UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

Análisis químico, físico y microbiológico de muestras de propóleo obtenidas en apiarios del municipio de Tepoztlán, Morelos

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

MIGUEL ÁNGEL LIRA LÓPEZ

ASESOR:

Dr. Tonatiuh Alejandro Cruz Sánchez

CO-ASESORA:

Dra. Betsabé Rodríguez Pérez

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO, 2024

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

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.

VNIVERSIDAD NACIONAL AVTONOMA DE MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

SECRETARIA GENERAL

DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN

UNAM
CUAUTITLÁN

PROTESTA UNIVERSITARIA DE INTEGRIDAD Y HONESTIDAD ACADÉMICA Y PROFESIONAL

De conformidad con lo dispuesto en los artículos 87, fracción V, del Estatuto General, 68, primer párrafo, del Reglamento General de Estudios Universitarios y 35 del Reglamento General de Exámenes, me comprometo en todo tiempo a honrar a la institución y a cumplir con los principios establecidos en el Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México, especialmente con los de integridad y honestidad académica.

En consecuencia, acepto que la falta de cumplimiento de las disposiciones reglamentarias y normativas de la Universidad, en particular las ya referidas en el Código de Ética, llevará a la nulidad de los actos de carácter académico administrativo del proceso de titulación/graduación.

Atentamente

Lira López Miguel Ángel N. cuenta 092128273

Nombre y número de cuenta del egresado(a)

VNIVERSIDAD NACIONAL AVTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

DR. DAVID QUINTANAR GUERRERO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE

ATN: M. EN C. SERGIO ARTURO OJEDA PIEDRA
Jefe del Departamento de Titulación
de la FES Cuautitlán.

FES CUAUTITLÁN DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el trabajo de: **Tesis.**

Análisis Químico, Físico y Microbiológico de muestras de Propóleo obtenidas en Apiarios del municipio de Tepoztlán Morelos.

Que presenta el pasante: **Miguel Ángel Lira López.**
Con número de cuenta: **092128273** para obtener el título de: **Médico Veterinario Zootecnista**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO**.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 03 de octubre de 2024.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	M. en E. Susana Elvira García Vázquez	
VOCAL	Dr. Tonatiuth Alejandro Cruz Sánchez	
SECRETARIO	M. en A. Liborio Carrillo Miranda	
1er. SUPLENTE	M.V.Z. Norma Micaela Villamil González	
2do. SUPLENTE	M. en C. Guadalupe Aura Alvarado Camacho	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional.

SAOP/ntm*

DEDICATORIA

A la fuerza creadora, a mi linaje, que siga el río de la vida.

A mis papás, por traerme a esta hermosa existencia.

A mis hermanos, que me brindan esa contención tan poderosa.

A Mafer, mi compañera y amiga, que me escucha y mira.

A mis hijas, que son mi orgullo y motores de la vida: Emilia, Julie, y Matilde, que está en las estrellas.

A mis amigos y amigas, su presencia es oxígeno; los quiero.

A mis compañeros de la veterinaria, mil gracias de verdad por mantener vivo ese espacio. Mi aprecio para todos ustedes.

A los profesores de la UNAM, por sembrarme el amor al servicio y la pasión por esta profesión.

A los animales, a quienes acompañamos en su camino y de quienes aprendemos lo que es vivir: ¡grandes maestros!

¡Gracias totales!

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis se realizó gracias al valioso trabajo desarrollado en el Laboratorio de Servicio de Análisis de Propóleos, ubicado en el Laboratorio 6 de la Unidad de Investigación Multidisciplinaria de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, donde se llevó a cabo la etapa experimental.

LASAP MR
Laboratorio de Servicios de Análisis de Propóleos, UNAM

.

Agradezco el respaldo brindado por los siguientes programas y proyectos de investigación:

- **Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT). DGAPA,**

  UNAM
  Proyecto: *Nanopartículas de propóleos de abejas nativas para aplicación en medicina veterinaria*

  Clave: IN21572

- **Cátedras de Investigación, FESC, UNAM**

  Proyecto: *Daño estructural producido por el propóleo de abejas nativas mexicanas en microorganismos infecciosos de interés veterinario.*Clave: CI2439

  Propóleo como principio activo en sistemas transdérmicos y materiales nanoestructurados para el control de diabetes Clave: CI2444

Además, deseo expresar mi más sincero agradecimiento al Dr. Tonatiuh y a la Dra. Betsa, asesores de esta tesis. Su pasión por la investigación del propóleo y su incansable búsqueda de un mundo mejor fueron una fuente de inspiración constante y los convirtieron en grandes mentores a lo largo de este proceso, mi aprecio.

A todos los seres maravillosos que de múltiples maneras me han ayudado en la realización de este trabajo, les ofrezco mi gratitud. En especial, agradezco a los apicultores, verdaderos *Promotores de la Vida*, y a las abejas, sostén de esta existencia.

Este trabajo fue presentado en:

ANMVEA

30 CONGRESO INTERNACIONAL DE ACTUALIZACIÓN apícola

El gigante de México | Secretaría de Desarrollo Rural y Agroempresarial

Convención Apícola Nacional 2024

7° Encuentro Apícola del Altiplano Mexicano

La Asociación Nacional de Médicos Veterinarios Especialistas en Abejas, A. C.
otorga la presente

CONSTANCIA

A:

Miguel Angel Lira López, Betsabé Rodríguiez Pérez,
Tonatiuh A. Cruz Sánchez

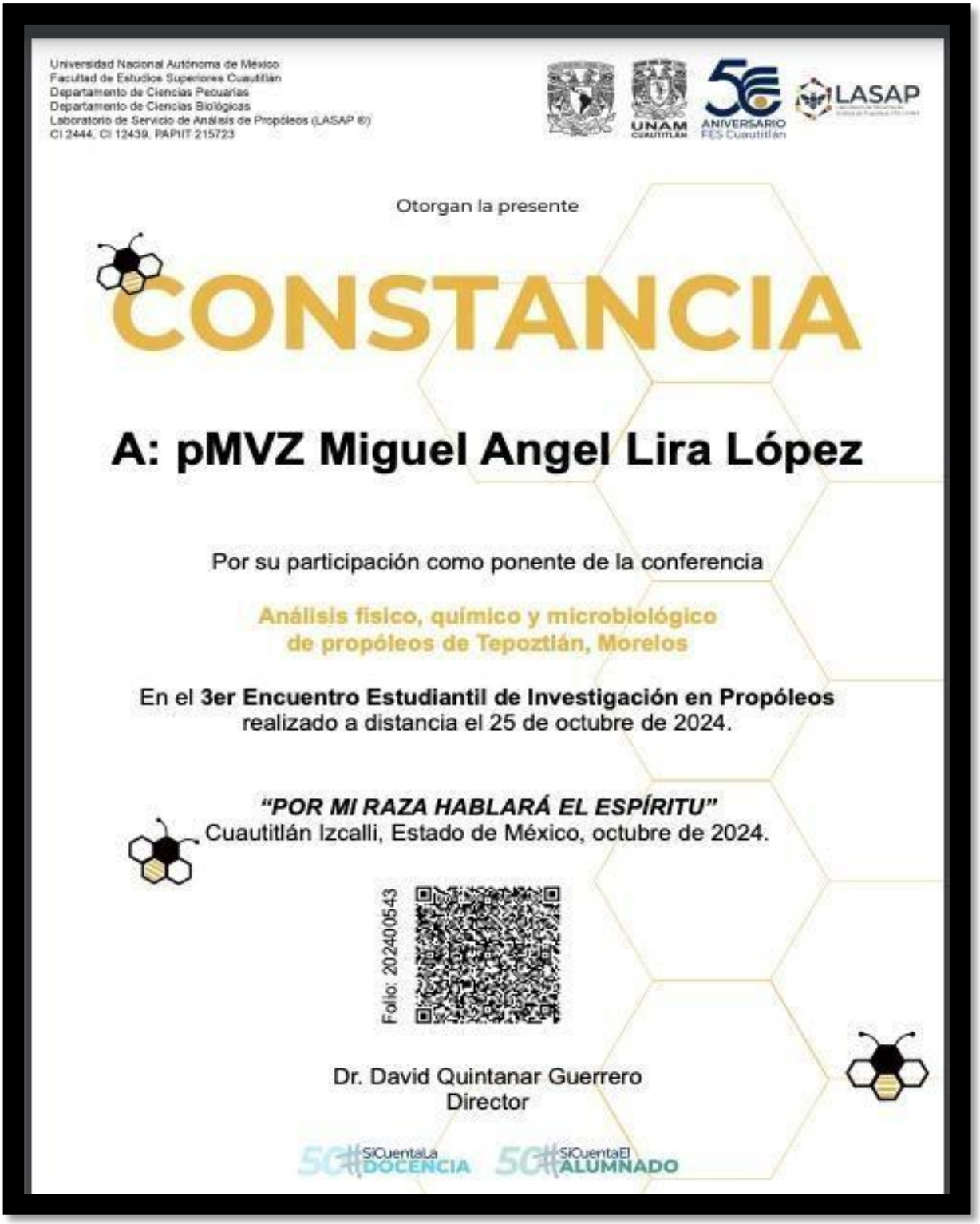
por la presentación oral del trabajo titulado

ANÁLISIS QUÍMICO, FÍSICO Y MICROBIOLÓGICO DE MUESTRAS DE PROPOLEOS OBTENIDAS EN APIARIOS DEL MUNICIPIO DE TEPOZTLÁN MORELOS

en el marco del 30° Congreso Internacional de Actualización Apícola.

Aguascalientes, Ags., del 03 al 06 de julio de 2024.

M.V.Z. MANUEL A. GUZMÁN ALTAMIRANO
ANMVEA A. C.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Departamento de Ciencias Pecuarias
Departamento de Ciencias Biológicas
Laboratorio de Servicio de Análisis de Propóleos (LASAP ®)
CI 2444, CI 12439, PAPIIT 215723

UNAM CUAUTITLÁN
ANIVERSARIO FES Cuautitlán
LASAP

Otorgan la presente

CONSTANCIA

A: pMVZ Miguel Angel Lira López

Por su participación como ponente de la conferencia

Análisis físico, químico y microbiológico de propóleos de Tepoztlán, Morelos

En el **3er Encuentro Estudiantil de Investigación en Propóleos** realizado a distancia el 25 de octubre de 2024.

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cuautitlán Izcalli, Estado de México, octubre de 2024.

Folio: 20240543

Dr. David Quintanar Guerrero
Director

#SiCuentaLa DOCENCIA #SiCuentaEl ALUMNADO

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS **12**

ÍNDICE DE FIGURAS **13**

ABREVIATURAS **15**

RESUMEN **17**

INTRODUCCIÓN **19**

1. ANTECEDENTES **21**

1.1. Tepoztlán **21**

1.1.1. Población 21

1.1.2. Geografía 21

1.1.3. Clima 23

1.1.4. Flora y fauna 23

1.1.5. Actividad económica 24

1.2. Propóleo **25**

1.2.1. Definición 25

1.2.2. Función en la naturaleza 25

1.2.3. Historia 26

1.2.4. Características físicas 27

1.2.5. Características químicas 27

1.2.6. Características antimicrobianas 29

1.2.7. Actividad antioxidante 30

1.2.8. Extracción y conservación del propóleo 30

1.3. Patógenos utilizados para la prueba de inhibición de crecimiento antimicrobiano de los propóleos **31**

1.3.1. *Staphylococcus aureus* 31

1.3.2. *Candida albicans* 33

1.3.3 *Escherichia coli* 34

2. JUSTIFICACIÓN **36**

3. OBJETIVOS **38**

3.1 Objetivo general **38**

3.2 Objetivos particulares **38**

4. METODOLOGÍA **38**

4.1. Aplicación de encuesta a los apicultores de Tepoztlán **39**

4.2. Manejo para el procesamiento de las muestras **42**

4.2.1. Acondicionamiento de las muestras 42

4.2.2. Análisis de características organolépticas: color, aroma, sabor, consistencia 43

4.2.3. Análisis químico 38

4.2.3.1. Análisis cualitativo de fenoles totales y flavonoides 44

4.2.3.2. Análisis cuantitativo de compuestos fenolicos y flavonoides 44

4.2.4. Evaluación de la actividad antimicrobiana 46

4.3. Caso clínico **49**

5. RESULTADOS **49**

5.1. Resultados de la encuesta realizada a los apicultores de Tepoztlán **49**

5.1.1. Formas de obtención de propóleo en Tepoztlán 49

5.1.2. Cantidad de producción de propóleo en Tepoztlán 50

5.1.3. Cantidad de colmenas por apicultor 51

5.1.4. Principales subproductos de propóleo 51

5.1.5. Importancia económica del propóleo 51

5.2. Características de las muestras de propóleo al momento de ser donadas **52**

5.3. Resultados de análisis físico **53**

5.4. Resultados del análisis químico **54**

5.4.1. Resultados cualitativos de fenoles totales y flavonoides 54

5.4.2. Resultados cuantitativos de compuestos fenólicos y flavonoides 56

5.5. Resultados del análisis microbiológico **57**

6. DISCUSIÓN **58**

6.1. Estado actual de la investigación sobre el propóleo en Tepoztlán **58**

6.2. La normatividad como parámetro regulador **59**

6.3. Diferentes causas de la falta de efecto inhibitorio de crecimiento microbiano 59

6.3.1 Influencia de la técnica microbiológica utilizada 60

6.3.2 Impacto de la técnica de raspado y técnica de rejilla utilizada en el proceso de recolección 60

6.3.3. Influencia de la conservación del propóleo 61

6.3.4. Tipo de flora y época de recolección del propóleo 62

6.3.5 Tipos de abejas 62

6.4. Apicultura en Morelos y Tepoztlán 62

CONCLUSIONES 64

PERSPECTIVAS 66

ANEXO 68

BIBLIOGRAFÍA 71

MESOGRAFÍA DE CUADROS Y FIGURAS 80

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales componentes químicos encontrados en el propóleo 28
Cuadro 2. Etapas de la metodología de la investigación 39
Cuadro 3. Encuesta realizada a los apicultores de Tepoztlán 40
Cuadro 4. Origen de las muestras de propóleo 41
Cuadro 5. Características organolépticas deseables que marca la normatividad 43
Cuadro 6. Cantidad de colmenas por apicultor encuestado 51
Cuadro 7. Porcentaje del ingreso económico total atribuidos a los subproductos del propóleo 52
Cuadro 8. Resultados del examen físico de las 18 muestras de propóleo 53
Cuadro 9. Resultados de la prueba cualitativa de los propóleos analizados 55
Cuadro 10. Porcentaje de compuestos fenólicos y flavonoides en los propóleos analizados 56
Cuadro 11. Resultado de la prueba de difusión en disco de los propóleos analizados 57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa del estado de Morelos y ubicación de Tepoztlán 22

Figura 2. Vista Parque Nacional El Tepozteco 22

Figura 3. Clima templado subhúmedo en Tepoztlán 23

Figura 4. Vista de la extensión del área de vegetación de Tepoztlán 23

Figura 5. Campesino y apicultor de Tepoztlán 24

Figura 6. Visitantes de Tepoztlán 25

Figura 7. Abejas sellando con propóleo su colmena 26

Figura 8. Abeja transportando propóleo 26

Figura 9. Diferentes tipos de propóleos en greña 27

Figura 10. Rejilla para obtener propóleo 31

Figura 11. Obtención de propóleo por raspado 31

Figura 12. Fotografía *Staphylococcus aureus* 32

Figura 13. Impétigo en piel humana causada por *Staphylococcus aureus* 32

Figura 14. Sutura complicada de piel en canino por infección de *Staphylococcus aureus* 33

Figura 15. Fotografía *Candida albicans* 33

Figura 16. Candidiasis oral en lengua humana 34

Figura 17. Pododermatitis por *Candida albicans* en canino 34

Figura 18. Fotografía *Escherichia coli* 35

Figura 19. Colibacilosis entérica humana 35

Figura 20. Fotografía peritonitis severa difusa en ave 35

Figura 21. Mapa del municipio de Tepoztlán. Lugares de donde provienen los propóleos 41

Figura 22. Limpieza del propóleo 42

Figura 23. Antimicrobianos utilizados como referencia en los cultivos 49

Figura 24. Representación de las distintas formas de obtención de propóleo 50

Figura 25. Cantidad de propóleo producida por cada apicultor en un año 50

Figura 26. Muestra de propóleos sin conservación 52

Figura 27. Muestra de propóleos entregada con la mano 52

Figura 28. Muestra de propóleos sin ningún método de conservación 53

Figura 29. Muestra de propóleo sin conservación 53

Figura 30. Fotografías macroscópicas de propóleos 54

Figura 31. Fotografías microscópicas de propóleos 54

Figura 32 a la 35. Resultados positivos prueba fenoles y flavonoides 55

Figura 36. Porcentajes de compuestos fenólicos y flavonoides 57

Figura 37. Halos de inhibición de los propóleos frente a *Staphylococcus aureus* (izquierda) y halo de inhibición de penicilina (derecha) 58

Figura 38. Lesión inicial a nivel lumbar antes del tratamiento 69

Figura 39. Lesión de la zona lumbar cuarta semana del tratamiento 69

Figura 40. Lesión en la base de la oreja izquierda antes del tratamiento 70

Figura 41. Lesión en la base de la oreja; cuarta semana de tratamiento 70

ABREVIATURAS

ADN	Ácido desoxirribonucleico
ATCC	Colección Americana de Cultivos Tipo
α	Alfa
β	Beta
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
DOF	Diario Oficial de la Federación
EEP	Extracto Etanólico de Propóleo
FEN	Fenoles
FESC	Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
FLA	Flavonoides
g	Gramos
Gob	Gobierno
INF's	Interferones
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
ITU	Infecciones del Tracto Urinario
Km2	kilómetros cuadrados
LASAP®	Laboratorio de Servicios de Análisis de Propóleos
mL	Mililitros
mg	Miligramos
MH	Müeller-Hinton
Mx	México
µg	Microgramos
No.	Número
NOM	Normas Oficiales Mexicanas
ONU	Organización de Naciones Unidas
SARS-CoV-2	Síndrome respiratorio agudo severo coronavirus tipo 2
SDB	Caldo Dextrosa Sabouraud

ºC	Grados centígrados
UNAB	Universidad Andrés Bello

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar 18 muestras provenientes de distintos apiarios del municipio de Tepoztlán, Morelos, evaluando sus características físicas, químicas y microbiológicas basado en la NOM-003-SAG/GAN-20017, que establece las especificaciones para la producción y procesamiento del propóleo.

