



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

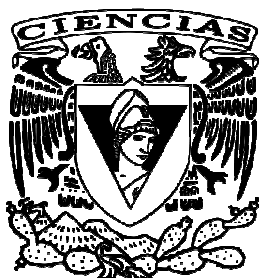
**PLANTAS MEDICINALES Y SU EFECTO ANTIMICROBIANO:
UN SERVICIO ECOSISTÉMICO DE LA
CUENCA DEL RÍO MAGDALENA, D.F.**

**T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
B I Ó L O G A**

**PRESENTA
AMABEL PAULA HERNÁNDEZ SÁNCHEZ**

**Directora
Dra. Lucía Almeida Leñero**

**Co-directora
M. en C. María de Jesús Sánchez Colín**



2009



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Hoja de Datos del Jurado

1. Datos del alumno

Hernández
Sánchez
Amabel Paula
56 50 96 56
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
302085781

2. Datos del tutor

Dra.
Lucía Oralia
Almeida
Leñero

3. Datos del sinodal 1

Dra.
María de Lourdes
Villers
Ruíz

4. Datos del sinodal 2

M. en C.
Eddy Cuauhtémoc
Martínez
Zurita

5. Datos del sinodal 3

M. en C.
Beatriz
González
Hidalgo

6. Datos del sinodal 4

M. en C.
María de Jesús
Sánchez
Colín

7. Datos del trabajo escrito.

Plantas medicinales y su efecto antimicrobiano:
un servicio ecosistémico de la cuenca del Río Magdalena, D.F.
89 p
2009

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a las personas
más importantes en mi vida

A mis abuelitos Paula y Chon gracias por hacerme
una niña feliz.

A mi mami y papi por su apoyo total, consejos,
amor y por construir una vida hermosa por mi y
para mi.

A Indi por su cariño, por ser mi gran cómplice y la
mejor hermanita.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México por haber permitido mi formación profesional.

A la Facultad de Ciencias y a sus buenos maestros por mostrarme las maravillas de la Biología.

Al laboratorio de Microbiología y Biología de suelos de la FES Zaragoza por su apoyo en el desarrollo de la fase de laboratorio.

Al Macroproyecto: Manejo de Ecosistemas y Desarrollo Humano, UNAM, SDEI-PTID-02 por su apoyo.

A todas las personas que me dieron una entrevista, gracias por compartirme sus valiosos conocimientos tradicionales.

A la Dra. Lucía Almeida por ser una buena maestra, por su apoyo y por estar siempre al pendiente del curso de esta investigación.

A la M. en C. Ma. de Jesús Sánchez por sus conocimientos transmitidos y su apoyo incondicional.

A la M. en C. Beatriz González por su amistad, su apoyo y confianza para la realización de este trabajo.

A la Dra. Lourdes Villers por su atención y tiempo brindado.

Al M. en C. Eddy Martínez por sus comentarios y ayuda.

A los integrantes del laboratorio Ecosistemas de Montaña de la Facultad de Ciencias por la información compartida y por su apoyo en campo.

A Rebeca, Fabiola, Nanci, Claudia, Luzma, Leslie, Denisse por ser buenas amigas, compañeras de muchos momentos y por su cariño desde hace tanto.

A todas mis amigas y amigos por su apoyo y por los buenos tiempos.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN.....	1
I. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS.....	2
1.1.1 Origen y desarrollo del concepto.....	2
1.1.2 Clasificación de los servicios ecosistémicos.....	3
1.1.3 Servicios ecosistémicos y la biodiversidad.....	3
1.1.4 Valor de los servicios ecosistémicos.....	4
1.1.5 Estudio interdisciplinario de los servicios ecosistémicos.....	4
1.2 PLANTAS MEDICINALES.....	5
1.2.1 Importancia de las plantas medicinales.....	5
1.2.2 México y las plantas medicinales.....	5
1.2.3 Índice consenso-enfermedad (ICE)	6
1.2.4 Principios activos de las plantas medicinales.....	6
1.2.5 Métodos de obtención de los principios activos.....	7
1.3 PRUEBA DE SENSIBILIDAD ANTIMICROBIANA.....	8
1.3.1 Antibiograma.....	8
1.3.2 Interpretación de resultados en los antibiogramas.....	9
1.3.3 Microorganismos patógenos.....	9
1.3.4 Agentes y efecto antimicrobiano.....	10
II. JUSTIFICACIÓN.....	11
III. HIPÓTESIS.....	11
IV. OBJETIVOS.....	11
V. ÁREA DE ESTUDIO.....	12

VI. MÉTODO.....	15
6.1 FASE DE CAMPO - PARTE UNO.....	15
6.1.1 Entrevistas.....	15
6.2 FASE DE GABINETE - PARTE UNO.....	15
6.2.1 Cálculo del Índice Consenso-Enfermedad.....	15
6.2.2 Selección de plantas medicinales.....	17
6.3 FASE DE CAMPO - PARTE DOS.....	17
6.3.1 Trabajo de colecta.....	17
6.4 FASE DE LABORATORIO.....	17
6.4.1 Identificación y preparación del material vegetal.....	17
6.4.2 Elaboración de la extracción hidroalcohólica o tintura.....	17
6.4.3 Obtención del extracto vegetal seco.....	18
6.4.4 Preparación de las concentraciones del extracto.....	18
6.4.5 Preparación e impregnación de los sensidiscos.....	18
6.4.6 Estandarización del inóculo.....	18
6.4.7 Pruebas de sensibilidad antimicrobiana.....	18
6.4.8 Diseño experimental.....	19
6.4.9 Cepas de microorganismos.....	19
6.5 FASE DE GABINETE - PARTE DOS.....	19
6.5.1 Análisis estadístico.....	19
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
7.1 Nombre y uso de las especies medicinales de la CRM.....	20
7.2 Índice consenso-enfermedad.....	25
7.3 Rendimiento del extracto vegetal seco.....	28
7.4 Pruebas de sensibilidad antimicrobiana para las ocho especies medicinales.....	29
7.5 Pruebas de sensibilidad antimicrobiana del extracto vegetal de <i>Arceuthobium vaginatum</i> subsp. <i>vaginatum</i>	31
7.6 Pruebas de sensibilidad antimicrobiana del extracto vegetal de <i>Buddleia cordata</i> subsp. <i>cordata</i>	33
7.7 Pruebas de sensibilidad antimicrobiana del extracto vegetal de <i>Equisetum hyemale</i> var. <i>affine</i> y de <i>Garrya laurifolia</i> subsp. <i>laurifolia</i>	34
7. 8 Pruebas de sensibilidad antimicrobiana del extracto vegetal de <i>Quercus crassipes</i>	34

7.9 Pruebas de sensibilidad antimicrobiana del extracto vegetal de <i>Sambucus nigra</i> var. <i>canadensis</i>	41
7.10 Pruebas de sensibilidad antimicrobiana del extracto vegetal de <i>Satureja macrostema</i>	44
7.11 Pruebas de sensibilidad antimicrobiana del extracto vegetal de <i>Solanum cervantesii</i>	51
VIII. CONCLUSIONES.....	60
IX. LITERATURA CITADA.....	62
X. APÉNDICE	
Apéndice 1. Entrevista.....	69
Apéndice 2. Bacterias y hongos patógenos del humano.....	70
Apéndice 3. Características botánicas y medicinales de las especies con valor alto de ICE.....	74
Apéndice 4. Análisis estadístico de <i>Arceuthobium vaginatum</i> subsp. <i>vaginatum</i>	78
Apéndice 5. Análisis estadístico de <i>Buddleia cordata</i> subsp. <i>cordata</i>	78
Apéndice 6. Análisis estadístico de <i>Quercus crassipes</i>	79
Apéndice 7. Análisis estadístico de <i>Sambucus nigra</i> var. <i>canadensis</i>	81
Apéndice 8. Análisis estadístico de <i>Satureja macrostema</i>	83
Apéndice 9. Análisis estadístico de <i>Solanum cervantesii</i>	86

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación de los servicios ecosistémicos (MA, 2003).....	3
Cuadro 2. Métodos extractivos de principios activos (Kuklinski, 2003).....	7
Cuadro 3. Escala de McFarland (Díaz <i>et al.</i> , 2005).....	9
Cuadro 4. Índice consenso-enfermedad (ICE).....	17
Cuadro 5. Bacterias y hongos patógenos utilizados en el experimento.....	19
Cuadro 6. Listado de especies medicinales utilizadas por los habitantes de la CRM, D.F.	21
Cuadro 7. Familias mejor representadas por especies medicinales utilizadas en la CRM, D.F.	23
Cuadro 8. Especies medicinales utilizadas por los habitantes de la CRM, D.F. por categoría de enfermedad y su valor de ICE	26
Cuadro 9. Especies medicinales de cinco categorías de enfermedad con valor alto de ICE (mayor a 0.7) sometidas a pruebas de sensibilidad antimicrobiana.....	27

Cuadro 10. Cantidad y rendimiento del extracto en peso seco.....	28
Cuadro 11. Respuesta inhibitoria de los diferentes extractos de plantas medicinales frente a bacterias patógenas.....	29
Cuadro 12. Respuesta inhibitoria de los diferentes extractos de plantas medicinales frente a hongos patógenos.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localización de la cuenca del río Magdalena (CRM), D.F.	13
Figura 2. Número de especies medicinales usadas por aparatos y sistemas en la CRM, D.F.	20
Figura 3. Formas de vida (%) de las plantas medicinales utilizadas en la CRM, D.F.	24
Figura 4. Partes de la planta (%) que se emplean como medicina en la CRM, D.F.	24
Figura 5. Número de especies medicinales mencionadas por categoría de enfermedad infecciosa.....	25
<i>Arceuthobium vaginatum</i> subsp. <i>vaginatum</i>	
Figura 6. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Streptococcus mutans</i>	31
Figura 7. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Streptococcus pyogenes</i>	32
<i>Buddleia cordata</i> subsp. <i>Cordata</i>	
Figura 8. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Streptococcus β-hemolítico</i>	33
<i>Quercus crassipes</i>	
Figura 9. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Corynebacterium xerosis</i>	35
Figura 10. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Enterococcus faecalis</i>	35
Figura 11. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Escherichia coli</i>	36
Figura 12. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Mycobacterium phlei</i>	36
Figura 13. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Staphylococcus aureus</i>	37
Figura 14. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Streptococcus β-hemolítico</i>	37
Figura 15. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Streptococcus mutans</i>	38
Figura 16. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Streptococcus pyogenes</i>	38
Figura 17. Tamaño promedio de los halos de inhibición a la CMI en ocho microorganismos.....	39
Figura 18. a) antibiograma de <i>C. xerosis</i> b) antibiograma de <i>E. faecalis</i> c) antibiograma de <i>S. mutans</i> d) antibiograma de <i>S. pyogenes</i> frente al extracto de <i>Q. crassipes</i>	40

Sambucus nigra* var. *canadensis

Figura 19. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Corynebacterium xerosis</i>	41
Figura 20. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Enterococcus faecalis</i>	42
Figura 21. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Staphylococcus aureus</i>	42
Figura 22. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Streptococcus mutans</i>	43
Figura 23. Tamaño promedio de los halos de inhibición a la CMI en cuatro microorganismos.....	43

Satureja macrostema

Figura 24. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Corynebacterium xerosis</i>	44
Figura 25. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Enterococcus faecalis</i>	45
Figura 26. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Staphylococcus aureus</i>	45
Figura 27. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Streptococcus β-hemolítico</i>	46
Figura 28. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Streptococcus mutans</i>	47
Figura 29. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Streptococcus pyogenes</i>	47
Figura 30. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Candida albicans</i>	48
Figura 31. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Candida stellatoidea</i>	49
Figura 32. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Geotrichum sp.</i>	49
Figura 33. Tamaño promedio de los halos de inhibición a la CMI en nueve microorganismos.....	50
Figura 34. a) antibiograma de <i>E. faecalis</i> b) antibiograma de <i>Geotrichum sp.</i> frente al extracto de <i>S. macrostema</i>	51

Solanum cervantesii

Figura 35. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Corynebacterium xerosis</i>	52
Figura 36. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Enterococcus faecalis</i>	52
Figura 37. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Escherichia coli</i>	53
Figura 38. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Staphylococcus aureus</i>	53
Figura 39. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Streptococcus β-hemolítico</i>	54
Figura 40. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Streptococcus mutans</i>	54
Figura 41. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Streptococcus pyogenes</i>	55
Figura 42. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Candida albicans</i>	55
Figura 43. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Candida krusei</i>	56
Figura 44. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Candida stellatoidea</i>	56
Figura 45. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de <i>Candida tropicalis</i>	57
Figura 46. Tamaño promedio de los halos de inhibición a la CMI en once microorganismos.....	57
Figura 47. a) antibiograma de <i>C. xerosis</i> b) antibiograma de <i>S. mutans</i> c) antibiograma de <i>C. albicans</i> frente al extracto de <i>S. cervantesii</i>	58

RESUMEN

Las propiedades medicinales que presentan las plantas de la cuenca del río Magdalena (CRM), D. F., son un servicio ecosistémico de provisión. Con el objetivo de conocer cuales son las plantas usadas en la medicina tradicional en la CRM y comprobar su efecto antimicrobiano por medio de pruebas *in vitro*, se entrevistaron a 50 habitantes de la zona. La información se analizó mediante el índice consenso-enfermedad (ICE).

Los informantes reportaron 43 especies de plantas medicinales, de las cuales 31 las utilizan para combatir infecciones. Los resultados en la aplicación del ICE señalan ocho plantas medicinales culturalmente importantes para tratar diversas infecciones: digestivas *Satureja macrostema*, *Garrya laurifolia* subsp. *laurifolia* y *Buddleia cordata* subsp. *cordata*, respiratorias *Sambucus nigra* var. *canadensis* y *Arceuthobium vaginatum* subsp. *vaginatum*, dermatológicas y del aparato reproductor femenino *Solanum cervantesii*, bucales *Quercus crassipes* y renal-urinarias *Equisetum hyemale* var. *affine*. De estas especies se obtuvo el extracto vegetal seco para realizar pruebas de sensibilidad antimicrobiana (antibiogramas) frente a diversos patógenos del humano (*Corynebacterium xerosis*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Mycobacterium phlei*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus β-hemolítico*, *Streptococcus mutans*, *Streptococcus pyogenes*, *Candida albicans*, *Candida krusei*, *Candida stellatoidea*, *Candida tropicalis* y *Geotrichum* sp.). Seis plantas medicinales presentaron inhibición microbiana, a una concentración mínima inhibitoria de 60 mg/mL.

La importancia de este trabajo radica en: rescatar el conocimiento tradicional acerca de uno de los servicios ecosistémicos de provisión que brinda la CRM: las plantas medicinales, reconocer que especies son culturalmente importantes para tratar diversas infecciones mediante el ICE y comprobar su efecto antimicrobiano.

Palabras clave: servicio de provisión, comunidad Magdalena Atlitlic, prueba de sensibilidad antimicrobiana, índice consenso-enfermedad, patógenos del humano.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Se define como servicios ecosistémicos (SE) a las condiciones y procesos naturales de los ecosistemas por medio de los cuales el hombre obtiene algún tipo de beneficio (Cairns, 1995). Estos son proporcionados gracias a la interacción de los componentes del ecosistema y a sus funciones. Procesos como el reciclado de nutrientes en el suelo, la fijación de nitrógeno, fósforo y otros elementos necesarios para que se pueda dar la producción primaria, constituyen la base para la producción de los servicios proporcionados por los ecosistemas, los cuales funcionan como limpiadores de desechos orgánicos, recicladores de elementos químicos y productores de bienes para el humano (Martínez, 2003). Los SE operan en escalas de tiempo y espacio muy variables por lo que su generación resulta de una compleja interacción de los ciclos naturales de materia y energía (Daily *et al.*, 1999). En algunos casos un SE es producto de dos o más funciones del ecosistema, en otros, una función del ecosistema contribuye a dos o más servicios ecosistémicos (Costanza *et al.*, 1997).

1.1.1 Origen y desarrollo del concepto. El concepto de *servicios* ofrecidos por los ecosistemas hacia las poblaciones humanas surge debido a un movimiento ambientalista de finales de los años sesenta. En esta época se desató una crisis ambiental y se cuestionó la capacidad del planeta para mantenerse y producir suficientes bienes para ser consumidos por las poblaciones humanas. Junto con una lista de los problemas ambientales más severos surgió la primera relación de servicios ecosistémicos que se proveen a las sociedades en un esfuerzo por comunicar a los tomadores de decisiones y al público en general acerca del estrecho vínculo entre el bienestar humano y el mantenimiento de las funciones básicas del planeta.

El término SE permite hacer un vínculo explícito entre el estado y funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano. Esta relación puede ser directa o indirecta, y los seres humanos pueden o no estar conscientes de su existencia. El interés por entender los SE y sus mecanismos de mantenimiento ha incrementado durante los últimos 15 años. En el año 2000 dio inicio un proyecto de cinco años, en el que se reunió el aporte de 2000 científicos y tomadores de decisiones de 85 países al que se le llamó Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (Millennium Ecosystem Assessment, MA). Los resultados que se obtuvieron sirven para el desarrollo de muchas investigaciones sobre SE y se espera que también ejerzan impacto en el diseño de políticas públicas. La evaluación incluye la definición del concepto de servicios y los tipos de ellos, y un esquema conceptual que permite relacionar aspectos socio-económicos de las sociedades con el tipo de manejo de los ecosistemas, los servicios que proveen y los distintos componentes del bienestar humano (Balvanera y Cotler, 2007).

1.1.2 Clasificación de los servicios ecosistémicos. El Millennium Ecosystem Assessment (MA, 2003) clasifica a los servicios ecosistémicos en: provisión, regulación, culturales y de soporte (Cuadro 1).

Cuadro 1. Clasificación de los servicios ecosistémicos (MA, 2003).

SERVICIOS DE PROVISIÓN	SERVICIOS DE REGULACIÓN	SERVICIOS CULTURALES
Productos obtenidos directamente del ecosistema <ul style="list-style-type: none"> • Alimentos y fibras • Agua • Combustibles • Productos bioquímicos: (medicinas naturales obtenidas de plantas o animales) • Recursos genéticos • Recursos ornamentales 	Beneficios obtenidos a partir de la regulación de los procesos que lleva a cabo un ecosistema <ul style="list-style-type: none"> • Regulación: del clima de enfermedades del agua • Purificación del aire • Polinización 	Beneficios intangibles obtenidos del ecosistema <ul style="list-style-type: none"> • Recreación y ecoturismo • Educación • Armonía y placer
<p style="text-align: center;">SERVICIOS DE SOPORTE</p> <p style="text-align: center;">Servicios necesarios para la producción de otros servicios ecosistémicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formación del suelo • Ciclo de nutrientes • Producción primaria 		

1.1.3 Servicios ecosistémicos y la biodiversidad. El mantenimiento de la biodiversidad garantiza la producción de SE (Martínez, 2003). Los cambios en la biodiversidad pueden llevar a cambios en el funcionamiento de un ecosistema, incluyendo la producción de servicios: a mayor biodiversidad mayor magnitud de los servicios ecosistémicos (MA, 2003). Ante la acelerada pérdida de la biodiversidad es necesario entender sus consecuencias sobre la provisión de SE. Los recursos naturales, tales como las plantas medicinales, representan elementos que el humano puede aprovechar, por tanto, resulta necesario una evaluación sobre el estado y tendencias de la capacidad de los ecosistemas mexicanos para brindar servicios, identificando dependencias entre servicios y biodiversidad, así como las consecuencias negativas del uso/consumo de servicios sobre esta. También es importante explorar la relación biodiversidad-servicios ecosistémicos a nivel local, e identificar especies clave para estos servicios (Balvanera, 2006).

1.1.4 Valor de los servicios ecosistémicos. Las actividades humanas alteran los procesos naturales, en la mayoría de los casos es imposible que retomen su ciclo natural. En este sentido, se deben tomar medidas que prevengan daños a los ecosistemas. Una es asignar el valor de uso y no uso a los servicios, para esto, es necesario tomar en cuenta las consideraciones siguientes (Cairns, 1995):

- Los SE son tan importantes para la supervivencia humana como los servicios tecnológicos
- Reemplazar a los SE con tecnología es un esfuerzo muy grande y costoso
- El mantenimiento del planeta es imposible sin los SE
- La cantidad de SE “*per cápita*” puede incrementarse por medio de la restauración ecológica de ecosistemas dañados.

1.1.5 Estudio interdisciplinario de los servicios ecosistémicos. La relevancia del concepto de SE para el manejo de los ecosistemas reside en que estos pueden ser considerados como indicadores de la calidad o capacidad de un ecosistema para la provisión de un beneficio específico a un actor social determinado. Desarrollar indicadores adecuados supone una buena comprensión y cuantificación del vínculo entre los beneficios que proveen los ecosistemas y sus propiedades ecológicas. Éste es el principal desafío que enfrentan los estudios de los SE para producir resultados relevantes. El concepto sugiere la existencia de aspectos ecológicos, biológicos, sociales y culturales incluyendo la percepción, valoración y apropiación que los propios actores hacen de ellos. La perspectiva interdisciplinaria que propone Cáceres y colaboradores (2007) integra:

- 1) La identificación de los beneficios que proveen los ecosistemas a distintos actores sociales y la caracterización de los SE asociados a cada beneficio y beneficiario, según su modo de vida
- 2) La caracterización de las propiedades de los ecosistemas y de su manejo que determinan la provisión de los SE en un ecosistema determinado
- 3) La comprensión desde la perspectiva de múltiples actores, de los conflictos y disputas en torno a estos servicios.

1.2 PLANTAS MEDICINALES

Una planta medicinal es cualquier planta que en una o más de sus partes se encuentran principios activos, que son utilizados con finalidad terapéutica (Cañigual y Vila, 1998). Estas sirven para disminuir o prevenir las enfermedades, alivian y devuelven la salud perdida (Méndez y Olaya, 2003).

1.2.1 Importancia de las plantas medicinales

- Ejercen sobre el organismo una acción global efectiva, a causa, de la interacción entre sus diferentes principios activos
- La administración oportuna y cuidadosa de la mayoría de las plantas tiene menos efectos secundarios que las sustancias sintéticas
- Tienden a estimular los sistemas de defensa del organismo, preparándolo contra la actividad de posibles agentes externos
- Su costo es mínimo, accesible a la mayor parte de la población
- Se basa en tradiciones orales y escritas
- Se puede utilizar para la atención primaria de la salud
- Sirven de complemento a tratamientos con medicamentos convencionales (Huerta, 1997; Diccionario integral de plantas medicinales, 2002).

1.2.2 México y las plantas medicinales. Desde la antigüedad el ser humano ha utilizado las plantas para curar, tranquilizar, adornar, perfumar, sazonar y cocinar. Las civilizaciones antiguas nos legaron sus conocimientos y saberes que han ido pasando de generación en generación, enriqueciendo la sabiduría popular y la investigación científica (Méndez y Olaya, 2003).

En México las plantas medicinales responden a una tradición cultural acumulada a través de los siglos. Nuestro país cuenta con una genealogía extensa en relación al conocimiento del uso tradicional de la flora (Olivas, 1999). La extraordinaria riqueza florística, ubica a México en cuarto lugar mundial, con más de 30,000 especies (Estrada y Quezada, 2002; Villaseñor, 2003) y ha permitido que la herbolaria floreciera desde la época prehispánica (Huerta, 1997), ubicándose en segundo lugar mundial con 3,352 especies con uso medicinal después de China (5,000 plantas medicinales), sin embargo, las investigaciones etnobotánicas indican que, de la vegetación total del área de influencia de las comunidades, al menos el 50% tiene algún uso medicinal, por lo que México puede llegar a tener 15,000 plantas medicinales, aunque solo se tenga registrado taxonómicamente poco más de la quinta parte (Estrada y Quezada, 2002).

Se calcula que en México y en todo el mundo, las plantas medicinales que han sido estudiadas fitoquímicamente no rebasan el 10%, las evaluadas farmacológicamente son menos del 5% y las estudiadas agrónomicamente ni siquiera llegan a la cifra de 1%. La información etnobotánica acerca del uso y propiedades medicinales que la población reconoce para diversas especies, desde este punto de vista cobra importancia, ya que permite valorar de manera científica tales recursos (Bye *et al.*, 1995; Huerta, 1997; Estrada y Quezada, 2002).

1.2.3 Índice consenso-enfermedad (ICE). Una de las disciplinas que pretende entender la forma en que el hombre interactúa con las plantas es la Etnobotánica, la cual ha desarrollado métodos que permiten al investigador describir y analizar cuantitativamente los patrones de uso de las floras medicinales. Estos métodos han probado ser muy útiles para el entendimiento de las complejas interacciones entre las poblaciones y su medio ambiente (Aguilar-Contreras *et al.*, 2006).

El índice consenso-enfermedad (Andrade-Cetto *et al.*, 2006) es una herramienta cuantitativa que evalúa:

- * El conocimiento acerca de la biología de una planta
- * El conocimiento de la planta como remedio para una enfermedad
- * Cuanto la gente aprecia el remedio de la planta para una enfermedad.

Por tanto, proporciona la información con respecto a la importancia relativa y el conocimiento sobre una especie de un informante individual y de la comunidad en su totalidad. El ICE está basado en los fundamentos siguientes:

- Las plantas medicinales no se seleccionan y no se utilizan al azar; el uso de una planta es un producto de una selección dirigida de la gente
- La gente tiene diversos grados de conocimiento y de aprecio hacia una especie, que se pueden analizar cuantitativamente
- Diversas especies se pueden distinguir con base a este conocimiento individual.

