos cinámicos y flavónicos, alteran las membranas celulares, inhiben la ARN polimerasa y reducen la motilidad bacteriana, lo cual contribuye a su acción y al sinergismo observado con algunos antibióticos (Takaisi-Kikuni y Schilcher, 1994; Mirzoeva *et al.*, 1997).

Respecto a la actividad antioxidante del propóleo, Yang *et al.* (2011) encontraron que éste posee la habilidad de atrapar radicales libres, lo que demuestra que éste es uno de los mecanismos mediante el cual el propó-

leo ejerce su potencial antioxidante. En otra investigación realizada por Gülçin *et al.* (2010) se demostró que el propóleo posee la habilidad para quelar los iones Fe^{3+} , Cu^{2+} y Fe^{2+} , atrapar radicales DPPH y ABTS⁺ e inhibir la peroxidación lipídica.

Conclusiones

A pesar de los atributos biológicos que posee este producto apícola, al propóleo no se le ha dado una aplicación como conservador potencial en tecnología de alimentos. La información presentada en esta revisión revela que las propiedades antioxidantes, antimicrobianas y antifúngicas presentes en el propóleo pueden brindar la posibilidad a la industria alimentaria de una gran variedad de aplicaciones, utilizándolo como un conservador natural que permita retardar la descomposición de alimentos durante su almacenamiento, con la ventaja de que los compuestos presentes pueden ser beneficiosos para la salud humana. Por ello es necesario realizar estudios que profundicen acerca de los posibles efectos que a largo plazo se deriven de su consumo, y sobre el posible efecto en las propiedades de los alimentos procesados.

REFERENCIAS

Bedascarrasbure E, Maldonado L, Alvarez A, Rodríguez E (2004) Contenido de fenoles y flavonoides del propóleo Argentino. *Acta Farm. Bonaerense*. 23: 369-372.

Bonvehí JS, Gutiérrez AL (2011) Antioxidant activity and total phenolics of propolis from the basque country (Northeastern Spain). *J. Am. Oil Chem. Soc.* 88: 1387-1395.

Brookman P (1991) Antioxidants and consumer acceptance. *Food Tech.* 26: 24-28.

Chaillou LL, Nazareno MA (2009) Bioactivity of propolis from Santiago del Estero, Argentina, related to their chemical composition. *Food Sci. Technol.* 42: 1422-1427.

Choi YM, Noh DO, Cho SY, Suh HJ, Kim KM, Kim JM (2006) Antioxidant and antimicrobial activities of propolis from several regions of Korea. *Food Sci. Technol.* 39: 756-761.

Cushnie TPT, Lamb AJ (2005) Detection of galangin-induced cytoplasmic membrane damage in *Staphylococcus aureus* by measuring potassium loss. *J. Ethnopharmacol.* 101: 243-248.

Farré R, Frasquet I, Sánchez A (2004) El propóleo y la salud. *Ars Pharm.* 45: 23-43.

Fernández-López J, Zhi N, Aleson-Carbonell L, Pérez-Alvarez JA, Kuri V (2005) Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: application in beef meatballs. *Meat Sci.* 69: 371-380.

Gregoris E, Fabris S, Bertelle M, Grassato L, Stevanato R (2011) Propolis as potential cosmeceutical sunscreen agent for its com-

bined photoprotective and antioxidant properties. *Int J. Pharm.* 405: 97-101.

Gülçin I, Bursal E, Sehitoglu MH, Bilsel M, Gorden AC (2010) Polyphenols contents and antioxidant activity of lyophilized aqueous extract of propolis from Erzurum, Turkey. *Food Chem Toxicol.* 48: 2227-2238.

Han SK, Park HK (2002) Accumulation of thiobarbituric acid-reactive substances in cured pork sausages treated with propolis extracts. *J. Sci. Food Agric.* 82: 1487-1489.

Huang B, He J, Ban X, Zeng H, Yao X, Wang Y (2011) Antioxidant activity of bovine and porcine meat treated with extracts from edible lotus (*Nelumbo nucifera*) rhizoma knot and leaf. *Meat Sci.* 87: 46-53.

In-Suk O, Dong-Hwan O, Young-Sook C, Kap-Suk K, Mi-Yae S, Kwon-II S (2002) Effects of ethanol extract of propolis (EEP) on the storage of sausage. *Kor. Soc. Food Sci Nutr.* 7: 35-39.