Este trabajo de investigación se desarrolló en dos ubicaciones distintas. En primer lugar, se realizó un estudio de campo en el municipio de Tepoztlán, Morelos, en colaboración con los apicultores locales. A ellos se les realizó una encuesta para obtener datos sobre las características de la producción de propóleo que llevan a cabo, ellos mismos donaron las muestras para este proyecto de investigación. En segundo lugar, se trabajó en el Laboratorio de Servicio de Análisis de Propóleos (LASAP®) de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la Universidad Nacional Autónoma de México. A este laboratorio, se trasladaron y analizaron las muestras.

Los resultados obtenidos de las 18 muestras de propóleo analizadas indican que, en términos organolépticos, todas las muestras cumplen con las características establecidas por la normatividad: color, aroma, sabor y consistencia.

A nivel químico, la NOM-003-SAG/GAN-20017 establece que, para considerar el propóleo de calidad, debe contener mínimo 5% de compuestos fenólicos y un 0.5% de flavonoides. En este estudio, la mayoría de las muestras destacan por presentar niveles superiores de compuestos fenólicos y flavonoides, con las siguientes excepciones: la muestra No. 6 de San Andrés de la Cal presenta un 4.27% de compuestos fenólicos, por debajo del estándar mínimo, y la muestra No. 13 de Santo Domingo Ocotitlán muestra un 0.28% de flavonoides, también por debajo del mínimo requerido. La muestra No. 8 de Santiago Tepetlapa mostró el mayor porcentaje de compuestos fenólicos, con un 16.88%. Por otro lado, la muestra No. 9 de Santo Domingo Ocotitlán tuvo el mayor porcentaje de flavonoides, con un 5.72%.

Los resultados microbiológicos mostraron que no hubo respuesta de inhibición en los cultivos para *Candida albicans* y *Escherichia coli*, a diferencia del ketoconazol y cloranfenicol respectivamente, que presentaron un halo de inhibición de 38 mm para *Candida albicans* y 40 mm para *Escherichia coli*. La muestra de propóleo que logró el mayor efecto de inhibición

contra *Staphylococcus aureus* fue la muestra No. 14 originaria de Amatlán, con un halo de inhibición de 10 mm, en comparación, con la penicilina 46 mm de inhibición, utilizado omo antibiótico de referencia. A partir de estos resultados, se analizaron las diferentes causas que pudieron haber influido en las muestra de propóleo tal como extracción, conservación, floración, época de recolección, razas de abejas y metodología antimicrobiana de medición utilizada.

La encuesta reveló que el 69.57% del propóleo comercializado en Tepoztlán es originario de este municipio y que, para algunos apicultores, representa hasta el 35% de sus ingresos económicos. Se observó que todos los apicultores utilizan el raspado como método de recolección, el cual no es el más adecuado según la NOM-003-SAG/GAN-2017. Además, se identificaron múltiples deficiencias en las medidas de conservación de la resina en relación con las buenas prácticas recomendadas.

Para mejorar la calidad del propóleo en Tepoztlán, se recomienda actualizar las técnicas de recolección, adoptando métodos que cumplan con las normativas en lugar del raspado actual. También es fundamental revisar y mejorar los métodos de conservación de la resina para asegurar que se mantenga la calidad según los estándares establecidos. Implementar registros y protocolos de control de calidad, así como realizar análisis regulares en laboratorios especializados, permitirá garantizar el cumplimiento de la legislación.

Fomentar la investigación y el desarrollo ayudará a mejorar la calidad del propóleo y a adaptarse a los cambios del mercado. Finalmente, fortalecer la relación con instituciones académicas y de investigación proporcionará el apoyo técnico y científico necesario para optimizar la producción. Estas medidas contribuirán a elevar la calidad del propóleo y a incrementar los ingresos económicos de los apicultores de Tepoztlán, aprovechando las condiciones geográficas y climáticas favorables para la actividad apícola.

Se anexa el caso de un felino europeo doméstico con lesiones dermatológicas superficiales en el que se aisló *Microsporum canis*. Para el tratamiento, se emplearon una crema y un jabón elaborados con propóleo proveniente del apiario de San Andrés de la Cal (muestra No. 16), obteniendo resultados satisfactorios.

INTRODUCCIÓN

En la búsqueda de garantizar la salud tanto de seres humanos como de animales se ha identificado una preocupante resistencia bacteriana y fúngica atribuida al uso excesivo e indiscriminado de antimicrobianos. Este fenómeno se considera un problema creciente en la atención médica global y se ha convertido en una preocupación crítica para la salud pública, debido al impacto negativo de los tratamientos con antimicrobianos. Los efectos secundarios de estos tratamientos y su repercusión en el medio ambiente son innegables y la interacción entre animales, humanos y el entorno contribuye a esta problemática (Fernández et al; 2020; Organización Mundial de la Salud, 2021).

En respuesta a esta situación, la comunidad científica en el campo de la medicina está explorando nuevas alternativas, centrándose en la investigación de sustancias con propiedades medicinales, como el propóleo, que puedan combatir diversas enfermedades. Actualmente, en medicina veterinaria, debido a la creciente resistencia microbiana, muchos medicamentos han dejado de ser eficaces contra varias enfermedades. Por ello, se están buscando alternativas naturales que puedan sustituir o complementar los tratamientos utilizados. Una de estas alternativas es el propóleo, que, gracias a sus propiedades antibacterianas, antivirales y antifúngicas, ha sido utilizado en diversas especies, incluyendo bovinos, ovinos, caprinos, pequeños animales (perros y gatos), porcinos, conejos y peces. Además de su eficacia contra ciertas enfermedades, el propóleo favorece la ganancia de peso y mejora el aspecto y las características de la canal de los animales destinados al consumo humano (Mendoza García, 2021).

El uso del propóleo como opción médica ayuda a reducir la huella ecológica en comparación con la producción y utilización de medicamentos convencionales. Ante los efectos adversos de los antibióticos y la resistencia bacteriana mencionada, se enfatiza la importancia de emplear métodos naturales o tradicionales de curación en la atención médica, aplicados en perfecta armonía con la medicina científica actual. Este cambio de perspectiva es urgente ante los efectos secundarios de la medicina convencional (Cabrera Cao et al., 2005).

Además, el propóleo presenta otra capacidad biológica importante: su actividad antioxidante, que ha demostrado tener efectos beneficiosos frente a enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo, como las enfermedades degenerativas, inflamatorias y neoplásicas,

tanto en animales como en humanos. Esta propiedad también está generando interés en su uso en la cosmetología y la industria alimentaria, donde se reporta el efecto benéfico del propóleo como suplemento en la dieta de diversas especies animales destinadas al consumo humano (Muñoz Rodríguez et al., 2011; Rodríguez Pérez et al., 2020).

1. ANTECEDENTES

1.1. Tepoztlán

Es un municipio ampliamente reconocido como un Pueblo Mágico e Indígena, donde las estructuras sociales y políticas se fundamentan en los usos y costumbres, promoviendo la autonomía y autodeterminación de la población, lo que ayuda a construir su identidad particular. En este sentido, la medicina tradicional cumple un papel vital, y su vigencia se manifiesta en la adopción de enfoques tanto alternativos como tradicionales en la promoción de la salud, y donde ya existe una fusión con prácticas médicas actuales (Gamboa Montejano & Valdés Robledo, 2018; Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas, 2017; Secretaría de Turismo, 2024).

1.1.1. Población

En 2020, la población en Tepoztlán fue de 54,987 habitantes de los cuales 48.8% son hombres y 51.2% mujeres (Secretaría de Economía, 2020).

1.1.2. Geografía

El municipio de Tepoztlán se ubica al norte del estado de Morelos (Figura 1) y abarca una extensión territorial de 242.646 km², lo que representa el 4.89% de la extensión total del estado. Geográficamente está situado entre las latitudes 19°05’21” al norte y 18°53’45” al sur, y entre las longitudes 99°00’52” y 99°11’36” al este y oeste respectivamente. Limita al norte con la Ciudad de México, al sur con los municipios de Yautepec y Jiutepec, al este con Tlalnepantla y Tlayacapan, y al oeste con Cuernavaca y Huitzilac (Comisión Estatal de Planeación y Desarrollo, 2019).

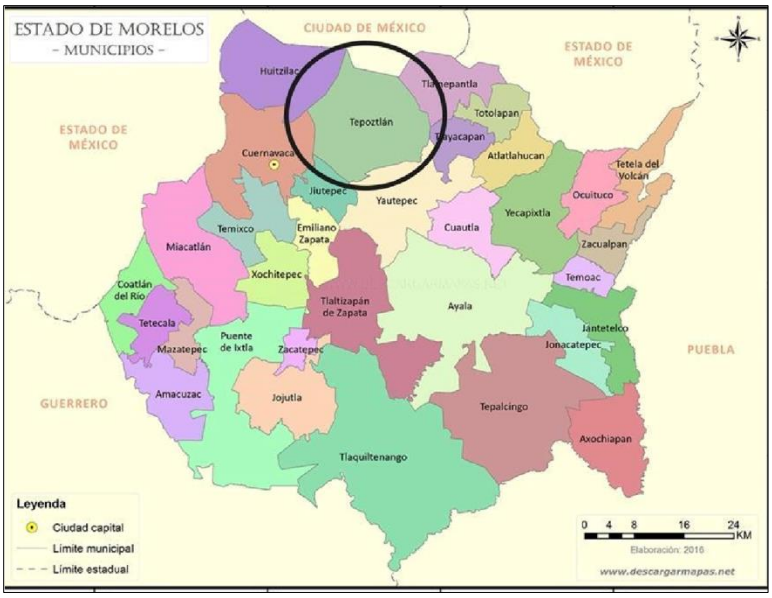


Figura 1. Mapa del estado de Morelos y ubicación de Tepoztlán, círculo negro
(Tomada de: mapa.org.morelos.mx)

El municipio forma parte del Parque Nacional El Tepozteco creado por decreto presidencial el 22 de enero de 1937, con el propósito de conservar la flora, fauna y vestigios arqueológicos de la zona (Figura 2).

Figura 2. Vista Parque Nacional "El Tepozteco"
(Tomada de: IICA)

1.1.3. Clima

En Tepoztlán se encuentran cinco tipos de clima, siendo predominantes dos: en el sur prevalece el clima semicálido subhúmedo, 55%, mientras que en el norte se presenta el clima templado subhúmedo, 37%, (Figura 3) (Comisión Estatal de Planeación y Desarrollo, 2019).

Figura 3. Clima templado subhúmedo en Tepoztlán
(Tomada de: Facebook Tepoztlán Pueblo Mágico)

1.1.4. Flora y fauna

En las áreas montañosas predominan las coníferas como el piñonero, patula, ayacahuite, moctezuma y oyamel. En las zonas más bajas de la sierra se encuentran encinos. La región subtropical está formada por una mezcla de encinos, madroños, mimosas y acacias. Al descender por las barrancas es común observar amates, mientras que en las zonas secas crecen cactáceas junto con helechos y musgos. También se encuentran diversas plantas medicinales como axihuitl, pericón, manzanilla, saúco, gordolobo, jarilla, altarreina, floripondio, muicle, anís, y ajenjo, entre otras (Figura 4).

Figura 4. Vista de la extensión del área de vegetación de Tepoztlán
(Tomada de: Experienciasmx Travel)

Dado las características climáticas, los estratos altitudinales y los diferentes tipos de suelo se presentan los siguientes tipos de vegetación: bosque de encino, bosque de pino-encino, y selva baja caducifolia. La fauna silvestre incluye animales como el tejón, armadillo, tlacuache, zorrillo, cacomixtle, ardilla, conejo, coyote, venado, zorro y teporingo. Entre las aves se encuentran la calandria, aguililla, colibrí, golondrina, primavera, tecolote, lechuza, vaquero y momoto. Entre los reptiles destacan el coralillo, cascabel, falsa coralillo, culebra de agua, lagartija, tortuga terrestre e iguana. Además, hay una variedad de insectos como mariposas, hormigas, arañas, alacranes, abejas, chilpanes, abejorros, mariquitas, moyotes, hormigas de San Juan, chicharras y chapulines

El 90% del territorio municipal se encuentra en la Reserva Ecológica denominada "Corredor Ecológico Chichinautzin" (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2022; Fuentes Mata, 1995).

1.1.5. Actividad económica

El 46% de la población se dedica al comercio, el 40% a servicios, el 13% a manufacturas y el 1% a otras actividades. Vale la pena mencionar que la agricultura y la ganadería siguen siendo prácticas presentes, contribuyendo a la identidad cultural de la población local. El cultivo de maíz es una característica destacada en la alimentación de la región (Figura 5). Estas actividades, junto con la apicultura, son principalmente de naturaleza secundaria o terciaria, lo que significa que no son las principales fuentes de ingresos (Secretaría de Economía, 2020).

Figura 5. Campesino y apicultor de Tepoztlán
(Donada por el apicultor)

Cada semana cientos de personas visitan este municipio en busca de opciones de tratamiento fuera de la medicina convencional. La pandemia de SARS-CoV-2 ha acentuado esta tendencia, (Figura 6) revelando el papel del propóleo como coadyuvante en la lucha contra este virus (González Rodríguez, 2023; López Mercado, 2022).

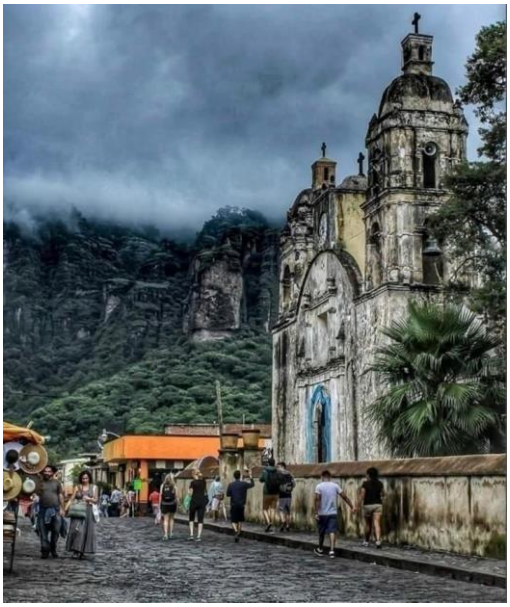


Figura 6. Visitantes de Tepoztlán
(Tomada de: Experienciasmx Travel)

1.2. Propóleo

1.2.1. Definición

El término propóleo etimológicamente proviene del griego *pro* "para o en defensa de" y *polis* "ciudad" haciendo referencia a la defensa de la colmena (Bedascarrasbure, 2006).

1.2.2. Función en la naturaleza

El propóleo es una sustancia resinosa creada por las abejas del género *Apis mellifera*. Surge a partir de resinas recolectadas de diversas plantas, las cuales son enriquecidas con sus secreciones salivales. Esta mezcla se transporta al interior de la colmena para ser utilizada en la

construcción, el sellado de agujeros y grietas, la defensa química contra microorganismos, y como medio para embalsamar intrusos que han muerto en la colmena y que son demasiado grandes para ser retirados por las abejas (Bankova et al., 2016).

Figura 7. Abejas sellando con propóleo su colmena
(Tomada de: mielabeja obrera)

Figura 8. Abeja transportando propóleo
(Tomada de: campogaleno)

1.2.3. Historia

Existen datos de su uso desde tiempos remotos. Los sacerdotes en el antiguo Egipto ya lo utilizaban, y más tarde, los griegos también reconocieron sus cualidades. Aristóteles mencionó el propóleo en su *Historia de animales*, destacando como un remedio para infecciones en piel, heridas y laceraciones. Mientras que, en el siglo II, Galeno también menciona al propóleo en sus trabajos. En el siglo XI, el médico y filósofo persa Avicena destacó sus propiedades para eliminar puntas de flechas y espinas, así como sus efectos energéticos y cicatrizantes. En Perú los incas lo usaban para combatir infecciones febriles, mientras que, en Europa, específicamente en Francia durante los siglos XVIII y XIX, se empleaba para tratar llagas. Su uso más destacable ocurrió durante la guerra de los Boers en África del Sur alrededor de 1900, donde se aplicaba para tratar heridas infectadas y como cicatrizante (Pérez Arquillué & Jimeno Benito, 1987).