1.2.4 Principios activos de las plantas medicinales. El valor medicinal de una planta curativa se debe a la presencia en el tejido vivo de la planta de una o algunas sustancias químicas o principios activos que ejercen una acción farmacológica en los seres vivos (Merillon y Ramawat, 1999). Los principios activos de las plantas medicinales son moléculas que la planta ha sintetizado y almacenado en el curso de su crecimiento. Este tipo de moléculas provienen del metabolismo secundario. No se distribuyen de una manera uniforme por toda la planta, se concentran preferentemente en las flores, hojas, o raíces, aunque en algunas ocasiones también se pueden encontrar contenidos en semillas, frutos y corteza (Alonso, 2004).

El contenido de los principios activos en los tejidos vegetales puede variar en función de factores genéticos, ontogénicos y fenológicos propios de cada especie y puede ser afectado por las condiciones ambientales donde se desarrolla la planta. Entre los aspectos ambientales que pueden influir sobre la producción de principios activos se incluyen condiciones climáticas relacionadas con luz, temperatura y precipitación, así como características físicas y químicas del suelo. La consideración de estos factores es imprescindible para el estudio y aprovechamiento de estas sustancias (Villalobos, 2002).

Los principios activos se encuentran en un porcentaje a veces superior al 1%. La acción farmacológica o terapéutica de una planta medicinal depende de uno o varios principios activos, existiendo sinergismo y acciones coadyuvantes entre ellos, resultando más adecuada la acción de toda la planta en su conjunto que la de un determinado compuesto (Cañigueral y Vanaclocha, 2003).

1.2.5 Métodos de obtención de los principios activos. Existen varios métodos para obtener los principios activos (Cuadro 2). Los métodos de extracción con disolventes consisten en poner en contacto alguna parte de la planta con un disolvente capaz de solubilizar los principios activos. Estos deben pasar de la planta al disolvente de manera que se obtenga un extracto líquido, posteriormente dicho extracto se puede concentrar eliminando cantidad del disolvente (Kuklinski, 2003).

Cuadro 2. Métodos extractivos de principios activos (Kuklinski, 2003).

Métodos extractivos:

- Ⓜ Extracción mecánica: por expresión, con calor y con incisiones
- Ⓜ Destilación
- Ⓜ Extracción con gases
- Ⓜ Extracción con disolventes:
 - Continua- percolación, soxhlet
 - Discontinua- maceración, digestión, infusión, decocción

La extracción con disolventes discontinua es la más común debido a que no se necesita de sistemas complejos. Al sumergir alguna parte de la planta en el disolvente, la difusión de los principios activos se producirá en todas direcciones hasta alcanzar el equilibrio. Un ejemplo es la maceración o tintura, la cual logra una concentración muy alta de ciertos principios activos de la planta, principalmente los que son solubles en alcohol etílico absoluto (96°) (Pamplona, 2006).

1.3 PRUEBA DE SENSIBILIDAD ANTIMICROBIANA

Para determinar la actividad de los extractos de las plantas medicinales es necesario realizar un *antibiograma*, el cual es una prueba de sensibilidad antimicrobiana que evalúa la actividad de distintos agentes antibióticos frente a un microorganismo patógeno; sirve para identificar algún microorganismo patógeno e implantar la terapia más efectiva o para descubrir nuevos antibióticos. Es una técnica estandarizada en la que los resultados en cuanto a sensibilidad y resistencia se comportan de igual manera *in vitro* e *in vivo* (Granados y Villaverde, 1997). Su fundamento consiste en someter un determinado número de microorganismos procedentes de un inóculo a la acción de una o varias concentraciones de un agente antimicrobiano, incubar y observar si se produce o no crecimiento del microorganismo (Díaz *et al.*, 2005).

1.3.1 Antibiograma. Los antibiogramas se clasifican según la forma de incorporación del agente microbiano al medio de cultivo y según el medio empleado. El antibiograma más común es por difusión, el cual se realiza por medio del método de Kirby-Bauer o difusión en discos. Este método permite determinar la sensibilidad de un microorganismo a diferentes sustancias y así descubrir nuevos antibióticos, es una prueba de difusión en discos de papel filtro (sensidiscos) embebidos en concentraciones de sustancias que subsecuentemente se dejan secar (Granados y Villaverde, 1997). Al colocarlos sobre una caja con agar inoculado previamente con el aislamiento de hongos o bacterias, la sustancia se difunde al agar. Después de un periodo de incubación se obtienen resultados. La utilidad de esta técnica radica en su fácil ejecución, sus bajos costos y la estrecha correlación que tiene con la concentración mínima inhibitoria (Fernández *et al.*, 1996; Bedoya *et al.*, 2003; Díaz *et al.*, 2005). Para que los resultados de estas pruebas sean considerados como válidos se han unificado los diferentes parámetros: medios de cultivo, concentración del antimicrobiano, técnicas de inoculación (técnica de Barry) y tiempo de incubación (Granados y Villaverde, 1997). La técnica de Barry consiste en añadir inóculo a un mililitro de solución salina. Para la estandarización del inóculo se utiliza una escala turbidimétrica aceptada mundialmente, la escala de McFarland, la cual, relaciona la turbidez de patrones de sulfato bórico (mezcla de cloruro bórico al 1% y ácido sulfúrico al 1%) con el número de bacterias presentes en una muestra (Cuadro 3), así, si la muestra presenta la misma turbidez que el patrón 1 de la escala de McFarland, la carga será aproximadamente de 3×10^8 unidades formadoras de células/mL (UFC/mL) (Díaz *et al.*, 2005).

Cuadro 3. Escala de McFarland (Díaz *et al.*, 2005).

PATRÓN	BaCl ₂ 1%	H ₂ SO ₄ 1%	UFC/mL
1	0.1	9.9	3.0×10 ⁸
2	0.2	9.8	6.0×10 ⁸
3	0.3	9.7	9.0×10 ⁸
4	0.4	9.6	1.2×10 ⁹
5	0.5	9.5	1.5×10 ⁹
6	0.6	9.4	1.8×10 ⁹
7	0.7	9.3	2.1×10 ⁹
8	0.8	9.2	2.4×10 ⁹
9	0.9	9.1	2.7×10 ⁹
10	1.0	9.0	3.0×10 ⁹

1.3.2 Interpretación de resultados en los antibiogramas. Para la lectura de los resultados se debe medir el radio de los halos que aparecen alrededor de los diferentes sensibilizadores. Solo aparecerán halos de inhibición en el crecimiento del microorganismo, si éste presenta sensibilidad al antibiótico. Si el microorganismo es resistente se observa desarrollo hasta llegar al sensibilizador o por debajo de éste, por tanto, el radio del halo determina la sensibilidad o resistencia al antibiótico (Bedoya *et al.*, 2003).

1.3.3 Microorganismos patógenos. La patogenia microbiana es el resultado de la interacción entre un hospedero y un microorganismo; el resultado patológico en el hospedero, se determina por la cantidad de daño producido en él a causa de factores microbianos y de su respuesta inmune. La infección microbiana es el establecimiento de un microorganismo en un hospedero. La mayoría de las infecciones son seguidas por la multiplicación del microorganismo y progresan al estado de enfermedad, que es el resultado clínico observado en el hospedero después de que cierta cantidad de daño ha ocurrido (Salgado *et al.*, 2006).

La patogénesis depende de que el agente patógeno supere una serie de obstáculos para poder sobrevivir sobre o en el interior de un hospedero humano y causar una infección (Ingraham e Ingraham, 1999):

1. Mantener un reservorio, un lugar en el que pueda sobrevivir antes y después de la infección
2. Salir del reservorio y penetrar en el cuerpo de un hospedero humano
3. Adherirse firmemente a la superficie corporal del hospedero para colonizarla
4. Invasión del cuerpo para penetrar en las células y tejidos internos
5. Eludir los mecanismos de defensa que posee el cuerpo contra los invasores microbianos
6. Multiplicarse en el interior del cuerpo, produciendo sustancias tóxicas o estimulando en el hospedero una serie de reacciones que causen la enfermedad
7. Salir del cuerpo y volver de nuevo al reservorio o invadir un nuevo hospedero.

1.3.4 Agentes y efecto antimicrobiano. Se puede definir como agente antimicrobiano cualquier sustancia química (natural o sintética) que inhibe el crecimiento o destruye al microorganismo (Fernández *et al.*, 1996).

Se usa el sufijo *cida* cuando la sustancia ejerce un efecto letal irreversible al microorganismo: fungicida, bactericida. Se usa el sufijo *estático* cuando la sustancia ejerce un efecto inhibitor en el crecimiento del microorganismo: bacteriostático. La diferencia de estas sustancias es difícil, ya que en muchas ocasiones depende de la concentración a la que son usadas.

Para que un agente antimicrobiano sea considerado como tal debe:

- Poseer acción antimicrobiana
- Ser activo a bajas concentraciones
- Tener toxicidad mínima.

Los parámetros que son conocidos en todos los antimicrobianos son:

- CMA: concentración mínima antibiótica; a la cual ejerce su función
- CMI: concentración mínima inhibitoria; a la cual inhibe el crecimiento del microorganismo
- CMB: concentración mínima bactericida; a la cual es capaz de destruir a 10⁵ bacterias/mL (Ingraham e Ingraham, 1999).

Los antimicrobianos presentan diferentes formas de actuar sobre el microorganismo para inhibir su crecimiento o destruirlo (Curtis *et al.*, 1998). Los principales son:

- * Inhibición de la síntesis de la pared: bloquean el enlace de las cadenas de ácido N-acetilmurámico con los péptidos, impidiendo la formación de la pared bacteriana
- * Alteración de la permeabilidad de la membrana: los antibióticos se fijan a los grupos fosfatos de los fosfolípidos de la membrana, disminuyendo su tensión superficial provocando la salida masiva de los componentes citoplasmáticos de bajo peso molecular, destruyendo a la bacteria
- * Inhibición de la síntesis proteica: se fijan a las subunidades del ribosoma impidiendo las síntesis de proteínas
- * Inhibición de la síntesis de ácidos nucleicos: inhiben las enzimas encargadas de esta síntesis.

II. JUSTIFICACIÓN

La cuenca del río Magdalena (CRM), en el Distrito Federal, es importante, ya que sus bosques proporcionan diversos servicios ecosistémicos, como alimentos, provisión de agua, mantenimiento de suelo, purificación del aire a través de la captura y almacenamiento de carbono atmosférico, belleza escénica, productos bioquímicos obtenidos a partir de plantas medicinales, entre otros.

Debido a su cercanía con la Ciudad de México, es posible que los habitantes de la CRM se alejen del bosque o no se interesen por él y con esto, la comunidad sufra pérdida de conocimientos tradicionales, por esta razón resulta necesario rescatar los conocimientos en cuanto al uso de las plantas medicinales, ya que son un servicio ecosistémico de provisión que brinda esta zona, además conocer que plantas son usadas y valoradas por la comunidad mediante un método cuantitativo para conservarlas y/o cultivarlas, y por último comprobar el efecto antimicrobiano de las plantas usadas en la medicina tradicional, y así contribuir al estudio farmacológico de las especies medicinales del país.

III. HIPÓTESIS

Si dado los servicios ecosistémicos que provee la CRM, entonces se espera que las plantas medicinales sean un servicio ecosistémico de provisión importante para los habitantes de la zona, además se espera que las plantas medicinales que sean culturalmente importantes para combatir enfermedades infecciosas presenten actividad antimicrobiana.

IV. OBJETIVOS

General

- Conocer las plantas medicinales que son un servicio ecosistémico de provisión para los habitantes de la CRM y comprobar su efecto antimicrobiano por medio de pruebas *in vitro*

Particulares

- Conocer las plantas medicinales usadas en la CRM
- Conocer que plantas medicinales usadas para combatir diversas infecciones, son culturalmente importantes para los habitantes de la CRM, por medio del índice consenso-enfermedad (ICE)
- Evaluar el efecto antimicrobiano de las plantas medicinales seleccionadas a partir del ICE sobre patógenos humanos (*Corynebacterium xerosis*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Mycobacterium phlei*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus β-hemolítico*, *Streptococcus mutans*, *Streptococcus pyogenes*, *Candida albicans*, *Candida krusei*, *Candida stellatoidea*, *Candida tropicalis* y *Geotrichum sp.*)

V. ÁREA DE ESTUDIO

La cuenca del río Magdalena (CRM) se ubica al SW del Distrito Federal (D.F.) en la Sierra de las Cruces. Abarca las delegaciones políticas Magdalena Contreras, Álvaro Obregón y Cuajimalpa en las coordenadas geográficas 19° 13' 53" N y 99° 20' 30" W ocupando una extensión aproximada de 2,925 ha (Figura 1). Se localiza dentro de la Cordillera Volcánica Transmexicana con altitudes que van de 2,470 (límite urbano) hasta 3,850 m snm al SW (cerro del Muñeco) (Ávila-Akerberg, 2002). Abarca 4% del suelo de conservación del D. F. (Almeida-Leñero *et al.*, 2007). Colinda al SE con la cuenca del río Eslava, al NW con las cabeceras de las cuencas de los ríos Hondo, Mixcoac, Barranca de Guadalupe y San Miguel (Álvarez, 2000).

Esta área está formada por material ígneo extrusivo de origen terciario y cuaternario donde predominan los Andosoles (Nava, 2003), suelos jóvenes derivados de cenizas volcánicas (FitzPatrick, 1984).

Hay un gran número de escurrimientos, siendo el principal, el río Magdalena uno de los cuerpos de agua más importantes de la ciudad de México con aguas perennes y limpias dentro de la zona boscosa que aportan el 2% del recurso hídrico que se consume en el D.F. (Almeida-Leñero *et al.*, 2007). Éste, nace en las faldas de los cerros La Palma, San Miguel, Cochinos, Coconetla, siendo alimentado por numerosos manantiales y afluentes. El río Magdalena cuenta con un escurrimiento perenne debido a los manantiales que lo surten, tiene un curso en dirección NE, el cauce tiene una longitud aproximada de 21,600 m, una porción de esta agua es captada por la planta de tratamiento localizada en el primer Dinamo, y otra parte continúa hasta unirse al río Mixcoac para formar el río Churubusco, el cual desemboca en el Lago de Texcoco (Álvarez, 2000).

Los tipos de climas en la CRM son dos: en la parte urbana y hasta los 3,050 m snm el clima es templado subhúmedo con lluvias en verano; en la parte alta de los 3,100 a los 3,800 m snm, es semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano (García, 1988).

En cuanto a la vegetación, se distinguen tres comunidades vegetales (Nava, 2003):

Pinus hartwegii, distribuida en la parte más alta (3,420-3,800 m snm), donde se reconocen dos asociaciones vegetales: *Muhlenbergia quadridentata-Pinus hartwegii* y *Festuca tolucensis-Pinus hartwegii*.

Abies religiosa, ubicada en la parte media (2,750-3,500 m snm), en esta comunidad se reconocen tres asociaciones vegetales: *Acaena elongata-Abies religiosa*, *Roldada angulifolia-Abies religiosa* y *Abies religiosa-Senecio cinerarioides*.

Bosque mixto y de *Quercus*, en la parte baja (2,620-3,370 m snm), en esta comunidad se reconocen tres asociaciones vegetales: *Abies religiosa-Quercus laurina*, *Quercus laurina-Quercus rugosa* y *Pinus patula-Cupressus lusitanica*.

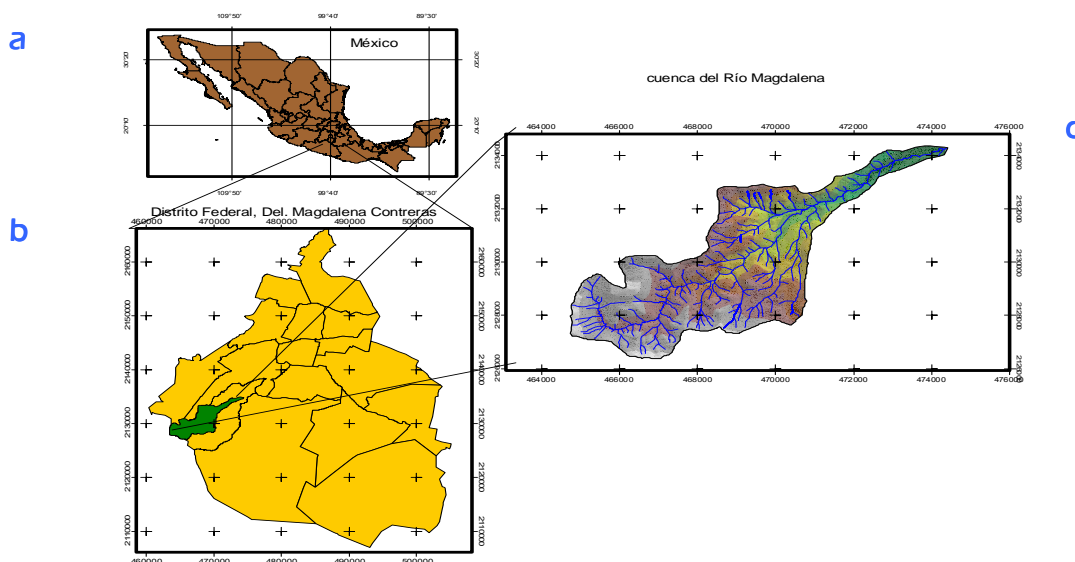


Figura 1. Mapa de localización de la cuenca del río Magdalena (CRM), D.F.

a) México b) Distrito Federal c) Cuenca del río Magdalena

Fuente: Laboratorio de Ecosistemas de Montaña, 2009.

En la CRM se han reportado hasta el momento 87 familias, 251 géneros y 487 especies de plantas vasculares y no vasculares. Por tanto, presenta 25% de la fitodiversidad de la cuenca del valle de México y 2.2% del total de la flora del país (Ávila-Akerberg *et al.*, 2008). Dentro de la fitodiversidad existente en la CRM 57 familias, 134 géneros y 186 especies son plantas útiles, de las cuales el 49% están reportadas en la literatura como plantas medicinales (García, 2008).

Los servicios ecosistémicos que brindan los bosques de la CRM según Almeida-Leñero *et al.*, 2007 son:

- Servicios de provisión - agua dulce, madera, alimento y productos no maderables.
- Servicios de regulación - control de erosión y mantenimiento de suelo; almacenamiento de nutrientes; control de plagas y enfermedades; control de sequías; control de inundaciones y remoción en masas; regulación de los regímenes de lluvia y el efecto de albedo; mantenimiento de la productividad de los ecosistemas acuáticos controlando la concentración de limo y nutrientes, la temperatura del agua y turbidez; purificación del aire a través de la captura y almacenamiento de carbono atmosférico; y regulación del agua superficial, subterránea, subsuperficial y basal.
- Servicios culturales - belleza escénica, ecoturismo, educación y herencia cultural.

En cuanto a habitantes la delegación Magdalena Contreras presenta una población total de 221,645 personas, de las cuales el 88% nació en la misma delegación. En la zona de influencia directa a la CRM se encuentra asentada el 11.54% de la población de la delegación Magdalena Contreras. El núcleo agrario con mayor extensión en esta zona es la comunidad Magdalena Atlitic. La comunidad se organiza de forma autónoma, conforma la asamblea, quien es la máxima autoridad comunal, que incluye a los 1779 comuneros, los cuales votan para la toma de decisiones incluyendo la elección de representantes comunales y comité de vigilancia. Debido a que esta comunidad tiene la mayor extensión de las tierras, es la que tiene mayor peso sobre el manejo de los recursos de la CRM (Ramos, 2008).

VI. MÉTODO

La metodología se llevó a cabo en tres fases: la fase de campo y la fase de gabinete ambas divididas en dos partes y la fase de laboratorio.

6.1 FASE DE CAMPO - PARTE UNO

6.1.1 Entrevistas. Para conocer si los habitantes de la CRM utilizan las plantas medicinales que crecen de manera silvestre en la zona de estudio se entrevistaron a 50 habitantes de la zona, además se realizó un taller participativo con los comuneros de la Magdalena Atlitlic. La entrevista se realizó con exhibición de material vegetal montado para que a los informantes les resultara más fácil identificar las plantas. La selección del material vegetal se hizo a partir del listado de plantas útiles de García (2008) y pertenece al microherbario del laboratorio de Ecosistemas de Montaña de la Facultad de Ciencias, UNAM. La entrevista (Apéndice 1) contiene 29 preguntas, 17 de estas son sobre información personal y sobre las plantas medicinales que usan para tratar diferentes padecimientos y las otras 12 preguntas se realizan para cada especie medicinal mencionada y están relacionadas con el índice consenso-enfermedad. Algunos informantes fueron seleccionados al azar en cuanto a edad y sexo, siendo su actividad principal el comercio, otros informantes fueron personas recomendadas por su saber en el uso de plantas medicinales.

6.2 FASE DE GABINETE - PARTE UNO

6.2.1 Cálculo del índice de consenso-enfermedad. Para calcular el ICE se utiliza una serie de preguntas que forman parte de una entrevista dirigida a los habitantes de una comunidad:

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1) Nombre de la planta | 7) Síntomas después de consumirla |
| 2) Descripción de la planta | 8) Frecuencia de uso |
| 3) Modo de preparación | 9) Considera si es efectiva o no |
| 4) Modo de consumo | 10) Cuanto tiempo le dura |
| 5) Dosis | 11) Como la conserva |
| 6) Características organolépticas | 12) Si la ha recomendado |

La serie de preguntas se realiza para cada una de las especies que sea mencionada en alguna categoría de enfermedad previamente definida. Las categorías de enfermedad en la entrevista fueron seis:

- infecciones digestivas
- infecciones respiratorias
- infecciones dermatológicas
- infecciones bucales
- infecciones del aparato reproductor femenino
- infecciones renal-urinarias

El análisis de las preguntas consiste en una evaluación binaria, donde: (1) indica conocimiento y (0) indica carencia de tal conocimiento. Se evalúa sobre la base de 12 preguntas, sin embargo, la metodología proporciona un método aplicable a tantas preguntas requiera el contexto de la investigación. Así se obtiene el valor individual para cada especie por mención. Posteriormente se hace la suma de los valores individuales para cada especie medicinal, se sustituye en la formula (Cuadro 4) y se calcula el ICE para cada planta que haya sido mencionada dentro de alguna categoría de enfermedad. Si todos los informantes tienen conocimiento sobre todos los aspectos de uso y biología de una planta medicinal, una especie puede obtener un máximo de uno en el valor de ICE. Una especie con valor de uno o valores cercanos a uno, se considera la planta medicinal más importante culturalmente usada por la gente en una comunidad para alguna enfermedad o categoría de enfermedad y es la ideal para su selección en posteriores estudios farmacológicos (Andrade-Cetto *et al.*, 2006).

Cuadro 4. Índice consenso-enfermedad (ICE).

$$ICE = \left(\frac{\sum_{i=1}^{\infty} V_{xi}}{C_c} m V_x \right) P_m^{-0.1}$$

Donde:

ICE: índice consenso-enfermedad

X: especie medicinal

$\sum V_{xi}$: suma de los valores individuales obtenidos para una especie dentro de una comunidad

$m V_x$: media de los valores individuales para una planta

C_c : coeficiente de correlación definido por el número máximo de informantes que se refirieron a una sola especie medicinal

$P_m^{-0.1}$: analiza la dispersión para una planta considerando el modo de preparación y las partes de la planta usadas

Fuente: (Andrade-Cetto *et al.*, 2006).

Se definió una séptima categoría llamada “otros padecimientos” para que en esta se ubicara a las plantas que fueran mencionadas para aliviar cualquier otra molestia que no se tratará de alguna infección definida en las categorías de enfermedad.

6.2.2 Selección de plantas medicinales. A partir de los valores de ICE que obtuvieron cada una de las plantas medicinales mencionadas en cada categoría de enfermedad, se eligieron las especies con valores cercanos a 1 para ser colectadas y posteriormente sometidas a la prueba de sensibilidad antimicrobiana, ya que, son las ideales para investigarles farmacológicamente, por ser las más conocidas y usadas dentro de una comunidad (Andrade-Cetto, 2006).

6.3 FASE DE CAMPO - PARTE DOS

6.3.1 Trabajo de colecta. Se colectaron las plantas medicinales seleccionadas elaborando su respectiva ficha de herbario. Se colectó entre 50 y 700 g en peso fresco por especie de diferentes organismos. El material vegetal se transportó en bolsas de papel de estraza al laboratorio, para evitar la humedad y la posible contaminación por hongos.

6.4 FASE DE LABORATORIO

6.4.1 Identificación y preparación del material vegetal. El material vegetal se determinó taxonómicamente utilizando la *Flora fanerogámica del Valle de México* (Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y col., 2001). Se desinfectó superficialmente con una solución de hipoclorito de sodio al 0.5% durante 5 minutos, posteriormente se enjuagó con agua destilada y se dejó secar a la sombra durante 10 días (Acosta *et al.*, 2002).

6.4.2 Elaboración de la extracción hidroalcohólica o tintura. El material vegetal se pesó en una balanza granataria y se colocó en frascos de boca ancha, color ámbar y tapas no metálicas. La elaboración de la tintura consistió en triturar la planta seca y ponerla en contacto con alcohol al 96% hasta cubrir el material por completo, los frascos se taparon, se etiquetaron y se almacenaron a temperatura ambiente durante 15 días en un lugar oscuro y se agitaron diariamente. Posteriormente se filtraron con papel filtro estéril, el material vegetal se desecho y el extracto líquido se almacenó nuevamente en el mismo frasco y en un lugar oscuro (Kuklinski, 2003; Fonnegra y Jiménez, 2007).

