



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

EL POLEN DE ABEJA COMO FUENTE DE PRINCIPIOS ACTIVOS

Trabajo Monográfico de Actualización

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICA FARMACÉUTICA BIÓLOGA**

PRESENTA

KARENHERNÁNDEZ BARRETO



CDMX, México AÑO 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: **María Isabel Aguilar Laurents**

VOCAL: **José Manuel Méndez Stivalet**

SECRETARIO: **José Fausto Rivero Cruz**

1er. SUPLENTE: **Mabel Clara Fragoso Serrano**

2° SUPLENTE: **Mario Alberto Figueroa Saldivar**

ASESOR DEL TEMA

JOSE FAUSTO RIVERO CRUZ

SUSTENTANTE

KAREN HERNÁNDEZ BARRETO



AGRADECIMIENTOS.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Química por brindarme el conocimiento y las herramientas necesarias para mi formación académica y profesional.

Al Dr. José Fausto Rivero Cruz por su apoyo y dedicación en la realización y revisión del presente trabajo.

Al proyecto CONACyT CB-252006 y al PAIP 5000-9138 por el financiamiento otorgado.

A los miembros del jurado por la revisión y corrección del manuscrito.



*"Si desaparecieran las abejas, en 4 años desaparecería la raza humana.
Sin abejas, no hay polinización, ni plantas, ni seres humanos".*

Albert Einstein

**INDICE**

LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE CUADROS	VIII
LISTA DE ABREVIATURAS.....	X
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. LA ABEJA <i>APIS MELLIFERA</i>	2
2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA ABEJA DE <i>EUROPEA</i>.....	4
2.3 HABITANTES DE LA COLMENA	5
2.3.1 ZÁNGANO	5
2.3.2 REINA.....	6
2.3.3 OBRERA	7
3. EL POLEN.....	8
4. LA POLINIZACIÓN	9
5. EL POLEN DE ABEJA.....	10
5.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL POLEN DE ABEJA.....	12
5.2 ÁCIDOS ORGÁNICOS Y ÁCIDOS GRASOS	14



5.2.1 ÁCIDOS GRASOS	16
5.3 FLAVONOIDES	17
5.4 CARBOHIDRATOS	21
5.5 VITAMINAS.....	23
5.5 MINERALES.....	25
5.6 AMINOÁCIDOS.....	26
6. PAN DE ABEJA	28
7. LA COSECHA DE POLEN.....	31
7.1 ORGANIZACIÓN DE LA COLMENA.....	31
7.2 COSECHA DEL POLEN.....	32
8. LAS ACTIVIDADES TERAPÉUTICAS DEL POLEN DE ABEJA	33
8.1 ANTIOXIDANTE	35
8.2 ANEMIA	36
8.3 ANTIINFLAMATORIA	37
8.4 ANTICARCINOGÉNICA	38
8.5 ANTIBACTERIANA Y ANTIFÚNGICA	39



8.6 ANTIALÉRGICA	40
8.7 ANTIARTEROSCLEROSIS.....	41
9. CONTAMINACIÓN DEL POLEN	41
10. SITUACIÓN ACTUAL DE LA APICULTURA EN MÉXICO.....	42
11. DISCUSIÓN.....	44
12. CONCLUSIÓN.....	45
13. PERSPECTIVAS.....	45
14. REFERENCIAS	47
15. REFERENCIAS ELECTRÓNICAS	54

Lista de figuras

Figura 1. Abejas de la miel, *Apis mellifera* Linnaeus. Photograph by Ashley N. Mortensen, Entomology and Nematology Department, University of Florida.

Figura 2. Habitantes de la colmena. SAGARPA 2001.

Figura 3. Zángano.

<https://www.zzzangano.com/tipos-abejas-zanganos-reina-obreras/>
Visitada 16/09/17

Figura 4. Abeja reina.

<https://www.zzzangano.com/tipos-abejas-zanganos-reina-obreras/>
Visitada 16/09/17

Figura 5. Obrera.

<https://www.zzzangano.com/tipos-abejas-zanganos-reina-obreras/>
Visitada 16/09/17

Figura 6: Polinización y fisiología de la flor.

<http://gavetasdemiescritorio.blogspot.mx/2012/03/olor-como-estrategia-reproductiva.html> Visitada 08/08/17

Figura 7. Estructura general de los flavonoides (Rzepecka et al., 2015).

Figura 8. Peines de abejas. <https://www.rt.com/usa/368945-honey-bees-die-attack-posion/> Visitada 24/09/17

Figura 9. Pan de abeja. <http://artesanamente.es/pan-de-abejas/>
Visitada 22/07/17

Figura 10. Producción de polen y propóleos en México. Coordinación General de Ganadería/SAGARPA (2008 cifras preliminares).

Lista de cuadros

Cuadro 1. Taxonomía de la abeja *Apis mellifera*.

https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=154396#null (Visitada 03/06/17)

Cuadro 2. Composición principal del polen de abeja (Campos et al., 2008).

Cuadro 3. Principales vitaminas encontradas en el polen de abeja, en miligramos por kilogramo de peso (Campos et al., 2008).

Cuadro 4. Principales ácidos orgánicos presentes en el polen de abeja (Mohdaly et al., 2015).

Cuadro 5. Principales ácidos grasos presentes en el polen de abeja, esenciales para el hombre (Féas et al., 2012).

Cuadro 6. Principales flavonoides presentes en el polen de abeja. (Mohdaly et al., 2015).

Cuadro 7. Principales carbohidratos presentes en el polen de abeja (Campos et al., 2008).

Cuadro 8. Principales vitaminas presentes en el polen de abeja (Denisow et al., 2016).

Cuadro 9. Minerales y rastros de elementos presentes en el polen de abeja (Bogdanov, 2016).

Cuadro 10. Principales aminoácidos presentes en polen de abeja (Percie, 2009).



Lista de cuadros

Cuadro 11. Propiedades terapéuticas potenciales del polen de abeja y mecanismos biológicos por los cuales actúan los compuestos polínicos (Denisow, 2016).

Cuadro 12. Principales contaminantes microbiológicos y residuos de pesticidas del polen de abeja (Campos et al., 2008).



Lista de abreviaturas

ALA: ácido α -linoléico

Arg: arginina

Ca: calcio

Cu: cobre

Fc ϵ RI: Receptor épsilon para inmunoglobulina.

Fe: hierro

g: gramos

His: histidina

HPLC: cromatografía líquida de alta eficacia

Ig: Índice glucémico

IgE: Inmunoglobulina E

Ile: isoleucina

K: potasio

Kg. Kilogramos

Leu: leucina

Lys: lisina

Met: metionina

mg miligramos

Mg: magnesio

Lista de abreviaturas

MRL: nivel máximo residual

NF- κ B: factor nuclear potenciador de las cadenas ligeras kappa de las células B activadas

Phe: fenilalanina

ROS: especies reactivas de oxígeno

Thr: treonina

TNF- α : factor de necrosis tumoral alfa

Tpr: triptófano

Val: valina

Zn: zinc

↑: incremento / activación.

↓: disminución / inhibición.

1. Introducción

La apicultura es una de las actividades más antiguas por el hombre, que se ha ido desarrollando con el paso del tiempo a lo largo del mundo. Desde tiempos remotos, las civilizaciones antiguas se dedicaban a la cosecha de productos de origen apícola como miel, polen y propóleos, que utilizaban como parte de su alimentación o para sus rituales ceremoniales.

Los productos de la abeja se han utilizado por mucho tiempo en la medicina en el mundo antiguo (Egipto, Grecia, China) [Denisow et al., 2016]. Fue tanta la importancia del polen de abeja en la medicina antigua que, algunos de los "Padres de la Medicina Occidental" (Hipócrates, Plinio el Viejo y Pitágoras) confiaban en las cualidades curativas del polen de las abejas y a menudo se lo prescribían a sus pacientes (Campos et al., 2010).

Para el caso del polen; los antiguos egipcios lo describen como "un polvo que da vida"; en la antigua Grecia, los pellets de polen, llevados sobre las piernas de la abeja se consideraban de cera (Bogdanov, 2012).

Debido a su alto valor nutricional, el polen de abeja se define como alimento, pero debido a las pequeñas cantidades que se consumen generalmente, debe ser más bien considerado como un alimento funcional o un aditivo alimentario (Campos et al., 2010).

El polen de abeja es un producto con valor agregado porque también puede usarse para ciertos beneficios para la salud tales como un antioxidante y un agente antiinflamatorio y / o antimicrobiano (Campos et al., 2010).

Al igual que otros productos apícolas, jalea real, miel y propóleos, la composición química del polen de abeja depende de la fuente de la

planta, la vegetación regional, la estación y las razas de abejas en el lugar de la recolección (Lee et al., 2016).

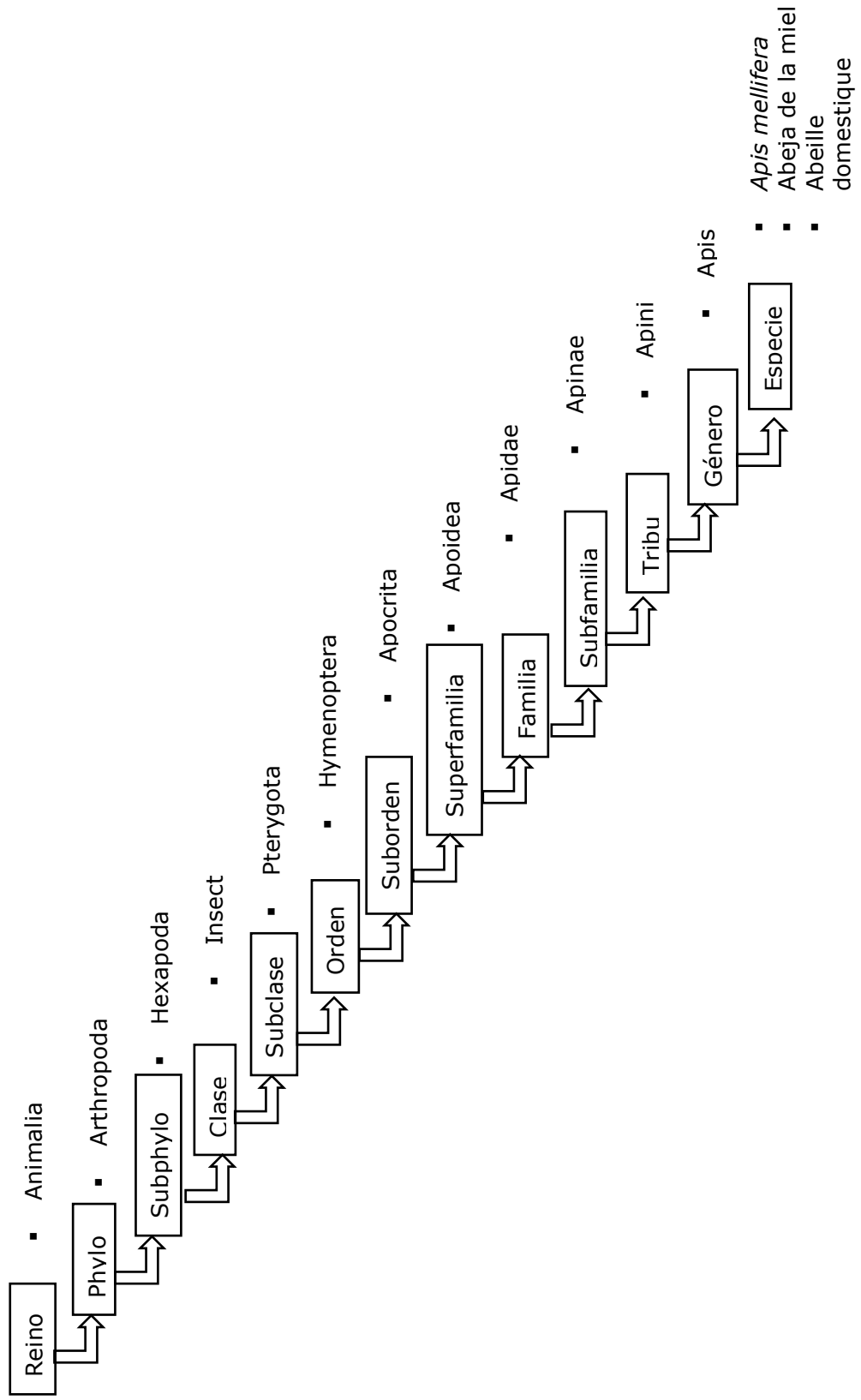
2. La abeja *Apis mellifera*

La *Apis mellifera* precedió a los seres humanos en la tierra por 10 a 20 millones de años, las abejas de la miel son una de las formas más antiguas de la vida animal todavía en existencia de la edad neolítica; los humanos primitivos se reunieron y comieron la miel y panales de abejas silvestres, el único dulce disponible, ya en 7000 a. C. (Ericson et al., 2009).