1.2.4. Características físicas

El propóleo es una sustancia de composición variada que como se mencionó antes, es elaborada por las abejas a partir de resinas de la vegetación de alrededor de las colmenas Las características físicas del propóleo (Figura 9) como color, aroma, sabor y consistencia, están relacionadas con la fuente vegetal y clima de la región donde es recolectado. El color puede variar desde rojo, amarillo-rojizo, amarillo oscuro, verde castaño, pardo o negro. Así también presenta un olor resinoso (madera) o balsámico (cera), sabor suave a picante y consistencia a temperatura ambiente maleable o rígida.

La importancia de las propiedades físicas de los propóleos es fundamental para su clasificación y venta (*Atlas Nacional de las Abejas y Derivados Apícolas*, 2024; Sosa López et al., 2017).

Figura 9. Diferentes tipos propóleos en greña
(Tomada de: *Atlas Nacional de la Abeja*)

1.2.5. Características químicas

La cualidad medicinal de los propóleos se debe a su composición química, la cual depende de la vegetación de donde las abejas recolectan la resina, la ubicación geográfica del apiario, el clima y la época de recolección. Diferentes estudios demuestran que contienen, en promedio, 55% de resinas y bálsamos, de 30% a 40% de cera de abeja, de 5% a 10% de aceites esenciales o volátiles, 5% de polen y otros materiales orgánicos y minerales. Es importante destacar que el propóleo está compuesto principalmente por fenoles, flavonoides, flavonoles, flavanonas, flavonas y ácidos orgánicos como el ferúlico, cinámico, cafeico y benzoico (Cuadro 1).

Algunos autores señalan que el propóleo contiene entre 150 y 300 compuestos químicos con actividad biológica (Rojas et al., 1990; Rodríguez Pérez et al., 2020; Salamanca Grosso, 2017).

Cuadro 1. Principales componentes químicos encontrados en el propóleo (Salamanca Grosso, 2017)

Categoría	Composición química	Procedencia	Propiedades
Grupo 1	Ácidos alifáticos y ésteres cuyas moléculas se componen de 10 a 14 átomos de carbono	Cera	Estructural
Grupo 2	Derivados del ácido cinámico	Metabolitos secundarios de las plantas	Antifúngicas y antibacterianas
	Cafeato de prenilo	Metabolitos secundarios de las plantas	Alergenas
Grupo 3	Hidroquinonas, alcohol bencílico, alcohol fenetílico, alcohol cinámico, vainillina, α y β derivados del glicerofosfato	Metabolismo de plantas y abejas	Antimicrobianas
Grupo 4			
Grupo 5	Chalconas: moléculas derivadas de la unidad estructural 1,3-difenil-2-propen-1-ona, relacionadas a la biosíntesis de flavonoides	Inflorescencias y hojas de plantas	Antibacterianas, antifúngicas, antitumorales y antiinflamatorias
Grupo 6	Flavonoides	Metabolitos secundarios de las plantas	Cicatrizantes, antioxidantes, antiinflamatorias, antitumorales, anestésicas, antimicrobianas, antimicóticas, antivirales
Grupo 7	Hidrocarburos como monoésteres de ácidos céreos, éster de colesterol, palmitato de miricilo, oleopalmitato de miricilo y colesterilo, pentacosano, heptacosano, nonacosano y heptriacontano	Metabolismo de abejas	*Sin dato*
Grupo 8	Cetonas, terpenoides como el cimeno y limoneno	Aceites esenciales	Antimicrobianas
Grupo 9			
Grupo 10	Fenoles como el ácido ferúlico, el ácido benzoico, y el CAPE (fenetil éster del ácido cafeico)	Metabolitos secundarios de las plantas	Antibióticas, antifúngicas, anticancerígenas, antiinflamatorias, inmunomoduladoras, analgésicas y antioxidantes
Otros	Trazas de minerales, provitamina A, nicotinamida, vitaminas del complejo B, lactonas, polisacáridos, aminoácidos	Polen	Metabolismo celular

1.2.6. Características antimicrobianas

Una de las propiedades clave de los propóleos es su actividad antimicrobiana. Su potencial bacteriostático y bactericida se debe a la inhibición de ácidos nucleicos y a la degradación de la membrana citoplasmática, principalmente atribuible a flavonoides como pinocembrina, quercetina, naringenina, acacetina, apigenina, crisina, galangina, kaempferol y pinobanksina. Además, los propóleos alteran los canales iónicos mediante procesos de fosforilación y desfosforilación, lo que reduce la motilidad bacteriana, un factor crucial en la virulencia.

En México se han llevado a cabo estudios sobre el efecto antifúngico de los propóleos contra cepas de *Candida albicans*, revelando que el ácido cafeico, los flavonoides y los ésteres fenólicos son los principales responsables de provocar alteraciones en la estructura del hongo.

En trabajos de investigación bibliográfica sobre el uso del propóleo en medicina veterinaria, se establece que tiene la capacidad de eliminar una gran variedad de virus que afectan tanto a los animales como a los humanos. Esto se debe a que los flavonoides, en conjunto con el ácido cafeico y el ácido ferúlico, reducen la síntesis del ADN viral al estimular la producción de interferones (IFNs), que fortalecen la membrana celular e inducen la producción de nucleasas, responsables de destruir el genoma viral, al mismo tiempo que detienen la biosíntesis de las proteínas virales.

Un ejemplo de su aplicación es el tratamiento complementario contra el virus SARS-CoV-2. El propóleo tiene la capacidad de actuar sobre la polimerasa viral (enzima encargada de replicar el material genético del virus), lo que lo convierte en un agente antiviral. A su vez, actúa como inmunomodulador, potenciando la respuesta del organismo ante agentes infecciosos. Igualmente, el propóleo es útil contra virus que causan cuadros clínicos similares al SARS-CoV-2, es decir, que afectan el sistema respiratorio, el sistema nervioso central y el sistema digestivo, como en el caso de la influenza, la enfermedad de Aujeszky (pseudorrabia en cerdos) y el distemper o moquillo canino (Berreta et al., 2020; Farnesi et al., 2009; González & Vargas, 2014; González Búrquez et al., 2017; Mendoza, 2021; Muñoz Rodríguez et al., 2011; Noriega Salmón, 2014; Quintero Mora et al., 2008).

1.2.7. Actividad antioxidante

Esta capacidad del propóleo se basa en sus componentes biológicos, que ayudan a prevenir enfermedades de origen oxidativo. Se ha reportado que los propóleos, gracias a esta cualidad, pueden tener un efecto positivo en animales y humanos en casos de aterosclerosis, enfermedades hepáticas y renales, cáncer e hipertensión arterial. Este efecto antioxidante está teniendo un impacto significativo en la industria alimenticia, ya que existen estudios que determinan que el propóleo es un compuesto natural con una amplia variedad de elementos útiles para la conservación de matrices cárnicas, gracias a sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes (Rodríguez Pérez, 2019; Vargas-Sánchez et al., 2013).

1.2.8. Extracción y conservación del propóleo

Está demostrado que la técnica de obtención del propóleo por rejilla y sus variantes es la más eficaz para obtener propóleo puro y bien cuidado. Esta técnica (ver Figura 10) permite obtener propóleo de alta calidad y pureza, con mínimos elementos contaminantes. Además, garantiza su frescura, ya que la producción comienza en el momento en que se colocan las rejillas en las colmenas.

En contraste, el propóleo obtenido mediante raspado (ver Figura 11) puede permanecer en la colmena durante años, lo que puede llevar a la pérdida de sus valiosas propiedades y a la mezcla con partículas extrañas, lo que influye negativamente en su calidad.

A través de estudios se ha documentado que los principios activos del propóleo son altamente inestables a la luz, lo que lo hace fotosensible y termosensible. Almacenar o tratar el propóleo a temperaturas superiores a 45 °C puede convertir el producto en un material de relleno sin propiedades significativas. Se recomienda que el propóleo se almacene preferiblemente en neveras portátiles a una temperatura no mayor de 25 °C y en completa oscuridad. Estos dispositivos deben mantenerse limpios, secos y libres de combustibles u otras sustancias tóxicas que puedan impregnar olores y sabores extraños, afectando así la calidad del propóleo. La temperatura ideal de conservación es de 15 °C, ya que a más de 20 °C el propóleo comienza a desactivarse y se facilita la acción de microorganismos que deterioran su calidad

(Salamanca Grosso, 2017).

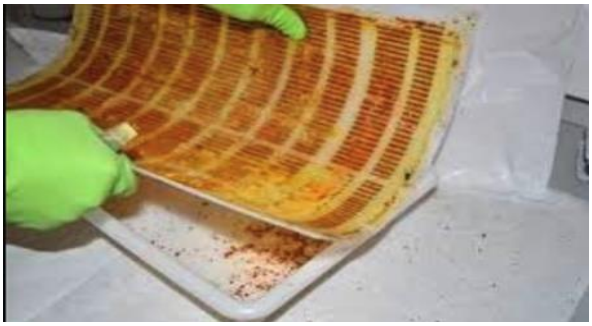


Figura 10. Rejilla para captar propóleo
(Tomada de: Corona Apicultores)

Figura 11. Obtención de propóleo por raspado
(Tomada de: Verde miel)

1.3 Patógenos utilizados para la prueba de inhibición de crecimiento antimicrobiano de los propóleos

1.3.1. *Staphylococcus aureus*

Es una bacteria que está clasificada como un coco Gram positivo (Figura 12) que se agrupa en racimos, β hemolítico, catalasa y coagulasa positiva. Se describe que este microorganismo hace parte de la microbiota de los vertebrados encontrándose principalmente en la piel, en la zona nasofaríngea, pliegues inguinales y axilas. *Staphylococcus aureus* es un patógeno oportunista (Aravena, et al., 2017; Pachasova Garzón et al. 2019).

En animales como en humanos el *Staphylococcus aureus* se encuentra en portadores sanos y puede inducir un amplio panel de infecciones que van desde enfermedades superficiales de la piel (Figura 13) hasta infecciones profundas y septicemia. Prácticamente cualquier especie animal de sangre caliente puede ser portador sano o estar infectado de la misma forma por *Staphylococcus aureus* En humanos puede ocasionar: neumonías, endocarditis, osteomielitis, artritis séptica, Síndrome de Shock tóxico, Síndrome de piel escaldada estafilocócica, Toxiinfección alimentaria. (Petón & Le Loir, 2014).

Staphylococcus aureus es uno de los principales agentes causales de enfermedades nosocomiales, y se categoriza como el microorganismo número uno en ser responsable de las

infecciones intrahospitalarias (Pasachova Garzón et al, 2019; Zapata Gallo, 2023).

Figura 12. Fotografía *Staphylococcus aureus*
Tomada de: Procampo Sanofi)

Figura 13. Impétigo en piel humana ocasionada por *Staphylococcus aureus*
(Tomada de: Healtline.com)

El *Staphylococcus aureus* se puede manifestar de las siguientes formas en animales:

- Conejos puede afectar a individuos de todas las edades, provocando diversas patologías, tales como dermatitis supurativa, mastitis, formación de abscesos cutáneos o en órganos internos, así como pododermatitis.
- Vacas, es el principal agente causante de mastitis.
- En aves de corral causa infecciones en huesos, articulaciones y bolsas articulares.
- Equinos, granulomas estafilocócico, como agente oportunista en heridas contaminadas accidentales o quirúrgicas como orquiectomias.
- En perros y gatos puede causar infecciones de la piel, otitis externa y abscesos (Figura 14). Los signos clínicos en estos animales incluyen enrojecimiento, hinchazón, dolor, y secreción purulenta en las áreas afectadas. Las infecciones de la piel pueden manifestarse como pioderma superficial o profunda, y la otitis externa puede resultar en sacudidas de la cabeza, rascado de las orejas y mal olor (Dinev, 2021; Loeffler & Lloyd, 2010; Mellenberger & Kirk, 2016; Moreno Grúa et al., 2018: Nachón Cicciarella & Bosisio, 2005; Pasachova Garzón et al., 2019; Zapata Gallo, 2023).

Figura 14. Sutura complicada de piel en canino por infección por *Staphylococcus aureus*
(Donada por veterinaria *Nahual* de Tepoztlán).

1.3.2. *Candida albicans*

Candida albicans (Figura 15) es una levadura comensal que habita en la microbiota normal de la piel, la boca, el tracto gastrointestinal y el tracto genital femenino. Sin embargo, bajo condiciones de inmunosupresión o alteraciones de la microbiota normal, puede convertirse en patógeno oportunista, causando diversas infecciones.

Figura 15. Fotografía *Candida albicans*
(Tomada de: Unnemedios)

En humanos las infecciones incluyen candidiasis oral (Figura 16) y esofágica, manifestándose con placas blancas en la mucosa oral, disfagia y odinofagia; candidiasis vulvovaginal, caracterizada por prurito, ardor, secreción vaginal blanquecina y eritema. En personas que padecen cáncer, SIDA o que han sufrido algún trasplante, la infección puede hacerse sistémica. Se identifican también otros factores de riesgo como diabetes, terapia con antibióticos, uso de catéteres, quemaduras y cirugía gastrointestinal (Instituto Mexicano del Seguro Social, 2016; Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo, 1997).

Figura 16. Candidiasis oral en lengua humana
(Tomada de: Gaceta Dental)

En animales domésticos, *Candida albicans* causa candidiasis oral y cutánea, presentándose con signos similares a los de los humanos, incluyendo placas blancas en la mucosa oral y lesiones cutáneas, especialmente en animales jóvenes o inmunocomprometidos (Greene, 2012).

Figura 17. Pododermatitis por candida en canino
(Tomada de: Veterinario ortomolecular)

1.3.3 *Escherichia coli*

Escherichia coli es una bacteria gramnegativa que, aunque forma parte de la microbiota intestinal normal en personas y animales sanos, ciertas cepas pueden desencadenar infecciones en el sistema digestivo, las vías urinarias y otras áreas del cuerpo. Entre las infecciones más comunes causadas por *Escherichia coli* se encuentran las infecciones urinarias, que representan un problema frecuente en la población. Las cepas que pueden causar cuadros gastrointestinales graves en las personas son las de *Escherichia coli* productora de toxinas *Shiga* también denominada *Escherichia coli verotoxigénica* o *Escherichia coli enterohemorrágica,*

puede haber complicaciones como la colitis hemorrágica y el síndrome hemolítico-urémico, causando graves lesiones renales crónicas (Organización Mundial de la Salud, 2018).

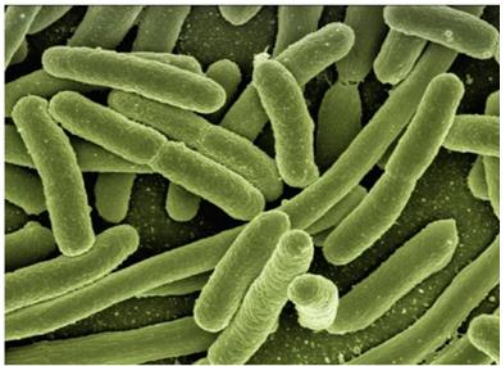


Figura 18. Fotografía *Escherichia coli*
(Tomada de: Diario Veterinario)

Figura 19. Colibacilosis entérica humana
(Tomada de: Mejor con Salud)

En animales domésticos, *Escherichia coli* se presenta de la siguiente forma:

● Perros y gatos: es una causa común de ITU en, presentándose con disuria, hematuria, polaquiuria y, en casos graves, fiebre y dolor abdominal (Weese, et al., 2011).

● Terneros y lechones: *Escherichia coli* enterotoxigénica causa diarrea neonatal, conocida como colibacilosis, con diarrea acuosa, deshidratación y alta mortalidad si no se trata adecuadamente (Fairbrother & Nadeau, 2006).

● Aves de postura: se han documentado efectos adversos como salpingitis, peritonitis y poliserositis, condiciones que pueden resultar en la muerte del ave (Díaz & González Paya, 2018) (Figura 20).

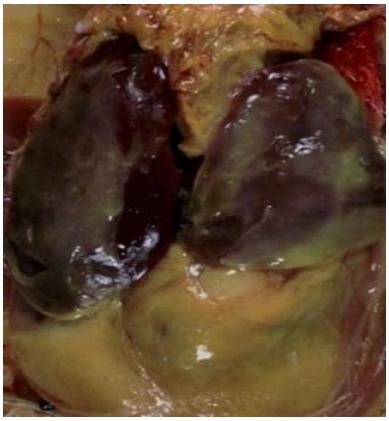


Figura 20. Fotografía Peritonitis severa difusa en ave
(Tomada de: Avicultura.com)

2. JUSTIFICACIÓN

El aumento del consumo de propóleos y sus subproductos a nivel global surge como efecto directo de conocer sus cualidades biológicas, al mismo tiempo se menciona que en México se utilizan métodos con retraso técnico para obtener la resina lo que hace que se sub aproveche este recurso de la colmena. Se menciona que, en el continente americano, países como Argentina, Brasil, Cuba, Chile y Uruguay tienen una alta explotación del propóleo, mientras que en México se considera que su producción aún es de tipo artesanal. La subutilización del propóleo es notable, considerando el gran potencial que existe en la extensa biodiversidad de los ecosistemas de nuestro país, que son ideales para obtener propóleos de excelente calidad.