6.4.3 Obtención del extracto vegetal seco. El extracto en peso seco se obtuvo a través de la destilación de la tintura, se utilizó un rotavapor con una canastilla de calentamiento a 40° C a una presión de vacío de 10⁻⁴ bares (Kuklinski, 2003). El extracto seco obtenido se pesó en una balanza analítica, se guardó en cajas de Petri selladas con parafilm y se almacenaron en un lugar oscuro y fresco.

6.4.4 Preparación de las concentraciones del extracto. En una balanza analítica se pesaron 60, 90 y 120 mg de cada uno de los extractos en peso seco. Cada concentración de cada extracto se colocó en un frasco ámbar y se le añadió 1 mL de alcohol al 96%, se disolvieron y se almacenaron en un lugar oscuro.

6.4.5 Preparación e impregnación de los sensidiscos. Estos se prepararon con papel filtro Whatman # 41 con un diámetro de 0.6 mm, posteriormente se colocaron en un tubo de ensaye y se esterilizaron en la autoclave (Granados y Villaverde, 1997). Los sensidiscos se colocaron en cajas de Petri y se impregnaron de manera homogénea con las concentraciones preparadas del extracto, los sensidiscos testigo se impregnaron con alcohol al 96%.

6.4.6 Estandarización del inóculo. Se transfirieron colonias de bacterias y hongos con ayuda del asa bacteriológica, a un tubo preparado previamente con 1 mL de solución salina (NaCl 0.1%). La estandarización del inóculo microbiológico se realizó mediante la técnica de Barry y la escala de McFarland tomando como referencia el patrón número uno para el experimento (Cuadro 3 sección 1.3.1) (Díaz *et al.*, 2005).

El medio de cultivo utilizado para bacterias fue Agar Mueller-Hinton y para hongos Agar Dextrosa Saboraud. Los medios se esterilizaron en la autoclave a 120 libras durante 15 minutos, luego se vertieron 20 mL en las cajas de Petri y se dejó enfriar, posteriormente se agregó el inóculo en el medio de cultivo, se homogenizó y se dejó solidificar (Ramírez *et al.*, 2008).

6.4.7 Pruebas de sensibilidad antimicrobiana. Las pruebas se realizaron mediante la técnica de Kirby-Bauer. Una vez sólido el medio inoculado, se colocaron cuatro sensidiscos sobre él con ayuda de una pinza estéril. El sensidisco testigo se colocó al centro de la caja de Petri y alrededor de él se colocaron tres sensidiscos más, impregnados con 60, 90 y 120 mg/mL (Granados y Villaverde, 1997). Las cajas de Petri se cerraron con parafilm, se colocaron de manera invertida y se incubaron en la estufa, a una temperatura de 28° C por 24 horas para bacterias y 48 horas para hongos. Después de la incubación, se midió el radio de los halos de inhibición con un vernier digital (Bedoya *et al.*, 2003).

6.4.8 Diseño experimental. Constó de cuatro tratamientos, trece microorganismos y cinco repeticiones. Los cuatro tratamientos corresponden a las tres concentraciones de los extractos y al testigo. Se realizaron para cada microorganismo cinco repeticiones.

6.4.9 Cepas de microorganismos. Las cepas utilizadas en el experimento (Cuadro 5) fueron donadas por el laboratorio de microbiología general de la FES Zaragoza (Campus I), UNAM. La fisiología, estructura, epidemiología y enfermedades que causan cada una de las cepas se encuentran en el apéndice 2.

Cuadro 5. Bacterias y hongos patógenos utilizados en el experimento.

Bacterias	Hongos
<i>Corynebacterium xerosis</i>	<i>Candida albicans</i>
<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Candida krusei</i>
<i>Escherichia coli</i>	<i>Candida stellatoidea</i>
<i>Mycobacterium phlei</i>	<i>Candida tropicalis</i>
<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Geotrichum sp.</i>
<i>Streptococcus β-hemolítico</i>	
<i>Streptococcus mutans</i>	
<i>Streptococcus pyogenes</i>	

6.5 FASE DE GABINETE - PARTE DOS

6.5.1 Análisis estadístico. Los datos obtenidos de las pruebas de sensibilidad antimicrobiana para las diferentes especies vegetales se procesaron en el programa StatGrafic. Se aplicó una ANDEVA (análisis de varianza) y la prueba de Tukey, la cual compara las medias de los diferentes tratamientos, haciendo un análisis múltiple, a un nivel de confiabilidad del 95% y α de 0.05 (Cervantes *et al.*, 2006; Marques, 2004).

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Nombre y uso de las especies medicinales de la CRM

Se reportaron 43 especies de plantas medicinales, las cuales alivian los principales problemas de salud de los habitantes de la CRM que en orden de importancia y de acuerdo al número de especies usadas para este fin son problemas: del aparato digestivo como diarrea, vómito, dolor de estómago, parásitos, con 14 especies; de la piel como heridas, golpes, hemorragias con 13 especies; del aparato respiratorio como tos, dolor de pecho, resfriados, con 10 especies; del sistema músculo-esquelético como reumas, con 3 especies; del sistema renal-urinario como dolor de riñón, acumulación de agua, dolor al orinar, con 3 especies; de la boca como dolor de encías, aflojamiento de la dentadura, con 2 especies y del aparato reproductor femenino como comezón y ardor, con 2 especies (Figura 2).

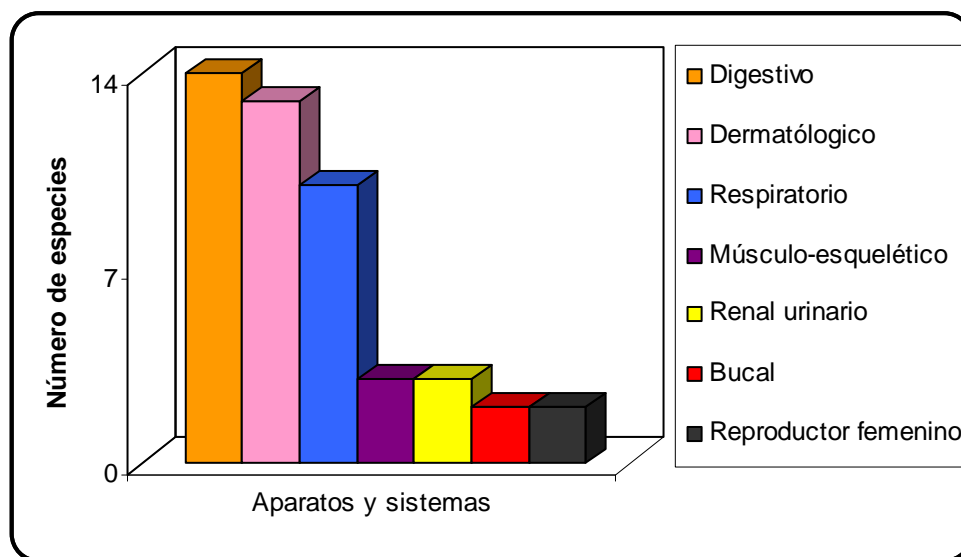


Figura 2. Número de especies medicinales usadas por aparatos y sistemas en la CRM, D.F.

Los informantes reportaron 47% del total de plantas medicinales presentes en la CRM, ya que en esta zona hasta el momento en la literatura se reportan 91 especies medicinales (García, 2008), esto puede reflejar que aún conservan conocimientos tradicionales, sin embargo, con el paso del tiempo podrían perderse debido a la cercanía de la CRM con la Ciudad de México y por esto nuevas generaciones se desinteresen en el bosque lo que lleva al desconocimiento y desaprovechamiento de los servicios ecosistémicos de provisión brindados por la CRM.

La lista de las 43 especies medicinales mencionadas en las entrevistas, familia a la que pertenece, forma de vida, nombre común, uso medicinal por aparato o sistema, parte usada y forma de uso, se muestran en el cuadro 6. La mayoría de las especies (treinta y nueve) presentan solo un uso, para cuatro especies se reportaron dos usos.

Cuadro 6. Especies medicinales utilizadas por los habitantes de la CRM, D.F.

Familia	Especie	Forma de vida	Nombre común	Uso medicinal por aparato o sistema	Parte Usada	Forma de uso
Apiaceae	<i>Eryngium carlinae</i>	Herbácea	Hierba del sapo	Renal-urinario	Parte aérea	Oral y tópico
Asteraceae	<i>Artemisia ludoviciana</i>	Herbácea	Estafiate	Digestivo	Parte aérea	Oral
	<i>Baccharis conferta</i>	Arbustiva	Escobilla	Respiratorio	Parte aérea	Oral
	<i>Bidens odorata</i>	Herbácea	Achual	Reproductor femenino	Parte aérea	Tópico
	<i>Cirsium ehrenbergii</i>	Herbácea	Cardo santo	Respiratorio	Tallos	Oral
	<i>Conyza canadensis</i>	Herbácea	Simonillo	Digestivo	Parte aérea	Oral
	<i>Erigeron pubescens</i>	Herbácea	Manzanilla cimarrona	Digestivo	Parte aérea	Oral
	<i>Ageratina petiolaris</i>	Arbustiva	Hierba del ángel	Dermatológico	Parte aérea	Tópico
	<i>Gnaphalium semiamplexicaule</i>	Herbácea	Gordolobo	Respiratorio	Parte aérea	Oral
	<i>Sanvitalia procumbens</i>	Rasante	Ojo de gallo	Digestivo	Parte aérea	Oral
	<i>Senecio salignus</i>	Arbustiva	Jarilla verde	Músculo-esquelético	Parte aérea	Oral
	<i>Taraxacum officinale</i>	Herbácea	Diente de león	Digestivo	Parte aérea	Oral
	<i>Zinnia peruviana</i>	Herbácea	Hierba del gallo	Digestivo	Parte aérea	Oral
Begoniaceae	<i>Begonia gracilis</i>	Herbácea	Ala de ángel	Dermatológico	Parte aérea	Tópico
Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i>	Herbácea	Lentejilla	Digestivo	Parte aérea	Oral
Buddlejaceae	<i>Buddleja cordata subsp. cordata</i>	Arbórea	Tepozán	Digestivo	Hojas jóvenes	Oral
Caprifoliaceae	<i>Sambucus nigra var. canadensis</i>	Arbórea	Sauco	Respiratorio	Flor	Oral
Equisetaceae	<i>Equisetum hyemale var. affine</i>	Herbácea	Carricillo	Renal-urinario	Tallos	Oral
Fagaceae	<i>Quercus crassipes</i>	Arbórea	Encino	Bucal	Corteza	Tópico
Garryaceae	<i>Garrya laurifolia subsp. laurifolia</i>	Arbórea	Aguacatillo	Digestivo	Corteza	Oral
Lamiaceae	<i>Cunila lythrifolia</i>	Herbácea	Poleo	Respiratorio	Parte aérea	Oral
	<i>Marrubium vulgare</i>	Herbácea	Manrubio	Digestivo y respiratorio	Parte aérea	Oral
	<i>Salvia microphylla</i>	Herbácea	Mirto	Digestivo	Parte aérea	Oral
	<i>Satureja macrostema</i>	Herbácea	Tabaquillo	Digestivo	Parte aérea	Oral
Loranthaceae	<i>Arcethobium vaginatum subsp. Vaginatum</i>	Epífita	Flor de ocote	Respiratorio	Tallos	Oral

Lythraceae	<i>Cuphea aequipetala</i>	Herbácea	Hierba del cáncer	Dermatológico	Parte aérea	Tópico
Onagraceae	<i>Oenothera rosea</i>	Herbácea	Hierba del golpe	Dermatológico	Parte aérea	Tópico
Papaveraceae	<i>Argemone platyceras</i>	Herbácea	Chicalote	Respiratorio	Parte aérea	Oral
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca icosandra</i>	Herbácea	Hierba mora	Dermatológico	Parte aérea	Tópico
Pinaceae	<i>Abies religiosa</i>	Arbórea	Oyamel	Respiratorio	Resina	Oral
	<i>Pinus hartwegii</i>	Arbórea	Pino	Respiratorio	Resina	Oral
Plantaginaceae	<i>Plantago major</i>	Herbácea	Llantén	Dermatológico y digestivo	Parte aérea	Oral y tópico
Polemoniaceae	<i>Loeselia mexicana</i>	Herbácea	Espinosilla	Dermatológico	Parte aérea	Tópico
Polygalaceae	<i>Rumex sp.</i>	Herbácea	Lengua de vaca	Dermatológico	Parte aérea	Tópico
Ranunculaceae	<i>Ranunculus sp.</i>	Herbácea	Pata de león	Renal-urinario y bucal	Parte aérea	Oral y tópico
Rubiaceae	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Herbácea	Trompetilla	Digestivo	Parte aérea	Oral
Scrophulariaceae	<i>Castilleja tenuiflora</i>	Herbácea	Cresta de gallo	Dermatológico	Parte aérea	Tópico
Solanaceae	<i>Cestrum sp.</i>	Arbustiva	Hierba del zopilote	Dermatológico	Parte aérea	Tópico
	<i>Datura stramonium</i>	Herbácea	Toloache	Músculo-esquelético	Parte aérea	Oral
	<i>Solanum cervantesii</i>	Arbustiva	Hierba mora	Dermatológico y reproductor femenino	Parte aérea	Tópico
	<i>Solanum marginatum</i>	Arbustiva	Cabalonga	Dermatológico	Parte aérea	Tópico
Urticaceae	<i>Urtica chamaedryoides</i>	Herbácea	Ortigailla	Músculo-esquelético	Parte aérea	Tópico
Verbenaceae	<i>Verbena carolina</i>	Herbácea	Verbena	Dermatológico	Parte aérea	Tópico

Las familias más importantes en cuanto al número de especies medicinales son: Asteraceae constituyendo el 28% (Cuadro 7) esto probablemente se deba a que Asteraceae es la familia mejor representada en cuanto a número de géneros y especies en la CRM (Ávila-Akerberg, *et al.*, 2008), además es conocida la presencia de metabolitos secundarios en una gran número de especies de esta familia, como sesquiterpenos, saponinas triterpenoides que incrementan la penetración del fármaco en la piel, y flavonoides. La siguiente familia que sobresale es Lamiaceae, donde especies como *Marrubium vulgare* y *Salvia microphylla* poseen un aceite esencial rico en diterpenoides, triterpenoides conocido por su acción antiséptica y carminativa. Los taninos también se presentan en esta familia los cuales tienen propiedades astringentes. Solanaceae es otra familia con el mismo porcentaje que la anterior, las especies contienen una amplia variedad de alcaloides y saponinas esteroides que poseen actividad antiinflamatoria (Aguilar-Contreras, *et al.*, 2006; Kuklinski, 2003).

Cuadro 7. Familias mejor representadas por especies medicinales utilizadas en la CRM, D.F.

Familia	Especies	%
Asteraceae	12	28
Lamiaceae	4	9
Solanaceae	4	9
Pinaceae	2	5
Otras	21	49
Total	43	100

En cuanto a la forma de vida de las plantas medicinales, se usan más las herbáceas con 29 especies que representan el 68%, le siguen las arbustivas y arbóreas con seis especies respectivamente, y con una especie epifitas y rasantes (Figura 3). El uso predominante de las herbáceas puede deberse a que es la forma de vida con mayor número de especies en la familia Asteraceae (Rzedowski, 1972).

Con relación a la parte de la planta que más se emplea con fines medicinales en la CRM son: la rama o parte aérea que consiste en tallos y hojas con o sin flor (Figura 4). Al respecto, el humano, al descubrir la utilidad de las plantas, probablemente utilizó primero las partes más evidentes y de mayor persistencia (Cedillo, 1990). La forma más común de preparar los remedios para administrarlos es el cocimiento que consiste en hervir durante un periodo de 5 a 15 minutos el órgano adecuado de la planta (93%) y el órgano fresco es la otra forma de uso (7%).

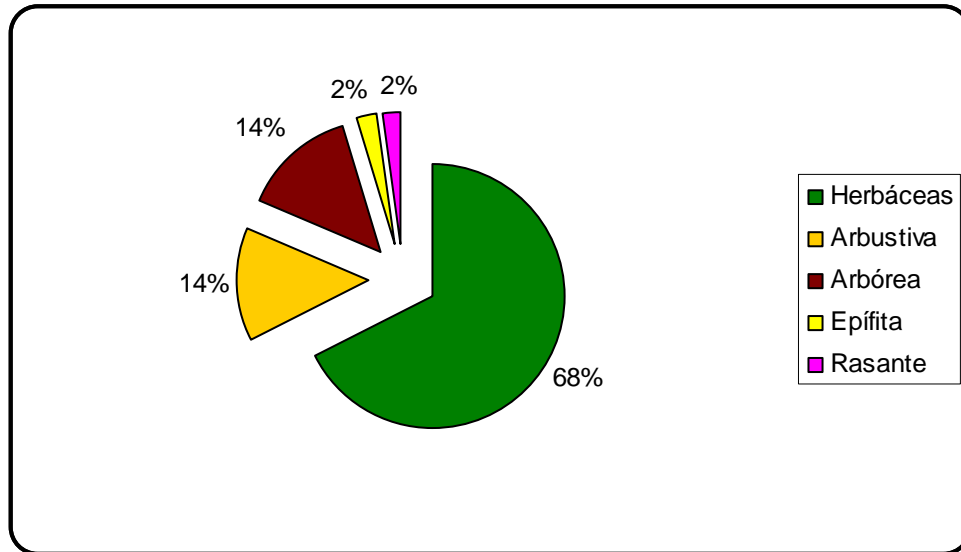


Figura 3. Formas de vida (%) de las plantas medicinales utilizadas en la CRM, D.F.

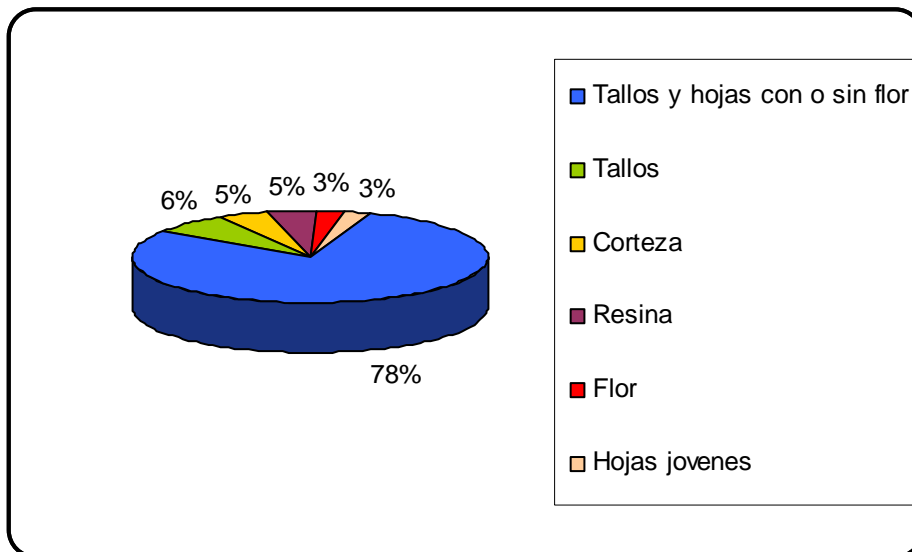


Figura 4. Partes de la planta (%) que se emplean como medicina en la CRM, D.F.

7.2 Índice consenso-enfermedad

De 43 plantas medicinales reportadas, 31 especies son utilizadas como antimicrobianas, es decir, para combatir enfermedades infecciosas. En la categoría de enfermedad “infecciones digestivas” se mencionaron diez especies medicinales, en “infecciones dermatológicas” nueve especies, en “infecciones respiratorias” siete especies, en “infecciones bucales” dos especies, en “infecciones del aparato reproductor femenino” dos especies y en “infecciones del sistema renal-urinario” una especie (Figura 5). El valor de ICE se obtuvo para cada una de las plantas medicinales mencionadas por categoría de enfermedad (Cuadro 8).

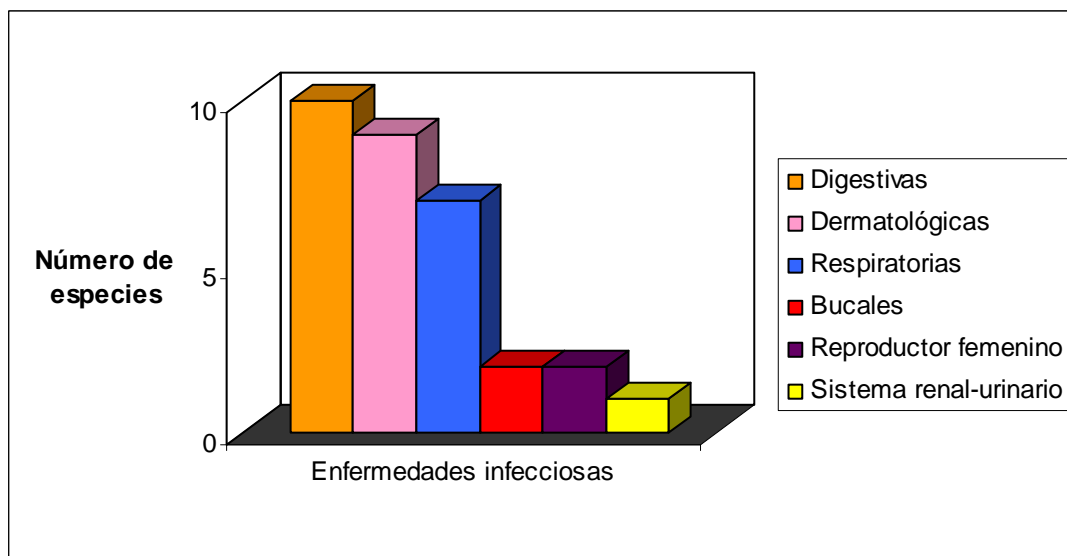


Figura 5. Número de especies medicinales mencionadas por categoría de enfermedad infecciosa.

Cuadro 8. Especies medicinales utilizadas por los habitantes de la CRM, D.F. por categoría de enfermedad y su valor de ICE

Categoría de enfermedad	Especie medicinal	ICE
Infecciones digestivas	<i>Satureja macrostema</i>	1
	<i>Garrya laurifolia</i> subsp. <i>Laurifolia</i>	0.78
	<i>Buddleja cordata</i> subsp. <i>Cordata</i>	0.71
	<i>Artemisia ludoviciana</i>	0.43
	<i>Lepidium virginicum</i>	0.32
	<i>Erigeron pubescens</i>	0.25
	<i>Plantago major</i>	0.14
	<i>Sanvitalia procumbens</i>	0.1
	<i>Taraxacum officinale</i>	0.06
	<i>Zinnia peruviana</i>	0.04
Infecciones dermatológicas	<i>Solanum cervantesii</i>	0.98
	<i>Cuphea aequipetala</i>	0.65
	<i>Eupatorium petiolare</i>	0.42
	<i>Plantago major</i>	0.29
	<i>Phytolacca icosandra</i>	0.29
	<i>Castilleja tenuiflora</i>	0.24
	<i>Cestrum</i> sp.	0.17
	<i>Solanum marginatum</i>	0.16
	<i>Verbena carolina</i>	0.1
Infecciones respiratorias	<i>Sambucus nigra</i> var. <i>canadensis</i>	0.98
	<i>Arcethobium vaginatum</i> subsp. <i>vaginatum</i>	0.94
	<i>Gnaphalium semiamplexicaule</i>	0.64
	<i>Pinus hartwegii</i>	0.18
	<i>Abies religiosa</i>	0.1
	<i>Argemone platyceras</i>	0.06
	<i>Baccharis conferta</i>	0.04
Infecciones bucales	<i>Quercus crassipes</i>	1
	<i>Ranunculus</i> sp.	0.18
Infecciones del aparato reproductor femenino	<i>Solanum cervantesii</i>	0.98
	<i>Bidens odorata</i>	0.16
Infecciones renal-urinarias	<i>Equisetum hyemale</i> var. <i>affine</i>	1

Una especie medicinal con un valor de ICE cercano a uno refleja que es una planta con importancia cultural para tratar esa categoría de enfermedad y por esto es ideal para estudiarla farmacológicamente (Andrade-Cetto *et al.*, 2006). Por esta razón, se seleccionaron especies por categoría de enfermedad con valor mayor a 0.7 para someterlas a pruebas de sensibilidad antimicrobiana (Cuadro 9).

La especie medicinal *Solanum cervantesii* fue mencionada en dos categorías de enfermedad, en ambas presentó un valor de ICE cercano a uno.

Los informantes presentan mayor conocimiento de plantas medicinales para tratar infecciones digestivas, dermatológicas y respiratorias, por tanto, es probable que las enfermedades infecciosas en estos aparatos sean las comunes que enfrenta la comunidad.

Las características botánicas y medicinales de las especies presentes en el cuadro 9 se encuentran en el apéndice 3.

Cuadro 9. Especies medicinales de cinco categorías de enfermedad con valor alto de ICE (mayor a 0.7) sometidas a pruebas de sensibilidad antimicrobiana.

Categoría de enfermedad	Especie medicinal	Nombre común	ICE
Infecciones digestivas	<i>Satureja macrostema</i>	Tabaquillo	1
	<i>Garrya laurifolia</i> subsp. <i>Laurifolia</i>	Aguacatillo	0.78
	<i>Buddleia cordata</i> subsp. <i>Cordata</i>	Tepozán	0.71
Infecciones respiratorias	<i>Sambucus nigra</i> var. <i>canadensis</i>	Sauco	0.98
	<i>Arceuthobium vaginatum</i> subsp. <i>vaginatum</i>	Flor de ocote	0.94
Infecciones dermatológicas y del aparato reproductor femenino	<i>Solanum cervantesii</i>	Hierba mora	0.98
Infecciones bucales	<i>Quercus crassipes</i>	Encino	1
Infecciones renal-urinarias	<i>Equisetum hyemale</i> var. <i>affine</i>	Carricillo	1

7.3 Rendimiento del extracto vegetal seco

El cuadro 10 muestra los resultados en cuanto a la obtención de extracto vegetal en peso seco, a partir de las tinturas de las especies vegetales.