Koc AN, Silici S, Mutlu-Sariguzel F, Sagdic O (2007) Antifungal activity of propolis in four different fruit juices. *Food Technol Biotechnol.* 45: 57-61.

Kosalec I, Pepelnjak S, Bakmaz M, Vladimirc Knezevic S (2005) Flavonoid analysis and antimicrobial activity of commercially available propolis products. *Acta Pharm.* 55: 423-430.

Kumar N, Mueen-Ahmad KK, Dang R, Husain A (2008) Antioxidant and antimicrobial activity of propolis from Tamil Nadu zone. *J. Med. Plants Res.* 2: 361-364.

Kumazawa S, Hamasaka T, Nakayama T (2004) Antioxidant activity of propolis of various geographic origins. *Food Chem.* 84: 329-339.

Manrique AJ, Santana WC (2008) Flavonoides, actividades antibacteriana y antioxidante de propóleos de abejas sin aguijón, *Melipona quadrifasciata*, *Melipona compressipes*, *Tetragonisca angustula* y *Nannotrigona* sp. de Brasil y Venezuela. *Zootecnia Trop.* 26: 157-166.

Marcucci MC, Ferreres F, García-Viguera C, Bankova VS, De Castro SL, Dantas AP (2001) Phenolic compounds from Brazilian propolis with pharmacological activities. *J. Ethnopharmacol.* 74: 105-112.

Martínez-Flórez S, González-Gallego J, Culebras JM, Tuñón MJ (2002) Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. Revisión. *Nutr. Hosp.* 8: 271-278.

Mendes da Silva JF, De Souza MC, Ramalho MS, Ribeiro AM, Nova VFV (2006) Correlation analysis between phenolic levels of Brazilian propolis extracts and their antimicrobial and antioxidant activities. *Food Chem.* 99: 431-435.

Meneses EA, Durango DL, García CM (2009) Antifungal activity against postharvest fungi by extracts from Colombian propolis. *Quim. Nova* 32: 2011-2017.

Mirzoeva OK, Grisjanin RN, Calder PC (1997) Antimicrobial action of propolis and some of its components: the effects on growth, membrane potential and motility of bacteria. *Microbiol. Res.* 152: 239-246.

Nagai T, Inoue R, Inoue H, Suzuki N (2003) Preparation and antioxidant properties of water extract of propolis. *Food Chem.* 80: 29-33.

Norma Argentina (2004) *Propóleos en Buto*. Norma IRAM-INTA 15935-1. Instituto Ar-