En la apicultura mexicana el propóleo es el producto menos conocido y, en algunos casos, el menos aprovechado. A pesar de que la miel, la cera y el polen son productos de las abejas valorados por su importancia económica, el propóleo sigue estando subexplotado. Esta limitada producción se debe al tipo de apicultura practicada en nuestro país, que se enfoca principalmente en la extracción de miel. (*Atlas Nacional de las Abejas y Derivados Apícolas*, 2024; Bucio et al., 2016; Herrera et al., 2019).

La pandemia ocasionada por el virus SARS-CoV-2 elevó la popularidad del uso del propóleo, aumentando su valor económico a nivel mundial tanto en la medicina humana como en la animal. En la búsqueda de tratamientos, se evidenció la eficacia del propóleo para combatir los síntomas asociados con este virus, además de su función como preventivo y su escaso perfil de efectos secundarios en los pacientes. En México, existen estudios científicos que respaldan estas afirmaciones, donde se comprueba la capacidad real del propóleo para la atención y prevención de esta enfermedad (López Mercado, 2022; Rojas-Silva et al., 2022).

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas de carácter obligatorio creadas por las autoridades pertinentes. Su fin es definir los requisitos que deben cumplir los procesos, productos y servicios que podrían representar un riesgo para la seguridad o salud de las personas, así como las normas relacionadas con la terminología y el cumplimiento de estas regulaciones. (Secretaría de Salud, 2015).

Por lo anterior, el *Diario Oficial de la Federación* publicó el 06/10/2017 la NORMA

Oficial Mexicana NOM-003-SAG/GAN-2017, Propóleos, producción y especificaciones para su procesamiento. En donde se precisa: *Es importante que en México se fomente la producción de propóleos mediante sistemas de producción que permitan una recolección, y procesamiento de manera estandarizada para garantizar que su composición química no se altere en perjuicio de sus propiedades.* En marzo del 2024 se desarrolló un encuentro con el tema *El propóleo, una promesa para la medicina natural y la apicultura sostenible.* Dicho trabajo científico sucedió entre académicos de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM y la Pontificia Universidad Católica de Chile, así como la Universidad Andrés Bello. Los expertos compartieron su experiencia sobre las múltiples investigaciones que han realizado al propóleo y de manera especial tocaron el tema de la importancia de la normatividad y estandarización para salvaguardar la esencia medicinal de este compuesto, de esta forma la académica del Departamento de Ciencias Químicas de Universidad Andrés Bello., Patricia Velásquez, quien moderó el conversatorio agregó: *La estandarización mejora la confiabilidad de productos, desde suplementos hasta ungüentos, por lo tanto, este enfoque multidisciplinario no solo beneficia la salud, sino que también impulsa la apicultura sostenible, destacando la importancia de la colaboración y la innovación en este campo emergente.*

Mientras tanto, el Dr. Tonatiuh Cruz Sánchez, catedrático y responsable general del Laboratorio del Servicio de Análisis de Propóleos de la UNAM, habló sobre la importancia de las normas de control de calidad: *Garantizan al consumidor la pureza y la eficacia de los productos. Así, debemos con estas normas propiciar las buenas prácticas de producción, recolección y los parámetros fisicoquímicos y microbianos necesarios en el propóleo.*

Finalmente, la Dra. Betsabé Rodríguez Pérez, responsable técnico de calidad en el Laboratorio de Servicios de Análisis de Propóleos (LASAP) de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM aseveró: *Es importante que en cualquier país se fomente la producción de propóleos mediante sistemas que permitan una recolección y procesamiento de manera estandarizada para garantizar que su composición química no se altere en perjuicio de sus propiedades y con un documento regulatorio que garantice las características físicas, químicas y antimicrobianas*, dijo, agregando que esto también beneficiará económicamente al sector apícola fomentando su competitividad (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020; Noticias UNAB, 2024).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Evaluar la calidad de las muestras de propóleo obtenidas en el municipio de Tepoztlán, Morelos, a través de un análisis de sus cualidades físicas, químicas y antimicrobianas, con el fin de determinar su conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SAG/GAN-2017 y así contribuir a mejorar la calidad del propóleo en la región.

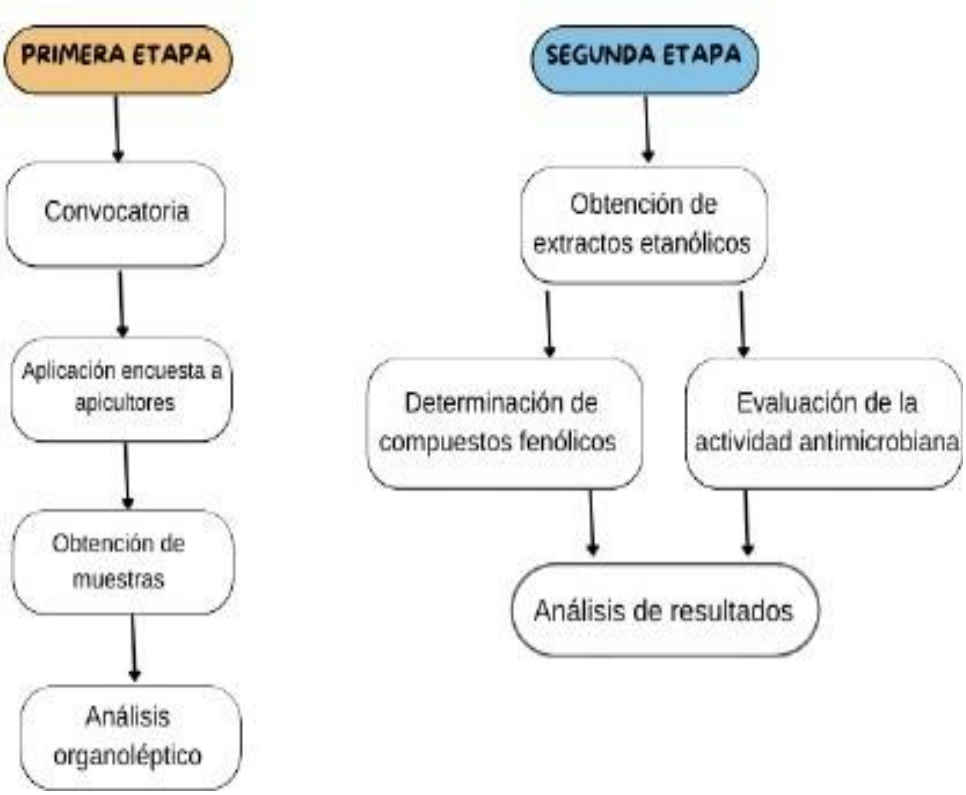
3.2. Objetivos particulares

1. Aplicar una encuesta a los apicultores de Tepoztlán: para determinar la importancia que representa la producción de propóleo en su actividad productiva y la forma en la que la aplican
2. Analizar las características organolépticas del propóleo: color, aroma, sabor y consistencia de las muestras de propóleo para determinar su calidad sensorial.
3. Evaluar la calidad química y antimicrobiana del propóleo: determinar el contenido cualitativo y cuantitativo de compuestos fenólicos y flavonoides, y analizar la actividad antimicrobiana contra patógenos seleccionados: *Staphylococcus aureus, Candida albicans y Escherichia coli*, comparando los resultados con los estándares de la NOM-003-SAG/GAN-2017.

4. METODOLOGÍA

A continuación, se describe el diseño experimental utilizado en este proyecto de investigación tal como lo muestra el cuadro 2. La primera etapa se desarrolló en el municipio de Tepoztlán Morelos, la segunda en las instalaciones del Laboratorio de Servicio de Análisis de Propóleos de la FESC UNAM, utilizando el procedimiento que indica la NOM-003-SAG/GAN-2017 como guía para el análisis físico, químico y microbiológico de las 18 muestras de propóleo.

Cuadro 2. Etapas de la metodología de la investigación (Lira López, 2024)



4.1. Aplicación de la encuesta a los apicultores de Tepoztlán

Se realizó una encuesta (Cuadro 3) a los apicultores durante las visitas a las distintas localidades, con el fin de determinar el papel de la explotación del propóleo en sus prácticas de producción.

Cuadro 3. Encuesta realizada a los apicultores de Tepoztlán (Lira López, 2024)

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Medicina Veterinaria y Zootecnia
Laboratorio de Servicio de Análisis de Propóleos

Servicio Social

Encuesta para evaluar el papel que representa la producción de propóleo y su aprovechamiento dentro de las prácticas productivas de los apicultores de Tepoztlán.

Nombre(s):_____

Apellidos:_____

Dirección_____

Tel. 1.- _____ **2.-**_____

1.- ¿Qué es el Propóleo?

_____

2.- ¿Para qué sirve?

_____

3.- ¿Cómo se debe conservar el propóleo y sus subproductos?

_____

4.- ¿Recolecta o compra propóleo? Recolecta ( ) Compro ( )

5.- ¿Qué método utiliza para la obtención del propóleo?

_____

6.- ¿Cuánto propóleo recolecta o compra y en cuánto tiempo? _____

7.- ¿Cuántas cajas de abejas tiene? _____

8.-¿Qué productos que contengan propóleo comercializa? _____

9.- ¿Qué porcentaje de sus ingresos obtenidos por actividades apícolas corresponde a la comercialización de los subproductos de propóleo? _____ **%**

10.- Si se pudiera mejorar la producción de propóleo, ¿cómo impactaría en su economía?

_____

11.- Le interesaría hacer un examen de calidad del propóleo y sus subproductos? Sí ( ) No ( )

12.- Le interesaría asistir a un taller sobre técnicas de mejora en la obtención de propóleo? Sí ( ) No ( )

Se obtuvieron 18 muestras de 50 gramos de propóleo en greña donadas por distintos apicultores provenientes de 18 apiarios ubicados en distintas zonas del municipio de Tepoztlán, Morelos como lo indican la figura 21 y el cuadro 4.

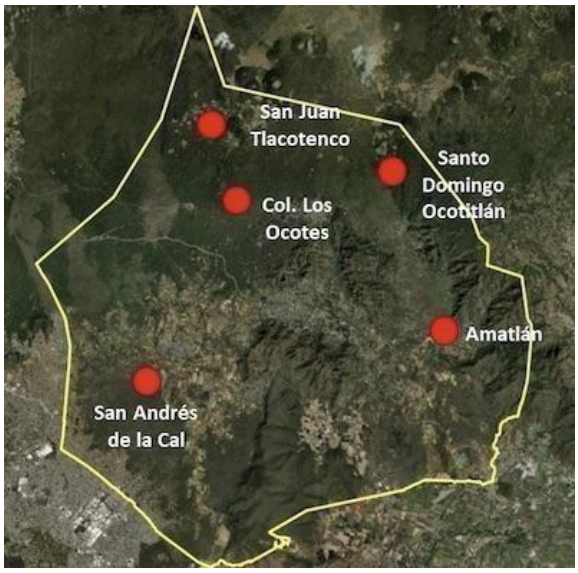


Figura 21. Mapa del municipio de Tepoztlán.
Lugares de donde provienen los propóleos.
(Tomada de: Casa Tecmilco)

Cuadro 4. Origen de muestras de propóleo (Lira López, 2024)

No. Muestra	Localidad
1	San Juan Tlacotenco
2	San Juan Tlacotenco
3	Colonia los Ocotes
4	San Andrés de la Cal
5	San Andrés de la Cal
6	San Andrés de la Cal
7	San Juan Tlacotenco
8	Santiago Tepetlapa
9	Santo Domingo Ocotitlán
10	San Juan Tlacotenco
11	San Andrés de la Cal
12	San Juan Tlacotenco
13	Santo Domingo Ocotitlán
14	Amatlán
15	San Juan Tlacotenco
16	San Andrés de la Cal
17	San Juan Tlacotenco
18	San Andrés de la Cal

4.2. Manejo para el procesamiento de las muestras

Después de obtener las muestras donadas por los apicultores se procedió a llevarlas a las instalaciones del Laboratorio de Servicio de Análisis de Propóleos de la FESC UNAM para su estudio, bajo la asesoría del Dr. Tonatiuh Cruz Sánchez, responsable del laboratorio, y de la Dra. Betsabé Rodríguez Pérez, responsable técnica. Este proceso se basa en la norma oficial: NOM-003-SAG/GAN-2017.

4.2.1. Acondicionamiento de las muestras

Las muestras se almacenaron en condiciones de refrigeración y oscuridad. Posteriormente, se sometieron a un proceso de limpieza para eliminar impurezas y contaminantes (Figura 22) antes de su análisis en el Laboratorio de Servicio de Análisis de Calidad de Propóleos.

Figura 22. Limpieza de propóleo
(Lira López, 2024)

4.2.2. Análisis de características organolépticas: color, aroma, sabor y consistencia

Se evaluaron características físicas como color, aroma, sabor y consistencia del propóleo. Se utilizó un microscopio estereoscópico para evaluar el color.

Los parámetros deseables que establece la NOM-003-SAG/GAN-2017 en la calificación de las características de los propóleos se enlistan en el cuadro 5:

Cuadro 5. Características organolépticas deseables que marca la normatividad (Tomada de: DOF)

Parámetros	Características
Color	Rojo, amarillo-rojizo, amarillo-obscuro, verde castaño, pardo o negro, variando conforme a su origen botánico.
Aroma	Resinoso (olor a madera) o balsámico (olor a cera), o balsámico, dependiendo de su origen botánico
Sabor	Variable, de suave balsámico, a fuerte y picante, dependiendo de su origen botánico.
Consistencia	A temperatura ambiente maleable o rígido, dependiendo de su origen botánico.

4.2.3. Análisis químico

Para la realización de esta medición se obtuvo como primer paso el extracto etanólico de cada una de las muestras recibidas, siguiendo la metodología establecida por la norma oficial mexicana correspondiente, utilizando el equipo del Laboratorio de Servicio de Análisis de Propóleos.

Se pesaron 50 g de las muestras ya limpias y se disolvieron en 150 mL de alcohol etílico al 70%, sometiéndolas al sonicador. Posteriormente, el extracto se filtró al vacío para separar los sólidos, se concentró utilizando un rotavapor y se eliminó el solvente residual, se almacenaron en un frasco ámbar y se colocaron en una estufa de extracción a 37 ºC hasta obtener un extracto seco. Finalmente, el extracto se almacenó en un frasco ámbar y se refrigeró a 4 ºC para preservar su estabilidad.

4.2.3.1. Análisis cualitativo de fenoles totales y flavonoides

Todos los extractos obtenidos fueron sometidos a la técnica de colorimetría que establece la normatividad para determinar la presencia de compuestos fenólicos y flavonoides, responsables de la actividad medicinal.

- **Según la norma NOM-003-SAG/GAN-2017:**
  - Para considerarse positiva la presencia de fenoles, debe haber una reacción de color oscuro que va desde el azul, violeta hasta el negro.
  - Una reacción positiva en los extractos de propóleo se manifiesta de color amarillo al naranja.
- **Análisis cualitativo de fenoles:**
  - Se midieron 200 mg de cada extracto de propóleo y se transfirieron a un tubo con 1 mL de etanol al 70%.
  - Se homogenizó la mezcla y se añadió una gota de una solución de cloruro férrico (FeCl3).
  - Se registró el cambio de color.
- **Análisis cualitativo de flavonoides:**
  - Se tomaron 200 mg de extracto etanólico de propóleo y se disolvieron en un tubo con 1mL de etanol al 70%.
  - Tras agitar bien la mezcla, se añadió una gota de solución de hidróxido de sodio (NaOH). al 20%
  - Se observó el cambio en el color.

4.2.3.2. Análisis cuantitativo de compuestos fenólicos y flavonoides

- **Compuestos fenólicos: método de Folin-Ciocalteu.**

  La concentración de fenoles totales (CFT) se mide por espectrofotometría de absorción UV-VIS con base a una reacción colorimétrica de óxido-reducción, para ello el agente oxidante que se utiliza es el reactivo de Folin-Ciocalteu (FC), $3H^2O$-$P_2O_5I_3WO_3$-$5MoO_3$-$10H_2O$ (mezcla de ácido fosfotúngstico / fosfomolíbdico hexavalente).

- Preparación de reactivos.

Solución estándar de ácido gálico (0.2 mg/mL): Disolver 20 mg de ácido gálico y aforar a 100 ml con agua destilada. Mantener en refrigeración y protegido de la luz.

Carbonato de sodio (Na_2CO_3) al 20%: Disolver 20 g de carbonato de sodio anhidro en 70 ml de agua caliente. Dejar enfriar y aforar a 100 ml con agua destilada.

Trazado de la curva de calibración.

a) A partir de la solución estándar de ácido gálico de 0.2 mg/mL, tomar alícuotas correspondientes para obtener las concentraciones seriadas (0.00625, 0.0125, 0.025, 0.05, 0.1 y 0.2 mg/mL).

b) A cada una se le agrega el volumen correspondiente de agua destilada para obtener las concentraciones mencionadas a un volumen final de 1 ml.