El orden de las plantas medicinales de este apartado en adelante es alfabético.

Cuadro 10. Cantidad y rendimiento del extracto en peso seco.

Especie	Parte macerada	Peso seco (g)	Tintura (mL)	Extracto en peso seco (g)	Rendimiento en %
<i>Arceuthobium vaginatum</i> subsp. <i>vaginatum</i>	Tallos	695	810	47.61	6.85
<i>Buddleia cordata</i> subsp. <i>cordata</i>	Hojas jóvenes	175	420	8.99	5.13
<i>Equisetum hyemale</i> var. <i>affine</i>	Tallos y rizomas	180	1200	5.98	3.32
<i>Garrya laurifolia</i> subsp. <i>laurifolia</i>	Corteza	170	590	15.27	8.98
<i>Quercus crassipes</i>	Corteza	160	300	4.8	3
<i>Sambucus nigra</i> var. <i>canadensis</i>	Flores	210	470	21.56	10.26
<i>Satureja macrostema</i>	Flores, hojas y tallos	140	610	4.53	3.23
<i>Solanum cervantesii</i>	Flores, hojas y tallos	55	145	1.26	2.29

La información obtenida sirve como línea de base para conocer la cantidad de estructura de planta seca que se necesita para obtener la cantidad de extracto vegetal en peso seco requerido y así evitar el desperdicio de ambos en posteriores análisis que proporcionen más información acerca de estas especies como la realización de pruebas de toxicidad.

7.4 Pruebas de sensibilidad antimicrobiana para las ocho especies medicinales

• Pruebas de sensibilidad antibacteriana

El siguiente cuadro muestra en que cepas de bacterias hubo efecto inhibitorio causado por el extracto vegetal seco de cada una de las plantas evaluadas.

El orden en el que aparecen las cepas de microorganismos de esta sección en adelante es alfabético.

Cuadro 11. Respuesta inhibitoria de los diferentes extractos de plantas medicinales frente a bacterias patógenas.

Especie medicinal	Bacterias								Total de bacterias inhibidas
	Cx	Ef	Ec	Mp	Sa	S β	Sm	Sp	
<i>Arceuthobium vaginatum</i> subsp. <i>vaginatum</i>	x	x	x	x	x	x	✓	✓	2
<i>Buddleia cordata</i> subsp. <i>cordata</i>	x	x	x	x	x	✓	x	x	1
<i>Equisetum hyemale</i> var. <i>affine</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	0
<i>Garrya laurifolia</i> subsp. <i>laurifolia</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	0
<i>Quercus crassipes</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	8
<i>Sambucus nigra</i> var. <i>canadensis</i>	✓	✓	x	x	✓	x	✓	x	4
<i>Satureja macrostema</i>	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	6
<i>Solanum cervantesii</i>	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	7

Cx). *Corynebacterium xerosis*; Ef). *Enterococcus faecalis*; Ec). *Escherichia coli*; Mp). *Mycobacterium phlei*;
Sa). *Staphylococcus aureus*; S β). *Streptococcus β -hemolítico*; Sm). *Streptococcus mutans*; Sp). *Streptococcus pyogenes*.
(✓) presenta sensibilidad al extracto vegetal (x) presenta resistencia al extracto vegetal

- **Pruebas de sensibilidad antifúngica**

El cuadro 12 muestra en que cepas de hongos hubo efecto inhibitorio causado por el extracto vegetal seco de cada una de las plantas evaluadas.

Cuadro 12. Respuesta inhibitoria de los diferentes extractos de plantas medicinales frente a hongos patógenos.

Especie medicinal	Hongos					Total de hongos inhibidos
	al	kr	ste	tro	geo	
<i>Arceuthobium vaginatum</i> subsp. <i>vaginatum</i>	x	x	x	x	x	0
<i>Buddleia cordata</i> subsp. <i>cordata</i>	x	x	x	x	x	0
<i>Equisetum hyemale</i> var. <i>affine</i>	x	x	x	x	x	0
<i>Garrya laurifolia</i> subsp. <i>laurifolia</i>	x	x	x	x	x	0
<i>Quercus crassipes</i>	x	x	x	x	x	0
<i>Sambucus nigra</i> var. <i>canadensis</i>	x	x	x	x	x	0
<i>Satureja macrostema</i>	✓	x	✓	x	✓	3
<i>Solanum cervantesii</i>	✓	✓	✓	✓	x	4

al) *Candida albicans*; kr) *Candida krusei*; ste) *Candida stellatoidea*; tro) *Candida tropicalis*; geo) *Geotrichum* sp.

(✓) presenta sensibilidad al extracto vegetal (x) presenta resistencia al extracto vegetal

7.5 Pruebas de sensibilidad antimicrobiana del extracto vegetal de *Arceuthobium vaginatum* subsp. *vaginatum*

El extracto tuvo efecto positivo en dos cepas de bacterias:

Streptococcus mutans. Las concentraciones de 60, 90 y 120 mg/mL causaron efecto inhibitorio en la cepa. Con las tres concentraciones se presentó un tamaño promedio de halos de inhibición de 3.5 mm (Figura 6).

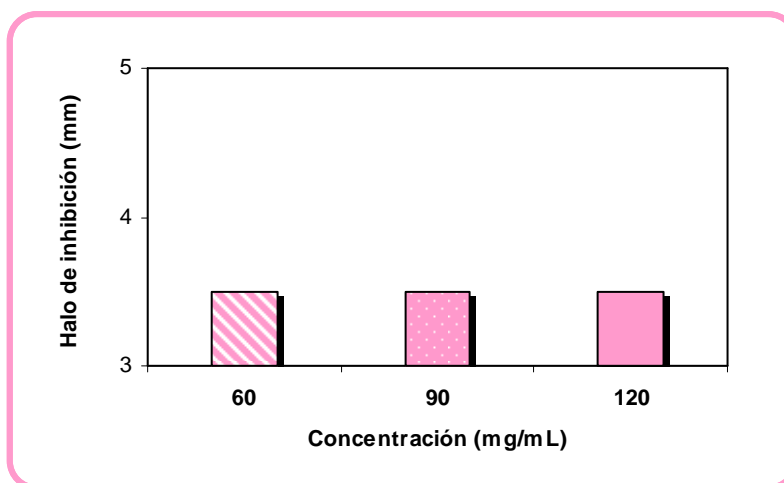


Figura 6. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Streptococcus mutans*.

Las tres concentraciones se comportan estadísticamente iguales, esto quiere decir que se obtiene el mismo efecto inhibitorio usando cualquiera de las tres (apéndice 4.1), si se desea obtener este resultado se recomienda usar la concentración de 60 mg/mL por ser la concentración mínima inhibitoria (CMI) y para evitar desperdicio de extracto vegetal seco. Si se desea obtener mayor inhibición se recomienda probar una concentración mayor a 120 mg/mL y posteriormente estudiar su toxicidad.

Streptococcus pyogenes. Los resultados promedio del tamaño de los halos de inhibición en las tres concentraciones probadas se observan en la figura 7. Hay efecto inhibitorio con las tres concentraciones. Con la concentración de 60 mg/mL, se presenta un tamaño promedio de halos de 3.5 mm siendo esta la (CMI).

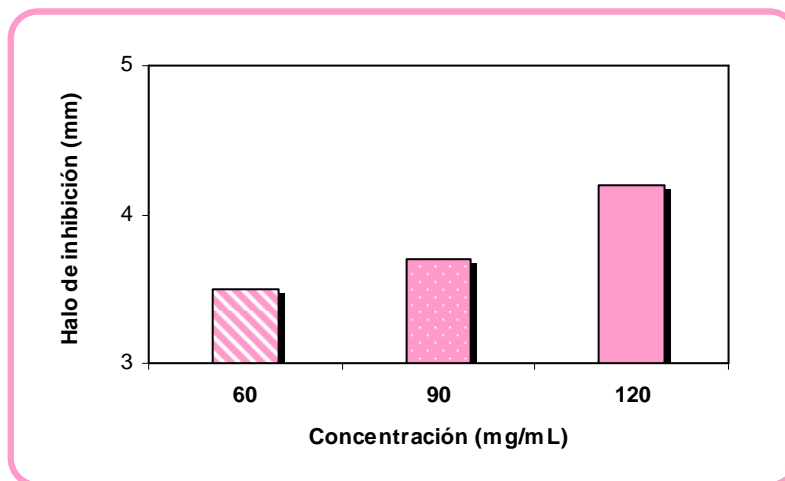


Figura 7. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Streptococcus pyogenes*.

Las concentraciones 60 y 90 mg/mL se comportan estadísticamente iguales, por tanto, se obtiene el mismo efecto de inhibición en la bacteria con ambas. La concentración de 120 mg/mL si presenta diferencia estadística significativa ($p < 0.05$), así que con esta se obtiene mayor efecto inhibitorio (apéndice 4.2).

En ambas cepas se encontró la CMI, es posible que a una concentración menor a 60 mg/mL no se obtenga efecto inhibitorio, se recomienda para estudios posteriores determinar la toxicidad de esta concentración.

A partir de estos resultados se comprueba el efecto antimicrobiano de esta planta usada en la medicina tradicional, los informantes la utilizan para tratar infecciones respiratorias; la bacteria inhibida *Streptococcus pyogenes* es causante de faringitis y neumonía entre otras enfermedades. Se recomienda su uso para realizar enjuagues bucales, ya que, inhibe a *Streptococcus mutans* causante de la caries dental, realizando previos estudios de toxicidad.

Como se observa en los cuadros 11 y 12 el extracto no tuvo efecto inhibitorio en seis cepas de bacterias: *Corynebacterium xerosis*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Mycobacterium phlei*, *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus β -hemolítico*; y en las cepas de hongos: *Candida albicans*, *Candida krusei*, *Candida stellatoidea*, *Candida tropicalis* y *Geotrichum sp.*

7.6 Pruebas de sensibilidad antimicrobiana del extracto vegetal de *Buddleia cordata* subsp. *cordata*

Solo tuvo efecto positivo en una cepa de bacteria:

Streptococcus β-hemolítico. Se muestra en la figura 8 el tamaño promedio de los halos de inhibición en las tres concentraciones. Se puede observar que con las tres hay efecto inhibitorio. Con la concentración de 60 mg/mL, se presenta un tamaño promedio de halos de 4.6 mm siendo esta la CMI, aunque es posible que una concentración menor a esta presente inhibición en la cepa.

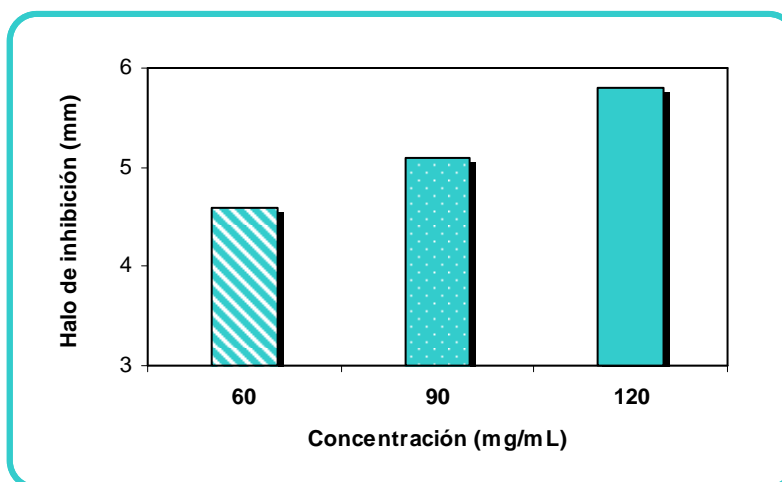


Figura 8. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Streptococcus β-hemolítico*.

Las tres concentraciones presentan diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) (apéndice 5.1), es decir, con las tres concentraciones se obtienen diferentes resultados de inhibición, se recomienda hacer estudios posteriores para determinar la toxicidad de las tres concentraciones.

La especie medicinal fue mencionada para tratar infecciones digestivas. En cuanto a su uso en la medicina tradicional se comprueba que si tiene efecto antimicrobiano aunque no precisamente en bacterias causantes de enfermedades del aparato digestivo como *E. coli* o *E. faecalis*.

En los cuadros 11 y 12 se observa que el extracto no tuvo efecto inhibitorio en siete cepas de bacterias: *Corynebacterium xerosis*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Mycobacterium phlei*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans* y *Streptococcus pyogenes*; y en las cepas de hongos: *Candida albicans*, *Candida krusei*, *Candida stellatoidea*, *Candida tropicalis* y *Geotrichum sp.*

7.7 Pruebas de sensibilidad antimicrobiana del extracto vegetal de *Equisetum hyemale* var. *affine* y de *Garrya laurifolia* subsp. *laurifolia*

En ambos casos el extracto no presentó efecto de inhibición en ningún microorganismo, esto puede deberse a que los extractos no presentan actividad antimicrobiana y actúan a otro nivel como diurético o antiinflamatorio en el caso de *Equisetum hyemale* var. *affine* o como desparasitante o carminativo en el caso de *Garrya laurifolia* subsp. *laurifolia*.

Sin embargo, se recomienda probar el extracto de *Equisetum hyemale* var. *affine* con un grupo de microorganismos diferentes a los utilizados en este estudio específicamente con los causantes de infecciones renal-urinarias, ya que la planta fue mencionada en esa categoría de enfermedad, y probar el extracto de *Garrya laurifolia* subsp. *laurifolia* con un grupo de microorganismos causantes de infecciones digestivas más amplio al usado en este estudio, ya que la especie fue mencionada en esa categoría de enfermedad.

7.8 Pruebas de sensibilidad antimicrobiana del extracto vegetal de *Quercus crassipes*

El extracto no tuvo efecto inhibitorio en cinco cepas de hongos: *Candida albicans*, *Candida krusei*, *Candida stellatoidea*, *Candida tropicalis* y *Geotrichum* sp. y presentó efecto positivo, es decir, inhibitorio en las ocho cepas de bacterias:

Corynebacterium xerosis. Se observa que hay efecto inhibitorio en las tres concentraciones (Figura 9). Con la concentración de 60 mg/mL, se presenta un tamaño promedio de halos de 5.9 mm siendo esta la CMI, sin embargo, seguramente a una concentración menor a 60 mg/mL se obtenga efecto inhibitorio.

Las tres concentraciones presentan diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) (apéndice 6.1), es decir, con cada una se obtienen resultados diferentes.

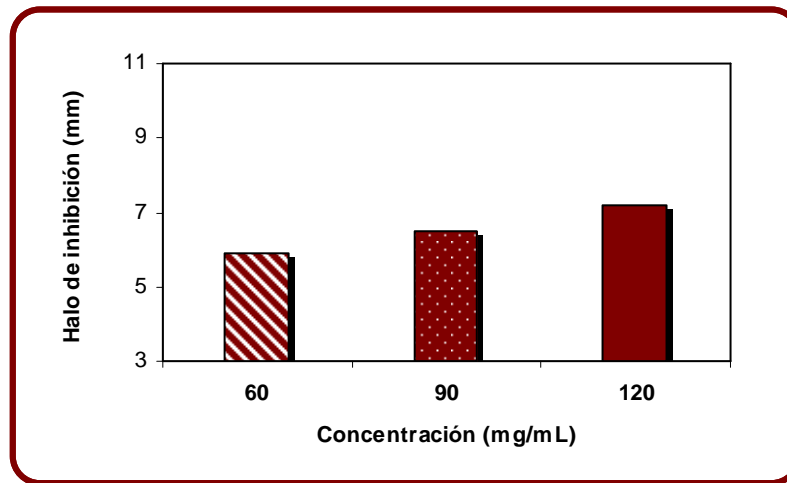


Figura 9. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Corynebacterium xerosis*.

Enterococcus faecalis. Se presentaron halos de inhibición en las concentraciones de 60, 90 y 120 mg/mL. El tamaño promedio de los halos se muestra en la figura 10. Con la concentración de 60 mg/mL, se presenta un tamaño promedio de halos de 5.3 mm, siendo esta la CMI, aunque es probable que a una menor concentración se obtenga efecto inhibitorio.

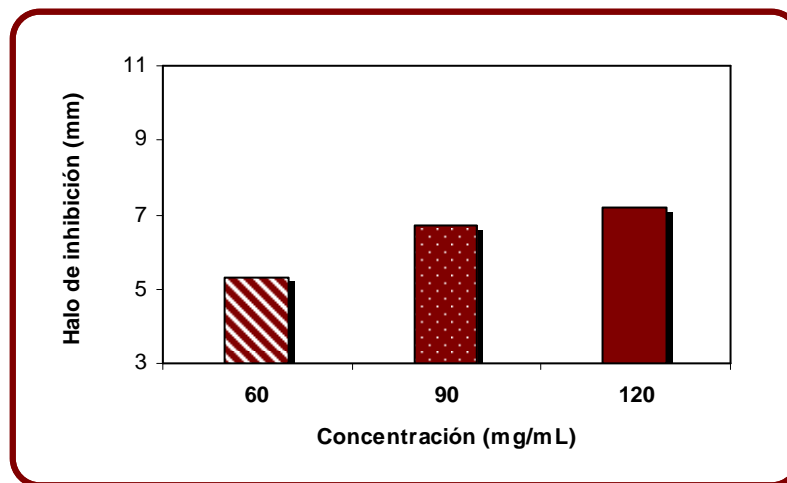


Figura 10. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Enterococcus faecalis*.

Según el análisis estadístico, la concentración de 60 mg/mL muestra diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) con las concentraciones de 90 y 120 mg/mL. Entre 90 y 120 mg/mL no existe diferencia estadística, es decir, se obtiene el mismo efecto inhibitorio con ambas concentraciones (apéndice 6.2).

Escherichia coli. Las tres concentraciones probadas presentaron efecto antimicrobiano. Con la concentración de 60 mg/mL, se observa un tamaño promedio de halos de 4.8 mm siendo esta la CMI (Figura 11). Es posible que con una concentración menor a 60 mg/mL se obtenga efecto inhibitorio en la cepa. En cuanto al análisis de comparación múltiple, la concentración de 60 mg/mL muestra diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) con las otras. Con 90 y 120 mg/mL se obtiene el mismo efecto inhibitorio (apéndice 6.3).

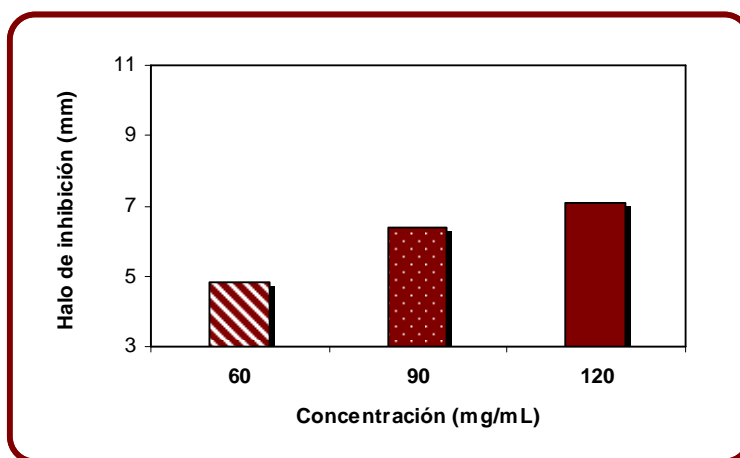


Figura 11. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Escherichia coli*.

Mycobacterium phlei. Las concentraciones presentaron efecto antimicrobiano. Con la concentración de 60 mg/mL, se presenta un tamaño promedio de halos de 6.8 mm siendo esta la CMI (Figura 12), es muy probable que con una concentración menor a esta se presente inhibición en la cepa. Las tres concentraciones presentan diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) (apéndice 6.4), es decir, se obtienen diferentes resultados con 60, 90 y 120 mg/mL.

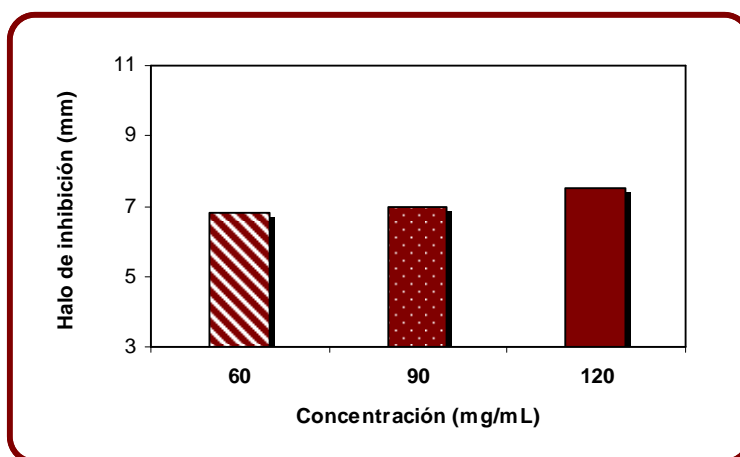


Figura 12. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Mycobacterium phlei*.

Staphylococcus aureus. Los resultados promedio del tamaño de los halos de inhibición en las tres concentraciones aparecen en la figura 13. Con la concentración de 60 mg/mL, se presenta un tamaño promedio de halos de 4.9 mm siendo esta la CMI, sin embargo, puede ser que a una concentración menor se obtenga efecto inhibitorio. Las tres concentraciones presentan diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) (apéndice 6.5).

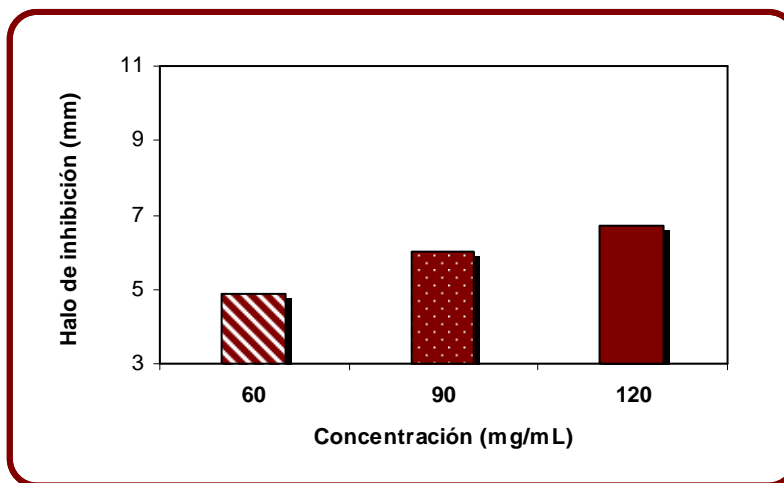


Figura 13. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Staphylococcus aureus*.

Streptococcus β -hemolítico. Se muestra el efecto inhibitorio en las tres concentraciones en la figura 14. Con la concentración de 60 mg/mL, se observa un tamaño promedio de halos de 6.3 mm siendo esta la CMI, es muy probable que una concentración menor a esta presente efecto antimicrobiano.

Las tres concentraciones presentan diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) (apéndice 6.6).

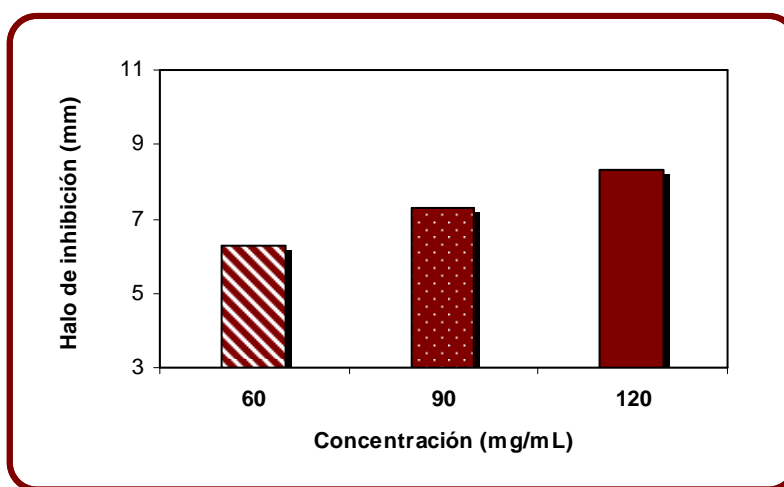


Figura 14. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Streptococcus β -hemolítico*.

Streptococcus mutans. Se puede observar que hay efecto inhibitorio en las tres concentraciones (figura 15). Con la concentración de 60 mg/mL, se observa un tamaño promedio de halos de 8.7 mm siendo esta la CMI, es muy probable que con una concentración menor se obtengan resultados positivos. Las concentraciones 60 y 120 mg/mL se muestran estadísticamente diferentes ($p < 0.05$), la concentración de 90 mg/mL no presenta diferencia estadística significativa con ambas concentraciones (apéndice 6.7).

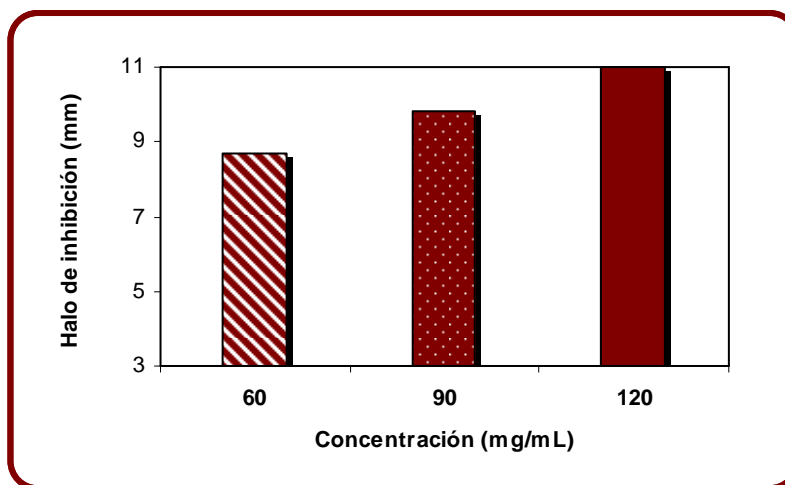


Figura 15. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Streptococcus mutans*.