En el Cuadro 1, se describe la clasificación taxonómica de las abejas del cual hay que resaltar que son miembros del reino Animalia, el phylum Arthropoda, la clase Insecta y el orden Hymenoptera (del griego himen, para la membrana y pteron, para el ala), para este trabajo sólo se describirá la especie *A. mellifera*, por ser una especie de alta importancia económica, agrícola y ambiental, debido a las actividades realizadas por los apicultores que se extienden por todo el mundo; la adaptabilidad de las abejas a diferentes climas y ambientes les ha permitido estar presentes en casi todo el planeta, donde los inviernos son largos, en zonas donde los inviernos nunca ocurren y las temperaturas de verano suelen ser muy altas (Gupta, 2014).

Cuadro 1. Taxonomía de la abeja *Apis mellifera*.

https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=154396#null
(Visitada 03/06/17)



2.2 Características de la abeja europea.

Como todos los himenópteros, las abejas melíferas tienen determinación del sexo haplo-diploide. Los huevos no fertilizados (sin aporte genético paterno) se convierten en zánganos (machos) y los huevos fertilizados se desarrollan en hembras. Las larvas femeninas que son alimentadas con la dieta estándar de polen, néctar y alimento de cría se convierten en trabajadores adultos. Las larvas femeninas alimentadas con una rica dieta de jalea real, polen y néctar se convierten en reinas (Mortensen, 2013).

Como se menciona en el párrafo anterior, dentro de una colmena hay tres diferentes tipos de habitantes, la abeja reina, los zánganos y las obreras o trabajadoras; cada una de ellas presenta morfología diferente.

En la Figura 1 se observa que las abejas tienen su cuerpo cubierto de vellosidades en tonos de color marrón con rayas negras, una característica principal de las *Apis mellifera* y por la cual se reconocen fácilmente.



Figura 1. Abejas de la miel, *Apis mellifera* Linnaeus. Photograph by Ashley N. Mortensen, Entomology and Nematology Department, University of Florida.

La abeja (*Apis mellifera*) elabora varios productos a partir de productos de plantas, el néctar, polen de las flores y las resinas que recolectan, los cuales son bien conocidos en la medicina tradicional y su producción podría ayudar a aumentar los beneficios económicos y así ayudar a los apicultores a mejorar sus dificultades financieras (Modaly et al., 2015).

2.3 Habitantes de la colmena

En una colmena se pueden encontrar tres tipos de habitantes de abejas, los zánganos, la reina y las obreras, en conjunto forman una colonia la cual depende de todos para sobrevivir, alrededor de 80,000 abejas pueden vivir en una sola colonia (Hutchins et al., 2003). En la Figura 3, se pueden observar a los tres habitantes de la colmena, cada uno de ellos representa un rol importante dentro de ella, para mantener la organización de la misma.

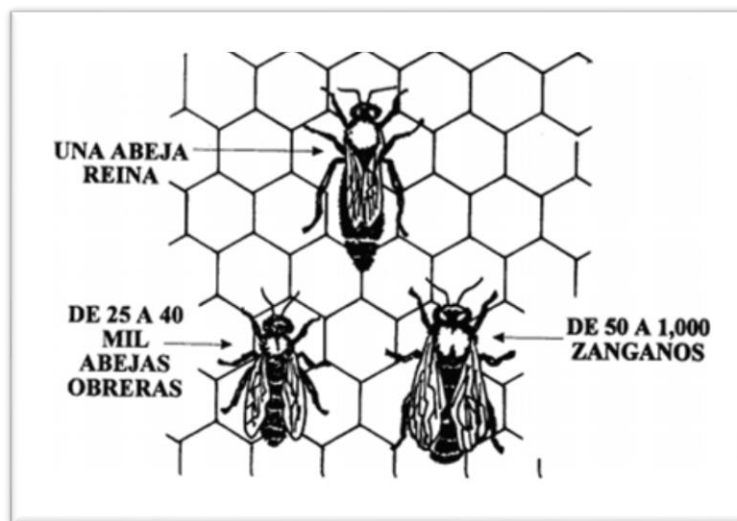


Figura 2. Habitantes de la colmena. SAGARPA 2001

2.3.1 Zángano

Los zánganos son los miembros masculinos de las abejas criadas en la colonia antes de que comience la temporada de enjambre, no poseen ningún aparato de recolección de alimentos, su única función biológica,

es fecundar a la reina, durante la temporada de apareamiento son bien alimentados por las abejas obreras antes de tomar el vuelo nupcial. Así, cuando la temporada de apareamiento está llegando a su fin, la colonia reduce la crianza de zánganos y cuando la temporada termina la crianza de zánganos cesa completamente, mientras que los zánganos que aún quedan en la colonia mueren poco a poco por la vejez, de hambre por ya no ser alimentados por las obreras o simplemente expulsados de la colmena (Akrotanakul, 1990).



Figura 3. Zángano.

<https://www.zzzangano.com/tipos-abejas-zanganos-reina-obreras/>

Visitada 16/09/17

2.3.2 Reina

La reina como el único miembro de la casta reproductiva, es indispensable para la supervivencia de la colonia; una vez que está se ha apareado en el aire con varios zánganos, sirve a la colonia para poner huevos fertilizados de los cuales saldrán abejas reinas y obreras, mientras que los no fertilizados producirán larvas de zángano, así como secretar sustancias conocidas como feromonas, necesarias para la estabilidad del orden de la colonia; la reina dejará de poner huevos hasta que fisiológicamente quede exhausta.

La comunicación de feromonas dentro de la colonia, constituye uno de los factores más importantes de la vida social de todas las especies de abeja (Akrotanakul, 1990).



Figura 4. Abeja reina.

<https://www.zzzangano.com/tipos-abejas-zanganos-reina-obreras/>

Visitada 16/09/17

2.3.3 Obrera

Las abejas trabajadoras o abejas obreras, como una casta infértil de abejas hembra, es desarrollada a partir de óvulos fertilizados. Gracias a sus características fisiológicas y anatómicas pueden realizar todo tipo de tareas, excepto la reproducción. Los factores que determinan el tipo de tarea a realizar incluyen su estado fisiológico, anatómico de preparación y estímulos ambientales así como los requisitos de la colonia para la realización de un trabajo en particular. Una vez que sale de su celda, como joven trabajador, recibe alimento de abejas obreras maduras en forma de miel, néctar y polen que encuentran en las celdas de almacenamiento. Durante sus primeros días de vida, las abejas obreras son muy débiles para hacer trabajos pesados, excepto inspeccionar y limpiar las celdas vacías para el almacenamiento de alimento para la colonia. La secreción de las glándulas hipofaríngeas de estas "abejas enfermeras" es rica en grasa y proteínas, que sirve de alimento para las larvas y para la reina durante toda su vida, por esta razón se conoce como jalea real.

Bajo condiciones normales, una abeja obrera está agotada de secretar jalea real y cera cuando alcanza la edad de 14 a 18 días; cuando cumple 3 semanas de edad se convierte en una abeja de campo y comienza a salir de la colonia para recolectar néctar, polen, agua y propóleos, hasta que muere (Akratanakul, 1990).



Figura 5. Obrera.

<https://www.zzzangano.com/tipos-abejas-zanganos-reina-obreras/>

Visitada 16/09/17

Las abejas obreras, son las que comúnmente vemos ya que son las únicas que salen de la colmena.

Estos son los tres habitantes de la colmena y todos tienen una importancia para que ésta se mantenga en equilibrio; en caso de que falle la reina, habrá un desequilibrio en el comportamiento del resto de los habitantes, ya que la reina secreta feromonas para mantener la organización; las obreras se encargan de llevar el alimento al resto de los habitantes y los zánganos sólo se encargan de fecundar a la reina.

3. El polen

La palabra polen deriva del latín "*pollen-inis*" que significa "polvo muy fino" o "la flor de la harina" (Sáenz, 2004). El polen son las células reproductivas de las plantas, es transportado del estambre al estigma

de otra planta por las abejas, otros insectos, el viento y el agua, entre otros (Leblanc et al., 2009).

El polen es una estructura microscópica que es característica y específica para cada tipo botánico. El polen puede variar en términos de sus características morfológicas, tales como tamaño de partícula, forma, aberturas y color que son importantes para la identificación del género o especie de la planta (Almeida-Muradian, 2005). Los granos de polen pueden tener un tamaño entre 2.5- 250µm de diámetro (Denisow et al., 2016). Se sabe que los granos de polen se transportan a la atmósfera donde pueden absorber contaminantes orgánicos, bajo exposición a los rayos UV y actúan como sitios de nucleación para la condensación del agua o la formación de hielo (Pacini et al., 2005).

4. La polinización

La polinización de los insectos se produjo hace unos 100 millones de años (Bogdanov, 2012). El viento y las abejas son los agentes polinizadores más importantes del mundo; las abejas son benéficas y realmente esenciales para la polinización, y por lo tanto para la reproducción sexual, de gran parte de la vegetación natural del mundo, así como muchos cultivos agrícolas (Michener, 2006).

En la Figura 6, se muestra la fisiología de una flor y el proceso de polinización. La reproducción sexual en plantas requiere del transporte de granos de polen al estigma de otra flor, este proceso es conocido como polinización. Un grano de polen es una cápsula que contiene los gametos masculinos, y el estigma es la superficie femenina receptiva de una flor; los gametos femeninos se encuentran en el saco embrionario, en el óvulo dentro del ovario y el germen de polen forma lo que se conoce como tubo polínico, que crece a través del estigma de las flores y sirve para transportar los gametos masculinos desde el grano de polen

hasta el saco embrionario donde se encuentra el óvulo (Osborne et al., 2017).