- Preparación de las muestras.

Preparar una solución estándar de concentración 0.2 mg/mL de cada muestra de propóleos disueltos en etanol al 70%. Tomar una alícuota de 250 µL de ésta y agregar 750 µL de agua destilada para obtener una concentración de 0.05 mg/mL.

Al tener los sistemas preparados se procede de la siguiente manera:

a) Tomar 1 ml de cada concentración y añadir 7 mL de agua destilada.

b) Adicionar 500 µL de reactivo de Folin-Ciocalteu y esperar 5 minutos.

c) Adicionar 1.5 ml de la solución de Na_2CO_3, se observará un cambio de color a azul.

d) Esperar 2 h a temperatura ambiente, para que se lleve a cabo la reacción y determinar la absorbancia a 760 nm en un espectrofotómetro de absorción UV-VIS.

e) Graficar la concentración contra la absorbancia para obtener la curva patrón de ácido gálico.

f) Los resultados se expresan como equivalentes de ácido gálico/g de extracto o en porcentaje (%).

- **Cuantificación de flavonoides**
- El principio básico del método colorimétrico de cloruro aluminio, es que éste forma complejos estables de ácidos con el grupo cetona en C-4 o bien el grupo hidroxilo en C-3 o C-5 de flavonas y flavonoles. Además, también forma complejos lábiles ácidos con los grupos

hidroxilo en el anillo A o B de los flavonoides.

- Preparación de reactivos.

Solución estándar de quercetina (1 mg/mL). Pesar 10 mg de quercetina dihidratada y aforar a 10 ml de metanol grado reactivo. Conservar protegido de la luz y en refrigeración.

Tricloruro de aluminio, $AlCl_3$ (2%): Disolver 2 g de cloruro de aluminio en agua destilada y aforar a 100 ml con agua destilada con mucho cuidado ya que el producto es muy corrosivo e higroscópico.

- Preparación de la muestra.

Preparar una solución estándar de concentración 0.2 mg/mL de cada muestra de propóleos disueltos en etanol al 70%. Tomar una alícuota de 250 µL de ésta y agregar 750 µL de agua destilada para obtener una concentración de 0.05 mg/mL.

- Preparación de la curva de calibración:

A partir de la solución estándar de quercetina de 1 mg/mL, tomar alícuotas correspondientes para obtener concentraciones seriadas de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 y 90 µg/mL.

- Preparación del blanco de muestra.

Tomar 1 ml de la solución del EEP (0.05 mg/mL) y agregar 1 ml de metanol grado reactivo.

Al tener todos los sistemas anteriores preparados, se procede de la siguiente manera:

a) Adicionar a cada tubo, 1 ml de la solución de $AlCl_3$, esperar 10 minutos a que se lleve a cabo la reacción y determinar la absorbancia a 415 nm por espectrofotometría de absorción UV-VIS.

b) Graficar la concentración contra la absorbancia para obtener la curva patrón de quercetina.

c) El contenido total de flavonoides se expresa como mg de equivalentes de quercetina (QE)/g de extracto o en porcentaje (%).

4.2.4. Evaluación de la actividad antimicrobiana

- Método de difusión en agar.

Se evalúa la actividad antimicrobiana del extracto de los propóleos, el cual se coloca en

sensidiscos y difundirá sobre la placa de agar; si hay inhibición del crecimiento del microorganismo a evaluar se observará un halo alrededor del sensidisco.

- Preparación de reactivos.

Estándar No. 0.5 de MacFarland: añadir 500 µL de sulfato de bario ($BaSO_4$) y aforar a 100 ml de H_2SO_4 al 0.36 N.

- Microorganismos de referencia.

a) Bacterias:

Staphylococcus aureus: ATCC 6538.

Escherichia coli: ATCC 11229.

b) Levadura:

Candida albicans: ATCC 10231.

- Medio de cultivo.

Para conservación y preparación del inóculo:

Para bacterias: Caldo Müeller-Hinton (MH).

Para levadura: Caldo Dextrosa Sabouraud (SD).

Se prepara de acuerdo a especificaciones del proveedor.

Para el método de difusión en agar

Para bacterias y levadura: Agar Müeller -Hinton (MH) suplementado con 2% de glucosa y 0.5 µg/mL de azul de metileno.

Se prepara de acuerdo a especificaciones del proveedor.

- Preparación de la muestra.

Pesar 160 mg del EEP y disolver en 100 µL de etanol al 70%.

- Preparación de la suspensión de microorganismos.

a) Tomar una asada de las colonias sembradas del microorganismo a evaluar y sumergirla en 5 ml de caldo MH para bacterias o caldo Sabouraud para levaduras.

b) Enjuagar bien en el líquido para descargar todo el material y retirar el asa.

c) El tubo de cultivo se incuba a 37 °C/24 h para bacterias y para levaduras por 37 °C/48 h.

d) Ajustar la densidad del inóculo de acuerdo al tubo 0.5 del Nefelómetro de MacFarland (aproximadamente 1-5 x10^6 células/mL)

e) La comparación de la turbidez se realiza a 625 nm en el espectrofotómetro y la absorbancia debe de ser entre 0.08 â 0.10.

- Preparación de sensidiscos.

Se emplearán discos de papel Whatman No. 5, de 5 mm de diámetro (previamente esterilizados). Los discos se impregnarán con 10 µL de la solución de EEP (160 mg/100 µL) para que tengan una concentración de 16 mg de EEP y se dejarán secar a temperatura ambiente por 24 h.

a) A partir del inóculo con una concentración de 1-5 x 10^6 UFC/ mL, realizar con un hisopo estéril un sembrado masivo sobre las placas de agar MH para bacterias y levaduras.

b) Con ayuda de una aguja estéril, colocar los sensidiscos impregnados de la muestra de los propóleos procurando dejarlo en el centro de la caja.

c) Permitir que el sensidisco se adhiera a la placa de agar, teniendo la precaución de evitar desplazamientos del disco. En caso de que se evalúen más de una muestra de EEP en la misma caja, se recomienda dejar al menos 1.5 cm de distancia entre cada sensidisco y el borde de la caja.

d) Incubar a 37 °C/24 h para las bacterias y 37 °C/48 h para la levadura.

e) Como control negativo se emplearán discos impregnados con 10 µL de etanol al 70%.

f) Como control positivo se emplearán discos de antibióticos y antifúngicos conocido de marca comercial (Figurta 23).

- Resultados.

Después del tiempo de incubación, con una regla calibrada de milímetros o de preferencia con un Vernier, medir el diámetro de los halos de inhibición y se repetirá la medición a las 48 horas para la levadura.

- Interpretación:

La presencia de un halo de inhibición indica actividad antimicrobiana y se reportará el diámetro de los halos de inhibición (en mm). La ausencia de halo de inhibición indicará que

no existe actividad antimicrobiana.

Figura 23. Antimicrobianos utilizados como referencia
(Lira López, 2024)

4.3. Caso clínico

En el Anexo 1 se presenta el caso clínico de un paciente felino, europeo doméstico, diagnosticado con dermatofitosis causada por *Microsporum canis*. El paciente fue tratado con propóleo, obteniendo resultados favorables. El propóleo utilizado en este tratamiento proviene del mismo apiario que la muestra No. 16 de San Andrés de la Cal, analizada en esta tesis. Es importante destacar que el propóleo utilizado en este ensayo clínico proviene de una cosecha posterior a la de la muestra No 16 y su conservación fue de mejor calidad.

5. RESULTADOS

5.1. Resultados de la encuesta realizada a los apicultores de Tepoztlán

5.1.1. Formas de obtención de propóleo en Tepoztlán

Los apicultores utilizan la técnica de raspado para obtener el propóleo de sus colmenas. Otra forma de obtenerlo es comprarlo directamente en distribuidoras apícolas para después procesarlo en sus productos. Nadie utiliza la técnica de rejilla y sus variantes para este objetivo, aun considerando que es la mejor forma de optimizar la recolección, resguardando sus características biológicas (Figura 24).

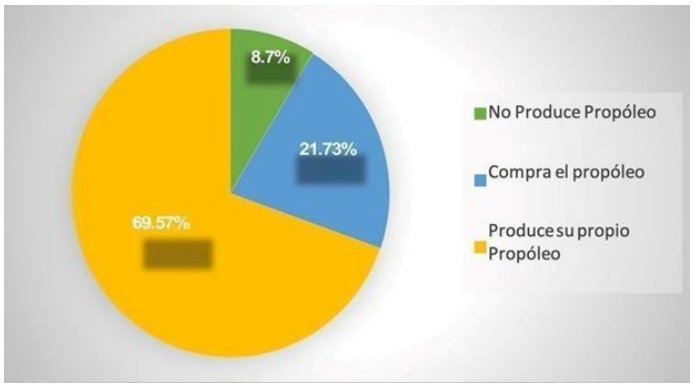


Figura 24. Representación de las distintas formas de obtención de propóleo
(Lira López, 2024)

5.1.2. Cantidad de producción de propóleo en Tepoztlán

La producción anual de propóleo por parte de los apicultores de Tepoztlán presenta una variabilidad significativa. Esta se observa desde aquellos apicultores que están en las etapas iniciales de la práctica apícola (quienes todavía no recolectan propóleo), hasta aquellos más experimentados que pueden llegar a extraer hasta 10 kilogramos anuales. Esta disparidad en la producción puede atribuirse a factores como el nivel de experiencia del apicultor, la cantidad de colmenas manejadas, las técnicas de recolección empleadas y las condiciones ambientales de la zona donde tienen sus apiarios (Figura 25).

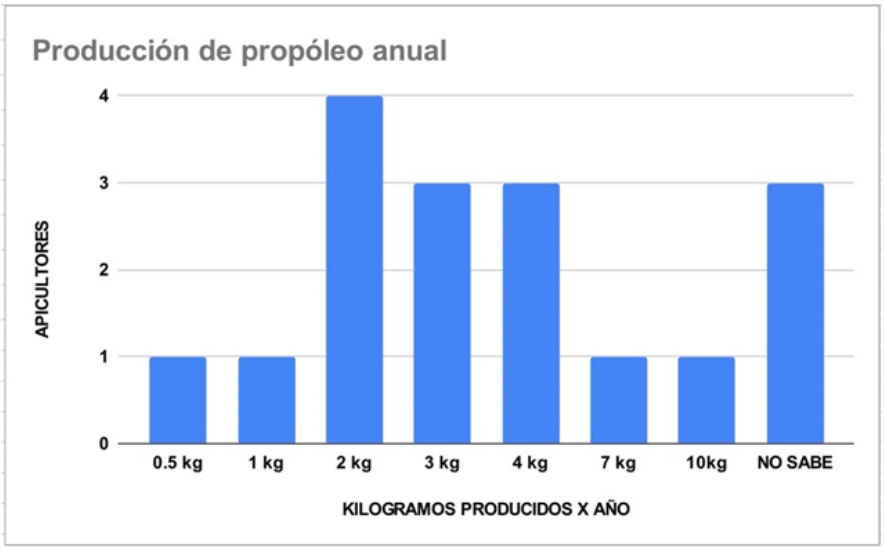


Figura 25. Cantidad de propóleo producida por cada apicultor en un año, expresada en kg. En el caso de los apicultores que no han producido se debe a que están iniciando este oficio. También tuvimos el dato de tres apicultores que no llevan registro de su producción.
(Lira López, 2024).

5.1.3. Cantidad de colmenas por apicultor

El número de colmenas que posee cada apicultor varía ampliamente, oscilando entre 3 y 90 colmenas (ver cuadro 6).

Cuadro 6. Cantidad de colmenas por apicultor encuestado (Lira López, 2024)

CANTIDAD DE COLMENAS	CANTIDAD DE APICULTORES
3	1
5	1
10	1
20	2
21	1
35	2
40	2
30	3
60	2
78	1
90	1
TOTAL 707 COLMENAS	

5.1.4. Principales subproductos de propóleo

En Tepoztlán los apicultores comercializan diversos subproductos elaborados con propóleo, que incluyen atomizadores bucales, confitería, jarabes contra la tos, tinturas, energéticos, jabón, cremas y desodorantes.

5.1.5. Importancia económica del propóleo

Se determinó el porcentaje de ingresos económicos provenientes de la venta de subproductos de propóleo para los apicultores que respondieron a la encuesta (Cuadro 7).

Cuadro 7. Porcentaje del ingreso económico total atribuido a los subproductos de propóleo por número de apicultores. (Lira López, 2024).

Porcentaje de ingresos	No. de apicultores
0%	3
3%	1
3%	2
10%	1
15%	3
20%	3
30%	3
35%	1

5.2. Características de las muestras de propóleo al momento de ser donadas

Se encontró que la mayoría de las muestras de propóleo fueron entregadas en condiciones no ideales, por ejemplo: sin refrigeración, sin protección solar y en contacto directo con las manos. También se recibieron muestras contaminadas y compactadas, todas las muestras recibidas se obtuvieron por la técnica de raspado (Figuras 26, 27, 28 y 29)

Figura 26. Muestra sin conservación. (Lira López, 2024)

Figura 27. Muestra entregada con la mano (Lira López, 2024)

Figura 28. Muestra sin conservación
(Lira López, 2024)

Figura 29. Muestra sin conservación
(Lira López, 2024)

5.3. Resultados del análisis físico

Se evaluaron características físicas como color, aroma, sabor y consistencia del propóleo. Se observaron diversas variaciones en estos aspectos entre las muestras analizadas. Todas las muestras calificaron dentro de las características organolépticas establecidas en la NOM-003-SAG/GAN-2017 (Cuadro 8).

Cuadro 8. Resultados del examen físico de las 18 muestras de propóleo (Lira López, 2024)

NO. DE MUESTRA	COLOR	AROMA	SABOR	CONSISTENCIA
1	Verde Castaño	Resinoso	Suave Balsámico	Moldeable
2	Pardo	Resinoso	Suave Balsámico	Moldeable
3	Amarillo oscuro	Balsámico	Picante	Moldeable
4	Negro Oscuro	Balsámico	Suave Balsámico	Moldeable
5	Negro Oscuro	Balsámico	Suave Balsámico	Moldeable
6	Negro Oscuro	Balsámico/ceroso	Suave Balsámico	Moldeable
7	Negro	Balsámico	Suave Balsámico	Moldeable
8	Pardo	Resinoso	Suave Balsámico	Moldeable
9	Pardo	Resinoso	Suave Balsámico	Moldeable
10	Amarillo/Pardo	Copal	Fuerte balsámico	Rígido
11	Amarillo Oscuro	Balsámico/ceroso	Ceroso	Moldeable
12	Café	Balsámico	Suave balsámico	Moldeable
13	Pardo	Balsámico	Ceroso	Moldeable
14	Verde Oscuro	Balsámico	Picante	Moldeable
15	Verde Oscuro	Balsámico	Fuerte balsámico	Moldeable
16	Verde Oscuro	Balsámico	Fuerte balsámico	Moldeable
17	Verde Oscuro	Balsámico	Suave Balsámico	Moldeable
18	Verde Oscuro	Balsámico	Suave Balsámico	Moldeable

En la figura 30 podemos observar imágenes macroscópicas de tres diferentes muestras de propóleos estudiados.

Figura 30. Muestras macroscópicas de tres distintos propóleos
(Lira López, 2024)

En la figura 31 podemos observar imágenes de microscopio estereoscópico de tres diferentes muestras de propóleos de esta investigación.

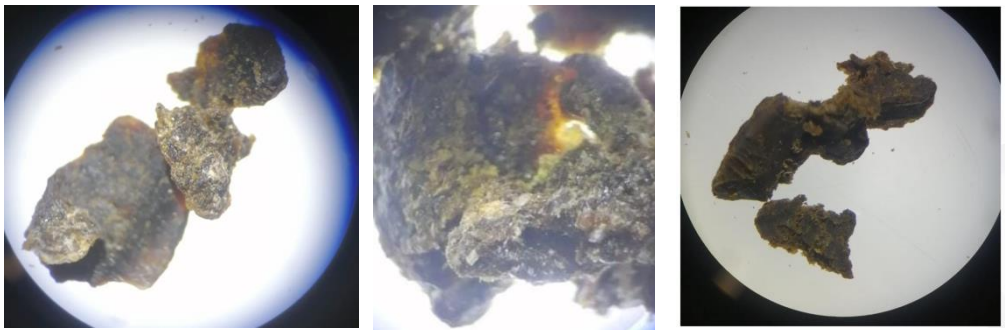


Figura 31. Imágenes microscópicas de tres muestras de propóleo
(Lira López, 2024)

5.4. Resultados del análisis químico

5.4.1 Resultados cualitativos de fenoles totales y flavonoides

Todos los extractos de propóleos sometidos a este examen reaccionaron adecuadamente a la colorimetría que indica la normatividad (Cuadro 9). Todas las variaciones de tonalidad se

encontraban dentro del espectro de posibilidades permitido por la normatividad.