Streptococcus pyogenes. Se presentaron halos de inhibición en las tres concentraciones (Figura 16). Con la concentración de 60 mg/mL, se presenta un tamaño promedio de halos de 6.2 mm, siendo esta la CMI, es posible que a una concentración menor se presente inhibición en la cepa.

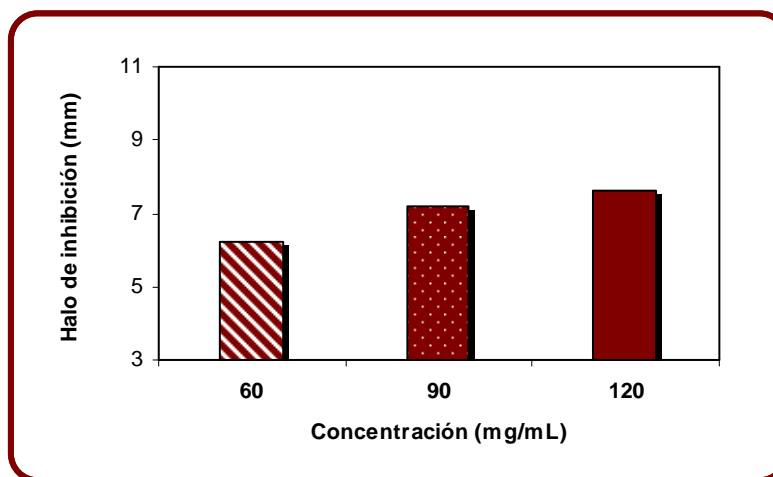


Figura 16. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Streptococcus pyogenes*.

La concentración de 60 mg/mL presenta diferencia estadística significativa con ambas concentraciones ($p < 0.05$), mientras que 90 y 120 mg/mL se comportan estadísticamente iguales (apéndice 6.8).

En la figura 17 se muestra el tamaño promedio de los halos de inhibición y la dispersión de los datos, a la CMI (60 mg/mL) en cada una de las cepas de microorganismos patógenos. Se observa que las cepas en las que el extracto tuvo mejor respuesta inhibitoria a 60 mg/mL fueron en *S. mutans* seguida de *M. phlei*.

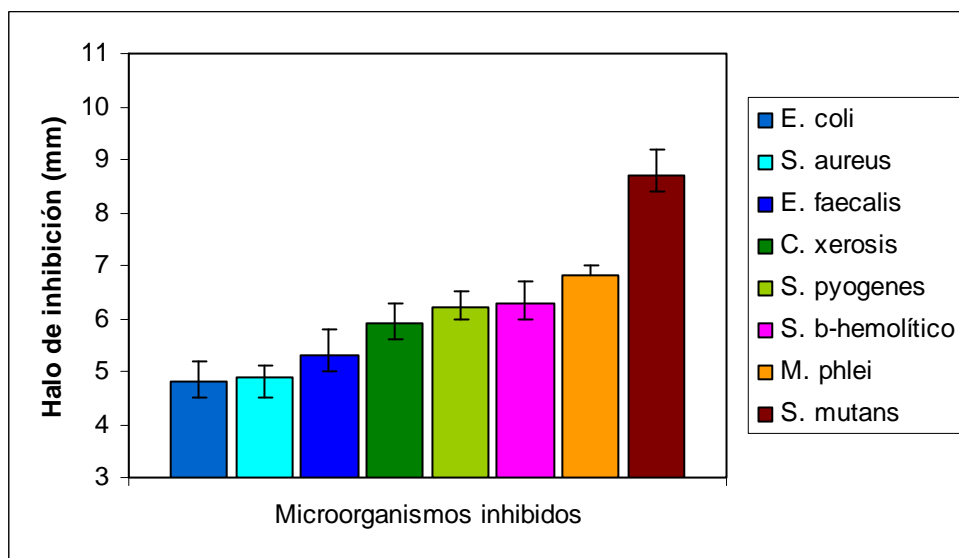


Figura 17. Tamaño promedio de los halos de inhibición a la CMI en ocho microorganismos.

En las ocho cepas de bacterias es posible que se obtenga efecto inhibitorio a una concentración menor a 60 mg/mL, se recomienda para estudios posteriores determinar la CMI del extracto para cada una de las bacterias y realizar estudios de toxicidad.

A partir de estos resultados se comprueba el uso antimicrobiano de esta planta utilizada en la medicina tradicional para tratar infecciones bucales, la bacteria en la cual se obtuvo mayor efecto de inhibición a la CMI es *Streptococcus mutans* causante de la caries dental. Se recomienda su uso para tratar enfermedades causadas por las diversas bacterias en las que se obtuvo efecto inhibitorio, realizando previos estudios de toxicidad.

Es posible que esta especie no sea tóxica, ya que existe un estudio de toxicidad del extracto de corteza de *Quercus obtusata* a una concentración de 120 mg/mL en *Artemia salina* y como resultado el extracto no es tóxico (Zambrano, 2008).

En la figura siguiente se muestran antibiogramas con respuesta inhibitoria positiva realizados con el extracto de *Quercus crassipes*. En los cuatro antibiogramas se observan los halos de inhibición alrededor de los sensidiscos impregnados con las tres concentraciones probadas, en cuanto al sensidisco testigo colocado al centro se puede observar crecimiento de la bacteria sobre él.

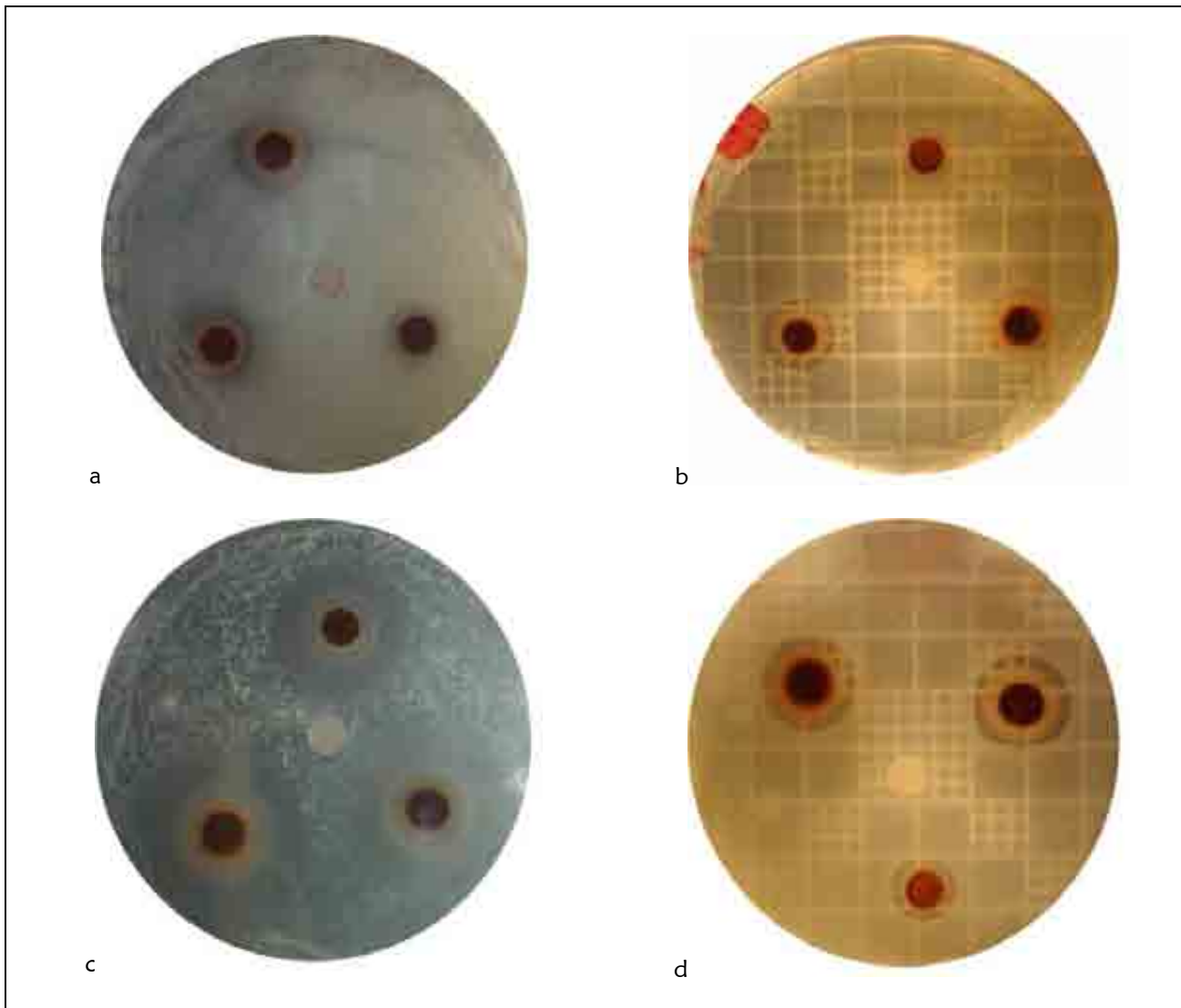


Figura 18. a) antibiograma de *C. xerosis* b) antibiograma de *E. faecalis* c) antibiograma de *S. mutans*
d) antibiograma de *S. pyogenes* frente al extracto de *Q. crassipes*.

7.9 Pruebas de sensibilidad antimicrobiana del extracto vegetal de *Sambucus nigra* var. *canadensis*

Como se observa en los cuadros 11 y 12 el extracto no tuvo efecto inhibitorio en cuatro cepas de bacterias: *Escherichia coli*, *Mycobacterium phlei*, *Streptococcus β -hemolítico*, y *Streptococcus pyogenes*; y en las cepas de hongos: *Candida albicans*, *Candida krusei*, *Candida stellatoidea*, *Candida tropicalis* y *Geotrichum* sp.

El extracto tuvo efecto positivo en cuatro cepas de bacterias:

Corynebacterium xerosis. Se observa el promedio del tamaño de los halos de inhibición con las concentraciones de 60, 90 y 120 mg/mL en la figura 19. Se presentó efecto inhibitorio con las tres. Con la concentración de 60 mg/mL, se presenta un tamaño promedio de halos de 3.9 mm siendo esta la CMI.

La concentración 120 mg/mL presenta diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) con la concentración de 60 y 90 mg/mL. Estas dos últimas se comportan estadísticamente igual (apéndice 7.1), así que se recomienda usar la concentración de 60 mg/mL para encontrar efecto inhibitorio a la CMI y para evitar desperdicio del extracto.

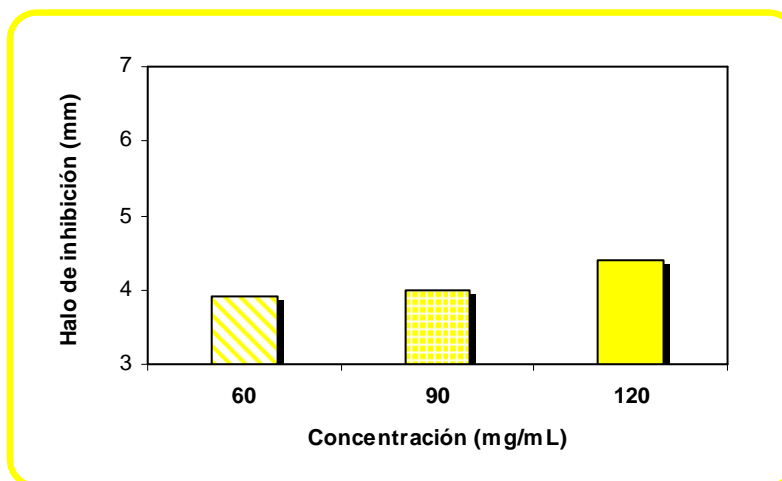


Figura 19. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Corynebacterium xerosis*.

Enterococcus faecalis. Las tres concentraciones presentaron efecto inhibitorio. Con la concentración de 60 mg/mL, se presenta un tamaño promedio de halos de 4 mm siendo esta la CMI (Figura 20). Las tres concentraciones presentan diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) (apéndice 7.2).

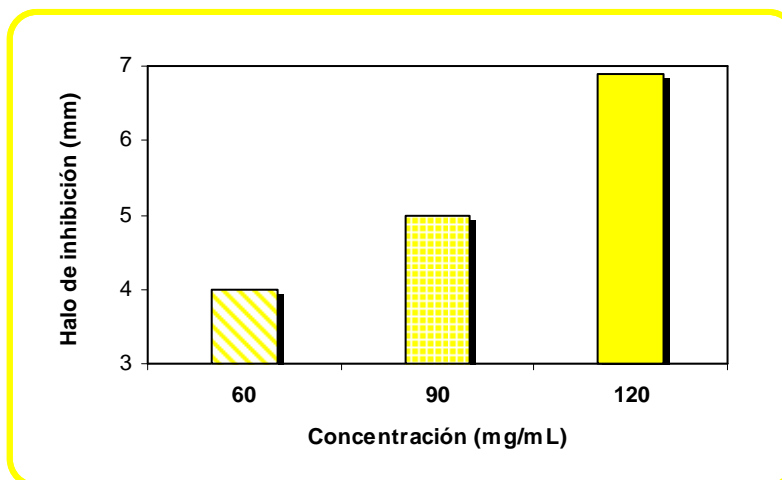


Figura 20. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Enterococcus faecalis*.

Staphylococcus aureus. Se observa que hay efecto inhibitorio en las tres concentraciones (figura 21). Con la concentración de 60 mg/mL, se presenta un tamaño promedio de halos de 4 mm siendo esta la CMI. Las tres concentraciones presentan diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) (apéndice 7.3).

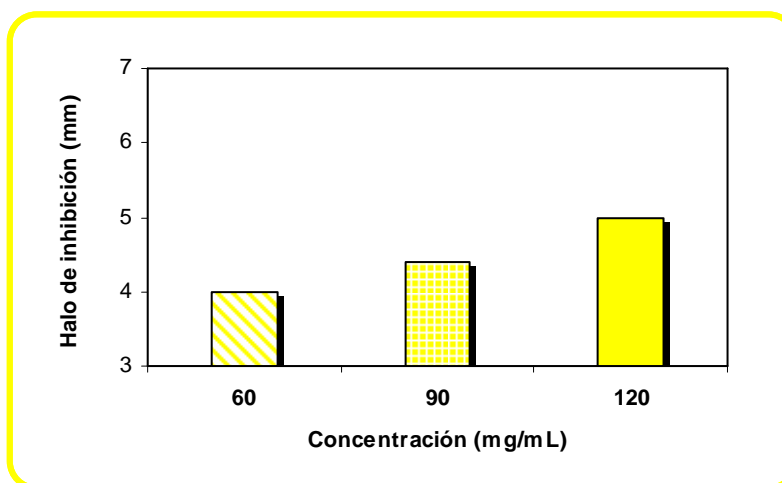


Figura 21. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Staphylococcus aureus*.

Streptococcus mutans. Las concentraciones de 60, 90 y 120 mg/mL presentaron efecto antimicrobiano. Con la concentración de 60 mg/mL, se presenta un tamaño promedio de halos de 3.9 mm siendo esta la CMI (Figura 22). Las concentraciones no presentan diferencia estadística significativa, con las tres se obtiene el mismo resultado (apéndice 7.4).

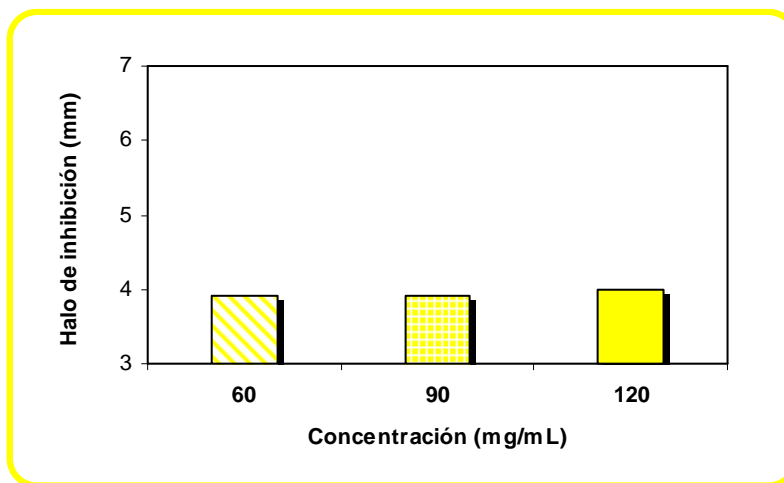


Figura 22. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Streptococcus mutans*.

El tamaño promedio de los halos de inhibición y la dispersión de los datos, a la CMI (60 mg/mL) en cada una de las cepas de microorganismos patógenos se muestra en la figura 23. Se observa que el tamaño promedio de los halos en las cuatro cepas es similar, ligeramente mayor en *S. aureus* y *E. faecalis*.

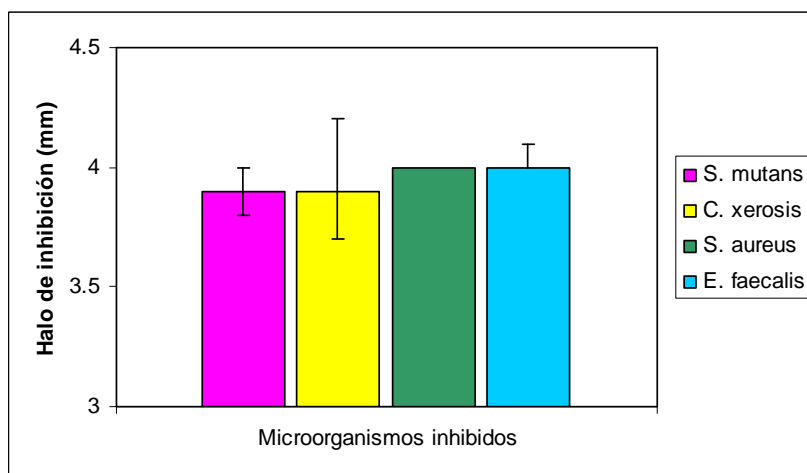


Figura 23. Tamaño promedio de los halos de inhibición a la CMI en cuatro microorganismos.

En las cuatro cepas se encontró la CMI a 60 mg/mL, es posible que a una menor concentración no se obtenga efecto inhibitorio, se recomienda para estudios posteriores determinar la toxicidad de esta concentración.

A partir de estos resultados se comprueba el efecto antimicrobiano de esta especie usada en la medicina tradicional para tratar infecciones respiratorias.

7.10 Pruebas de sensibilidad antimicrobiana del extracto vegetal de *Satureja macrostema*

El extracto no tuvo efecto inhibitorio en dos cepas de bacterias: *Escherichia coli* y *Mycobacterium phlei* y en las cepas de hongos: *Candida krusei* y *Candida tropicalis* (Cuadro 11 y 12).

El extracto presento efecto inhibitorio en seis cepas de bacterias y en tres cepas de hongos:

BACTERIAS

Corynebacterium xerosis. Los resultados promedio del tamaño de los halos de inhibición en las concentraciones de 60, 90 y 120 mg/mL se muestran en la figura 24. Se puede observar que las tres concentraciones presentaron efecto inhibitorio. Con la concentración de 60 mg/mL, se presenta un tamaño promedio de halos de 4 mm, siendo esta la CMI. En las comparaciones múltiples las concentraciones son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$) (apéndice 8.1).

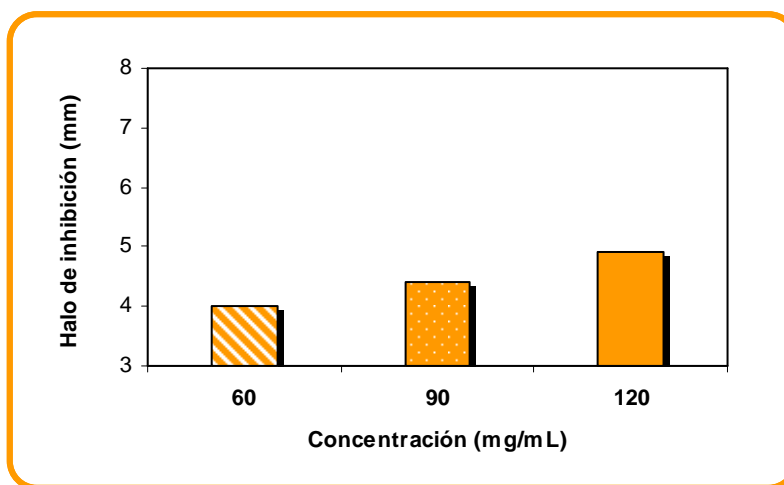


Figura 24. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Corynebacterium xerosis*.

Enterococcus faecalis. En las concentraciones de 60, 90 y 120 mg/mL se obtuvieron halos de inhibición. Con la concentración de 60 mg/mL, se presenta un tamaño promedio de halos de 4.1 mm, siendo esta la CMI (Figura 25). Estadísticamente las tres concentraciones presentan diferencia significativa ($p < 0.05$) (apéndice 8.2).

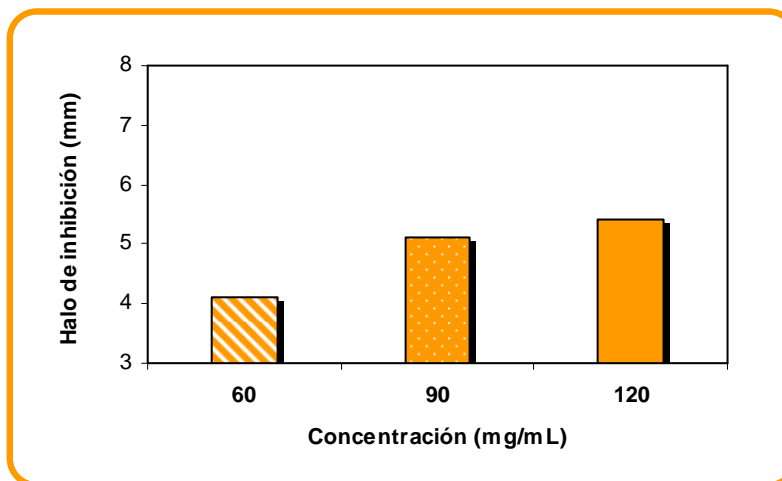


Figura 25. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Enterococcus faecalis*.

Staphylococcus aureus. El tamaño promedio de los halos de inhibición en las tres concentraciones se observa en la figura 26. Con la concentración de 60 mg/mL, se presenta un tamaño promedio de halos de 3.7 mm, siendo esta la CMI. En las comparaciones múltiples por concentración, ninguna de las tres se comporta similar, es decir, presentan diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) (apéndice 8.3).

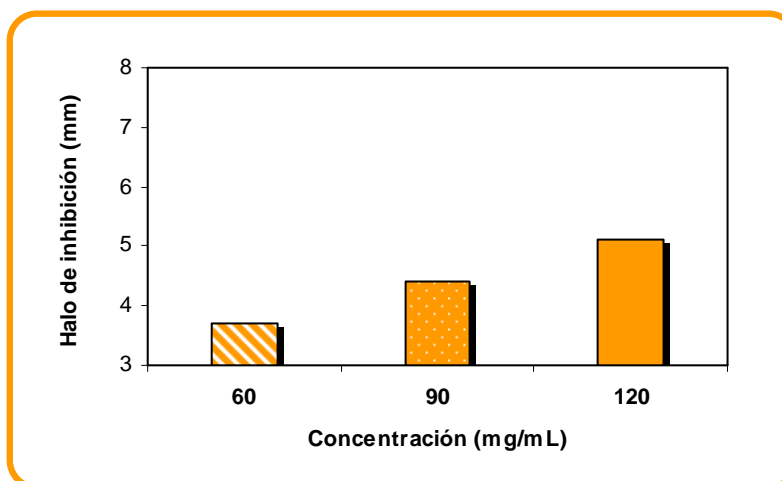


Figura 26. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Staphylococcus aureus*.

Streptococcus β -hemolítico. Se presentaron halos de inhibición en las tres concentraciones. El tamaño promedio de los halos se muestra en la figura 27. Con la concentración de 60 mg/mL, se observa un tamaño promedio de halos de 5.1 mm, siendo esta la CMI, es posible, que a una menor concentración cause efecto inhibitorio en la cepa. La concentración de 60 mg/mL presenta diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) con la concentración de 120 mg/mL (apéndice 8.4).

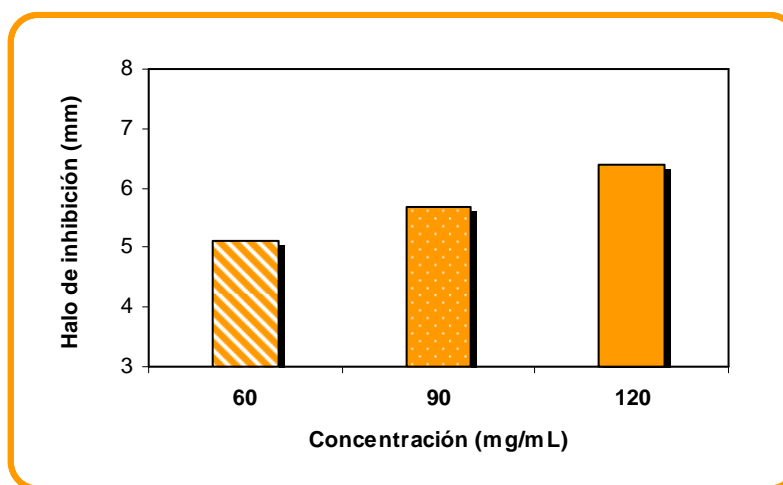


Figura 27. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Streptococcus β -hemolítico*.