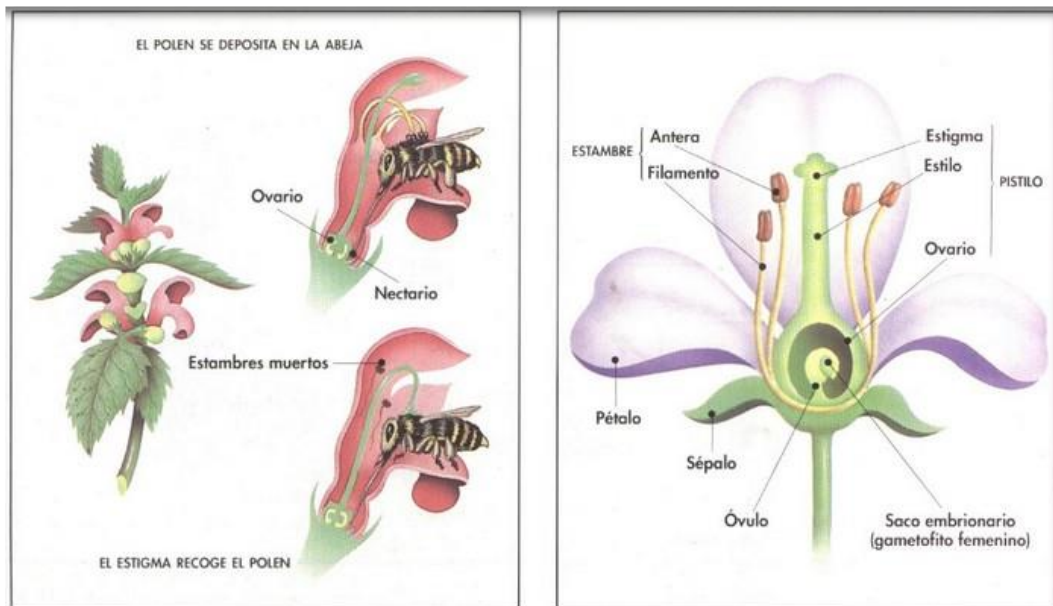


Figura 6: Polinización y fisiología de la flor.

<http://gavetasdemiescritorio.blogspot.mx/2012/03/olor-como-estrategia-reproductiva.html>

5. El polen de abeja

El polen de abeja es un producto apícola de gran interés comercial debido a su alto valor nutricional y sus propiedades fisiológicas, representando una importante fuente de energía y proteínas para la nutrición humana (Abouda et al., 2011).

Una mezcla de polen de flores de diferentes especies es aglutinada por el néctar y las enzimas de abejas (por ejemplo, amilasa, catalasa) que son secretadas por las glándulas salivales y se forman cargas polínicas que se reconocen como polen de abeja en forma de gránulos (Campos et al., 2005), las abejas almacenan el polen en las celdas de forma hexagonal, el cual es el sustento alimenticio del resto de los habitantes de la colmena y de las mismas obreras.

Las abejas recogen el polen de las flores, siendo éste la única fuente de proteínas, vitaminas, lípidos, minerales y aminoácidos que de manera natural obtienen las abejas para su crecimiento y desarrollo. El polen de abeja es una mezcla de diferentes tipos de polen, que depende de cada especie de flor o planta. Para recoger una carga de polen, en promedio alrededor de 8mg, una abeja obrera tiene que visitar alrededor de 200 flores diferentes, en aproximadamente 10 viajes al día, lo que da como resultado que aproximadamente 50,000 cargas de polen sean llevadas a la colmena diariamente (Bogdanov, 2016).

El polen de abeja está compuesto de polen natural mezclado con néctar y saliva de abeja, es rico en azúcares, proteínas, lípidos, vitaminas y flavonoides (3-5% peso seco) (Lorente et al., 1992), es también una rica fuente de glucósidos de flavonoides, que contienen beneficiosos antioxidantes, antiinflamatorios, antialérgenos, antiulcerosos, antibióticos y propiedades anti-cancerígenas (Zhou et al., 2015). A la fecha, se han aislado a partir del polen de abeja más de 250 sustancias biológicamente activas (Rzepecka et al., 2015).

Entre las actividades farmacológicas más relevantes descritas para el polen de abeja se pueden destacar, la antioxidante, antiinflamatoria y antimicrobiana. Otros estudios en animales han demostrado que tiene beneficios contra la anemia, la arteriosclerosis, la osteoporosis y las alergias (Campos et al., 2005).

El polen de abeja es muy utilizado como parte de la dieta de algunas personas, debido a su alto valor nutricional y sus características funcionales (Campos et al., 2010).

Al ser rico en flavonoides, ácidos orgánicos, vitaminas y minerales, lo hace un excelente suplemento alimenticio de origen natural. Cabe señalar que los tipos de flavonoides y ácidos orgánicos varían

dependiendo de la flor que visitan las abejas para recolectar el polen, por lo que puede haber polen que sean ricos en un tipo de compuestos, pero carezcan de otros o simplemente que no esté presente. Por esta razón el polen de abeja (*Apis mellifera*) es diferente en todas las partes del mundo o en una misma región geográfica. Estudios recientes, han demostrado que el polen de abeja, posee un efecto sedante y puede ser eficaz para proteger a los humanos contra la depresión y enfermedades similares (Yildiz et al., 2014).

El polen es el producto de abeja, menos influenciado por los contaminantes de la apicultura (Bogdanov, 2006). Sin embargo, este puede contaminarse con partículas presentes en el aire, metales pesados o pesticidas. Por tal motivo el polen debe ser recolectado en áreas que estén al menos a 3Km de distancia de las fuentes de contaminación, como el tráfico pesado y las áreas agrícolas tratadas con pesticidas (Bogdanov, 2016).

5.1 Características generales del polen de abeja

La composición del polen de abeja va a depender de la región, origen botánico y estación del año.

El mayor componente del polen de abeja son los carbohidratos, fibra, proteínas y lípidos, mientras que otros componentes minoritarios son trazas de minerales, vitaminas y carotenoides, compuestos fenólicos, flavonoides, esteroides y terpenos (Feás et al., 2012). El polen de abeja es un alimento muy completo ya que reúne casi todos los nutrientes necesarios para los seres humanos (Guiné, 2015), en el Cuadro 2, se enlistan los componentes generales del polen de abeja así como el contenido de cada uno por 100 g de peso seco, siendo los carbohidratos el componente principal de éste, por lo que el polen de abeja es de gran importancia ya que proporciona un buen complemento a la dieta debido

a su riqueza en proteínas, grasas y carbohidratos (Villanueva et al., 2002).

Cuadro 2. Composición principal del polen de abeja (Campos et al., 2008).

Componentes principales	Contenido mínimo- máximo g/100g peso seco
Proteínas	10-40
Lípidos	1-13
Carbohidratos totales	13-55
Fibra dietética, pectina	0.3-20
Cenizas	2-6
Indeterminado	2-5

La mayoría de las vitaminas tienen funciones que son importantes en el metabolismo de órganos y sistemas (Ganong et al., 2012). En el Cuadro 3 se enlistan las principales vitaminas presentes en el polen de abeja que son esenciales para el ser humano.

Cuadro 3. Principales vitaminas encontradas en el polen de abeja, en miligramos por kilogramo de peso (Campos et al., 2008).

Vitaminas	mg/kg
β-Caroteno	10-200
B₁ Tiamina	6-13
B₂ Riboflavina	6-20
B₃ Niacina	40-110
B₅ Ácido patenóico	5-20
B₆ Piridoxina	2-7

Cuadro 3. Principales vitaminas encontradas en el polen de abeja, en miligramos por kilogramo de peso (Campos et al., 2008) (Continuación).

Vitaminas	mg/kg
Ácido ascórbico	70-560
Biotina	0.5-0.7
Ácido fólico	3-10
Tocoferol	40-320

5.2 Ácidos orgánicos y ácidos grasos

Los ácidos orgánicos se derivan de la oxidación de aldehídos o alcoholes primarios, en nuestra vida diaria los encontramos principalmente en frutas, verduras, flores y plantas, en estas dos últimas estos compuestos se encuentran presentes en el polen, que posteriormente recogen las abejas, para llevar a su colmena como alimento para el resto de los habitantes. Los principales ácidos orgánicos presentes en el polen de abeja se enlistan en el Cuadro 4, los cuales fueron identificados de extractos metanólicos utilizando HPLC de los cuales el ácido 3,4-dimetoxicinámico que se encuentra en 45.8mg/mL es el que se encuentra en mayor proporción, seguido del ácido gálico con 5.9mg/mL, ácido cafeico 4.21mg/mL, ácido ferúlico 4.2mg/mL, ácido *p*-cumárico 2.48mg/mL, ácido siríngico 0.59mg/mL, ácido vainílico 0.35mg/mL respectivamente (Mohdaly et al., 2015).

Cuadro 4. Principales ácidos orgánicos presentes en el polen de abeja (Mohdaly et al., 2015).

Compuesto	Estructura
ácido gálico	 <chem>O=C(O)c1cc(O)c(O)c(O)c1</chem>
ácido vinílico	 <chem>O=C(O)/C=C/c1cc(OC)c(O)c1</chem>
Ácido <i>p</i> -cumárico	 <chem>O=C(O)/C=C/c1ccc(O)cc1</chem>
ácido cafeico	 <chem>O=C(O)/C=C/c1cc(O)c(O)cc1</chem>
ácido-3,4-dimetoxicinámico	 <chem>O=C(O)/C=C/c1ccc(OC)c(OC)c1</chem>
ácido ferúlico	 <chem>O=C(O)/C=C/c1cc(O)c(OC)cc1</chem>

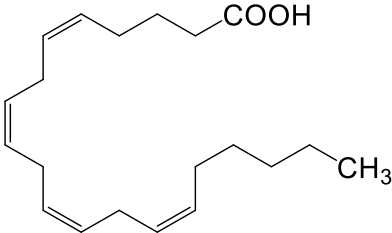
5.2.1 Ácidos grasos

El principal ácido graso presente en el polen de abeja es el ácido linoleico que está en un porcentaje entre 25.82% a 56.90%, seguido del ácido linolénico entre 5.94% a 24.80%, ácido palmítico entre 7.83% a 30.05% y el ácido oleico entre 4.63% a 20.61% mientras que del ácido araquidónico y eicosenoico se encontró en un promedio de 0.93% y 0.77% respectivamente (Féas et al., 2012), en el Cuadro 5 se muestran las estructuras químicas de los ácidos grasos esenciales para el hombre identificados en una muestra de polen de abeja del Parque Natural Internacional del Douro (Portugal).

Cuadro 5. Principales ácidos grasos presentes en el polen de abeja, esenciales para el hombre (Féas et al., 2012).

Compuesto	Estructura
ácido cáprico	
ácido palmítico	
ácido oleico	
ácido linoleico	

Cuadro 5. Principales ácidos grasos presentes en el polen de abeja, esenciales para el hombre (Féas et al., 2012) (Continuación).

Compuesto	Estructura
ácido araquidónico	

En otro estudio realizado en polen sudafricano recolectado y almacenado por las abejas se encontraron 17 ácidos grasos, mientras que el polen fresco tenía solo 13. Los ácidos grasos prevaletentes en el polen de abeja fresco fueron, el ácido palmítico (24%), esteárico (17%) y oleico (23%); mientras que del polen recolectado y almacenado por las abejas, los principales ácidos encontrados fueron el ácido gadoleico (42% y 24%), palmítico (14% y 22%) y oleico (12% y 13%) respectivamente (Human et al., 2006).