Cuadro 9. Resultados de la prueba cualitativa de los propóleos analizados (Lira López, 2024)

MUESTRA	FENOLES	FLAVONOIDES
1	P	P
2	P	P
3	P	P
4	P	P
5	P	P
6	P	P
7	P	P
8	P	P
9	P	P
10	P	P
11	P	P
12	P	P
13	P	P
14	P	P
15	P	P
16	P	P
17	P	P
18	P	P
P: PRESENCIA		A: AUSENCIA

En las figuras 32 a 35 observamos algunas muestras de propóleo, con presencia de fenoles y flavonoides. Para una reacción positiva a fenoles totales (FEN) se observan colores obscuros y para flavonoides (FLA), colores que van del amarillo al rojo.

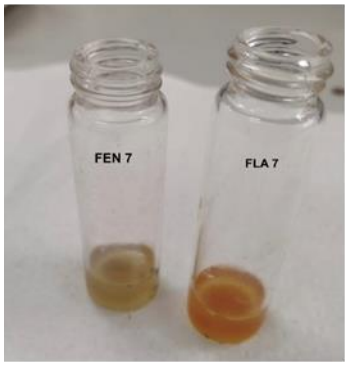


Figura 32.

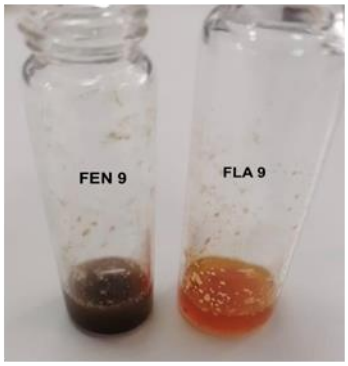


Figura 33.

Figura 34.

Figura 35.

Figura 32 a la 35. Resultados positivos prueba fenoles y flavonoides
(Lira López, 2024)

5.4.2. Resultados cuantitativos de compuestos fenólicos y flavonoides

Se observó que, en general, las muestras analizadas presentaron una mayor concentración de las biomoléculas medicinales en comparación con los estándares establecidos en la norma NOM-003-SAG/GAN-2017. Esto sugiere que la mayoría de las muestras cumplen con los requisitos normativos y, en muchos casos, los superan (Cuadro 10 y figura 36). Sin embargo, se identificaron dos excepciones específicas:

- Muestra 13 para flavonoides proveniente de Santo Domingo Ocotitlán: esta muestra no alcanzó el estándar establecido por la norma.
- Muestra 6 para compuestos fenólicos proveniente de San Andrés de la Cal: De manera similar, esta muestra no cumplió con el estándar requerido.

Cuadro 10. Porcentaje de compuestos fenólicos y de flavonoides en los propóleos analizados (Lira López, 2024)

Número de Muestra	Porcentaje de compuestos fenólicos %	Porcentaje de flavonoides %
1	11.31	2.18
2	9.23	1.67
3	11.01	2.94
4	13.76	4.33
5	7.52	0.78
6	4.27	9.01
7	13.46	4.71
8	16.88	4.33
9	13.21	5.72
10	10.64	1.67
11	14.31	4.58
12	15.84	4.08
13	8.37	0.28
14	16.03	3.57
15	12.54	2.30
16	7.64	0.91
17	13.21	4.20
18	10.03	1.29

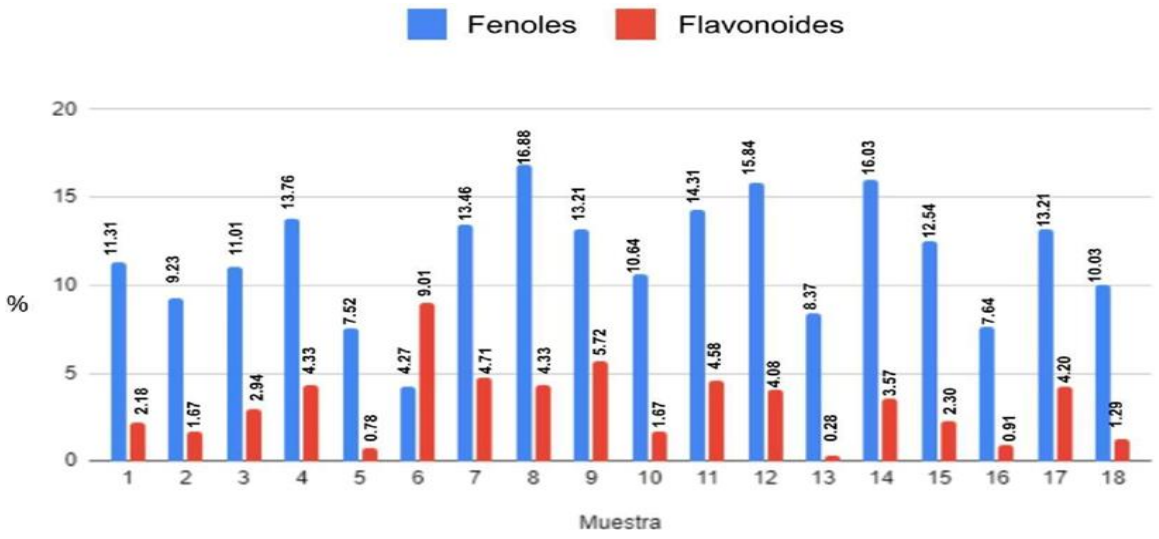


Figura 36. Porcentajes de compuestos fenólicos y flavonoides de las 18 muestras estudiadas (Lira López, 2024)

5.5. Resultados del análisis microbiológico

Los análisis realizados en las 18 muestras de propóleo revelaron resultados negativos respecto al efecto inhibitorio sobre el crecimiento de *Candida albicans* y *Escherichia coli*. No obstante, se evidenció inhibición frente a *Staphylococcus aureus* en varias muestras (Cuadro 11).

Cuadro 11. Resultados de la prueba de difusión en disco expresada en mm, frente a *Escherichia coli* (ATCC), *Candida albicans* (ATCC) y *Staphylococcus aureus* (ATCC).

NÚMERO DE MUESTRA DE PROPÓLEO (3)	*Escherichia coli*	*Candida albicans*	*Staphylococcus aureus*
1	X	X	7 mm
2	X	X	X
3	X	X	X
4	X	X	X
5	X	X	X
6	X	X	X
7	X	X	X
8	X	X	7 mm
9	X	X	8 mm
10	X	X	7 mm
11	X	X	X
12	X	X	10 mm
13	X	X	7 mm
14	X	X	9 mm
15	X	X	7 mm
16	X	X	7 mm
17	X	X	6 mm
18	X	X	5 mm
ANTIBIÓTICOS			
CLORANFENICOL	40 mm	-	-
PENICILINA	-	-	46 mm
KETOCONAZOL	-	38 mm	-

Cabe destacar que los halos de inhibición observados en estas muestras fueron menores en comparación con el control positivo generado por penicilina, el cual presentó un halo de inhibición de 46 mm (Figura 37).

Por otra parte, los controles realizados para *Escherichia coli* con cloranfenicol mostraron un halo de inhibición de 40 mm, y para *Candida albicans*, el ketoconazol produjo un halo de inhibición de 38 mm. Estos resultados demuestran la mayor efectividad de los antimicrobianos de referencia en comparación con las muestras de propóleo.

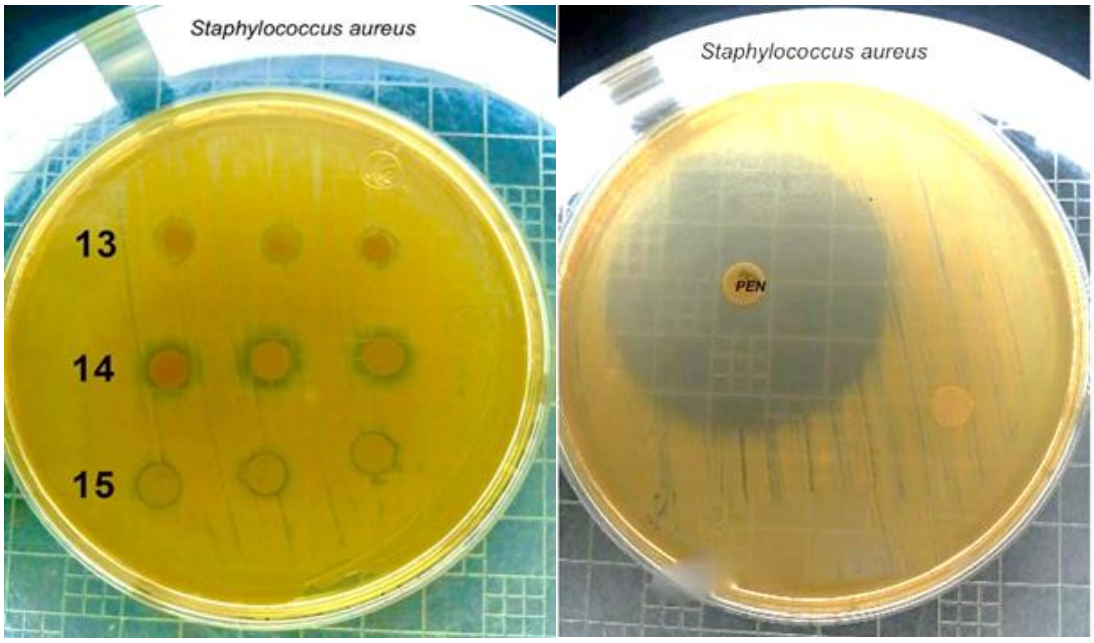


Figura 37. Halos de inhibición de los propóleos frente a *Staphylococcus aureus* (izquierda) y halo de inhibición de penicilina (derecha)
(Lira López, 2024)

6. DISCUSIÓN

6.1. Estado actual de la investigación sobre el propóleo en Tepoztlán

Hasta junio del 2024 no existe precedente de un estudio similar que sirva como referencia al presente trabajo, por lo tanto, no hay experiencia publicada que someta a examen la calidad de los propóleos de Tepoztlán. Este trabajo representa un punto de partida para futuras investigaciones científicas que categoricen y promuevan una explotación efectiva de su propóleo.

6.2. La normatividad como parámetro regulador

En cumplimiento del objetivo general de este estudio, que consiste en analizar la calidad de los propóleos de Tepoztlán según la legislación vigente, la discusión se centra en un análisis comparativo de los resultados obtenidos con la NOM-003-SAG/GAN-2017. Dado que la normatividad es un proceso fundamental y único para categorizar la calidad de los propóleos, es importante destacar que esta normativa se fundamenta en un proceso de investigación y en referencias objetivas. Además, incorpora experiencias y criterios de diversas normativas sobre la calidad del propóleo de otros países.

Entre los países destacan en la producción de propóleo son China, Brasil, Argentina, Cuba, Chile, Uruguay y Canadá, los cuales se benefician de estándares normativos que impulsan una producción excelente y reciben los beneficios correspondientes. Al considerar que México es uno de los principales productores de miel a nivel internacional, existen condiciones para un futuro prometedor en la explotación de calidad del propóleo *(Atlas Nacional de la Abeja y productos Apícolas*, 2024; Bucio Villalobos et al., 2016; Rodríguez Pérez, 2020).

6.3. Diferentes causas de la falta de efecto inhibitorio del crecimiento microbiano

Los resultados obtenidos en esta investigación sobre la calidad de propóleos de este municipio, satisfacen la normatividad en el ámbito organoléptico y químico, pero frente a microorganismos de referencia no hay efecto inhibitorio en *Escherichia coli y Candida albicans*, mientras que en *Staphylococcus aureus* el efecto de inhibición fue mínimo. En este caso, el efecto antimicrobiano se enfrentó a tres sustancias que funcionaron como control positivo y que se clasifican como antimicrobianos de prescripción específicos (ketoconazol, cloranfenicol y penicilina); en las tres el efecto inhibitorio fue evidente.

Otros estudios realizados en donde analizan propóleos del estado de Morelos muestran que cumplen la cantidad de compuestos bioactivos como compuestos fenólicos y flavonoides, pero su actividad antimicrobiana es similar a la encontrada en estos resultados. En el caso de Catalán (2018) observó efecto inhibitorio en contra de *Candida albicans;* Godoy (2019) reporta buena calidad tanto en el aspecto físico como en el químico y tiene efecto de inhibición contra

Staphylococcus aureus y Escherichia coli mientras que para *Candida albicans* esta muestra no presentó bioactividad. Dunzz Martínez (2018) reportó el efecto inhibitorio frente a los tres patógenos estudiados en este trabajo.

Por lo tanto, se deduce que la falta de efecto biológico de inhibición al crecimiento de los microorganismos confrontados con las muestras de propóleos estudiadas puede tener varias causas:

6.3.1. Influencia de la técnica microbiológica utilizada

La normativa vigente prescribe el uso de la prueba de difusión en agar, la cual es cualitativa y no permite determinar la concentración de los metabolitos activos ni la composición química de los propóleos. Esta información es importante para la categorización de los propóleos, ya que su composición y concentración pueden variar significativamente.

En la actualidad, se conocen más de 300 elementos químicos en los propóleos, y existe información que permite establecer las características biológicas de muchos de ellos. Por esta razón, se utilizan técnicas como la Microdilución en caldo para determinar Concentración Mínima Inhibitoria (CMI), que determina la menor concentración del extracto de propóleo con capacidad antimicrobiana, y la Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas, que permite identificar los componentes químicos de los propóleos. Estas técnicas como muchas otras que se están practicando, pueden mejorar la precisión en la evaluación de la actividad antimicrobiana, y contribuyen a un mejor entendimiento de la variabilidad y potencial de los propóleos en el ámbito de la salud (*Atlas Nacional de las Abejas y Derivados Apícolas*, 2024; Fonte-Carballo et al., 2016; Salamanca Grosso, 2017; Herrera, 1999).

6.3.2. Impacto de la técnica de raspado y rejilla utilizada en el proceso de recolección

En la actualidad, es bien sabido, basado en múltiples estudios de diversos autores, que la mejor técnica para cosechar propóleo de las colmenas es el uso de rejillas, también conocidas como mallas o trampas. Esta técnica garantiza una limitada posibilidad de contaminación, facilita el manejo y aumenta el rendimiento.

En varios países, incluyendo México, las regulaciones sobre la calidad del propóleo están fundamentadas en esta técnica y sus variantes, promoviendo altos estándares de calidad. Estas normativas aseguran que los productos de propóleo cumplan con ciertos criterios específicos para garantizar su pureza, eficacia y seguridad para los consumidores. Ejemplos de esto son la norma cubana creada en 1994, la norma de Argentina publicada en 2008 y la norma de Brasil emitida en 2001.

El *Atlas Nacional de las Abejas y Derivados Apícolas* también lo constata al dedicar un apartado a explicar las bondades de la técnica de obtención de propóleos mediante rejillas. Sin embargo, los apicultores que participaron en este trabajo informaron que todas las muestras fueron recolectadas utilizando la técnica de raspado, un manejo no deseado que potencialmente disminuye la calidad del propóleo. Esta técnica influye negativamente en la calidad del propóleo debido a la presencia de contaminantes y la compactación que se genera durante su obtención (Adanero, 2020*; Atlas Nacional de las Abejas y Derivados Apícolas*, 2024; Romero et al., 2023).

6.3.3. Influencia de la conservación del propóleo

Existen propóleos con características organolépticas y químicas aceptables, pero debido a la fragilidad en su manejo durante la obtención y conservación, los fenoles y flavonoides pueden perder su valor terapéutico. Esto podría explicar la falta de efecto inhibitorio de los propóleos estudiados. Cuanto más expuesto esté el propóleo a condiciones ambientales desfavorables, como luz, humedad y polvo, mayor será la probabilidad de que pierda calidad.

Se ha encontrado que la conservación del propóleo en congelación es más efectiva que en refrigeración, ya que la refrigeración puede permitir la colonización por hongos con el paso del tiempo. Además, las altas temperaturas favorecen la pérdida de calidad, dado que los fenoles y flavonoides son compuestos volátiles.

Es importante señalar que, aunque todos los apicultores encuestados afirmaron conocer la necesidad de conservar adecuadamente el propóleo, en la segunda visita se observó que la mayoría de las muestras no estaban en condiciones óptimas de resguardo (Bastos, 2021; Salamanca, 2017).

6.3.4. Tipo de flora y época de recolección del propóleo

Existen factores que influyen en las características físicas, químicas y biológicas de los propóleos, como la época del año en que se recolectan y la flora circundante de los apiarios de donde las abejas obtienen las resinas. Se destaca una relación estrecha entre la composición y función de los principios bioactivos y la flora, así como la estación del año de donde se origina el propóleo. La calidad del propóleo está influenciada por la variedad de metabolitos activos y la clasificación que se está generando a partir de estos factores. El conocimiento de las especies vegetales que visitan las abejas es fundamental, no solo porque son las fuentes de cosecha, sino también porque son la base para la identificación y estandarización química de los propóleos. En este trabajo no se consideraron estos dos factores, lo que sugiere que, en futuras valoraciones, se debe llevar un registro para una mejor categorización de los propóleos (*Atlas Nacional de las Abejas y Derivados Apícolas*, 2024; Rodríguez & Sánchez, 2022; Salamanca, 2017).