Streptococcus mutans. El tamaño promedio de los halos de inhibición causado por las concentraciones de 60, 90 y 120 mg/mL se observa en la figura 28. Se presentó efecto inhibitorio con las tres concentraciones. La concentración de 60 mg/mL presenta un tamaño promedio de halos de 3.8 mm, siendo esta la CMI. Esta no muestra diferencias estadísticas con la concentración de 90 mg/mL. La concentración de 120 mg/mL presenta diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) con las concentraciones de 60 y 90 mg/mL (apéndice 8.5). Esto indica que se obtienen los mismos resultados en cuanto a inhibición con las concentraciones de 60 y 90 mg/mL. Si se desea mayor inhibición se recomienda usar la tercera concentración.

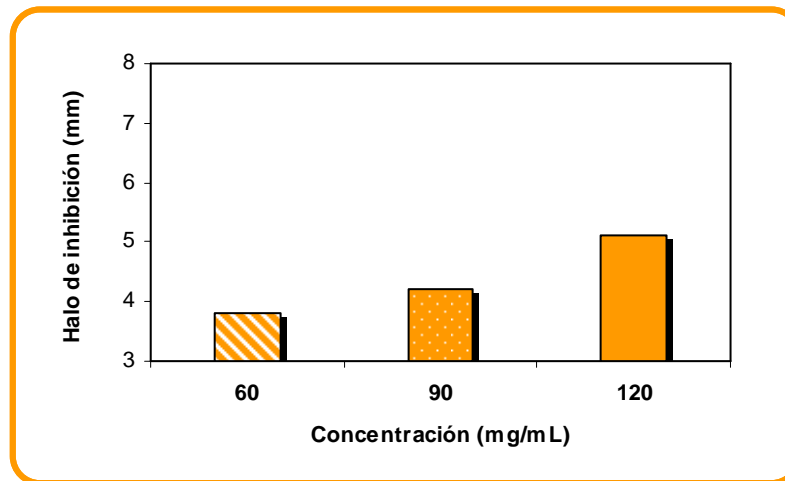


Figura 28. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Streptococcus mutans*.

Streptococcus pyogenes. Los resultados promedio del tamaño de los halos de inhibición en las tres concentraciones se observan en la figura 29. Con la concentración de 60 mg/mL, se presenta un tamaño promedio de halos de 6.8 mm, siendo esta la CMI, sin embargo, una concentración menor posiblemente cause inhibición. Ninguna de las concentraciones presenta diferencia estadística significativa (apéndice 8.6). En este caso, debido a que se obtiene el mismo resultado en cuanto a inhibición con las tres concentraciones, se recomienda usar la concentración 60 mg/mL por ser la CMI y evitar el desperdicio del extracto vegetal seco.

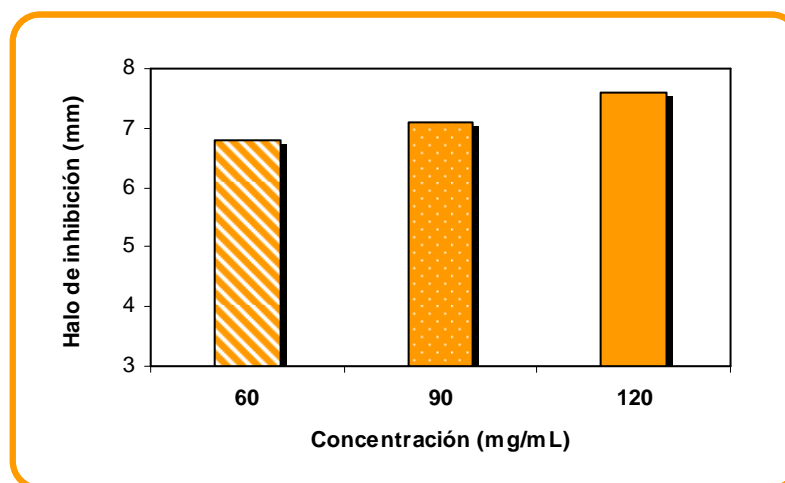


Figura 29. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Streptococcus pyogenes*.

HONGOS

Candida albicans. Las concentraciones de 60, 90 y 120 mg/mL causaron efecto inhibitorio. Con la concentración de 60 mg/mL, se presenta un tamaño promedio de halos de 8.7 mm siendo esta la CMI (Figura 30). Es muy probable que con una concentración menor se presente inhibición en la cepa. En cuanto al análisis de comparación múltiple, la concentración de 60 mg/mL muestra diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) con las concentraciones de 90 y 120 mg/mL. Entre 90 y 120 mg/mL no existe diferencia estadística, es decir, se obtiene el mismo efecto inhibitorio con ambas concentraciones (apéndice 8.7).

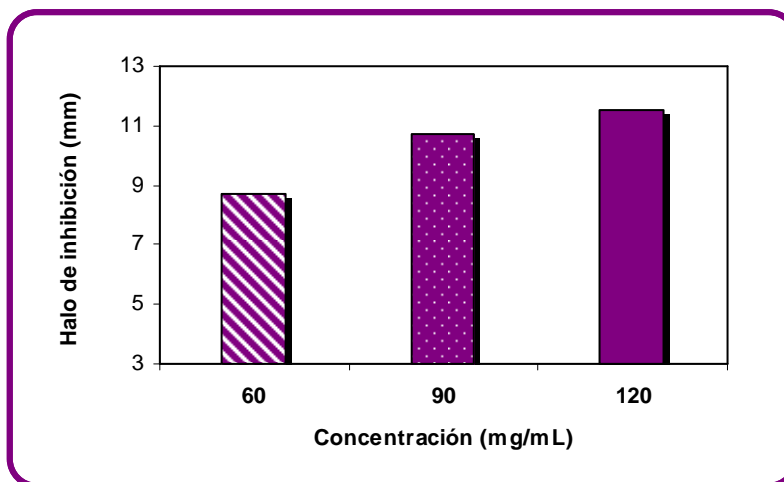


Figura 30. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Candida albicans*.

Candida stellatoidea. Los resultados promedio del tamaño de los halos de inhibición en las tres concentraciones se observan en la figura 31. Con la concentración de 60 mg/mL, se presenta un tamaño promedio de halos de 9.5 mm siendo esta la CMI, es muy probable que a menores concentraciones se obtengan resultados inhibitorios. La concentración de 60 mg/mL muestra diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) con la concentración de 120 mg/mL. Entre 60 y 90 mg/mL y entre 90 y 120 mg/mL no existe diferencia estadística (apéndice 8.8).

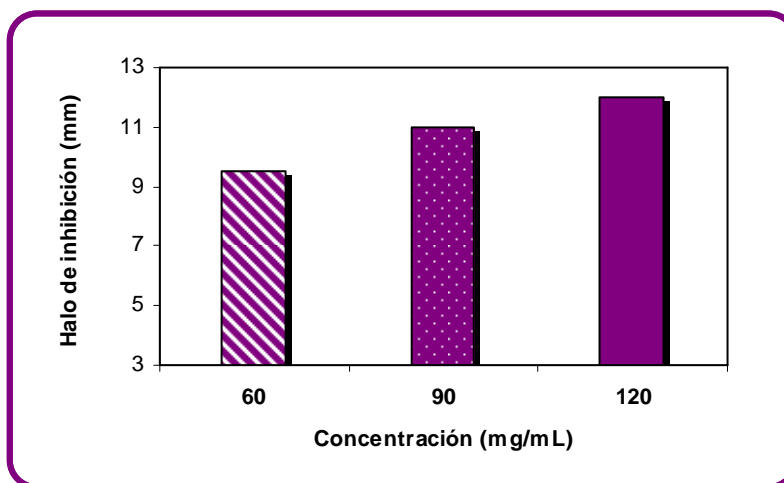


Figura 31. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Candida stellatoidea*.

Geotrichum sp. Los resultados promedio del tamaño de los halos de inhibición en las tres concentraciones se observan en la figura 32. Con la concentración de 60 mg/mL, se presenta un tamaño promedio de halos de 6.9 mm siendo esta la CMI, es probable que a una menor concentración se presente inhibición en la cepa. Las tres concentraciones presentan diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) (apéndice 8.9).

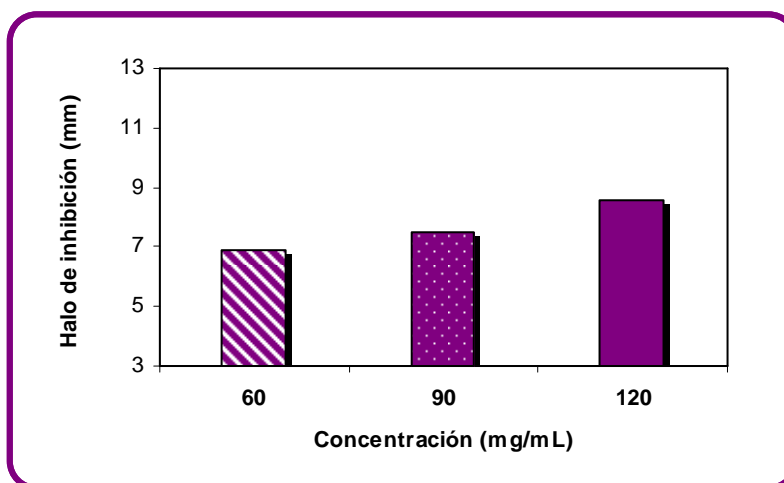


Figura 32. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Geotrichum sp.*

El tamaño promedio de los halos de inhibición y la dispersión de los datos, a la CMI (60 mg/mL) en cada una de las cepas de microorganismos patógenos se muestra en la figura 33. Se observa que en los hongos *C. albicans* y *C. stellatoidea* el extracto tuvo mejor respuesta inhibitoria que en bacterias, ya que, los halos de inhibición son mayores.

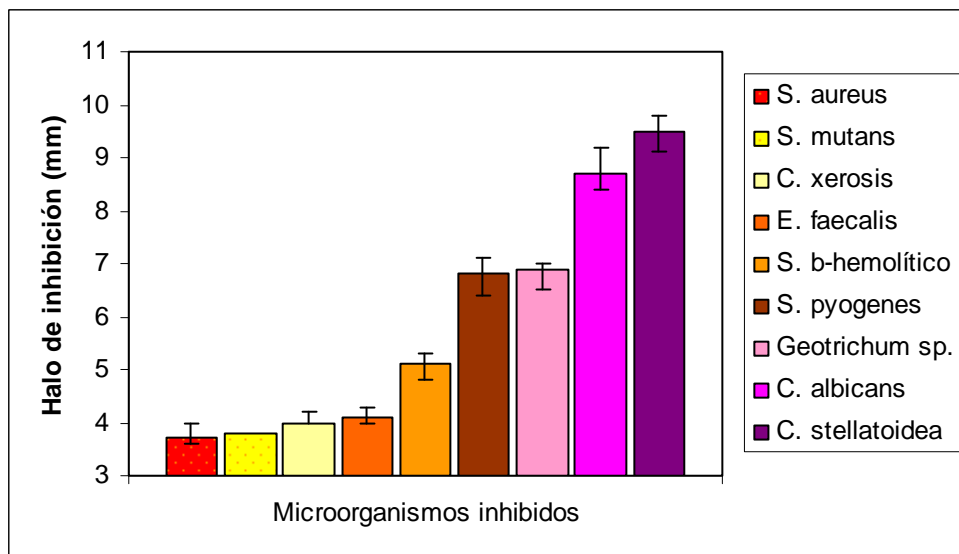


Figura 33. Tamaño promedio de los halos de inhibición a la CMI en nueve microorganismos.

En cuatro cepas de bacterias se encontró la CMI (*C. xerosis*, *E. faecalis*, *S. aureus* y *S. mutans*), ya que, es posible que a una concentración menor a 60 mg/mL no se obtenga efecto inhibitorio.

En los microorganismos: *S. β-hemolítico*, *S. pyogenes*, *Geotrichum sp.*, *C. albicans* y *C. stellatoidea* es posible que se obtenga efecto inhibitorio a una concentración menor a 60 mg/mL, se recomienda para estudios posteriores determinar la CMI del extracto para cada una de estas bacterias y hongos, así como realizar estudios de toxicidad.

A partir de estos resultados se comprueba el efecto antimicrobiano de esta especie usada en la medicina tradicional para tratar infecciones digestivas. Se recomienda su uso para tratar enfermedades causadas por las diversas bacterias y hongos en las que se obtuvo efecto inhibitorio, realizando previos estudios de toxicidad.

La figura 34 muestra antibiogramas con respuesta inhibitoria positiva realizados con el extracto de *Satureja macrostema*. En los dos antibiogramas se pueden observar los halos de inhibición alrededor de los sensibilizadores impregnados con las tres concentraciones probadas, en cuanto al sensibilizador testigo colocado al centro se puede observar crecimiento del microorganismo sobre él.

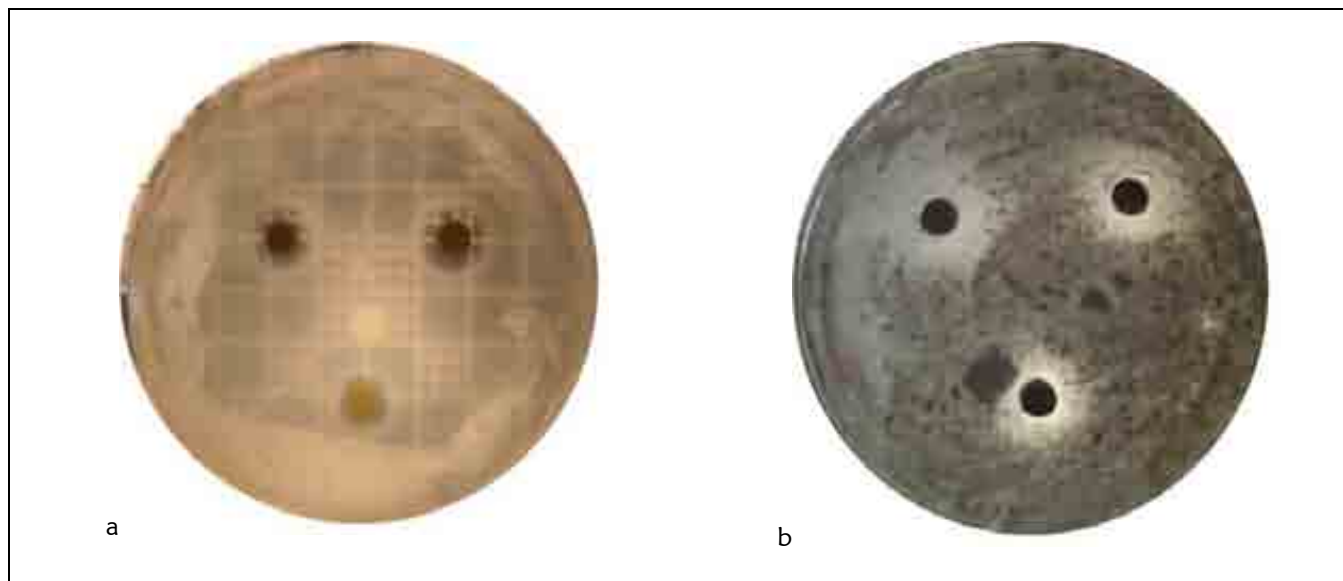


Figura 34. a) antibiograma de *E. faecalis* b) antibiograma de *Geotrichum sp.* frente al extracto de *S. macrostema*.

7.11 Pruebas de sensibilidad antimicrobiana del extracto vegetal de *Solanum cervantesii*

Como se observa en los cuadros 11 y 12 el extracto no tuvo efecto inhibitorio en una cepa de bacteria: *Mycobacterium phlei*, y en una cepa de hongo: *Geotrichum sp.*

El extracto tuvo efecto inhibitorio en siete cepas de bacterias y cuatro cepas de hongos:

BACTERIAS

Corynebacterium xerosis. Se presentaron halos de inhibición en las concentraciones de 60, 90 y 120 mg/mL. El tamaño promedio de los halos se muestra en la figura 35. Con la concentración de 60 mg/mL, se presenta un tamaño promedio de halos de 4.1 mm, siendo esta la CMI. En cuanto a las comparaciones múltiples las concentraciones presentan diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) (apéndice 9.1).

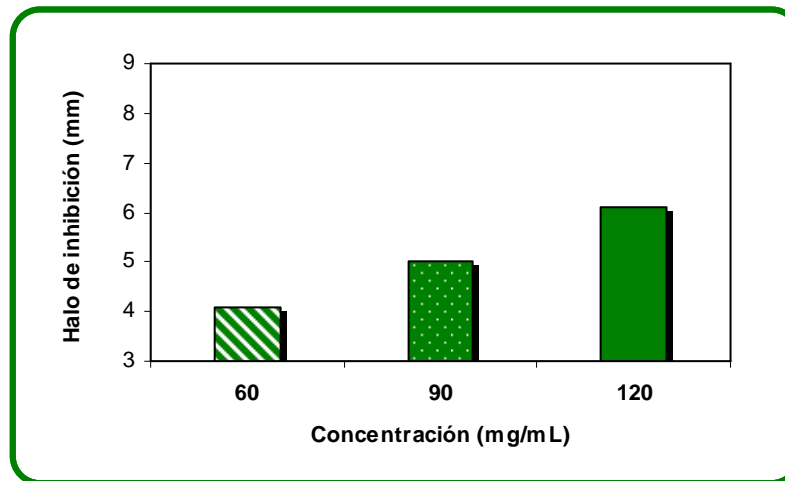


Figura 35. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Corynebacterium xerosis*.

Enterococcus faecalis. Las tres concentraciones causaron efecto inhibitorio en la cepa. Con la concentración de 60 mg/mL, se presenta un tamaño promedio de halos de 3.5 mm siendo esta la CMI (Figura 36).

La concentración de 120 mg/mL, presenta diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) con las concentraciones de 60 y 90 mg/mL (apéndice 9.2).

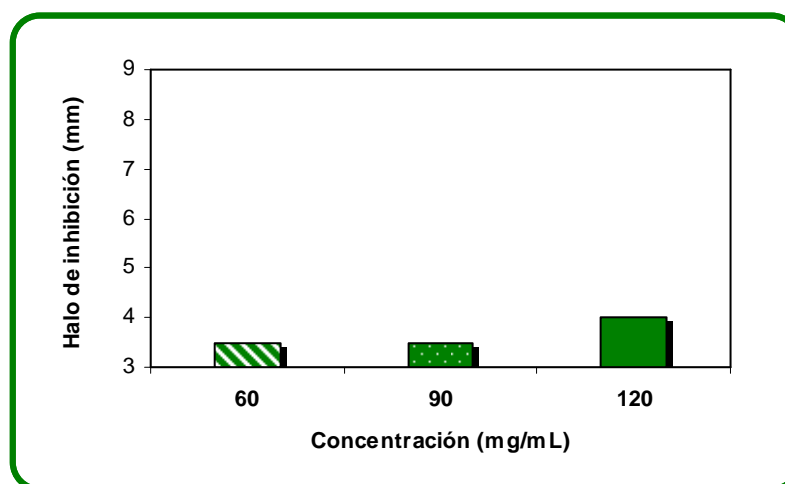


Figura 36. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Enterococcus faecalis*.

Escherichia coli. Las tres concentraciones causaron efecto inhibitorio. Con la concentración de 60 mg/mL, se presenta un tamaño promedio de halos de 4.6 mm siendo esta la CMI (Figura 37).

Las concentraciones 90 y 120 mg/mL no presentan diferencia estadística significativa, es decir, se obtiene el mismo resultado inhibitorio con ambas (apéndice 9.3).

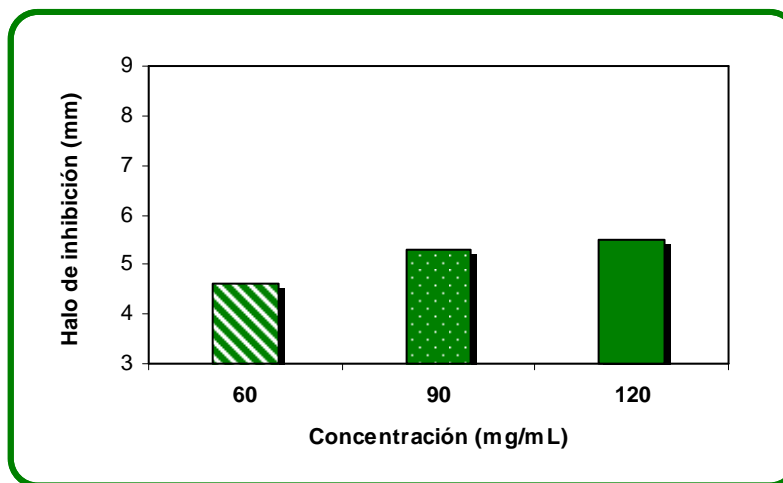


Figura 37. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Escherichia coli*.

Staphylococcus aureus. Se observa en la figura 38 que hay efecto inhibitorio con las tres concentraciones. Con la concentración de 60 mg/mL, se presenta un tamaño promedio de halos de 4.3 mm siendo esta la CMI. En cuanto a las comparaciones múltiples las concentraciones presentan diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) (apéndice 9.4), es decir, con las tres concentraciones se obtiene distinta respuesta inhibitoria.

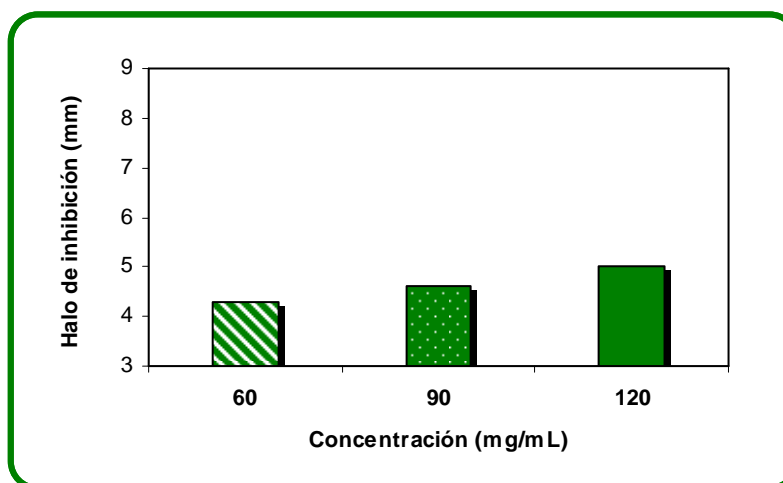


Figura 38. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Staphylococcus aureus*.

Streptococcus β-hemolítico. Se observa efecto inhibitorio con las tres concentraciones (figura 39). Con la concentración de 60 mg/mL, se presenta un tamaño promedio de halos de 4.4 mm siendo esta la CMI. Las concentraciones 90 y 120 mg/mL no presentan diferencia estadística significativa (apéndice 9.5).

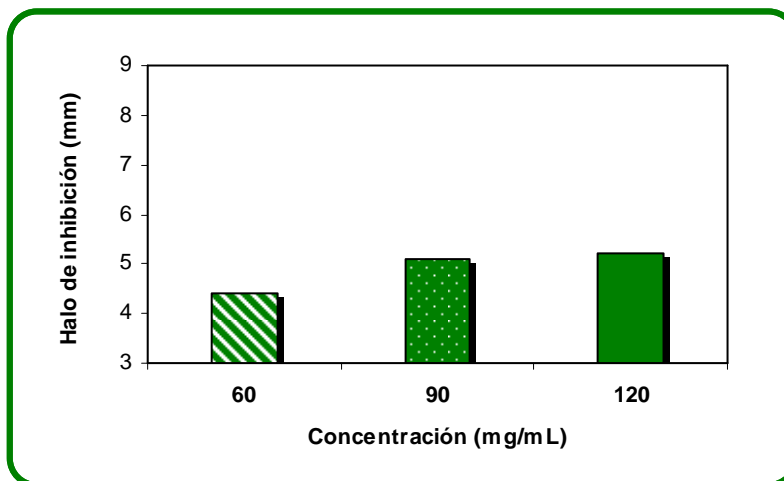


Figura 39. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Streptococcus β-hemolítico*.

Streptococcus mutans. En la figura 40 se muestra el efecto inhibitorio de las tres concentraciones. Con la concentración de 60 mg/mL, se presenta un tamaño promedio de halos de 4 mm siendo esta la CMI. En las comparaciones múltiples las concentraciones son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$) (apéndice 9.6).

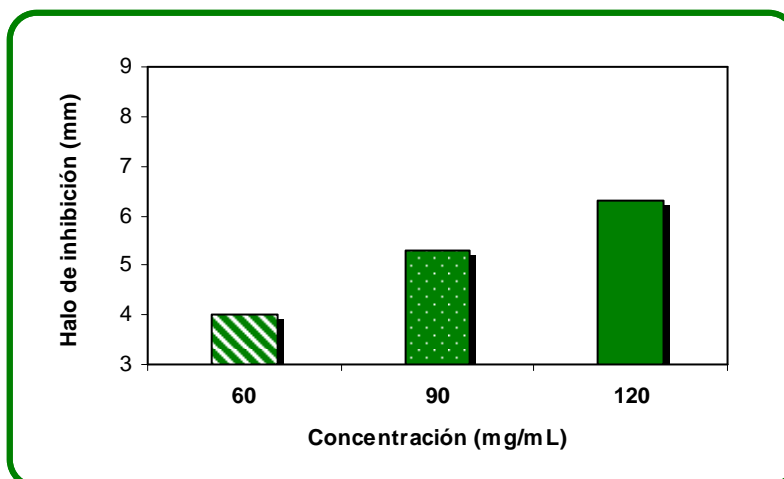


Figura 40. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Streptococcus mutans*.