5.3 Flavonoides

Estos son los principales compuestos secundarios del polen, son responsables del color del polen y son incoloros o amarillos, rojos y púrpura, y también son los responsables del sabor amargo del polen (Bogdanov., 2016). La estructura química de los flavonoides se caracteriza por la presencia de un sistema de anillos de difenilpropano (C6-C3-C6) con un esqueleto de benzo- γ -pirona (Rzepecka et al., 2015), dicha estructura se muestra en la figura 7.

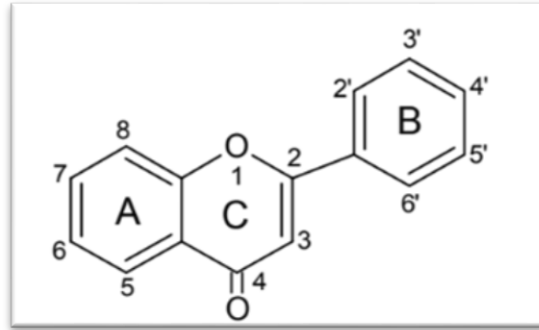
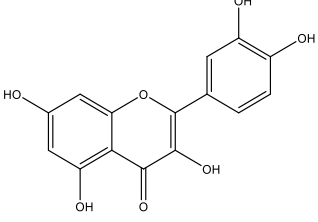
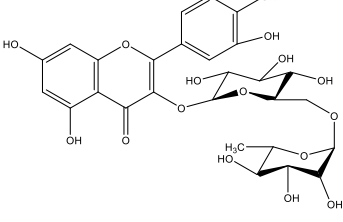
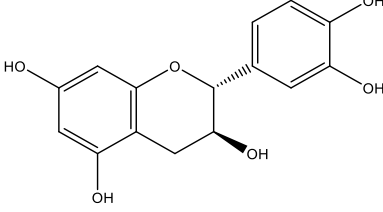
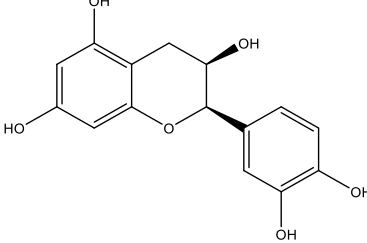
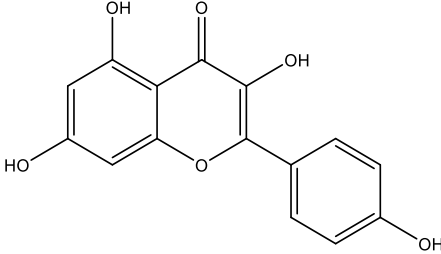


Figura 7. Estructura general de los flavonoides (Rzepecka et al., 2015).

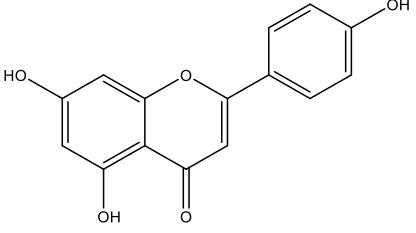
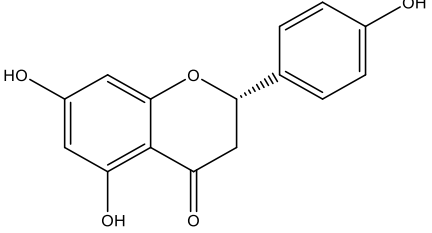
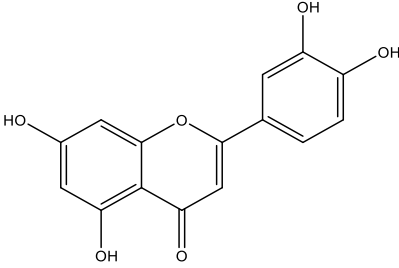
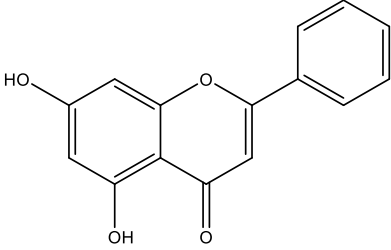
Como se puede observar en la Figura 7, la presencia de dobles enlaces en los carbonos C2 y C3 del anillo C en la estructura de los flavonoides, influye en sus propiedades antioxidantes; mientras que el carbonilo en la posición C4 le permite eliminar radicales hidroxilo y la presencia de un grupo OH en la posición C3 del anillo C le permite inhibir la peroxidación de lípidos (Rzepecka et al., 2015).

Los flavonoides tienen una amplia gama de actividades biológicas, incluyendo acciones antibacterianas, antivirales, antiinflamatorias, antialérgicas, así como vasodilatadoras (Abdella et al., 2009). En el Cuadro 6 se mencionan los flavonoides principales identificados en polen de abeja, así como la estructura química de cada uno de ellos y constituyen el grupo más importante de compuestos presentes en polen de abeja, el contenido total de flavonoides libres en el polen de abeja oscila entre 0.25% y 1.4% (Kędzia, 2008).

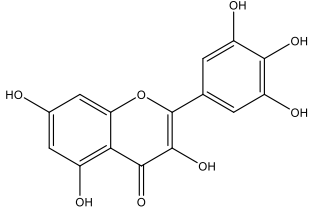
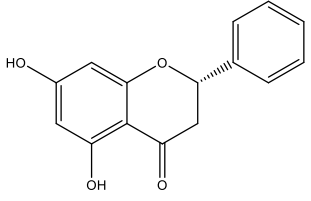
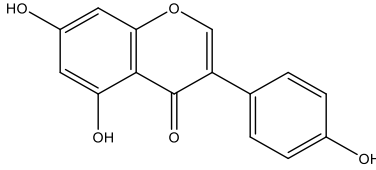
Cuadro 6. Principales flavonoides presentes en el polen de abeja.
(Mohdaly et al., 2015).

Compuesto	Estructura
quercetina	
rutina	
catequina	
epicatequina	
kaempferol	

Cuadro 6. Principales flavonoides presentes en el polen de abeja.
(Mohdaly et al., 2015) (Continuación).

Compuesto	Estructura
apigenina	 <chem>Oc1ccc(O)c(O)c1O=C2C(=O)C=C(Oc3ccc(O)cc3)O2</chem>
naringenina	 <chem>Oc1ccc(O)c(O)c1O=C2C(=O)C=C(Oc3ccc(O)cc3)O2</chem>
luteolina	 <chem>Oc1ccc(O)c(O)c1O=C2C(=O)C=C(Oc3cc(O)c(O)cc3)O2</chem>
crisina	 <chem>Oc1ccc(O)c(O)c1O=C2C(=O)C=C(Oc3ccccc3)O2</chem>

Cuadro 6. Principales flavonoides presentes en el polen de abeja.
(Mohdaly et al., 2015; Rzepecka et al., 2015) (Continuación).

Compuesto	Estructura
miricetina	
pinocembrina	
genisteina	

5.4 Carbohidratos

Los carbohidratos, también conocidos como hidratos de carbono, son compuestos esenciales para los seres vivos, debido a que son la principal fuente de energía para realizar sus funciones, dicho en otras palabras, son el combustible del cuerpo humano.

Estos son uno de los componentes principales del polen, el contenido de carbohidratos se calculará de la siguiente manera: 100 menos la suma de agua, grasa y contenido de proteínas. El contenido de carbohidratos calculado por el método anterior será mayor que el determinado por métodos analíticos (CG, HPLC), esta variación es porque una parte de los carbohidratos está compuesta por fibra cruda y material de la pared celular, que no se determinan por métodos químicos (Campos et al., 2008).

En el Cuadro 7 se listan los carbohidratos presentes en el polen de abeja. Los azúcares fructosa, glucosa y sacarosa constituyen aproximadamente el 90% de los azúcares de bajo peso molecular (Serra et al., 1986).

Cuadro 7. Principales carbohidratos presentes en el polen de abeja (Campos et al., 2008).

Compuesto	Estructura
fructosa	
glucosa	
sacarosa	

Los carbohidratos constituyen entre el 13% y el 55% de la composición del polen; mientras que estudios realizados en polen portugués de pino, maíz y bullrush contienen 13.92%, 36.59% y 31.93%, mientras que otro estudio muestra que el polen chino contiene un 26.9% y el coreano 48.8% respectivamente (Feás et al., 2012; Szczęśna, 2007).

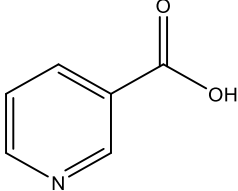
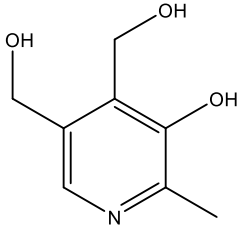
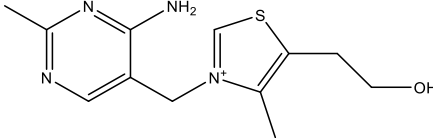
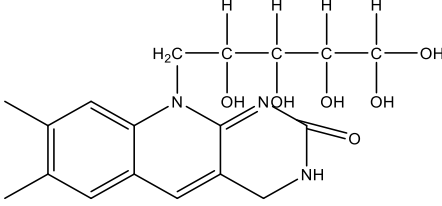
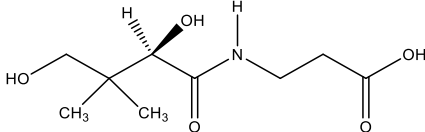
5.5 Vitaminas

Existe una contribución nutricional importante en el polen de abeja, debido a la cantidad de vitaminas presentes en él, éste a su vez contiene una cantidad significativa de carotenoides principalmente β -caroteno, provitamina A, vitamina E, niacina, tiamina, ácido fólico y biotina de los cuales se muestra su estructura química en el Cuadro 8 y además se enlistan las principales vitaminas presentes en el polen de abeja (Bogdanov., 2016). En un estudio con 7 muestras de polen de abeja fresco se encontró una concentración de entre 0.59 y 1.09mg/100g de vitamina B1; de vitamina B2 de 1.73 a 2.56mg/100g; de vitamina B3 de 6.43 a 15.34mg/100g (Arruda et al., 2013)

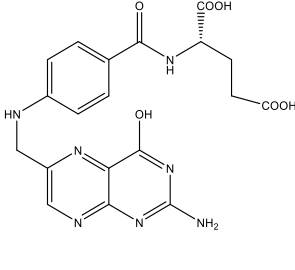
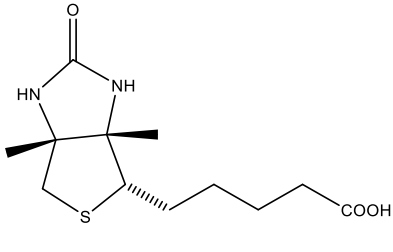
Cuadro 8. Principales vitaminas presentes en el polen de abeja (Denisow et al., 2016).

Compuesto	Estructura
ácido ascórbico (Vitamina C)	
β-caroteno (Provitamina A)	
tocoferol (Vitamina E)	

Cuadro 8. Principales vitaminas presentes en el polen de abeja
(Denisow et al., 2016) (Continuación).

Compuesto	Estructura
niacina (Vitamina B₃)	
piridoxina (Vitamina B₆)	
tiamina (Vitamina B₁)	
riboflavina (Vitamina B₂)	
ácido pantoténico	

Cuadro 8. Principales vitaminas presentes en el polen de abeja
(Denisow et al., 2016) (Continuación).