6.3.5. Tipos de abejas

Otro factor que influye en la producción de propóleo, y que los apicultores de Tepoztlán han manifestado, es la variedad de abejas. Esta variabilidad debe considerarse en la composición química del propóleo. La selección de abejas influye satisfactoriamente en el aumento de la producción de propóleo. Un aspecto importante son las diferencias genéticas entre las razas de abejas de la misma región, que pueden provocar variaciones en la composición del propóleo, dado que las abejas visitan plantas de diferentes especies. Sin embargo, a menudo parece haber una marcada preferencia por una o varias fuentes de resina, lo que resalta la importancia de considerar la especie de abeja en la producción (Adanero, 2020; Garay Renteria, 2018; López Mercado, 2022; Manrique & Colmenares, 2014)

6.4. Apicultura en Morelos y Tepoztlán

Se ha señalado que Morelos, por sus características naturales, es ideal para el desarrollo de la

apicultura, lo cual se extiende a Tepoztlán gracias a su biodiversidad y a la protección de más del 90% de su territorio. Se estima que en el estado de Morelos existen 1,360 apicultores, y esta cifra sigue en aumento. En 2021 Morelos se posicionó en segundo lugar como la entidad que envía más apicultores a Canadá para desarrollar esta actividad, lo que aumenta la posibilidad de importar experiencias y técnicas que beneficien el desarrollo de la apicultura (De la Cruz, 2003; Saldaña, 2022; Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020).

CONCLUSIONES

Se determinó que los distintos ecosistemas que se encuentran en el municipio de Tepoztlán tienen un gran potencial para favorecer el desarrollo de la apicultura de calidad, en este caso la producción de propóleo, debido a que se encuentran en una zona ecológicamente protegida por decreto presidencial lo que corresponde al 90 % del territorio.

A través de la forma en la que varios apicultores manejaron las muestras de propóleo donadas para este trabajo de investigación, desde la obtención por medio de la técnica de raspado hasta la conservación y entrega, se evidencia la falta de capacitación técnica para el aprovechamiento óptimo del propóleo, aunque poseen cierto nivel de información sobre estos puntos, la falta de asesoría técnica y programas de capacitación oficiales así como de una legislación aplicada para regular los procesos, evidencia la falta de consideración de la importancia del cuidado de estos aspectos y de una producción de propóleo técnicamente retrasada en comparación a otros países.

En el análisis físico de las muestras de propóleo mostró que en olor, color, sabor y consistencia se encuentran dentro de los parámetros que indica la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SAG/GAN-2017 para los propóleos de calidad.

Sin embargo, se encontraron varias muestras con contaminantes de madera y pintura debido a la técnica de obtención. Además, algunas muestras estaban compactadas manualmente, lo que merma de forma importante la biodisponibilidad de los agentes con actividad medicinal.

En los exámenes químicos que indica la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SAG/GAN-2017 se encontró que todas las muestras analizadas presentan fenoles y flavonoides. En el caso de su cuantificación, todos presentaron porcentajes por encima del mínimo establecido por la norma, con excepción de dos muestras: muestra 13 para flavonoides y muestra 6 para compuestos fenólicos.

En los exámenes microbiológicos se comprobó que los propóleos estudiados carecen de efecto inhibitorio de crecimiento frente a cultivos de *Escherichia coli* y *Candida albicans* en comparación con cloranfenicol y ketoconazol, respectivamente, sustancias antimicrobianas de referencia terapéutica. En el caso de *Staphylococcus aureus*, se reporta que el efecto inhibitorio

de las muestras de propóleo es mínimo en comparación con la penicilina, antibiótico de referencia, en el que el grado de inhibición del crecimiento fue muy superior. Esto indica que el carácter antimicrobiano de los propóleos analizados pese a tener presencia de compuestos fenólicos y flavonoides, no inhiben el crecimiento de los microrganismos estudiados.

Se comprobó la importancia de la normatividad NOM-003-SAG/GAN-2017 para determinar la calidad de los propóleos, ya que los resultados obtenidos proporcionan una evaluación objetiva de sus características biológicas. Esta normatividad es una herramienta esencial que guía a los apicultores en la comprensión, fortalecimiento y optimización de la producción de propóleo.

Además, la normatividad actualizada constantemente con los nuevos avances y conocimientos científicos, promovida y ejecutada por instituciones gubernamentales y académicas, constituye la base para la transición de una producción artesanal, a menudo irregular, hacia un proceso tecnificado y de calidad, acorde con la demanda actual del propóleo tanto en animales como en humanos, aprovechando sus conocidas virtudes.

Asimismo, esta normatividad debe respaldar los trabajos de investigación sobre las aplicaciones del propóleo, considerando también los factores que pueden influir en los resultados obtenidos.

Es concluyente que existe la necesidad de continuar con los estudios de los propóleos de Tepoztlán para poder categorizarlo a partir de los ajustes en las técnicas y en la consideración de los factores que influyen en sus propiedades para poder explotarlo a su máximo nivel.

PERSPECTIVAS

Desarrollo y capacitación técnica para los apicultores

Promover la capacitación técnica y de vanguardia sobre la extracción, conservación y procesamiento adecuados del propóleo. A fin de asegurar una producción de la más alta calidad que se refleje en su beneficio económico. Este desarrollo en la apicultura de Tepoztlán deberá estar fundamentado en la continuidad y creación de investigaciones como ésta, trabajando en conjunto instituciones educativas, gubernamentales e iniciativa privada utilizando la guía de la legislación existente.

Promoción y evaluación de propóleos

La investigación sobre los propóleos nacionales, enmarcada en la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SAG/GAN-2017, representa una oportunidad crucial para promover la calidad y estandarización de este recurso natural. Esta norma no solo proporciona un marco regulatorio que asegura la calidad de los propóleos, sino que también establece criterios o que pueden certificar su eficacia médica y aumentar la confianza del consumidor.

La implementación de esta norma permitirá un enfoque sistemático en la producción y comercialización de productos y subproductos del propóleo, beneficiando a los productores al facilitar la entrada a mercados más amplios y competitivos. Además, al estar en constante evolución, la norma se nutrirá de nuevos conocimientos generados por investigaciones continuas sobre las propiedades y aplicaciones del propóleo, contribuyendo a un entendimiento más profundo de su composición y beneficios.

Por lo tanto, en esta tesis se propone investigar no solo la efectividad de los propóleos bajo los estándares establecidos por la NOM-003, sino también analizar cómo la incorporación de nuevos hallazgos científicos puede enriquecer la normativa y, en consecuencia, maximizar el aprovechamiento de este recurso natural. Se busca así contribuir al desarrollo de un marco robusto que respalde el uso del propóleo en el ámbito de la salud y el bienestar, beneficiando tanto a productores como a consumidores.

Uso medicinal del propóleo

Promover el uso medicinal del propóleo como herramienta médica, objetiva, científica y económicamente accesible además de que la huella ecológica generada desde su obtención hasta su utilización es mínima.

ANEXO

CASO CLÍNICO

Paciente: Pedro

Especie: Felino

Raza: Europeo

Doméstico Sexo:

Macho

Edad: 3 meses

HISTORIA CLÍNICA

Pedro fue encontrado en las calles de Tepoztlán, presentando signos de desnutrición, infestación por pulgas y lesiones dermatológicas circulares en el cuello y zona lumbar (Figuras 38 y 39). Debido a su condición, fue trasladado al consultorio veterinario Nahual en el municipio de Tepoztlán para recibir atención médica.

MANEJO MÉDICO

Soporte General: Administración de vitaminas y una dieta adecuada para su edad y especie.

Desparasitación: Tratamiento para infestación externa e interna.

Diagnóstico dermatológico: Las lesiones fueron presuntivamente diagnosticadas como dermatofitosis. Se realizó una identificación de esporas mediante la técnica de KOH en el pelo circundante, que resultó positiva.

Pruebas adicionales: Aislamiento micológico para confirmar el diagnóstico y prevenir zoonosis, se aisló al paciente y se envió una muestra de pelo y escamas al Laboratorio Experto Veterinario en Ciudad de México. Los resultados confirmaron la presencia de *Microsporum canis*. **Aislamiento:** Dado el diagnóstico confirmado y la falta de condiciones adecuadas para el

manejo del paciente por parte del tutor, se decidió que Pedro permaneciera en el consultorio veterinario.

Tratamiento de la Infección Micótica: Baños con un jabón de propóleo, tres veces por semana. Aplicación tópica con una crema de propóleo cada 12 horas en las áreas afectadas, durante un período de cuatro semanas.

RESULTADOS

- **Primera semana:** Se observó ausencia de nuevas lesiones y una mejora en la lubricación de la piel y el pelaje en general. El eritema periférico en las áreas afectadas desapareció.
- **Cuarta semana:** las lesiones se resolvieron satisfactoriamente, mostrando una recuperación de la integridad dermatológica y crecimiento del pelo en ambas zonas (Figuras 40 y 41).

Figura 38. Lesión inicial a nivel lumbar antes del tratamiento.
(Lira López, 2024)

Figura 39. Lesión de la zona lumbar; cuarta semana de tratamiento.
(Lira López, 2024)

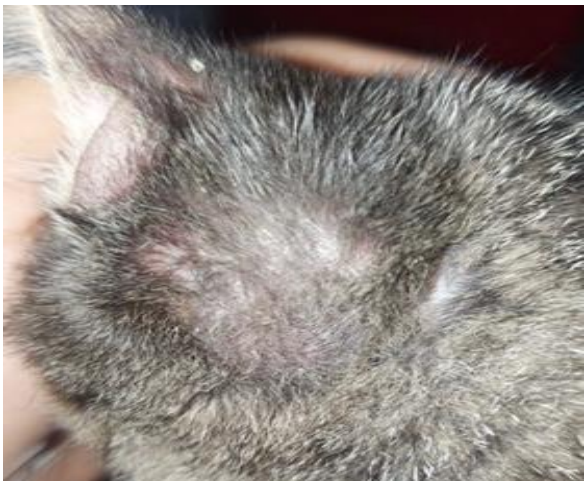


Figura 40. Lesión en la base de la oreja izquierda antes del tratamiento.
(Lira López, 2024)

Figura 41. Lesión en la base de la oreja cuarta semana de tratamiento
(Lira López, 2024)

CONCLUSIONES

El tratamiento con propóleo aplicado para la dermatofitosis ocasionada por *Microsporum canis* en Pedro resultó ser eficaz. Este hallazgo está respaldado por varios estudios previos:

- Estrada García (2012) y La Guardia García (2011) reportan la eficacia del propóleo contra *Microsporum canis.*
- Carmona Chávez (2023) demuestra que el propóleo de abejas nativas tiene efectos medicinales contra *Microsporum canis in vitro*.
- El *Atlas Nacional de la Abeja* menciona evidencias del Laboratorio de Servicio de Análisis de Propóleos sobre la capacidad antimicótica del propóleo.
- El propóleo utilizado en el tratamiento proviene del mismo apiario que donó la muestra número 16 analizada en esta tesis. Sin embargo, el propóleo empleado en el jabón y la crema fue cosechado en una temporada diferente a la de la muestra analizada. En este ensayo clínico, se aplicaron técnicas de conservación superiores a las empleadas anteriormente, garantizando un manejo de resina de mayor calidad.

Por lo tanto, esto muestra la efectividad del propóleo en el tratamiento en esta afección y se refuerza su utilización como una alternativa efectiva y natural para el tratamiento de la dermatofitosis en medicina veterinaria, en casos causados por *Microsporum canis*.

BIBLIOGRAFÍA

1.- Adanero Jorge, D. F. (2020, febrero 1). *Propóleos: Métodos de recolección y control de calidad* [Presentación]. XXII Jornada Malagueña de Apicultura, Málaga, España. https://www.mieldemalaga.com/asociacion/jornadas/ponencias/texto22-3.pdf

2.- Aravena, Carmen, Cáceres, Javiera, Bastías A., Adolfo, Opazo, Juan Francisco, Magna, Yasna, Saralegui, Claudia, Quintana, Camila, & Del-Campo, Rosa. (2021). Portación nasal, antibiotipo y genotipo de cepas de *Staphylococcus aureus* aisladas en estudiantes de Medicina y de Enfermería Campus San Felipe, Universidad de Valparaíso, Chile, durante el año 2017. *Revista chilena de infectología*, *38*(6), 774-782 https://dx.doi.org/10.4067/s0716-10182021000600774

3.- *Atlas Nacional de las Abejas y Derivados Apícolas*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2024). https://atlas-abejas.agricultura.gob.mx/

4.- Bankova, V., Bertelli, D., Borba, R., Conti, B. J., da Silva Cunha, I. B., Danert, C., ... & Zampini, C. (2016). Standard methods for *Apis mellifera* propolis research. *Journal of Apicultural Research*, *58*(2), 1-49 . https://doi.org/10.1080/00218839.2016.1222661

5.- Bastos, E. M. A. F. (2021). *Manual de producción de propóleo: Técnicas basadas en la producción de propóleo verde brasileño.* Ed. Asociación Provincial de Apicultores de Granada /ADSG Consejo Regulador de la DOP Miel de Granada. https://apinevada.com/media/files/news/PROPOLEOS_08web.pdf

6.- Becerra-Rojas, Sergio A., Maldonado-Roa, Estefany, & Castro-Molina, Susan Lorena. (2022). Efecto bioconservante del propóleo y su aplicación en la conservación de matrices cárnicas. *Perspectivas en Nutrición Humana*, *24* (1), 125-135. Publicación electrónica del 11 de febrero de 2022. https://doi.org/10.17533/udea.penh.v24n1a08

7.- Bedascarrasbure E. (2006). *Propóleos. Caracterización y normalización de propóleos argentinos. Revisión y actualización de componentes y propiedades químicas*. Ed. Magna https://docs.wixstatic.com/ugd/83c2cf_986b8dc334284215a8e51a2c0195de8d.pdf

8.- Berretta, A. A., Silveira, M. A. D., Cóndor Capcha, J. M., & De Jong, D. (2020). Propolis and its potential against SARS-CoV-2 infection mechanisms and COVID-19 disease:

Running title: Propolis against SARS-CoV-2 infection and COVID-19. *Biomedicine & pharmacotherapy = Biomedecine & pharmacotherapie*, *131*, 110622. https://doi.org/10.1016/j.biopha.2020.110622

9.- Bucio Villalobos, C. M., Navarro López, F. A., Martínez Jaime, O. A., Torres Morales, J. J., & García Aguilera, E. (2016). *Producción de propóleo en campo, recolectado por las abejas productoras de miel* (*Apis mellifera*). Universidad de Guanajuato. http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/1/4/88.pdf

10.- Catalan Maya, E. (2019). *Evaluación de la actividad antifúngica del propóleo del estado de Morelos contra diversas especies del género* Candida. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. http://132.248.9.195/ptd2019/octubre/0796309/Index.html

11.- Cabrera Cao, Y., Fadragas Fernández, A., & Guerrero Guerrero, L. G. (2005). Antibióticos naturales: Mito o realidad. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 21(3-4). Revisado en enero 2024 http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252005000300025

12.- Carmona Chávez, M. (2023). *Evaluación de la actividad antimicótica* in vitro *de propóleo procedente de abeja nativa* Scaptotrigona *mexicana contra* Microsporum canis. [Tesis de Maestría, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México]. http://132.248.9.195/ptd2023/junio/0840728/Index.html

13.- Comisión Estatal de Planeación y Desarrollo (2019). *Datos municipales de Tepoztlán.* Revisado en octubre 2024. https://coespo.morelos.gob.mx/images/Datos_municipales/2020/TEPOZTLN2019.pdf

14.- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2022). *Ficha técnica del área natural protegida El Tepozteco*. Revisado octubre 2024 https://simec.conanp.gob.mx/ficha.php?anp=71®=7

15.- De la Cruz, M. (2003). *La apicultura como una opción de desarrollo sustentable y contribución a la economía campesina: Proyecto en Tetecala, Morelos.* [Tesis de licenciatura, Escuela Nacional de Estudios Profesionales - Campus Acatlán, Universidad Nacional Autónoma de México].

https://ru.dgb.unam.mx/jspui/bitstream/20.500.14330/TES01000322380/3/0322380.pdf

16.- Díaz, M. P., & González Paya, G. G. (2018). Colibacilosis en gallinas reproductoras. *Revista de Sistemas de Producción Agroecológica*, 9(2), 52-76**.** https://revistas.unillanos.edu.co/index.php/sistemasagroecologicos/article/download/717/772/2949

17.- Dinev, I. (2021). *Enfermedades de las aves*. Global Ag Media. Recuperado de https://www.elsitioavicola.com/publications/6/enfermedades-de-las-aves/251/infeccian-por-staphyloco ccus/

18.- Dunzz Martínez, V. (2018). *Determinación de la capacidad antioxidante y antibacteriana de propóleos mexicanos.* [Tesis de licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México]. http://132.248.9.195/ptd2018/abril/0772695/0772695.pdf

19.- Estrada García, P. A. (2012). *Evaluación in vitro del efecto del propóleo sobre* Microsporum canis. [Tesis de licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México]. http://132.248.9.195/ptd2012/octubre/0685233/0685233.pdf

20.- Fairbrother, J. M., & Nadeau, É. (2006). *Escherichia coli*: On-farm contamination of animals. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, 25(2), 555-569. https://doc.woah.org/dyn/portal/digidoc.xhtml?statelessToken=3K-0h2-2myTh32hIa75IBP2f3zCzRA2NQwnKitZls0M=&actionMethod=dyn%2Fportal%2Fdigidoc.xhtml%3AdownloadAttachment.openStateless

21.- Farnesi, A. P., Aquino-Ferreira, R., De Jong, D., Bastos, J. K., & Soares, A.E.E. (2009). Effects of stingless bee and honey bee propolis on four species of bacteria. *Genetics and Molecular Research*, 8(2), 635-640. https://core.ac.uk/reader/37464666?utm_source=linkout

22.- Fernández Rodríguez, R. E., Bolivar-Anillo, H., Hoyos Turcios, C., Carrillo García, L., Serrano Hernández, M., & Abdellah, E. (2020). Antibiotic resistance: The role of man, animals and the environment. *Revista Salud Uninorte*, *36*(1), 298-324. https://doi.org/10.14482/sun.36.1.615

23.- Fonte-Carballo, L., Milián-Rodríguez, Y. E., & Díaz-Solares, M. (2016). *Potencialidad*

antimicrobiana y caracterización de propóleos de Melipona beecheii *provenientes de dos fincas agroenergéticas*. Pastos y Forrajes, 39(2), 149-156. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". https://doi.org/10.XXX

24.- Fuentes Mata, M. (1995). *Flora medicinal que se comercializa en la plaza del pueblo de Tepoztlán. Proyecto etnobotánico Centro INAH Morelos*. Simposio Historia y Antropología de Tepoztlán.