Streptococcus pyogenes. Se observa el efecto inhibitorio con las tres concentraciones en la figura 41. Con la concentración de 60 mg/mL, se presenta un tamaño promedio de halos de 6.5 mm siendo esta la CMI, sin embargo, es probable que exista otra CMI. Las concentraciones de 60 y 90 mg/mL, no presentan diferencia estadística significativa, obteniendo el mismo resultado inhibitorio con ambas (apéndice 9.7).

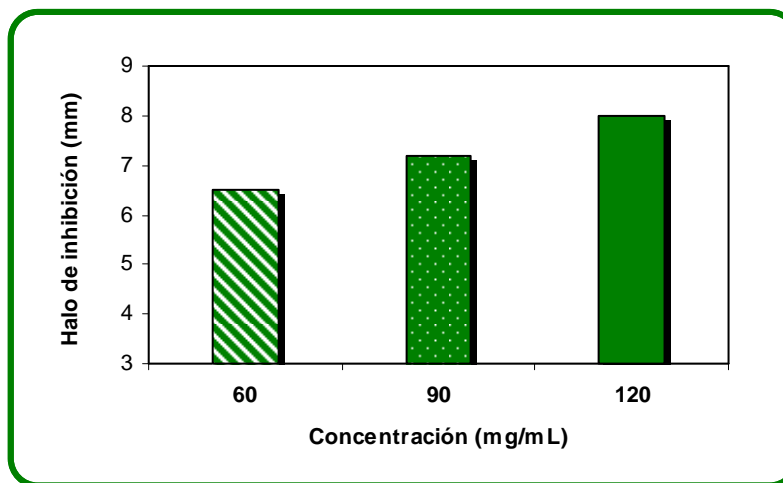


Figura 41. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Streptococcus pyogenes*.

HONGOS

Candida albicans. El efecto inhibitorio con las tres concentraciones se muestra en la figura 42. Con la concentración de 60 mg/mL, se presenta un tamaño promedio de halos de 5.7 mm siendo esta la CMI, es probable que a menor concentración se obtengan resultados positivos. Las concentraciones 60 y 90 mg/mL, se muestran estadísticamente iguales (apéndice 9.8).

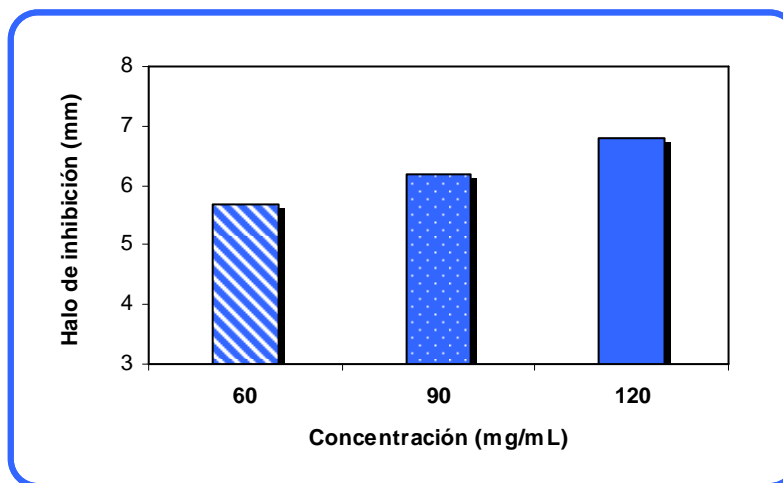


Figura 42. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Candida albicans*.

Candida krusei. Los resultados promedio del tamaño de los halos de inhibición con las tres concentraciones se observan en la figura 43. Con la concentración de 60 mg/mL, se presenta un tamaño promedio de halos de 4 mm siendo esta la CMI. Las tres concentraciones presentan diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) (apéndice 9.9).

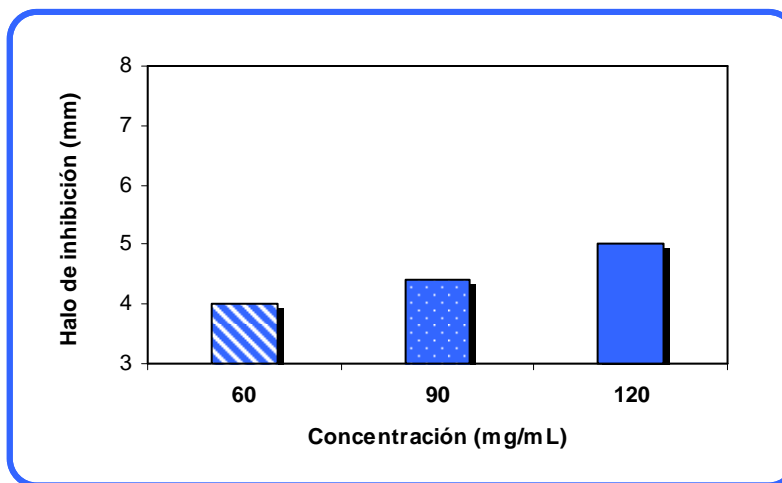


Figura 43. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Candida krusei*.

Candida stellatoidea. Las concentraciones de 60, 90 y 120 mg/mL, causaron efecto inhibitorio. Con la concentración de 60 mg/mL, se presenta un tamaño promedio de halos de 4.6 mm siendo esta la CMI (Figura 44). Las tres concentraciones presentan diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) (apéndice 9.10).

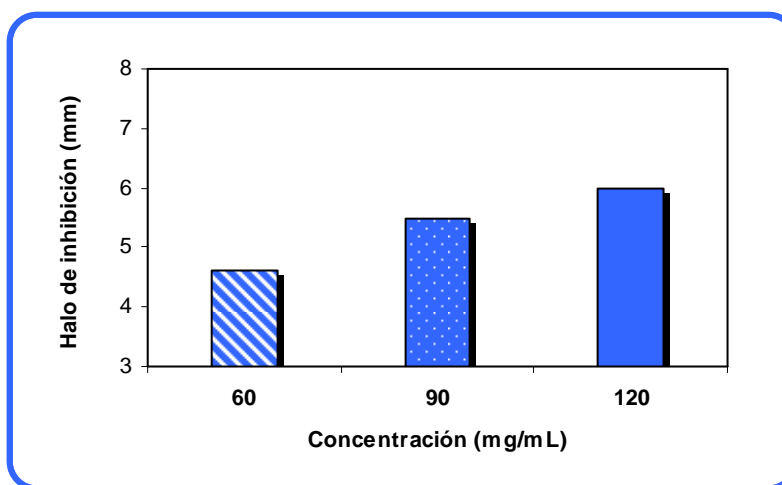


Figura 44. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Candida stellatoidea*.

Candida tropicalis. Las tres concentraciones causaron efecto inhibitorio en la cepa. Con la de 60 mg/mL, se presenta un tamaño promedio de halos de 6.9 mm, siendo esta la CMI (Figura 45), es probable que exista inhibición a una concentración menor. Las tres concentraciones presentan diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) (apéndice 9.11).

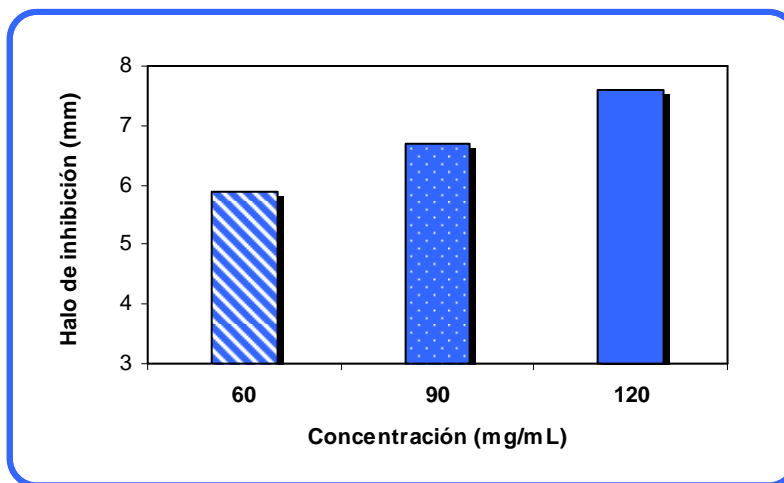


Figura 45. Tamaño promedio de los halos de inhibición en cultivos de *Candida tropicalis*.

El tamaño promedio de los halos de inhibición y la dispersión de los datos, a la CMI (60 mg/mL) en cada una de las cepas de microorganismos patógenos se muestra en la figura 46. Se observa que en hongos, el extracto tuvo mejor respuesta inhibitoria que en bacterias, ya que, los halos de inhibición son mayores, sin embargo, *S. pyogenes* fue la cepa en la cual se tuvo mayor efecto inhibitorio.

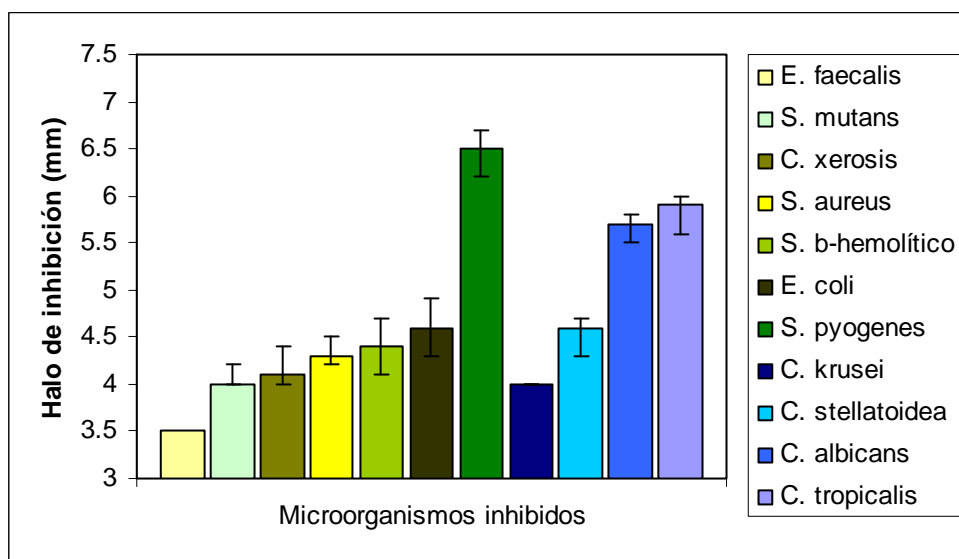


Figura 46. Tamaño promedio de los halos de inhibición a la CMI en once microorganismos.

En cuatro cepas de bacterias y una de hongos se encontró la CMI (*C. xerosis*, *E. faecalis*, *S. aureus*, *S. β -hemolítico*, *S. mutans* y *C. krusei*), posiblemente a una concentración menor a 60 mg/mL no se obtenga efecto inhibitorio.

En los demás microorganismos en los que se obtuvo respuesta inhibitoria es posible que se obtengan resultados positivos a una concentración menor a 60 mg/mL, por lo que se recomienda para estudios posteriores determinar la CMI del extracto para cada una de las bacterias y hongos, así como realizar estudios de toxicidad.

A partir de estos resultados se comprueba el efecto antimicrobiano de esta especie usada en la medicina tradicional para tratar infecciones dermatológicas y del aparato reproductor femenino. Se recomienda su uso para tratar enfermedades causadas por las diversas bacterias y hongos en las que se obtuvo efecto inhibitorio, realizando previos estudios de toxicidad.

Los antibiogramas con respuesta inhibitoria positiva realizados con el extracto de *Solanum cervantesii* se muestran en la figura 47. En los tres se pueden observar los halos de inhibición alrededor de los sensibilizadores con las tres concentraciones probadas, en cuanto al sensibilizador colocado al centro se puede observar crecimiento del microorganismo sobre él.

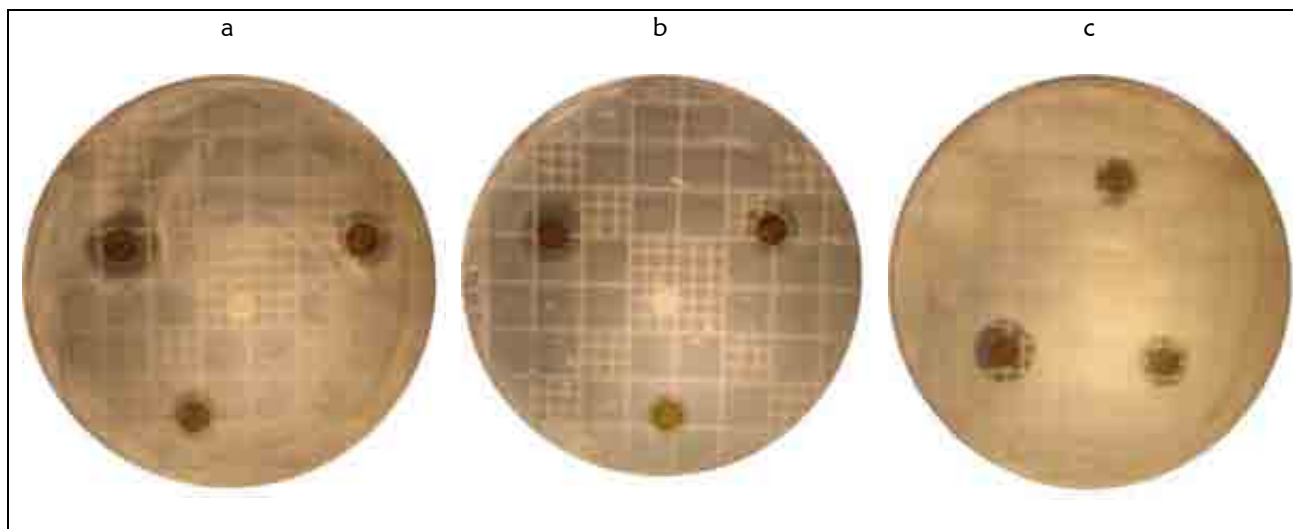


Figura 47. a) antibiograma de *C. xerosis* b) antibiograma de *S. mutans*
c) antibiograma de *C. albicans* frente al extracto de *S. cervantesii*.

DISCUSIÓN GENERAL

La CRM brinda servicios ecosistémicos de provisión, uno de ellos muy importante son las plantas medicinales debido a que en su uso se conserva parte de la cultura de una comunidad, además de proporcionar salud al ser humano. Los informantes reconocen el 47% del total de plantas medicinales de la CRM para tratar diferentes padecimientos, esto permite que este servicio ecosistémico de provisión sea potencial para ellos, ya que, esta presente en el bosque y se utiliza.

El uso del ICE resulto ser una herramienta cuantitativa eficiente, nos permitió primero conocer que plantas medicinales son culturalmente importantes para cada categoría de enfermedad, es decir, cuales son las más conocidas, usadas y valoradas por los informantes y que por tanto son las plantas clave para realizar trabajos posteriores para su conservación y/o cultivo. Como segundo punto permitió seleccionar las plantas sometidas a las pruebas antimicrobianas mostrándose una vez más eficiente, ya que seis de las ocho especies culturalmente importantes para tratar diversas infecciones presentaron efecto antimicrobiano (*Arceuthobium vaginatum* subsp. *vaginatum*, *Buddleia cordata* subsp. *cordata*, *Quercus crassipes*, *Sambucus nigra* var. *canadensis*, *Satureja macrostema* y *Solanum cervantesii*).

Se obtuvo respuesta inhibitoria con las concentraciones (60, 90 y 120 mg/mL) de los extractos de estas plantas en diferentes microorganismos cada uno de estos. La CMI en las pruebas de sensibilidad antimicrobiana fue 60 mg/mL, resulta preferible usar esta concentración para así poder evitar posibles efectos tóxicos causados por concentraciones elevadas, poder encontrar la dosis terapéutica y también para no desperdiciar extracto vegetal.

En algunos casos la respuesta inhibitoria en cuanto al tamaño promedio de los halos de inhibición fue mayor de 4.5 mm de radio a 60 mg/mL, probablemente esta no sea la CMI para la cepa probada, así que se recomienda hacer estudios posteriores con concentraciones menores a 60 mg/mL para poder determinar la CMI.

En los casos en los que las tres concentraciones se comportan estadísticamente igual obteniendo el mismo resultado inhibitorio con 60, 90 y 120 mg/mL, se recomienda trabajar con la concentración menor por lo ya mencionado, si se desea conseguir halos de inhibición mayores a los obtenidos la concentración a probar en estudios posteriores deberá ser mayor a 120 mg/mL.

Se recomienda realizar estudios posteriores de toxicidad para los extractos a la concentración de 60 mg/mL por ser la CMI encontrada en este estudio.

Cuatro de los seis extractos no presentaron efecto antifúngico, esto probablemente se debe a que los hongos son organismos cuya membrana celular presenta quitina confiriéndole mayor resistencia al microorganismo.

VIII. CONCLUSIONES

- Se conocieron 43 especies medicinales usadas como servicio ecosistémico de provisión por los habitantes de la CRM de acuerdo a la información obtenida en 50 entrevistas.
- Las especies medicinales reportadas tratan principalmente problemas relacionados con desórdenes del aparato digestivo.
- Se reportaron 39 especies que presentan solo un uso y 4 que presentan dos usos dentro de las prácticas medicinales tradicionales.
- La parte de las plantas que más se emplea con fines medicinales en la CRM con un 78% es la parte aérea o rama que consiste en: tallos y hojas con o sin flor.
- La familia más importante en cuanto al número de especies medicinales es Asteraceae con un 28%.
- La forma de vida de las plantas medicinales más utilizada es la herbácea (68%).
- 31 especies del total mencionadas son utilizadas como antimicrobianas.
- Las especies conocidas, usadas y valoradas mayormente por la comunidad según el ICE son: para la categoría de enfermedad “infecciones digestivas” *Satureja macrostema* (1), *Garrya laurifolia* subsp. *laurifolia* (0.78) y *Buddleia cordata* subsp. *cordata* (0.71), en la categoría “infecciones respiratorias” *Sambucus nigra* var. *canadensis* (0.98) y *Arceuthobium vaginatum* subsp. *vaginatum* (0.94), en “infecciones dermatológicas y del aparato reproductor femenino” *Solanum cervantesii* (0.98) en “infecciones bucales” *Quercus crassipes* (1) y en “infecciones renal-urinarias” *Equisetum hyemale* var. *affine* (1).
- *Arceuthobium vaginatum* subsp. *vaginatum* mostró actividad antibacteriana en dos cepas.
- *Buddleia cordata* subsp. *cordata* presentó actividad antibacteriana en una cepa.
- *Equisetum hyemale* var. *affine* y *Garrya laurifolia* subsp. *laurifolia* no mostraron actividad antimicrobiana.
- *Quercus crassipes* y *Sambucus nigra* var. *canadensis* presentaron actividad antibacteriana en ocho y cuatro cepas respectivamente.
- *Satureja macrostema* y *Solanum cervantesii* presentaron efecto antibacteriano y antifúngico.
- La planta medicinal que inhibió mayor cantidad de cepas bacterianas fue *Quercus crassipes*.
- La planta medicinal que inhibió la mayor cantidad de cepas probadas (once) fue *Solanum cervantesii*, además del mayor número de cepas fúngicas.
- La concentración mínima inhibitoria en todos los casos fue 60 mg/mL.
- La bacteria *Streptococcus mutans* fue inhibida por cinco extractos medicinales.

- Los hongos *Candida albicans* y *Candida stellatoidea* fueron inhibidos por dos extractos medicinales.
- La hipótesis se cumplió pues las plantas medicinales son un servicio ecosistémico de provisión importante para los habitantes de la CRM, y además seis de ocho especies usadas para combatir enfermedades infecciosas presentan actividad antimicrobiana.
- Con esta investigación:
 - se rescata el conocimiento empírico de los habitantes de la CRM acerca del servicio ecosistémico de provisión: plantas medicinales
 - se comprueba el efecto antimicrobiano de las especies culturalmente importantes para la comunidad que son usadas en la medicina tradicional para tratar diversas infecciones.
- La información obtenida en esta investigación es un antecedente para evaluar por medio de estudios fitoquímicos y toxicológicos a las especies con efecto antimicrobiano, para encontrar la dosis terapéutica, así como una fuente de conocimientos de base para el cultivo, conservación y manejo de las plantas medicinales y de esta forma garantizar la protección de los recursos naturales manteniendo la calidad de los bosques de la CRM y como consecuencia la calidad de la Ciudad de México.

IX. LITERATURA CITADA

- Acosta, L., T. Alfaro, C. Cabezas, C. Carballo, Z. Palazón, R. Ramos, M. Reyes y C. Rodríguez. 2002. Desinfección química de plantas medicinales II. *Plantago lanceolata* L. *Revista cubana de plantas medicinales*. 7(3): 131-134 pp.
- Aguilar-Contreras, A., J. R. Camacho-Pulido, S. Chino-Vargas, P. Jáquez-Ríos y M. E. López-Villafranco. 1998. *Plantas medicinales del herbario IMMS, su distribución por enfermedades*. Grupo Roche. México. 167 pp.
- Aguilar-Contreras, A., R. Hurtado y J. C. Rodríguez. 2006. Estudio cualitativo y cuantitativo de la flora medicinal del municipio de Copándaro de Galeana, Michoacán, México. *Polibotánica*. Núm. 22. 21-50 pp.
- Almeida-Leñero, L., M. Espinosa, J. Jujnovsky, M. Nava, M. de J. Ordoñez y A. Ramos. 2007. Servicios ecosistémicos en la cuenca del río Magdalena, Distrito Federal, México. *Gaceta ecológica*. Número especial 84-85, 53- 64 pp.
- Almeida-Leñero, L., J. Jujnovsky, M.J. Ordóñez, A. Ramos. 2007. La cuenca del río Magdalena. *Ciencia y Desarrollo*. 33(208): 24-29 pp.
- Alonso, J. 2004. *Tratado de fitofármacos y nutraceuticos*. Corpus. Argentina. 1359 pp.
- Álvarez, K. 2000. *Geografía de la educación ambiental: algunas propuestas de trabajo en el Bosque de Los dinamos, Área de Conservación Ecológica de la Delegación Magdalena Contreras*. Tesis de licenciatura en Geografía. Facultad de Filosofía y Letras. UNAM. México. 127 pp.
- Andrade-Cetto, A., J. Becerra-Jiménez, M. Heinrich, E. Martínez-Zurita y P. Ortega-Larrocea. 2006. Disease-Consensus Index as a tool of selecting potential hypoglycemic plants in Chikindzonot, Yucatán, México. *Journal of Ethnopharmacology*. 107. 199-204 pp.
- Arreguín-Sánchez, M., R. Fernández-Nava y D. Quiroz-García. 2004. *Pteridoflora del Valle de México*. Instituto Politécnico Nacional. México. 387 pp.

- Ávila-Akerberg, V. 2002. *La vegetación en la cuenca alta del río Magdalena: un enfoque florístico, fitosociológico y estructural*. Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 92 pp.
- Ávila-Akerberg, V., B. González-Hidalgo, M. Nava-López y L. Almeida-Leñero. 2008. Refugio de fitodiversidad en la Ciudad de México, el caso de la cuenca del río Magdalena. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas*. 2(1): 605-619 pp.
- Balvanera, P. 2006. Biodiversidad y servicios ecosistémicos. *Bosque (Valdivia)*. Chile. 27(2): 181-184 pp.
- Balvanera, P. y H. Cotler. 2007. Acercamientos al estudio de los servicios ecosistémicos. *Gaceta ecológica*. Numero especial 84-85, 8-15 pp.
- Bedoya, I., A. Restrepo, M. Restrepo y R. Robledo. 2003. *Enfermedades infecciosas*. Corporación para Investigaciones Biológicas. Colombia. 830 pp.
- Bye, R., B. Flores y E. Linares. 1995. *Selección de plantas medicinales de México*. Limusa. México. 125 pp.
- Cáceres, D., G. Conti, S. Díaz, F. Quétier y E. Tapella. 2007. Servicios ecosistémicos y actores sociales. Aspectos conceptuales y metodológicos para un estudio interdisciplinario. *Gaceta ecológica*. Numero especial 84-85, 17-26 pp.
- Cairns, J. 1995. Ecosystem Services: An Essential Component of Sustainable Use. *Environmental Health Perspectives*. 103(6): 536 p.
- Cañigueral, S. y R. Vila. 1998. *Fitoterapia: concepto y límites*. Unidad de Farmacología y Farmacognosia. Facultad de Farmacia. Universidad de Barcelona. España. 133 pp.
- Cañigueral, S. y B. Vanaclocha. 2003. *Fitoterapia: vademécum de prescripción*. Elsevier Masson. Cuarta ed. España. 1091 pp.
- Castillo-España, P. y C. Monroy-Ortiz. 2007. *Plantas Medicinales utilizadas en el estado de Morelos*. Segunda ed. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México. 405 pp.