Compuesto	Estructura
ácido fólico	
biotina (Vitamina H)	

5.5 Minerales

Al igual que los demás compuestos del polen de abeja, existe una variación considerable dependiendo del tipo de polen de abeja. El principal mineral es el potasio, con aproximadamente el 60% de los minerales totales; esta determinación se lleva a cabo con cenizas de polen mediante absorción atómica. También se encontró que los niveles de minerales en el polen varían considerablemente en el curso del año debido a las diferencias en el origen floral del polen. Esto era cierto para el potasio (K), magnesio (Mg), calcio (Ca) y el hierro (Fe), mientras que el contenido de zinc (Zn) y cobre (Cu) parecía más constante (Herbert et al., 1987). Los minerales presentes en el polen de abeja se muestran en el Cuadro 9, empezando por el potasio que es el principal mineral encontrado en el polen, seguido del fósforo hasta el selenio, expresado en mg por cada 100g de polen seco.

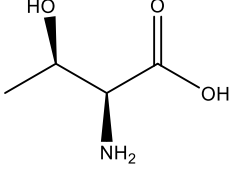
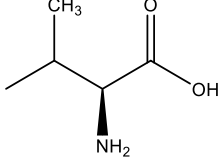
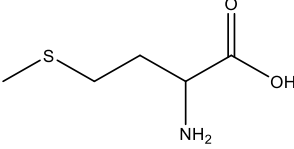
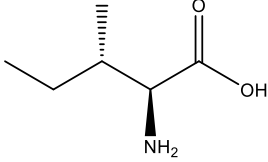
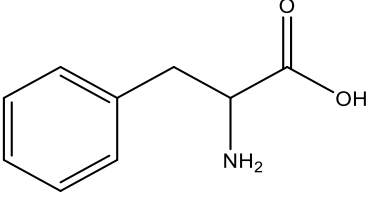
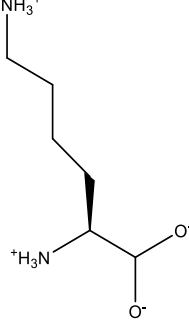
Cuadro 9. Minerales y rastros de elementos presentes en el polen de abeja (Bogdanov, 2016).

Minerales	mg en 100g de polen
Potasio	400 – 2000
Fósforo	80 – 600
Calcio	20 – 300
Magnesio	20 – 300
Zinc	3 – 25
Hierro	1.1 – 17
Cobre	0.2 – 1.6
Selenio	0.05 – 0.05

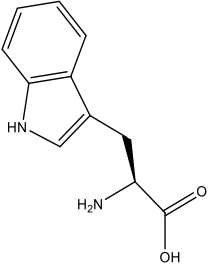
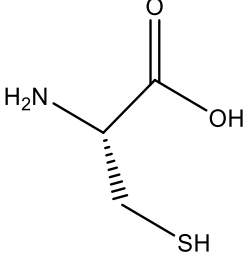
5.6 Aminoácidos

Los seres humanos tienen la capacidad de sintetizar aproximadamente la mitad de los aminoácidos necesarios para producir proteínas. Existen otros aminoácidos que se conocen como aminoácidos esenciales que son: arginina (Arg), treonina (Thr), lisina (Lys), valina (Val), fenilalanina (Phe), triptofano (Tpr), metionina (Met), histidina (His), isoleucina (Ile) y leucina (Leu), los cuales deben ser proporcionados en la dieta. En el Cuadro 10, se enlistan los principales aminoácidos presentes en el polen de abeja, los cuales forman parte de los aminoácidos esenciales para el hombre.

Cuadro 10. Principales aminoácidos presentes en el polen de abeja (Percie, 2009).

Aminoácidos	Estructura
treonina	
valina	
metionina	
isoleucina	
fenilalanina	
lisina	

Cuadro 10. Principales aminoácidos presentes en el polen de abeja.
(Percie, 2009) (Continuación).

Aminoácidos	Estructura
triptófano	
cisteína	

6. Pan de abeja

Las abejas almacenan el polen dentro de su colmena, en celdas de forma hexagonal que se conocen como "peines".



Figura 8. Peines de abejas. <https://www.rt.com/usa/368945-honey-bees-die-attack-posion/> Visitada 24/09/17

El polen se mezcla con miel y secreciones de abejas y se almacena en los peines, el pan de abeja sufre una fermentación ácido láctica similar a la de los yogures y otros productos lácteos que hace al producto más digerible y enriquecido con nuevos nutrientes (Krell, 1996)

Al igual que el polen, el pan de abeja tiene efectos farmacológicos; un estudio demostró, que en pacientes con anemia se les dio una cucharadita de una mezcla 1:1 de pan de abeja y miel, tres veces al día, lo que mejoró el estado de salud de los pacientes durante la terapia, ya que aumentó el apetito y por lo tanto fueron ganando peso, además de que disminuyeron su vértigo y cansancio (Bogdanov, 2014).

La cosecha de polen, es una actividad realizada por los apicultores para la obtención de polen de las colmenas y utilizarlo en su vida diaria, como suplemento alimenticio debido a su alto grado nutrimental, por esta razón el hombre se ha visto en la necesidad de elaborar trampas en la colmena para así lograr obtener el polen libre de contaminación por miel, jalea real o cera para después ponerlo a secar para su consumo.



Figura 9. Pan de abeja (<http://artesanamente.es/pan-de-abejas/>)

Visitada 22/07/17

A continuación se presenta la descripción para la obtención de pan de abeja de manera artificial según lo descrito por Krell:

El proceso de fermentación natural realizado por las abejas, puede ser repetido de manera artificial con polen de abeja, siempre y cuando se lleven a cabo las condiciones adecuadas para la fermentación, como se describen a continuación:

- El polen a fermentar debe mantenerse bajo presión.
- El espacio aéreo por encima de los alimentos debe ser suficiente (20-25% del volumen total).
- El recipiente debe ser hermético.
- La temperatura no debe estar debajo de 18°C.

Ingredientes en parte por peso:

- ✓ 10 polen
- ✓ 1.5 Miel
- ✓ 2.5 agua limpia
- ✓ 0.02 Suero o una pequeña cantidad de bacterias secas de ácido láctico.

Para que se lleve a cabo exitosamente la fermentación es importante mantener las condiciones correctas de presión, temperatura y humedad, más que las cantidades exactas de los ingredientes.

La forma de obtener pan de abeja hecho por el hombre, se describe en los siguientes enunciados:

1. Limpiar y secar ligeramente el polen fresco. Si se utiliza polen seco, se añaden 0.5 partes adicionales de agua y la mezcla final se empapa durante un par de horas antes de colocarla en los recipientes de

fermentación. Si la mezcla está demasiado seca, se puede añadir un poco más de solución de agua-miel.

2. Calentar el agua, revolver en la miel y calentarla por lo menos 5 min, dejar que no hierva la mezcla y esperar que se enfrié. Cuando la temperatura sea de aproximadamente 30-32°C, mezclar el cultivo de suero de leche o de arranque de polen. Presione en el recipiente de fermentación.

3. Cuando se preparan grandes cantidades en grandes contenedores, la masa de polen debe ponderarse con un par de pesos (piedras limpias) sobre una tabla muy limpia.

4. Cerrar el recipiente y colocarlo en un lugar tibio (30-32 ° C).

5. Después de 2-3 días, retirar a una zona fría (preferiblemente a 20°C). 8 a 12 días más tarde la fermentación habrá pasado su pico y el pan de abeja debe estar listo. Cuanto más baja es la temperatura, más lento es el progreso de la fermentación. Deje los frascos sellados para el almacenamiento.

7. La Cosecha de polen

7.1 Organización de la colmena

La colmena está conformada de la siguiente manera (SAGARPA 2001):

- **Techo:** Protege la colmena de la intemperie
- **Tapa:** Cierra la colmena
- **Alzas:** Son cajas con sus correspondientes panales
- **Bastidores:** O también conocidos como panales se colocan al centro de la cámara de cría y las alzas, estos bastidores tienen alambres horizontales que sirven como guía para que las abejas formen el panal.

- **Cámaras de cría:** Contiene los panales centrales de cría, miel y polen.
- **Piso:** Es donde se asienta la cámara de cría.

7.2 Cosecha del polen.

La cosecha de polen se da principalmente en las épocas de floración de las plantas, y es cuando se obtienen las mayores cantidades de este producto apícola.

Hay dos tipos de polen; a mano recogida y el recogido por las abejas, en el caso de que se quiera recoger polen de una flor específica se hace a mano (Bogdanov, 2016), solo el polen que se encuentra en el mercado es el que es recogido por las abejas.

Hay una gran variedad de diferentes diseños de trampa, el principio de todas ellas es una rejilla que elimina el polen de las abejas al momento que estas ingresan a la colmena, las abejas obreras detienen las cargas de polen en su entrada a la colmena mediante trampas especiales de carga de polen (Gabriele et al., 2015); la cosecha de polen se realiza retirando la trampa de polen y colocándolo en un lugar que esté limpio, para posteriormente llevarlo a un lugar donde se ponga a secar, la técnica de secado es básicamente aprovechar los rayos solares, para así reducir la humedad del polen y evitar que se rompan los pellets.

El polen de abeja que se queda en la trampa, representa aproximadamente entre el 20-30 g de agua por cada 100 g de polen (Bogdanov, 2016), por lo que esta alta humedad provee un medio de cultivo ideal gracias a los demás compuestos presentes, para bacterias y levaduras principalmente.

Para una mejor preservación del deterioro y para una mejor conservación de máxima calidad, el polen se debe cosechar diariamente

e inmediatamente colocar en un congelador; después de descongelar se debe secar al sol o en hornos eléctricos a una temperatura máxima de 40°C, lo que reduce el contenido de agua a 6 g por cada 100 de polen (Bogdanov, 2016).

Cabe mencionar que para la preservación del polen, diferentes estudios han demostrado que las condiciones a las cuales es sometido el polen; influyen directamente en las propiedades químicas y biológicas del polen, dichas técnicas se mencionan a continuación:

La liofilización disminuye el contenido de vitamina C y provitamina A (Szczesna et al., 1995); un estudio brasileño demostró que el secado del polen durante 6 horas a 45 °C llevó a pérdidas significativas de vitamina E y β -caroteno, así como un 15 a 25% de provitamina A (De Melo Pereira, 2008).

8. Las actividades terapéuticas del polen de abeja

Debido a sus componentes químicos, el polen de abeja tiene un uso muy importante en la medicina tradicional, que desde nuestros antepasados era usado para el tratamiento de enfermedades y en la actualidad es muy común su uso en la medicina tradicional china principalmente. Como se puede observar en el Cuadro 11 el polen de abeja tiene una gran variedad de propiedades y bioactividades, y dadas estas propiedades nutricionales de los compuestos del polen de abeja, se recomienda como un valioso suplemento dietético (Bogdanov, 2014).

Cuadro 11. Propiedades terapéuticas potenciales del polen de abeja y mecanismos biológicos por los cuales actúan los compuestos polínicos (Denisow et al., 2016).