- gentino de Normalización. Buenos Aires, Argentina.
- Norma Cubana (1994) *Propóleos Materia Prima. Especificaciones*. Norma Ramal Cubana. Apicultura NRAG-1135-94. Ministerio de Agricultura. La Habana, Cuba.
- Norma Rusa (1977) *Propóleos. Métodos analíticos para el control de su calidad*. Norma Ramal Rusa RST-RSFSR-317-77.
- Norma Salvadoreña (2003) *Calidad del Propólero Crudo*. Norma NSO 65.19.02:03. Diario Oficial. Tomo 360. San Salvador, El Salvador.
- Palomino GR, Martínez GJ, García PM, Gil GJ, Durango RD (2010) Caracterización fisicoquímica y actividad antimicrobiana del propóleos en el Municipio de La Unión (Antioquia, Colombia). *Rev. Fac. Nac. Agric. Medellín* 63: 5373-5383.
- Papotti G, Bertelli D, Bortolotti L, Plessi M (2012) Chemical and functional characterization of Italian propolis obtained by different harvesting methods. *J. Agric Food Chem.* 60: 2852-2862.
- Peña RC (2008) Literature review: Propolis standardization: a chemical and biological review. *Cienc. Inv. Agr.* 35: 11-20.
- Pineda J, Pincinal J, Barrios C, Milla D, Solano Y, Gil E (2010) Propiedad fungistática in vitro de propóleos sobre tres aislamientos de *Colletotrichum gloeosporioides*. *Zootecn. Trop.* 28: 83-91.
- Principal J, Hernández I, D'Aubeterre R, Rodríguez JG (2002) Eficacia del propóleos en el control de la helmintiasis de ovinos naturalmente infestados. *Rev. Cient. Fac. Cs. Vet. LUZ* 8: 604-607.
- Sagdic O, Silici S, Yetim H (2007) Fate of *Escherichia coli* and *E. coli* O157:H7 in apple juice treated with propolis extract. *Ann. Microbiol.* 57: 345-348.
- Sánchez-Escalante A, Vargas-Sánchez RD, Valenzuela M, De la Rosa MA, Torrescano G, Camou JP (2009) Evaluation of antioxidant activity of propolis produced in north-west of Mexico for fresh beef patties. *Annu. Meet. Institute of Food Technologists*. Anaheim, CA, EEUU.
- Takaisi-Kikuni NB, Schilcher H (1994) Electron microscopic and microcalorimetric investigations of the possible mechanism of the antibacterial action of a defined propolis provenance. *Planta Medica.* 60: 222-227.
- Valencia D, Alday E, Robles-Zepeda R, Garibay-Escobar A, Galvez-Ruiz JC, Salas-Reyes M., Jiménez-Estrada M, Velazquez-Contreras E, Hernandez J, Velazquez C (2012) Seasonal effect on chemical composition and biological activities of Sonoran propolis. *Food Chem.* 131: 645-651.
- Vargas-Sánchez R, Javier-Saiz E, Torrescano-Urrutia G, Acedo E, Carvajal E, González-Córdova A, Vallejo-Galland B, Torres-Llañez M, Sánchez-Escalante (2011) Antioxidant and antimicrobial properties of commercial propolis in beef patties. *Annu. Meet. Institute of Food Technologists*. New Orleans, LA, EEUU.
- Velazquez C, Navarro M, Acosta A, Angulo A, Dominguez Z, Robles R, Robles-Zepeda R, Lugo E, Goycoolea FM, Velazquez EF, Astiazaran H, Hernández J (2007) Antibacterial and free-radical scavenging activities of Sonoran propolis. *J. Appl. Microbiol.* 103: 1747-1756.
- Viuda-Martos M, Ruiz-Navajas Y, Fernández-López J, Pérez-Álvarez JA (2008) Functional properties of honey, propolis, and royal jelly. *JFS. R: Conc. Rev. Hypoth. Food Sc.* 73: 117-124.
- Yang H, Dong Y, Du H, Shi H, Peng Y, Li X (2011) Antioxidant compounds from propolis collected in Anhui, China. *Molecules* 16: 3444-3455.
- Yue-Wen C, Shiao-Wen W, Kai-Kuang H, Shih-Bin L, Chung-Yang H, Chia-Nan C (2008) Characterisation of Taiwanese propolis collected from different locations and seasons. *J. Sci. Food Agric.* 88: 412-419.

PROPOLIS: A POTENCIAL PRESERVATION AGENT FOR THE FOOD INDUSTRY

Rey David Vargas-Sánchez, Gastón R. Torrescano-Urrutia and Armida Sánchez-Escalante

SUMMARY

Propolis is a beehive product made up of resins that bees collect from certain plant species. Diverse studies show that they have, among others, antioxidant, antimicrobial and anti-fungal properties, which are dependent of their botanical origin, chemical composition, seasons, extraction method, age and collection area. Being a natural product, propolis is usually classed as a GRAS (Generally recognized as safe) product. In

some studies, propolis extracts have been shown to have effects upon certain bacteria and fungi, as well as upon other food pathogens, besides their capacity to prevent or retard oxidation reactions, which turns them into potentially attractive natural products to be used as food preservers in substitution of synthetic agents. It is concluded that propolis can be incorporated into food thanks to their diverse biological properties.

O PRÓPOLIS: CONSERVADOR POTENCIAL PARA A INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA

Rey David Vargas-Sánchez, Gastón R. Torrescano-Urrutia e Armida Sánchez-Escalante

RESUMO

O própolis é um produto da colmeia formado por resinas que as abelhas coletam de certas espécies de plantas. Diversos estudos demonstram que possui propriedades antioxidantes, antimicrobianas e antifúngicas, entre outras, as quais dependem de sua origem botânica, composição química, estação climática, método de extração, idade e área geográfica de coleta. O própolis, por ser um produto natural recebe a denominação GRAS (Geralmente reconhecido como seguro). Em alguns estudos tem sido demonstrado o efeito dos extratos de própolis sobre certas

bactérias e fungos, assim como patogênicos de interesse alimentar, além da capacidade que têm para prevenir ou retardar reações de oxidação, o qual os converte em produtos naturais potencialmente atrativos para ser utilizado como conservador alimentar, em substituição dos aditivos sintéticos. Conclui-se que os extratos de própolis podem ser incorporados em matrizes alimentícias devido às diversas propriedades biológicas que apresentam.