25.- Garay Rentería, P. D. (2018). *Caracterización química y actividad biológica de extractos etanólicos de propóleo del estado de Sinaloa*. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Sinaloa]. https://mcta.uas.edu.mx/pdf/repositorio/2015-2017/12_Garay_Renteria_Perla_Dinorah.pdf

26.- Gamboa Montejano, C., & Valdés Robledo, S. (2018). *Los Usos y Costumbres de Pueblos Indígenas: Derecho Comparado a Nivel Estatal.* Subdirección de Análisis de Política Interior, Cámara de Diputados. https://www.diputados.gob.mx/sedia/sia/spi/SAPI-ISS-04-18.pdf

27.-Godoy Flores, A. L. (2019). *Evaluación antibacteriana de propóleos mexicanos contra cepas de* Staphylococcus aureus, Escherichia coli *y* Pseudomonas aeruginosa *provenientes de muestras clínicas.* [Tesis de licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México]. http://132.248.9.195/ptd2019/abril/0787942/0787942.pdf

28.- González, M. D., & Vargas, C. E. (2014). *Efecto del propóleo en el control de patógenos agrícolas*. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 12(3), 45-60. https://www.redalyc.org/pdf/6729/672971119006.pdf

29.- González Búrquez, M. de J., Cruz Sánchez, T. A., Soto Zárate, C. I., Carrillo Miranda, L., & Fonseca Coronado, S. (2017). *In vitro* activity of propolis on domestic animal viruses: A review. *Interciencia*, 42(5), 272-276. https://www.redalyc.org/pdf/339/33952810002.pdf

30.- González Rodríguez, E.M. (2023). Turismo de salud en Tepoztlán. *La Unión*. Recuperado de https://www.launion.com.mx/blogs/turismo/noticias/214049-turismo-de-salud-en-tepoztlan.html

31.- Greene, C. E. (2012). *Infectious Diseases of the Dog and Cat* (4th ed.). Saunders.

32.- Guanche Gallardo, Dailen, & Issac, Marlenis. (2023). La vigilancia tecnológica y el proceso productivo del propóleos. *Economía y Desarrollo*, *167*(2). Epub 01 de julio de 2023. Recuperado en 11 de mayo de 2024, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0252-85842023000200014

33.- Herrera, M. G., et al. (2019). *El propóleo y su potencial económico como producto de la industria apícola*. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. El-propoleo-y-su-potencial.pdf

34.- Herrera, M. L. (1999). Pruebas de sensibilidad antimicrobiana: metodología de laboratorio. *Revista Médica del Hospital Nacional de Niños Dr. Carlos Sáenz Herrera*, *34* (Suppl.), 33-41. Recuperado 29 octubre 2024, de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1017-85461999000100010

35.- Instituto Mexicano del Seguro Social. (2016). *Diagnóstico y tratamiento de candidiasis orofaríngea en adultos en el primer nivel de atención: evidencias y recomendaciones.* Guía de práctica clínica, IMSS-794-16. https://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/guiasclinicas/794GER.pdf

36.- Instituto Mexicano del Seguro Social. (2016). *Diagnóstico y tratamiento de la candidiasis vaginal.* Guía de práctica clínica, IMSS-609-16. https://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/guiasclinicas/609GER.pdf

37.- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (1997). *Candida albicans*. https://www.insst.es/agentes-biologicos-basebio/hongos/candida-albicans

38.- Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas. (2017). *Etnografía de los nahuas de Morelos.* https://www.gob.mx/inpi/articulos/etnografia-de-los-nahuas-de-morelos

39.- La Guardia García, M. R. (2011). Actividad *in vitro* de seis tipos de propóleos nacionales contra los principales hongos dermatofitos y levaduriformes que afectan la piel y anexos en perros [Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://www.repositorio.usac.edu.gt/2888/1/Tesis%20Med%20Vet%20Maria%20Renne%20Laguardia% 20Garc%C3%ADa.pdf

40.- López Mercado, D. A. (2022). *Análisis documental del potencial del propóleo como posible coadyuvante al tratamiento farmacológico para la infección por SARS-CoV-2* [Tesis de

licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México].
http://132.248.9.195/ptd2022/diciembre/0833851/Index.html

41.- Loeffler, A., & Lloyd, D. H. (2010). Companion animals: a reservoir for methicillin-resistant Staphylococcus aureus in the community? *Epidemiology & Infection*, 138(5), 595-605. *a-reservoir-for-methicillinresistant-staphylococcus-aureus-in-the-community/ECCE8F5C36ED93A4270335 303FB9449E*

42.- Manrique, A. J., & Colmenares, O. (2014*)*. Selección de abejas propolizadoras en el municipio Guaicaipuro del estado Miranda, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, *32*(3), 195-205**.**
http://www.publicaciones.inia.gob.ve/index.php/zootecniatropical/article/view/449/348

43.- Mellenberger, R., & Kirk, J. (2016). *Vacas lecheras infectadas con* Staphylococcus aureus. Michigan State University / University of California, Davis. Traducido por Matías Fernández.
https:leche/123-Staphilococus_aureus.pdf

44.- Mendoza García, V. (2021). *Usos y aplicaciones del propóleo en medicina veterinaria* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México].
http://132.248.9.195/ptd2022/agosto/0827778/Index.html

45.- Moreno Grúa, E., Pérez Fuentes, S., Muñoz Silvestre, A., Viana Martín, D., Corpa Arenas, J. M., & Selva Martínez, L. (2018). *Staphylococcus aureus* en cunicultura y resistencia a antibióticos. *Boletín de Cunicultura Lagomorpha*, 188, 27-29.
http://hdl.handle.net/10637/10310

46.-Muñoz Rodríguez, L. C.,Linares Villalba, S. E., Narváez Solarte, W. (2011). Propiedades del propóleo como aditivo natural funcional en la nutrición animal. *Biosalud.10* (2). 101-111.
https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/biosalud/article/view/4744/4329

47.- Nachón Cicciarella, H. N., & Bosisio, C. R. (2005). *Enfermedades infecciosas de los equinos* (2ª ed.). Universidad de Buenos Aires.
https://www.fvet.uba.ar/fcvanterior/equinos/enferm_infecc_de_los_equinos-101012.pdf

48.- Noriega Salmón, V. (2014). *Efectos del propóleo en la salud humana y animal* [Tesis de licenciatura, Universidad de Cantabria].
https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/5580/NoriegaSalmonV.pdf?sequence=1&is Allowed=y

49.- Norma Oficial Mexicana NOM-003-SAG/GAN-2017, propóleos, producción y especificaciones para su procesamiento. 2017, 6 de octubre. Diario Oficial de la Federación, No. 7 https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5500103&fecha=06/10/2017

50.- Noticias UNAB. (2024, marzo 19). El propóleo, una promesa para la medicina natural y la apicultura sostenible. *Noticias UNAB.* https://noticias.unab.cl/el-propoleo-una-promesa-para-la-medicina-natural-y-la-apicultura-sostenible/

51.- Organización Mundial de la Salud. (2021). *Resistencia a los antimicrobianos*. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance

52.- Organización Mundial de la Salud. (2018, 7 de febrero). *E. coli*. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/e-coli

53.- Pasachova Garzón, J, Ramírez Martínez, S, & Muñoz Molina, L. (2019). *Staphylococcus aureus*: generalidades, mecanismos de patogenicidad y colonización celular. *Nova*, *17*(32), 25-38. Retrieved April 14, 2024, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702019000200025

54.- Pérez Arquillué, C., & Jimeno Benito, M. F. 1987. *El propóleo de las abejas*. Universidad de Zaragoza / CICAT / Diputación de Cantabria. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1987_07.pdf

55.- Petón, V., & Le Loir, Y. (2014). *Staphylococcus aureus* en medicina veterinaria. *Infección, genética y evolución*, 21, 602-615. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1567134813003079?via%3Dihub

56.- Quintero-Mora, M. L., Londoño-Orozco, A., Hernández-Hernández, F., Manzano-Gayosso, P., López-Martínez, R., Soto-Zárate, C. I., Carrillo-Miranda, L., Penieres-Carrillo, G., García-Tovar, C. G., & Cruz-Sánchez, T. A. (2008). Efecto de extractos de propóleos mexicanos de *Apis mellifera* sobre el crecimiento *in vitro* de *Candida albicans. Revista Iberoamericana de Micología*, 25(1), 22-26. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1130140608700068

57.- Rodríguez, J. L., & Sánchez, T. A. (2022). Composición fenólica, actividad antihemolítica, antiinflamatoria y antibacteriana de propóleos del sur de Sonora. *Biotecnia*, *24*(2), 1-10. https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/1746

58.- Rodríguez Pérez, B. (2019). *Potencialización de dos propóleos mexicanos para su aplicación en casos de medicina veterinaria*. [Tesis de Doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México]. http://132.248.9.195/ptd2019/agosto/0793056/0793056.pdf

59.- Rodríguez Pérez, B., Canales Martínez, M. M., Penieres Carrillo, J. G., & Cruz Sánchez, T. (2020). Composición química, propiedades antioxidantes y actividad antimicrobiana de propóleos mexicanos. *Acta Universitaria*, 30, 1-30. https://doi.org/10.15174/au.2020.2435

60.- Rojas N. M., De la Cuétara A., Vázquez N. M. (1990). Actividad antimicrobiana de una nueva estructura química aislada de una muestra de propóleo cubano. *Revista Biología (La Habana)* 4: 47–56 https://biblat.unam.mx/es/buscar/actividad-antimicrobiana-de-una-nueva-estructura-quimica-aislada-de-una-muestra-de-propoleo-cubano

61.- Rojas-Silva, Osleidys, Pavón-Rojas, Alejandro Jarol, Cisnero-Reyes, Lisvan, Escalona-González, Sergio Orlando, & Pérez-Gutiérrez, Gretel Luisa. (2022). La Medicina Natural y Tradicional en la prevención y el tratamiento de la COVID-19.*Revista Médica Electrónica*, *44*(1), 180-190. Epub 28 de febrero de 2022. Recuperado en 11 de marzo de 2024 http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242022000100180

62.- Romero, H. J., Martínez, S. E., Olivarez, J., & Achitte, E. A. (2023). Análisis de algunas técnicas de recolección de propóleos con propiedades curativas de usos alternativos. *Revista Digital de la Facultad de Odontología de la U.N.N.E*. (REDI), 7(1), 1-12. https://revistas.unne.edu.ar/index.php/rdo/article/view/7285/6696

63.- Saldaña Ramírez, A. (2022). La migración mexicana a Canadá en las estrategias de reproducción de los hogares: El caso de los apicultores de Tepoztlán, Morelos. *Revista Diarios del Terruño*, Segunda época, 14, 16-33. https://www.revistadiariosdelterruno.com/saldana-ramirez/

64.- Salamanca Grosso, G. (2017). Propóleos: Recolección, manejo y conservación. *Origen, naturaleza, propiedades fisicoquímicas y valor terapéutico del propóleo*. Sello Editorial. https://www.researchgate.net/publication/361466218_Propoleos_Recoleccion_Manejo_y_

conservacion

65.- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020, abril 13). La representación de Agricultura en Morelos continúa atendiendo a los productores de miel. Gobierno de México. https://www.gob.mx/agricultura/morelos/articulos/la-representacion-de-agricultura-en-morelos-continu a-atendiendo-a-los-productores-de-miel?idiom=es

66.- Secretaría de Economía. (2020). *Tepoztlán.* Recuperado de https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/tepoztlan

67.- Secretaría de Salud. (2015, agosto 20). *Normas Oficiales Mexicanas*. Recuperado de https://www.gob.mx/salud/en/documentos/normas-oficiales-mexicanas-9705

68.- Secretaría de Turismo. (2024). *Tepoztlán, Morelos.* Recuperado de https://www.gob.mx/sectur/articulos/pueblos-magicos-206528

69.- Sosa López, M. J., Cabrera, M., & Álvarez, G. (2017). *Estudio sobre el uso de propóleo en la salud*. Universidad Nacional del Nordeste. DOI:10.36610/j.jsab.2017.050100051

70.- Vargas-Sánchez, R. D., Torrescano-Urrutia, G. R., & Sánchez-Escalante, A. (2013). El propóleos: conservador potencial para la industria alimentaria. *Revista Inter Ciencia*, 38(10), 705-711. https://www.redalyc.org/pdf/339/33929482003.pdf

71.- Weese, J. S., Blondeau, J. M., Boothe, D., Breitschwerdt, E. B., Guardabassi, L., Hillier, A., Lloyd, D. H., Papich, M. G., Rankin, S. C., Turnidge, J. D., & Sykes, J. E. (2011). Antimicrobial use guidelines for treatment of urinary tract disease in dogs and cats: antimicrobial guidelines working group of the international society for companion animal infectious diseases. *Veterinary medicine international*, *2011*, 263768. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21776346/

72.- Zapata Gallo, L. V. (2024). *Infecciones nosocomiales a causa del* Staphylococcus aureus *en pacientes hospitalizados: Revisión sistemática* [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Ambato]. https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/41587/1/Zapata%20Lourdes.pdf

MESOGRAFIA DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1. https://www.researchgate.net/publication/361466218_Propoleos_Recoleccion_Manejo_y_conservacion
Cuadro 2. Lira López
Cuadro 3. Lira López
Cuadro 4. Lira López
Cuadro 5. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5500103&fecha=06/10/2017
Cuadro 6. Lira López
Cuadro 7. Lira López
Cuadro 8. Lira López
Cuadro 9. Lira López
Cuadro 10. Lira López
Cuadro 11. Lira López
Cuadro 12. Lira López
Cuadro 13. Lira López
Figura 1. https://mapas.org.mx/morelos-a-colores-con-nombres/
Figura 2. https://iica.edu.mx/declaratoria-del-parque-nacional-el-tepozteco-en-morelos/
Figura 3. https://www.facebook.com/tepoztlanOficial/?locale=es_LA
Figura 4. https://experienciasmx.travel/experiencia/senderismo-en) -tepoztlan
Figura 5. Donada por el apicultor
Figura 6. https://experienciasmx.travel/experiencia/senderismo-en) -tepoztlan
Figura 7. ttps://www.mielabejaobrera.com/propoleo-puro-abeja/
Figura 8. https://www.campogalego.es/el-propoleos-
Figura 9. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5500103&fecha=06/10/)2)017#gsc.tab=0
Figura 10. https://www.verdemiel.es/blog/2020/12/06/propoleo-de-abeja-naturalmente-saludable/
Figura 11. https://coronaapicultura.blogspot.com/2017/02/produccion-y-recoleccion-de-propoleos.html)
Figura 12. https://pro.campus.sanofi/es/dermatitis-atopica/articulos/complicaciones-infecciosas-de-la-dermatitis-
Figura 13. https://www.healthline.com/health/es/infeccion-en-la-piel
Figura 14. Donada por veterinaria Nahual de Tepoztlán
Figura 15. https://medios.unne.edu.ar/2023/10/20/la-presencia-de-un-hongo-en-el-)
Figura 16. https://gacetadental.com/2022/04/candidiasis-oral-sintomas-causas-y-tratamientos-
Figura 17. https://veterinariaortomolecular.com/candidas-en-perros/
Figura 18. https://elenemigoentucocina.com/noticias/como-el-descubridor-de-la-e-coli-lo-hizo-examinando-
Figura 19. https://mejorconsalud.as.com/escherichia-coli/
Figura 20. https://avicultura.com/diagnostico-rapido-de-virulencia-de-escherichia-coli-de-alta-patogenicidad-en-
Figura 21. https://casatecmilco.org/
Figura 22. Lira López
Figura 23. Lira López
Figura 24. Lira López

Figura 25. Lira López
Figura 26. Lira López
Figura 27. Lira López
Figura 28. Lira López
Figura 29. Lira López
Figura 30. Lira López
Figura 31. Lira López
Figura 32-35. Lira López
Figura 36. Lira López
Figura 37. Lira López
Figura 38. Lira López
Figura 39. Lira López
Figura 40. Lira López
Figura 41. Lira López