Anti-inflamatorio	Anti-oxidante	Anti-carcinogénico
Flavonoides, polifenoles, sustancias saborizantes, ácidos grasos y polifenoles	Enzimas antioxidantes, flavonoides, sustancias fenólicas, carotenoides, vitamina C, vitamina E glutatión	Flavonoides, ácidos fenólicos
↓Proinflamatoria NF- κ B vía	↓ROS	↑TNF- α , ↓ROS, ↑apoptosis
Polen de abeja		
Anti-bacterial Anti-fúngico	Anti-alérgico	Anti-arteriosclerótico
Flavonoides, ácidos fenólicos, glucosa oxidasa	Flavonoides, esteroides, compuestos volátiles	Formas libres de ácidos grasos, omega 3, α -ALA
Degradación de la membrana citoplasmática, autólisis celular	↓ Activación de mastocitos, ↓IgE unión de Fc ϵ RI, ↓ Secreción de histamina	↓Lípidos totales, ↓Triacilglicerol, ↓Colesterol, ↓Agregación plaquetaria, ↑ Actividad fibrinolítica

8.1 Antioxidante

El estrés oxidativo, es un estado de desequilibrio en las células debido a una mayor concentración de especies ROS y una baja concentración de antioxidantes. Por esa razón es recomendable consumir productos que sean ricos en antioxidantes para neutralizar los radicales libres generados durante procesos metabólicos, factores ambientales o hábitos como el fumar o consumir alimentos procesados, lo que provoca daños en el DNA y daño a las células. En consecuencia, ROS están involucradas en el desarrollo de numerosas enfermedades tales como, enfermedades cardiovasculares, metabólicas (diabetes), degenerativas (artritis, enfermedad de Parkinson, enfermedad de Alzheimer) y trastornos neoplásicos (Derochette et al., 2013).

De acuerdo a la literatura, los fitoquímicos como los compuestos fenólicos, se consideran beneficios para la salud humana, debido a que disminuyen el riesgo de enfermedades degenerativas, mediante la reducción del estrés oxidativo y la inhibición de la oxidación macromolecular (Silva et al., 2004).

Los efectos antioxidantes (inactivación de los radicales de oxígeno) del polen de abeja pueden atribuirse a la actividad de las enzimas antioxidantes, así como al contenido de metabolitos secundarios de las plantas tales como sustancias fenólicas, carotenoides, vitamina C, vitamina E y glutatión (Carpes et al., 2007).

Los antioxidantes pueden ser secuestradores de radicales libres y participar en este ciclo de una manera que ayudan a la eliminación de los peligrosos radicales libres y sus intermedios así como inhibir otras reacciones de oxidación al ser oxidados ellos mismos (Campos et al., 2010).

Se ha demostrado que los flavonoides presentes en el polen de las abejas son capaces de inactivar los electrófilos, neutralizar radicales libres, ROS, y por consiguiente evitar que se conviertan en mutágenos (Pascoal et al., 2014). Los flavonoides también se unen a los iones metálicos y de esta manera pueden eliminar los metales tóxicos del cuerpo (Linskens et al., 1997).

El hidrógeno de los grupos hidroxilo fenólicos de los flavonoides captura la oxidación de la cadena de radicales libres; por lo tanto, forman productos finales estables, que inhiben la futura oxidación (Denisow et al., 2016).

Varios estudios han demostrado una estrecha relación entre la bioactividad antioxidante y los compuestos fenólicos, así mismo también se encontró que la actividad antioxidante del polen de abeja es específico de cada polen e independiente de cada origen geográfico (Bogdanov, 2014).

8.2 Anemia

La anemia es una enfermedad caracterizada por una deficiencia de glóbulos rojos en la sangre. Estudios en animales (ratones y ratas) mostraron que 10 g/kg de polen de abeja al día reduce y antagoniza la inhibición del sistema hematopoyético y la reducción de glóbulos blancos (Wang et al., 1997). Otro estudio similar en ratas sanas y ratas con anemia ferropénica nutricional mostró que 10 g/kg de polen de abeja al día, ayuda a una ganancia de peso, aumento en los niveles de hemoglobina y una disminución de plaquetas. Por lo que se concluyó que el polen de abeja mejora la absorción digestiva del hierro (Haro et al., 2000).

8.3 Antiinflamatoria

La inflamación es una respuesta del sistema inmunológico que se genera cuando se causa daño a las células, tejidos por bacterias extrañas que entran al cuerpo, agentes físicos o químicos, actividades físicas y alergias.

Pruebas sustanciales sugieren que los compuestos de polen (por ejemplo, polifenoles o flavonoides) pueden ejercer efectos benéficos sobre numerosas células (macrófagos, células T, células B, células NK, hepatocitos, mastocitos, basófilos, neutrófilos, eosinófilos), que juegan un papel crucial en defensa del huésped contra patógenos invasores y en procesos inflamatorios (Denisow et al., 2016).

Se sabe que la quercetina inhibe el metabolismo del ácido araquidónico por lo que puede resultar en actividad antiinflamatoria (Middleton et al., 1998). Otro mecanismo importante de la acción de los biocompuestos de polen de abeja en la función celular puede ser la capacidad para estimular o inhibir la fosforilación de la proteína y, por tanto, para modificar las vías de señalización celular, incluyendo la inhibición de la proliferación celular (Denisow et al., 2016). Se han descrito efectos particularmente beneficiosos del polen de abeja en la eliminación de hinchazones de origen cardiovascular y renal. (Yakusheva, 2010).

En un estudio con 22 muestras de polen de abeja de Portugal, se encontró que la actividad antiinflamatoria varía de 12.20% a 25.17% (Feás et al., 2012).

En general, la actividad antiinflamatoria del polen de abeja se compara con los fármacos antiinflamatorios no esteroideos como el naproxeno, el análogo, la fenilbutazona o la indometacina (Pascoal et al., 2014).

8.4 Anticarcinogénica

De acuerdo a lo que reporta la OMS, el cáncer es un término genérico que se designa a un amplio grupo de enfermedades que puede afectar a cualquier parte del cuerpo. Una de sus características es la multiplicación rápida de las células anormales que se extiendan más allá de los límites normales y pueden propagarse a otros órganos.

En el año 2015 la OMS reportó, que de las 8.8 millones de muertes ocurridas en el mundo se le atribuyen al cáncer. Entre el 30% y 50% de los cánceres, se pueden prevenir si se adoptan hábitos saludables, como evitar el consumo de tabaco, alcohol, consumiendo frutas y verduras ricas en antioxidantes, consumo de polen de abeja, solo por mencionar algunos.

Uno de los grandes beneficios de polen, son sus actividades anticancerígenas que pueden derivarse de sus propiedades antioxidantes, es decir, la supresión de la formación de especies reactivas de oxígeno (ROS) y la eliminación de las mismas (Denisow et al., 2016). También hay informes sobre la capacidad de polen de abeja para inducir la apoptosis y estimular la secreción de factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) (Wu et al., 2007).

De acuerdo con los resultados obtenidos en cultivos celulares, se puede sugerir que los extractos de polen de abeja con diferentes tipos de compuestos, especialmente ácidos fenólicos y flavonoides (por ejemplo, kaempferol y apigenina), ayudan a controlar el crecimiento celular (Abdella et al., 2009).

Se estudió la genotoxicidad y antigenotoxicidad del polen de abeja de *Cystus incanus* y *Salix alba* así como sus derivados en levaduras y células humanas (linfocitos) y se encontró que los polen no eran genotóxicos y era capaz de reducir el daño de los cromosomas por los

tres fármacos usados contra el cáncer, por lo que se concluyó que el polen de abeja podría ser utilizado como suplemento alimenticio con propiedades quimiopreventivas y quimioprotectoras (Pinto et al., 2010).

Otros estudios han demostrado que los flavonoides del polen como la quercetina, rutina y crisina, representan actividad quimiopreventiva incrementando la apoptosis, actuando así en la quimio prevención del cáncer (Bogdanov, 2014)

8.5 Antibacteriana y antifúngica

Estudios en polen de abeja turco, han demostrado la actividad antibacteriana contra trece especies diferentes de bacterias patógenas para plantas (*Agrobacterium tumefaciens*, *A. vitis*, *Clavibacter michiganensis subsp. Michiganensis*, *Erwinia amylovora*, *e. carotovora pv. Carotovora*, *Pseudomonas corrugata*, *P. savastanoi pv. Savastanoi*, *P. syringae pv. phaseolicola*, *P. syringae pv. Syringae*, *P. syringae pv. El tomate*, *Ralstonia solanacearum*, *Xanthomonas campestris pv. Campestris* y *X. axonopodis pv. Vesicatoria*), los resultados demostraron que el extracto de polen de abejas turcas tenía un efecto inhibitorio contra todos los patógenos, por lo que se concluyó que este se podría convertir en un protector de semillas, ya que se sabía que algunos de los patógenos bacterianos se transmitían a otras plantas mediante las semillas (Basim et al., 2006).

En otro estudio se encontró, que los compuestos hidrofóbos del polen de abeja de naturaleza desconocida tenían actividad antibacteriana frente a *Streptococcus viridans* (Tichy et al., 2000); mientras que, los ensayos realizados con extractos metanólicos de polen de abeja turca en concentraciones de 0.02% a 2.5% no presentaban inhibición contra diferentes microorganismos deteriorantes y patógenos como *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*,

Staphylococcus aureus, *Yersinia enterocolitica*, *Enterococcus faecalis* y *Listeria monocytogenes*, y hongos *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida rugosa*, *Aspergillus niger* y *Rhizopus oryzae* (Erkmen et al., 2008).

Un estudio más reciente con extractos etanólicos al 80% de polen brasileño, demostraron actividad antibacteriana contra *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Klebsiella sp* (Carpes et al., 2007).

Los extractos metanólicos del polen de abeja se evaluaron como agentes antibacterianos naturales contra bacterias conocidas por causar infecciones en humanos, *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*, son los principales causantes de infecciones hospitalarias (Huang et., 2006).

En los diferentes estudios realizados del polen se demostró, que el mecanismo de la acción de los flavonoides y fenoles contra las células bacterianas y fúngicas es la degradación de la membrana del citoplasma, que conduce a la pérdida de iones potasio y la iniciación de la autólisis celular (Denisow et al., 2016), siendo que a una mayor concentración de flavonoides en los extractos de polen de abeja, su actividad antimicrobiana será mayor.

8.6 Antialérgica

La actividad anti-alérgica del polen de abeja se expresa mediante la prevención de la unión de IgE a su (FcεRI) e inhibición de la secreción de histamina, el estimulador principal de la respuesta alérgica (Denisow et al., 2016). El polen de las abejas podría potenciar la reacción antialérgica al inhibir la activación de las células madre y, por lo tanto, ejercer un impacto tanto en la fase temprana como tardía de las reacciones alérgicas (Ishikawa et al., 2008).

8.7 Antiaterosclerosis

Los extractos de polen además de las actividades ya mencionadas, tienen una muy importante en pacientes con aterosclerosis.

En pacientes con enfermedad cardiovascular, la ingesta de polen de abeja reduce la viscosidad de la sangre y es eficaz para reducir la intensidad de la formación de placa aterosclerótica y disminuir la agregación plaquetaria (Pascoal et al., 2014; Yakusheva, 2016).

9. Contaminación del polen

El polen de abeja, es susceptible de contaminación química, por insecticida principalmente, física por polvo y microbiológica debido a su alto aporte de carbohidratos que contribuyen al desarrollo de microorganismos como bacterias, hongos y levaduras. En el Cuadro 12, se enlistan los principales contaminantes microbiológicos y otros contaminantes presentes en el polen de abeja, los cuales no pueden estar presentes en cantidades superiores a los límites establecidos por la regulación específica (Campos et al., 2008).

Cuadro 12. Principales contaminantes microbiológicos y residuos de pesticidas del polen de abeja (Campos et al., 2008).

Contaminante	Resultado
Salmonella	Ausente/10g
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausente/1g
Enterobacteria	Max. 100/g
<i>Escherichia coli</i>	Ausente/g
Cuenta en placa de aerobios totales	<100 000/g
Hongos y levaduras	<50 000/g
Pesticidas organofosforados	<MRL

Cuadro 12. Principales contaminantes microbiológicos y residuos de pesticidas del polen de abeja (Campos et al., 2008) (Continuación).

Contaminante	Resultado
Pesticidas organoclorados	<MRL
Piretroides	<MRL
Aflatoxina BI	Max. 2 $\mu\text{g}/\text{kg}$
Aflatoxina BI +B2 +GI +G2	Max. 4 $\mu\text{g}/\text{kg}$
Cloramfenicol (CAP)	Ausente
Metabolitos nitrofurados	Ausente
Sulfonamidas	Ausente

Actualmente, no existen límites específicos (MRL) para los contaminantes presentes en el polen, al igual que en la miel, no debe haber antibióticos presentes en el polen de abeja (Campos et al., 2008). Sin embargo, la contaminación bacteriana es un problema mayor que la contaminación con pesticidas, antibióticos o metales pesados (Bogdanov, 2006).

10. Situación actual de la apicultura en México

De acuerdo al Programa Nacional para el control de la abeja africana, en su boletín de NOTIABEJA, la apicultura en México tiene una gran importancia socioeconómica y ecológica, ya que se considera como una de las principales actividades pecuarias generadora de divisas, esta actividad se asocia a la producción de miel, jalea real, polen y propóleos; las abejas son fundamentales para el equilibrio del medio ambiente ya que las abejas al obtener el alimento de las flores fomentan en las plantas la capacidad de fecundarse.

Lo reportado por la SAGARPA hasta el año 2005 la producción de polen, había disminuido un promedio anual de 3.52%; mientras que para el 2008 la producción de polen presentó una recuperación de 24% respecto al 2007, siendo los años 2002 y 2003 los que presentan la mayor producción de polen.

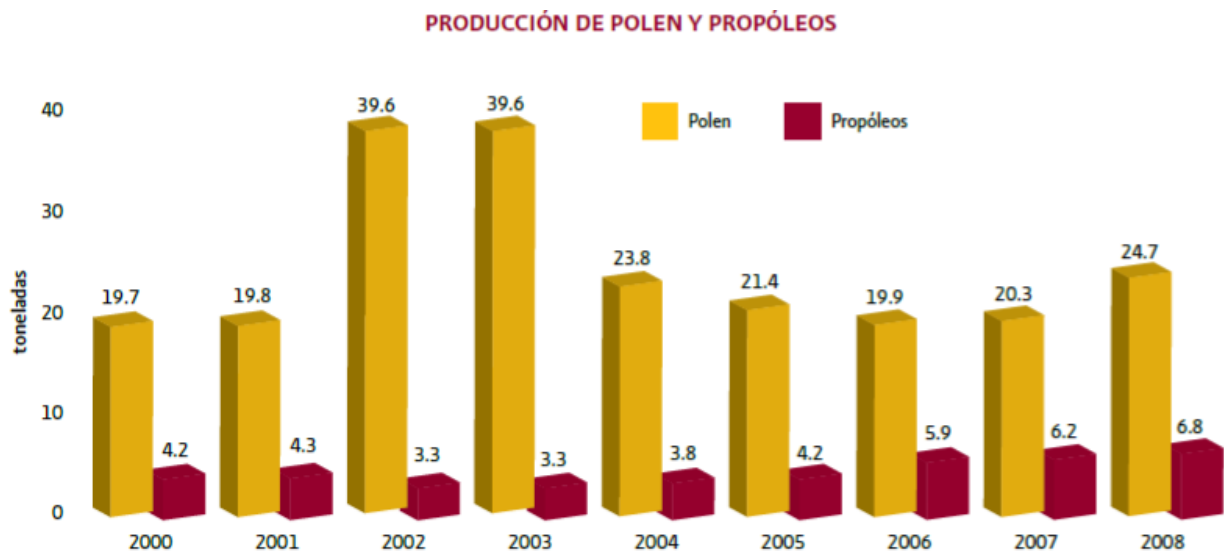


Figura 10. Producción de polen y propóleos en México. Coordinación General de Ganadería/SAGARPA (2008 cifras preliminares).

En México, la actividad apícola representa una parte importante en toda la república, principalmente en los estados de Yucatán, Campeche, Quintana Roo y Chiapas.

Aunque el mercado de los productos apícolas en México está más enfocado a la comercialización de miel, de acuerdo a los datos obtenidos del Censo Agropecuario de 2007 se observa que los Estados con la mayor producción de polen son: México, Morelos, Sinaloa y Veracruz. (Comercialización de productos apícolas en Estados Unidos de

Norteamérica en base a estudios de mercado y estrategia de negocios, 2009).

Se ha estimado al mercado de los productos apícolas a nivel mundial un valor aproximado de 210.000 millones de dólares, por lo que las abejas melíferas son un objetivo esencial para la conservación (Giroud. et al, 2013).

11. Discusión

El estudio químico y biológico del polen de abeja, promete ser una fuente de identificación de nuevos compuestos con actividad biológica que pueden ser usados con fines terapéuticos en medicina, puede considerarse como un suplemento dietético funcional, principalmente por sus propiedades antioxidantes (Kaskoniené et al., 2014), su contenido de ácidos grasos (Markowicz et al., 2004) y por sus propiedades preventivas de enfermedades (Pinto et al., 2010).

El análisis de los principios activos del polen de abeja es una tarea difícil, debido a la diversidad botánica y la variación estacional (Freire et al., 2012) que se tiene en una misma región.

Muchos estudios han demostrado que el polen de abeja posee una potente actividad antioxidante debido a los diversos compuestos contenidos en el mismo (Kroyer et al., 2001; Leja et al., 2007; Carpes et al., 2009; Graikou et al., 2011; Almaraz et al., 2004; Eraslan et al., 2009).

El polen de abeja, cumple una función preventiva contra el desarrollo de muchas enfermedades relacionadas con el estilo de vida, así también puede apoyar el tratamiento farmacológico (Rzepecka et al., 2015) como alternativa para enfermedades como el cáncer, anemia y las que estén relacionadas con estrés oxidativo principalmente.

Actualmente son pocos los países que se dedican a la producción de polen como España, China, Hungría, Argentina y Brasil por mencionar algunos, donde la producción de polen económicamente es atractiva y el mercado se ha fortalecido durante las últimas décadas (Campos et al., 2008); mientras que países como Brasil, Argentina, Suiza, México y España han establecido estándares oficiales de calidad y reconocido al polen como un producto alimenticio (Bogdanov, 2011).

12. Conclusión.

Las investigaciones realizadas hasta el momento del polen de abeja, han reportado la actividad biológica, su gran valor nutrimental y composición química, y han demostrado las grandes diferencias que existen para cada uno de ellos. Así, estas investigaciones han permitido identificar cualitativamente y cuantitativamente la composición del polen de abeja, incluso la amplia variación que existe en la misma región y el cómo estas variaciones influyen en la actividad biológica de los mismos.

En México, los estudios realizados del polen de abeja son escasos, por lo que comenzar con el estudio de polen mexicano abriría las puertas para la identificación y cuantificación de nuevos compuestos, ya que México es un país con clima y vegetación muy variada, lo cual permitiría tener composiciones del polen de abeja muy variable en un mismo país.

Así como la SAGARPA ha comenzado con el PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-003-SAG/GAN-2016, Propóleos, producción y especificaciones para su procesamiento, se debería de comenzar con un proyecto de norma para el polen de abeja.



13. Perspectivas

Incrementar los estudios en polen mexicano, para conocer más sobre su composición química y su actividad biológica.

Determinar las actividades terapéuticas que presenta en enfermedades degenerativas en la población mexicana como una alternativa de tratamiento.

14. Referencias

- A. Tomás-Barberán, F.-L. M.-G. (1992). Flavonoids from *Cistus ladanifer* bee pollen. *Phytochemistry*, 2027-2029.
- Abdella, E. T. (2009). Antimutagenic activity of Egyptian propolis and bee pollen water extracts against cisplatin-induced chromosomal abnormalities in bone marrow cells of mice. *Iranian Journal of Cancer Prevention*, 175-181.
- Abouda Z., Z. I. (2011). The antibacterial activity of moroccan bee bread and bee-pollen (Fres and Dried) against pathogenic bacteria. *Research Journal of Microbiology*, 376-384.
- Akratanakul, P. (1990). *Beekeeping in Asia*. Food and Agriculture Organisation of the United Nations Rome.
- Almaraz-Abarca, N., da Graça Campos, M., Ávila-Reyes, J., Naranjo-Jiménez, N., Herrera-Corral, J., & González-Valdez, L. (2004). Variability of antioxidant activity among honeybee-collected pollen of different botanical origin. *Interciencia-Caracas*, 574-578.
- Almeida-Muradian, L. B. (2005). Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. *Journal of Food Composition and Analysis*, 105-111.
- Barbara Giroud, A. V. (2013). Trace level determination of pyrethroid and neonicotinoid insecticides in beebread using acetonitrile-based extraction followed by analysis with ultra-high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 53-61.
- Basim, E., Basim, H., & Ozcan, M. (2006). Antibacterial activities of Turkish pollen and propolis extracts against plant bacterial pathogens. *Journal of Food Engineering*, 992-996.
- Bogdanov, S. (2011). *The Bee Pollen Book*. Product Science.
- Bogdanov, S. (2014). *Pollen: Production, Nutrition and Health*. Bee Product Science.

- Campos , M., Frigerio, C., Lopes , J., & Bogdanov , S. (2010). What is the future of bee pollen? *Journal of Apiproducs and Apimedical Science*, 131-144.
- Campos, M. G.-M. (2008). Pollen composition and standardisation of analytical methods. *Journal of Apicultural Research*, 156-163.
- Carpes ST, B. R. (2007). Study of preparation of bee pollen extracts, antioxidant and antibacterial activity. *Ciencia e Agrotecnologia*, 1818-1825.
- Carpes, S., Mourão, G., Alencar, S., & Masson, M. (2009). Chemical composition and free radical scavenging activity of *Apis mellifera* bee pollen from Southern Brazil. *Journal of Food Technology*, 220-229.
- De Arruda VAS, S. P.-M. (2013). Presence and stability of B complex vitamins in bee pollen using different storage conditions. *Food and Chemical Toxicology*, 143-148.
- De Melo Pereira, I. (2008). Stability of antioxidant vitamins in bee pollen samples . *Pharmaceutical Science School Sao Paolo University, Sao Paolo, Brazil*, 90.
- Denisow, B. (2011). Pollen Production of Selected Ruderal Plant Species in the Lublin. *University of Life Sciences in Lublin*, 36-77.
- Denisow, B. a.-P. (2016). Biological and therapeutic properties of bee pollen. *J. Sci. Food Agric*, 4303-4309.
- Derochette S, F. T.-M.-D. (2013). Intra- and extracellular antioxidant capacities of the new water-soluble form of curcumin (NDS27) on stimulated neutrophils and HL-60 cells. *Chem Biol Interact*, 49-57.
- Eraslan, G., Kanbur, M., Silici, S., Liman, B., Altinordulu, S., & Sarica , Z. (2009). Evaluation of protective effect of bee pollen against propoxur toxicity in rat. *Ecotoxicology and Environmental Safety* , 931-937.
- Erkmen, O., & Ozcan, M. M. (2008). Antimicrobial effects of Turkish propolis, pollen, and laurel on spoilage and pathogenic food-related microorganisms. *Journal of Medicinal Food* , 587-592.

- Feás Xesús, T.-V. M. (2012). Organic bee pollen: botanical origin, nutritional value, bioactive compounds, antioxidant activity and microbiological quality. *Molecules*, 8359-8377.
- Francisco Tomás-Lorente, M. M.-G.-B. (1992). Flavonoids from *Cistus ladanifer* BEE pollen. *Phytochemistry*, 2027-2029.
- Freire , K., Lins, A., Dórea, M., Santos , F., Camara, C., & Silva, T. (2012). Palynological origin, phenolic content, and antioxidant properties of honeybee collected pollen from Bahia, Brazil. *Molecules*, 1652-1664.
- Graikou, K., Kapeta, S., Aligiannis, N., Sotiroudi, G., Chondrogianni, N., Gonos, E., y otros. (2011). Chemical analysis of Greek pollen—Antioxidant, antimicrobial, and proteasome activation properties. *Chemistry Central Journal*.
- Guiné, R. P. (2015). BEE POLLEN: CHEMICAL COMPOSITION AND POTENTIAL BENEFICIAL EFFECTS ON HEALTH. *Current Nutrition & Food Science*, 301-308.
- Gupta , R. K. (2014). Taxonomy and Distribution of Different Honeybee Species. Division of Entomology , Sher-e-Kashmir University of Agricultural Sciences and Technology of Jammu , Chatha , Jammu (J&K) 180 009. *Beekeeping for Poverty Alleviation and Livelihood Security*. India: Springer Science+Business Media Dordrecht .
- Haro, A., Lopez-Aliaga, I., Lisbona, F., Barrionuevo, M., Alferez, M. J., & Campos, M. S. (2000). Beneficial effect of pollen and/or propolis/on the metabolism of iron, calcium, phosphorus, and magnesium in rats with nutritional ferropenic anemia. *Journal of agricultural and food chemistry*, 5715-5722.
- Hazem, H. M. (2011). Chemical Composition and Nutritional Value Of Palm Pollen Grains. *Global Journal of Biotechnology & Biochemistry* , 1-7.
- Herbert, E. W., & Miller-Ihli, N. J. (1987). Seasonal variation of seven minerals in honey bee collected pollen. . *American Bee Journal*, 367-369.

- Huang, Y. C. (2006). Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* colonization and its association with infection among infants hospitalized in neonatal intensive care units. *Pediatrics*, 469-474.
- Human, H., & Nicolson, S. (2006). Nutritional content of fresh, bee-collected and stored pollen of *Aloe greatheadii* var. *davyana* (Asphodelaceae). *Phytochemistry*, 1486-1492.
- Ishikawa Y, T. T. (2008). Inhibitory effect of honeybee-collected pollen on mast cell degradation in vivo and in vitro. *Journal of Medicinal Food*, 14-20.
- Jinhui Zhou, Y. Q. (2015). Flavonoid glycosides as floral origin markers to discriminate of unifloral bee pollen by LC-MS/MS. *Food Control*, 54-61.
- Jr, M. E. (1998). Effect of plant flavonoids on immune and inflammatory cell function. Review. *Adv Exp Med Biol*, 175-182.
- Kaškonienė, V., Ruočkusienė, G., Kaškonas, P., Akuneca, I., & Maruška, A. (2014). Chemometric analysis of bee pollen based on volatile and phenolic compound compositions and antioxidant properties. *Food Analytical Methods*, 1150-1163.
- Kędzia, B. (2008). Chemical composition and adaptogenic activity of honeybee-collected pollen. Part one. Chemical composition. *Postępy Fitoterapii*, 47-58.
- Kim e. Barrett., P., Susan M. Barman., P., Scott Boitano., p., & Heddwen L. Brooks, P. (2013). *Ganong fisiología médica*. University of California, San Diego, La Jolla, California.: McGraw-Hill.
- Krell, R. (1996). VALUE-ADDED PRODUCTS FROM. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome 1996.
- Kroyer, G., & Hegedus, N. (2001). Evaluation of bioactive properties of pollen extracts as functional dietary food supplement. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 171-174.
- LeBlanc, B. W. (2009). Antioxidant activity of Sonoran Desert bee pollen. *Food Chemistry*, 1299-1305.

- Lee IK, H. B. (2016). Characterization of Neuraminidase Inhibitors in Korean Papaver rhoeas Bee Pollen Contributing to Anti-Influenza Activities In Vitro. *Planta Medica*, 524-529.
- Leja , M., Mareczek, A., Wyżgolik, G., Klepacz-Bani, J., & Czekońska, K. (2007). Antioxidative properties of bee pollen in selected plant species. *Food Chemical*, 237-240.
- Linskens HF, J. W. (1997). Pollen as food and medicine . *Economic Botanic*, 78.
- M. Gabriele, E. P. (2015). Phytochemical composition and antioxidant activity of Tuscan bee pollen of different botanic origins. *Italian Journal of Food Science*.
- Markowicz, D., Barth, O., Rocha, C., Barbosa, I., Oliveira, P., Silva , E., y otros. (2004). Fatty acid composition and palynological analysis of bee (Apis) pollen loads in the states of Sao Paulo and Minas Gerais, Brazil. *Journal of Apicultura Research*, 35-39.
- Michener, C. D. (2007). *The Bees of the world*. Baltimore, Maryland : The Johns Hopkins University Press.
- Middleton , E. (1998). Effect of plant flavonoids on immune and inflammatory cell function. *Advances in experimental medicine and biology*, 175-182.
- Mohdaly, A. A. (2015). Phenolic extract from propolis and bee pollen:composition, antioxidant and antibacterial activities. . *Journal of Food Biochemistry*, 538-547.
- Osborne J. L., F. J. (2017). *Pollination*. Pollination De Pattemore, The Nez Zeeland Institute for Plant & Food Research.
- Ozcan, M. E. (2008). Antimicrobial effectsTurkish propolis, pollen, and laurel on spoilage and pathogenic food-related microorganisms. *Journal of Medicinal Food*, 587-592.
- Pacini Ettore, H. M. (2005). Pollenkitt – its composition, forms and functions. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 399-415.

- Pascoal A, R. S. (2014). Biological activities of commercial bee pollens: antimicrobial, antimutagenic, antioxidant and anti-inflammatory. *Food Chem Toxicol* , 233-239.
- Percie Du Sert, P. (2005). Les pollens apicoles . *Phytotherapie* , 75-82.
- Pinto, B., Caciagli, F., Riccio, E., Reali D, Saric, A., Balog, T., y otros. (2010). Antiestrogenic and antigenotoxic activity of bee pollen from *Cystus incanus* and *Salix alba* as evaluated by the yeast estrogen screen and the micronucleus assay in human lymphocytes. *European Journal of Medicinal Chemistry* , 4122-4128.
- Rafael Redondo, G. B.-P.-R. (2015). Pollen segmentation and feature evaluation for automatic classification in bright-field microscopy. *Computers and Electronics in Agriculture*, 56-69.
- Rzepecka Stojko, A., Stojko, J., & Kurek Gór, A. (2015). Polyphenols from bee pollen: structure absorption, metabolism and biological activity. *Molecules*, 21732–21749.
- Sáenz Laín, C. (2004). Glosario de términos palinológicos. *Lazaroa*, 93-112.
- Sarić A, B. T. (2009). Antioxidant effects of flavonoid from Croatian *Cystus incanus* L. rich bee pollen. . *Food Chemical Toxicology* , 547-554.
- Serra Bonvehi, J. G. (1986). Estudio de la composición y características físico-químicas del polen de abejas. *Alimentaria* , 63-67.
- Silva, B. A. (2004). Quince (*Cydonia oblonga* Miller) Fruit (Pulp, Peel, and Seed) and Jam: Antioxidant Activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* , 4705-4712.
- Szczęśna, T. (2007). Study on the sugar composition of honeybee-collected pollen. *Journal of Apicultural Science*, 51, 15-22.
- Szczęśna, T., Rybak, H., & Skowronek, W. (1995). Alterations in the chemical composition of the pollen loads stored under various conditions: I, III, IV. *Pszczelnicze Zeszyty Naukowe*, 145, 171, 191-156, 189, 207.

- Tichy, J., & Novak, J. (2000). Detection of antimicrobials in bee products with activity against viridans streptococci. *Journal of Alternative and Complementary Medicine* , 383-389.
- Villanueva , M., Marquina , A., Serrano , R., & Abellán , G. (2002). The importance of bee collected pollen in the diet: a study of its composition. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 217-224.
- W, L. H. (1997). Pollen as food and medicine . *Economic Bot*, 78-87.
- Wang, M. S., Fan, H. F., & Xu, H. J. (1993). Effects of bee pollen on blood and hemopoietic system in mice and rats. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, 588-591,601 .
- Winston, M. J. (1981). Demography and life history characteristics of two honey bee races (*Apis mellifera*). . *Oecologia*, , 407-413.
- Wu, Y., & Lou, Y. (2007). A steroid fraction of chloroform extract from bee pollen of *Brassica campestris* induces apoptosis in human prostate cancer PC-3 cells. *Phytotherapy Research*, 1087-1091.
- Yakusheva, E. (2010). Pollen and bee bread: physico-chemical properties. Biological and pharmacological effects. Use in medical practice. *Theoretical and Practical Basics of Apitherapy*, ed. by Rakita D, Krivtsov N and Uzbekova DG. Roszdrav,Ryazan, Russia, 84-97.
- Yi Li, Y. Q. (2015). Characterization of flavonoid glycosides from rapeseed bee pollen using a combination of chromatography, spectrometry and nuclear magnetic resonance with a step-wise separation strategy. *Natural Product Research*, 228-231.
- Yildiz O., K. F. (2014). Total monoamineoxidase (MAO) inhibition by chestnut honey, pollen and propolis. *Journal of enzyme inhibition and medicinal chemistry*, 690-694.
- Zhou J., Q. Y. (2015). Flavonoid glycosides as floral origin markers to discriminate of unifloral bee pollen by LC-MS/MS. *Food Control*, 54-61.

15. Referencias electrónicas

Akratanakul Pongthep Bee Research Laboratory Department of Entomology Kasetsart University Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom Thailand, Obtenido de Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome 1990: <http://www.fao.org/docrep/x0083e/X0083E03.htm> (Visitada 08/17).

ITIS Advanced Search and Report. (s.f.). Obtenido de https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=154396#null (Visitada 30/05/17).

Mortensen, A., Schmehl,, D., & Elli, J. (Agosto de 2013). Entomology and Nematology Department, University of Florida . Obtenido de http://entnemdept.ufl.edu/creatures/MISC/BEES/euro_honey_bee.htm (Visitada 26/02/17)

Protection, Agriculture and Consumer. (s.f.). Obtenido de Food and Agriculture Organization of the United Nations: <http://www.fao.org/docrep/x0083e/X0083E03.htm>