- Cedillo, P. E. 1990. *Las plantas útiles del municipio de Tepoztlán, Morelos*. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 425 pp.
- Cervantes, S. A., M. de J. Marques y G. Rivera. 2006. *Análisis estadístico. Un enfoque práctico con Statgraphics*. FES Zaragoza, UNAM. México. 113 pp.
- Costanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. O'Neill, J. Paruelo, R. Raskin, P. Sutton y M. Van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*. Núm. 387, 253-260 pp.
- Curtis, M., B. Hoffman, C. Page, M. Sutter y M. Walker. 1998. *Farmacología integrada*. Elsevier. España. 616 pp.
- Daily, G. C., S. Alexander, P.R. Ehrlich, L. Goulder, J. Lubchenco, P. Matson, H. Mooney, S. Postel, S. Schneider, D. Tilman y G. Woodwell. 1999. Ecosystem Services: Benefits Supplied to Human Societies by Natural Ecosystems. *Issues in Ecology*. Núm. 2. Ecological Society of America. 1 -16 pp.
- Díaz, J., E. Gómez, M. Hernández, J. López, U. López y J. Salaya. 2004. *Catálogo de plantas medicinales de uso actual en el estado de Tabasco*. Fundación Produce Tabasco, A.C. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México. 93 pp.
- Díaz, R., C. Gamazo y I. López-Goñi. 2005. *Manual práctico de Microbiología*. Elsevier. España. 264 pp.
- Diccionario integral de plantas medicinales*. 2002. RBA Integral. España. 680 pp.
- Dorado, O., B. Maldonado y A. Ortiz. 2004. *Preparados galénicos e imágenes de plantas medicinales. Una alternativa para promotores de salud en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Centro de Educación Ambiental e Investigación Sierra de Huautla. México. 79 pp.
- Estrada, L. E. y N. Quezada. 2002. Chamanismo y plantas medicinales, en: *Lecturas para el diplomado internacional. Plantas medicinales de México*. Segunda ed. Universidad Autónoma Chapingo. México. 29-39 pp.

Fernández, T., P. García y F. Paredes. 1996. *Microbiología clínica aplicada*. Tercera ed. Ediciones Díaz Santos. España. 482 pp.

FitzPatrick, E. A. 1984. *Suelos: su formación, clasificación y distribución*. Editorial Continental. México. 430 pp.

Fonnegra, G. R. y R. Jiménez. 2007. *Plantas medicinales aprobadas en Colombia*. Segunda ed. Universidad de Antioquia. Colombia. 368 pp.

García, E. 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen*. Cuarta ed. Larios. México. 217 pp.

García, P., J. Rodríguez, J. Saldierna y G. Suárez. 2000. *Recetario de hierbas y plantas medicinales*. Ediciones Euromexico. Colombia. 98 pp.

García, Y. 2008. *Las plantas útiles de la cuenca del río Magdalena, D. F., una guía ilustrada*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 66 pp.

González, G. y M. E. Siqueiros. 2006. *Helechos y plantas afines de Aguascalientes*. Universidad Autónoma de Aguascalientes. México. 181 pp.

González, E. M., E. González, E. López y F. Tena. 2004. *Plantas medicinales del estado de Durango y zonas aledañas*. Instituto Politécnico Nacional. México. 210 pp.

Granados, P y M. Villaverde. 1997. *Microbiología bacteriológica, medios de cultivo y pruebas bioquímicas, micología general, parasitología general*. Editorial Paraninfo. España. 365 pp.

Guerra, A. y J. L. Rodríguez. 2006. *Manual y atlas de las enfermedades de la vulva*. Glosa. España. 304 pp.

Hernández, M. S. 2005. *Flora útil no maderable de la comunidad indígena Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán*. Tesis de Ingeniería en agronomía en la especialidad de bosques. Facultad de Agrobiología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. 89 pp.

- Huerta, C. 1997. Herbolaria: mito o realidad. *Biodiversitas*. 3(12): 1-7 pp.
- Ingraham, C. e J. Ingraham. 1999. *Introducción a la Microbiología: I*. Reverté. España. 751 pp.
- Kuklinski, C. 2003. *Farmacognosia*. Estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural. Omega. España. 515 pp.
- MA (Millennium Ecosystem Assessment). 2003. *Ecosystems and human well-being*. Chap. 2: Ecosystem and their services, Millenium Ecosystem Assessment. 245 pp.
- Marques, Dos Santos, M. J. 2004. *Probabilidad y estadística para ciencias químico biológicas*. FES Zaragoza, UNAM. México. 626 pp.
- Martínez, M. 1958. *Flora medicinal del Estado de México*. Gobierno del Estado de México. Dirección de Recursos Naturales. México. 55 pp.
- Martínez, H., L. 2003. *Percepciones sociales sobre los Servicios Ecosistémicos en dos comunidades aledañas a la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco*. Tesis de licenciatura de Biología. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. 174 pp.
- Méndez, J. y J. M. Olaya. 2003. *Guía de plantas y productos medicinales*. Convenio Andrés Bello. Colombia. 52 pp.
- Merillon, J. M. y K. G. Ramawat. 1999. *Biotechnology. Secondary Metabolites*. Science Publishers, Inc. USA. 393 pp.
- Mosby, S. 2004. *Diccionario Mosby Pocket de Medicina, Enfermería y Ciencias de la salud*. Elsevier. España. 1509 pp.
- Murray, P., M. Pfäuer y K. Rosenthal. 2006. *Microbiología médica*. Quinta ed. Elsevier. España. 974 pp.

- Nava, L. M. Z. 2003. *Los bosques de la cuenca alta del Río Magdalena, D.F., México. Un estudio de la vegetación y fitodiversidad*. Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 66 pp.
- Olivas, M. 1999. *Plantas medicinales del Estado de Chihuahua*. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez Centro de Estudios Biológicos. México. 127 pp.
- Pamplona, J. 2006. *Salud por las plantas medicinales*. Safeliz. España. 383 pp.
- Ramos, A. 2008. *Propuesta de reclasificación y zonificación participativa de la Zona Protectora Forestal Cañada de Contreras, Distrito Federal, México*. Tesis de maestría en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 99 pp.
- Ramírez, R. M., A. Camacho, L. Hernández, B. Luna, A. Mejía, I. Müggenburg, G. Tsuzuki, M. del C. Urzúa, O. Velázquez y L. Vierna. 2008. *Manual de prácticas de Microbiología general*. Laboratorio de Microbiología experimental de la Facultad de Química, UNAM. México. 313 pp.
- Rzedowski, J. 1972. Contribuciones a la fitogeografía florística e histórica de México. III. Algunas tendencias en la distribución geográfica y ecológica de las Compositae mexicanas. *Ciencia*. México. 27: 123-132 pp.
- Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y colaboradores 2001. *Flora fanerogámica del Valle de México*. Segunda ed. Instituto de Ecología, A. C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán), México. 1406 pp.
- Salgado, C., E. Soriano, F. Suárez y F. Trigo. 2006. Patogenia microbiana: conceptos básicos en la interacción hospedero-microorganismo. *Veterinaria México*. 37(4): 457-465 pp.
- Stainer, R., J. Ingraham, P. Painter y M. Wheelis. 1996. *Microbiología*. Segunda ed. Reverté. España. 760 pp.
- Villalobos, S. R. 2002. Variables que afectan la producción vegetal de los metabolitos secundarios, en: *Lecturas para el diplomado internacional. Plantas medicinales de México*. Segunda ed. Universidad Autónoma Chapingo. México. 495-508 pp.

Villaseñor, J. L. 2003. Diversidad y distribución de las Magnoliophytas de México. *Interciencia*. Núm 28. 160-167 pp.

Zambrano, C. J. 2008. *Efecto inhibitorio del extracto de Quercus obtusata Humboldt & Bonpland sobre algunos patógenos y su toxicidad*. Tesis de licenciatura en Biología. FES-Zaragoza. UNAM. México. 95 pp.

X. APÉNDICE

APÉNDICE 1. Entrevista



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE CIENCIAS

ENTREVISTA PARA LOS HABITANTES DE LA CUENCA DEL RÍO
MAGDALENA SOBRE PLANTAS MEDICINALES

No. _____

Fecha: _____

Hora de inicio: _____

Hora de término: _____

1. DATOS DEL INFORMANTE

Nombre: _____

Edad: _____ Sexo: _____ Actividad principal: _____

Escolaridad: _____

Dirección: _____

Tiempo de residencia (años): _____

2. INFORMACIÓN GENERAL

Infecciones digestivas

Infecciones respiratorias

Infecciones dermatológicas

Infecciones bucales

Infecciones del aparato reproductor femenino

Infecciones del sistema renal-urinario

Otros padecimientos

¿Usa plantas medicinales para tratar los padecimientos y cuáles son?

1. SI NO Nombre (s) de la planta (s)

2. SI NO Nombre (s) de la planta (s)

3. SI NO Nombre (s) de la planta (s)

4. SI NO Nombre (s) de la planta (s)

5. SI NO Nombre (s) de la planta (s)

6. SI NO Nombre (s) de la planta (s)

7. SI NO Nombre (s) de la planta (s)

¿De donde las obtiene?

Campo () Casa () Mercado ()

3. INFORMACIÓN PARA EL ÍNDICE

Datos para cada especie mencionada

Nombre de la planta:

Descripción:

Modo de preparación:

Modo de consumo:

Dosis:

Características organolépticas:

Síntomas después de consumirlas:

Frecuencia de uso:

Rara vez 1 o 2 veces al año

Algunas -10 veces al año

Casi siempre 15 a 25 veces al año

Siempre

Considera que es útil su consumo:

Cuanto tiempo le dura:

Como la conserva:

La ha recomendado:

*¿Conoce otro uso para la planta?

*¿Alguien se la recomendó?

*no forman parte del índice

ÁPENDICE 2. Bacterias y hongos patógenos del humano

Bacterias patógenas

Corynebacterium xerosis

Fisiología y estructura. Son bacterias grampositivas.

Epidemiología. Son ubicuas en las plantas y en los animales, colonizan normalmente la piel, el aparato respiratorio superior, el aparato digestivo y el aparato genitourinario del ser humano. Se pueden comportar como patógenos oportunistas.

Enfermedades. Endocarditis, septicemia, neumonía, artritis, osteomielitis, meningitis, ventriculitis, mediastinitis y peritonitis (Bedoya *et al.*, 2003).

Enterococcus faecalis

Fisiología y estructura. Cocos grampositivos que típicamente se disponen en parejas o en cadenas cortas. Los cocos son anaerobios facultativos y su temperatura óptima de crecimiento es de 35 °C. Los enterococos toleran la exposición a condiciones ambientales adversas (como la presencia de NaCl al 6,5% y sales biliares al 40%).

Presentan adhesinas de superficie que facilitan su unión a las células que tapizan los tejidos intestinales y vaginales del organismo anfitrión humano, y secretan enzimas extracelulares con actividad hemolítica (citolisinas) y proteolítica.

Epidemiología. Son bacterias entéricas que se aíslan normalmente a partir de las heces del ser humano y diversos animales. Se encuentran en el intestino grueso y en el aparato genitourinario.

Enfermedades. Infecciones del aparato urinario; infecciones de heridas; bacteriemia y endocarditis (Murray *et al.*, 2006).

Escherichia coli

Fisiología y estructura. Bacilos gramnegativos, anaerobios facultativos, fermentadores, la membrana externa hace al microorganismo sensible a la desecación. Presenta una capacidad invasiva.

Epidemiología. Frecuentes en el tubo digestivo. La mayoría de las infecciones son endógenas (flora microbiana normal del paciente). Las cepas que producen gastroenteritis se adquieren generalmente de forma exógena.

Enfermedades. Bacteriemia; infección del aparato urinario, limitada a la vejiga (cistitis), o se puede extender hasta los riñones (pielonefritis) o la próstata (prostatitis); gastroenteritis; colitis hemorrágica; síndrome hemolítico

urémico, meningitis neonatal e infecciones intrabdominales (asociadas a perforación intestinal) y septicemia (Ingraham e Ingraham, 1999).

Mycobacterium phlei

Fisiología y estructura. Microorganismo anaerobio, acidorresistentes, presentan crecimiento rápido y la pigmentación de las colonias va de amarillo a anaranjado.

Epidemiología. Se encuentra en el ambiente; en el humano y animales se encuentra en tejidos y órganos.

Enfermedades. Causa bacteriemia. En este género se encuentran las bacterias causantes de la lepra y tuberculosis (Murray *et al.*, 2006).

Staphylococcus aureus

Fisiología y estructura. Cocos grampositivos, anaerobio facultativo, cápsula y capa de polisacárido extracelular.

Epidemiología. Forma parte de la flora normal de la piel y de las superficies mucosas. Transmisión de persona a persona a través de contacto directo o de la exposición a ropa contaminada. Los factores de riesgo son la presencia de cuerpos extraños como astillas, suturas, catéteres, cirugía previa, uso de antibióticos que supriman la flora microbiana normal. Las infecciones tienen una distribución universal y generalmente no tienen una prevalencia estacional.

Enfermedades. Intoxicación alimentaria; síndrome del *shock* tóxico y el síndrome de la piel escaldada; impétigo, la foliculitis, los forúnculos, el carbunco y las infecciones de las heridas; neumonía; empiema; la artritis séptica, la osteomielitis, la endocarditis aguda y la bacteriemia relacionada con el catéter (Stainer *et al.*, 1996).

Streptococcus β -hemolítico

Fisiología y estructura. Anaerobios facultativos, grampositivo.

Epidemiología. Colonización asintomática del tracto gastrointestinal inferior, vía genital, rectal y urinaria.

Enfermedades. Fiebre puerperal, vaginitis e infección en la sangre, neumonía, meningitis, artritis, infección de piel en recién nacidos (Ingraham e Ingraham, 1999).

Streptococcus mutans

Fisiología y estructura. Grampositivo, aerobio y anaerobio facultativo. Bacteria que sintetiza glucanos, polímeros azucarados de elevado peso molecular, al desdoblarse la sacarosa en glucosa y fructuosa, la última le sirve como sustrato para su crecimiento y la glucosa se polimeriza en una malla de glucano. También produce ácido láctico.

Epidemiología. Se encuentra en la boca, los factores que influyen en la colonización es el consumo de sacarosa y falta de flúor en el esmalte dental.

Enfermedades. Caries dental (Ingraham e Ingraham, 1999).

Streptococcus pyogenes

Fisiología y estructura. Es una bacteria grampositiva que forma largas cadenas de cocos, las cepas más virulentas presentan cápsula, son anaerobios facultativos.

Epidemiología. Colonización asintomática del tracto respiratorio superior y colonización transitoria de la piel. Transmisión de persona a persona mediante las gotitas respiratorias (faringitis) o a través de heridas de la piel después del contacto directo con un individuo infectado o con un artrópodo vector. Aunque el microorganismo es ubicuo, hay una incidencia estacional en las enfermedades específicas: la faringitis y la fiebre reumática o glomerulonefritis asociadas (más frecuentes en los meses fríos); pioderma y la glomerulonefritis asociada (más frecuente en los meses cálidos).

Enfermedades. Faringitis; escarlatina; pioderma; erisipela; celulitis; fascitis necrosante; síndrome del *shock* tóxico estreptococia; septicemia puerperal, la linfangitis y la neumonía; fiebre reumática y glomerulonefritis aguda (Murray *et al.*, 2006).

Hongos patógenos

Las especies pertenecientes al género ***Candida*** representan los patógenos fúngicos oportunistas más frecuentes. Actualmente se sabe que estos microorganismos colonizan la mucosa digestiva y pasan al torrente circulatorio mediante un proceso de traslocación gastrointestinal o a través de catéteres vasculares contaminados, interaccionan con las defensas del organismo anfitrión, y abandonan el compartimiento intravascular para invadir tejidos profundos de distintos órganos diana, como el hígado, el bazo, el riñón, el corazón y el cerebro.

Fisiología y estructura. Todas las especies del género *Candida* se desarrollan como células levaduriformes ovaladas que forman yemas o blastoconidias, producen también pseudohifas e hifas verdaderas.

Entre las características del microorganismo que podrían contribuir a su potencial patogénico se encuentran la capacidad de adhesión a tejidos, el dimorfismo levadura-micelio, la hidrofobicidad de su superficie celular, la secreción de proteinasas, y el cambio de fenotipo. Durante mucho tiempo se ha considerado que la capacidad de transformación de la fase de levadura a una forma micelial influye en el potencial patogénico. La mayoría de las

especies de *Candida* puede someterse a esta transformación, la cual se encuentra regulada por el pH y la temperatura.

Epidemiología. Las especies del género *Candida* colonizan el ser humano y otros animales de sangre caliente, por lo que se encuentran tanto en las personas como en los ambientes naturales. El lugar primario de colonización es el tubo digestivo desde la cavidad bucal hasta el recto. También se desarrollan como comensales en la vagina y la uretra, la piel, y bajo las uñas del pie y la mano. Se ha detectado la presencia de *C. albicans*, el principal agente etiológico de enfermedad en el ser humano, en el aire, el agua y el suelo, además del ser humano y los animales. Se estima que entre un 25% a un 50% de las personas sanas porta microorganismos de *Candida* en la microflora normal de la cavidad bucal. Prácticamente todos los seres humanos pueden albergar una o más especies de *Candida* en su tubo digestivo, y los niveles del estado de portador sano pueden aumentar hasta niveles de enfermedad detectable. La mayoría de los tipos de candidiasis desde la enfermedad mucosa y cutánea superficial hasta la diseminación hematológica representa una infección endógena en la que la microflora comensal aprovecha la oportunidad para producir una infección.

Entre las distintas especies de *Candida* con capacidad de infectar al ser humano (*C. albicans*, *C. glabrata*, *C. parapsilosis*, *C. tropicalis*, *C. krusei*, *C. lusitanae*, *C. guilliermondii*, *C. dubliniensis*, *C. rugosa*, *C. stellatoidea*) *C. albicans* predomina en casi todos los tipos de infección. Esta especie suele estar implicada en casi todas las infecciones en localizaciones genitales, cutáneas y bucales (Murray *et al.*, 2006; Ingraham e Ingraham, 1999). *Candida stellatoidea* actúa muy similar a *C. albicans* así que algunos expertos la consideran una variante de ella (Mosby, 2004).

Enfermedades. Pueden producir una infección clínica en prácticamente cualquier sistema orgánico. El espectro de infecciones abarca desde la enfermedad mucosa y cutánea superficial hasta la diseminación hematológica extensa con afectación de órganos como el hígado, el bazo, el riñón, el corazón y el cerebro. Las infecciones mucosas conocidas como muguet pueden limitarse a la bucofaringe o bien extenderse hacia el esófago y el tubo digestivo. En la mujer, la mucosa vaginal también constituye un lugar frecuente de infección. Pueden originar onicomicosis y paroniquia, además de infecciones cutáneas localizadas en zonas en las que la superficie cutánea está obstruida y húmeda: ingle, axilas, espacios interdigitales de los pies, pliegues mamarios (Guerra y Rodríguez, 2006).

Las especies pertenecientes al género ***Geotrichum*** son cosmopolitas, se hallan en suelo, agua, aire, detritos, plantas, cereales, productos lácteos. En el humano, coloniza el tracto intestinal, causando infecciones oportunistas en huéspedes inmunodeprimidos. Las infecciones usualmente se adquieren vía ingestión o inhalación (Ingraham e Ingraham, 1999).

APÉNDICE 3. Características botánicas y medicinales de las especies con valor alto de ICE

☞ ***Arceuthobium vaginatum*** (Willd.) Presl subsp. ***vaginatum***

Flor de ocote

Loranthaceae

Descripción. Planta erguida, de 30 a 50 cm de alto, tallos café oscuros o negros, ramificados, internodos de 1 a 3.5 cm de largo; flor masculina de 3.5 mm de largo; flor femenina de 1.5 a 2.5 mm de largo; fruto obovoide (Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y col., 2001).

Hábitat. Parásito de *Pinus* spp. Se distribuye de los 2850 a los 3850 m snm (Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y col., 2001).



Foto: I. Burgos

Uso medicinal. Para curar nervios, dolor de pulmones y reumas, se toma el té de toda la planta, también se usa el té contra la tos (González *et al.*, 2004; Martínez, 1958).

☞ ***Buddleia cordata*** Kunth subsp. ***cordata***

Tepozán

Buddlejaceae

Descripción. Árbol o arbusto de 1 a 20 m de alto; tallos tetragonales; hojas con líneas estipulares, ápice agudo o acuminado, margen entero, serrado o dentado, venación muy prominente en el envés, textura algo coriácea, envés provisto de pelos estrellados aplicados y pelos estrellados laxos, grandes; inflorescencia formada por grandes panículas terminales de 14 a 25 cm de largo; corola amarillento; fruto ovoide-elipsoide, con numerosas semillas aladas (Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y col., 2001).



Foto: V. Ávila

Uso medicinal. Para evitar el exceso de sudor tomando la infusión de sus hojas y como diurético. También se usa el cocimiento de las hojas o la raíz para lavar llagas y para enfermedades del aparato digestivo (Hernández, 2005; Martínez, 1958; Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y col., 2001)

Hábitat. Ampliamente distribuida en el Valle de México entre 2250 a 3000 m de altitud, en matorrales, pastizales y bosques, pero perfectamente en la vegetación secundaria y en lugares intensamente perturbados (Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y col., 2001).

☞ ***Equisetum hyemale*** A. Braun ex Englem. L. var. ***affine*** (Englem.) A.A. Eaton.

Carricillo

Equisetaceae

Descripción. Planta perenne con rizoma delgado subterráneo de color pardo oscuro. Tallos huecos erectos, estriados, no ramificados, de color verde cenizo, de 18 a 55 cm de largo por 0.2 a 2 cm de diámetro, con estrias convexas, cubiertas con bandas de sílice; entrenudos con hojas pequeñas, verticiladas formando una vaina, deciduas de color negruzco; estróbilos de 1.8 a 2.5 cm de largo, amarillos a negros con un prominente apículo negro, son varios esporangiofóros, cada uno de ellos con eusporangios, 6 a 7 por esporangióforo; esporas circulares de 32 a 37 µm de diámetro (Arreguín-Sánchez *et al.*, 2004; González y Siqueiros, 2006).

Hábitat. Se distribuye a una altitud de 2300 a 3000 m snm, preferentemente a la orilla de arroyos (Arreguín-Sánchez *et al.*, 2004; González y Siqueiros, 2006).

Uso medicinal. Para problemas de riñón, mal de orín, cálculos renales, ácido úrico, ardor de pies, dolor de espalda, paño, para curar heridas, golpes, sífilis, hidropesía, vómito, almorranas, enfermedades del corazón, hemorragias, se usa como diurético, relajante, abortivo y para limpiar el cuerpo (Castillo-España y Monroy-Ortiz, 2007).



Foto: I. Burgos



Foto: V. Ávila

☞ ***Garrya laurifolia*** Benth. subsp. ***laurifolia***

Aguacatillo

Garryaceae

Descripción. Arbusto o arbolito hasta de 6 m de altura; ramas jóvenes pubescentes; hojas elípticas, de 5 a 16 cm de largo por 2 a 6 cm de ancho, envés tomentoso, de color blanco-grisáceo a café con la edad; flores masculinas sésiles, dispuestas en racimos, compactos, de 3 a 6 cm de largo, una flor en cada bráctea, ésta ovada a lanceolada, de 3 a 6 mm de largo, aguda o acuminada, estambres con anteras oblongas; flores femeninas cortamente pediceladas, dispuestas en racimos, compactos, de 2.5 a 6.5 cm de largo, una flor en cada bráctea prominente frecuentemente adnada al ovario, ésta foliácea, ovario pubescente, estilos 2; fruto glabro, de color azul oscuro en la madurez (Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y col., 2001).

Hábitat. Se distribuye de los 2750 a 3000 m snm, en cañadas húmedas en medio del bosque de *Abies* (Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y col., 2001).

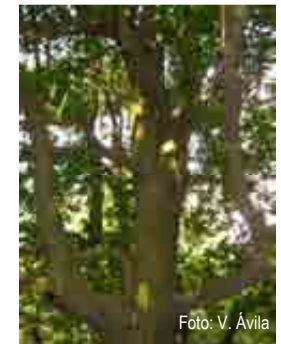


Foto: V. Ávila



Foto: V. Ávila

Uso medicinal. Se usa para tratar diarreas crónicas y también las hojas se fuman a manera de tranquilizantes (Martínez, 1958; Castillo-España y Monroy-Ortiz, 2007).

☞ *Quercus crassipes* Humb. & Bonpl.

Encino

Fagaceae

Hábitat. En el valle es uno de los encinos más abundantes en los bosques situados entre 2400 y 2900 m de altitud (Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y col., 2001).



Foto: V. Ávila

Uso medicinal. Se usa para enfermedades del aparato digestivo, con el cocimiento de la corteza se enjuaga la boca. También se usa para aliviar alguna enfermedad de las encías o combatir la debilidad de las muelas (Castillo-España y Monroy-Ortiz, 2007; Hernández, 2005).

Descripción. Árbol de 3 a 20 m de altura; tronco hasta de 1 m de diámetro, con denso tomento amarillo al principio; hojas con el peciolo tomentoso, de 2 a 6 mm de largo, limbo coriáceo, angostamente elíptico o algo lanceolado u oblanceolado, de 4 a 9 cm de largo por 1 a 2 cm de ancho, ápice redondeado o subagudo, aristado, margen entero, resolutivo y engrosado, base redondeada, con 10 a 17 pares de venas en ángulo recto con el nervio central, haz algo lustroso, verde oscuro o grisáceo, envés tomentoso; flores femeninas 1 ó 2, en un pedúnculo de 5 mm de largo por 2 a 2.5 mm de diámetro; fruto solitario o por pares, en un pedúnculo muy grueso, cúpula hemisférica, con el borde involuto y las escamas tomentosas, bellota ovoide, de 10 a 16 mm de largo por 10 a 12 mm de diámetro, incluida hasta la tercera parte de su largo en la cúpula (Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y col., 2001).

☞ *Sambucus nigra* L. var. *canadensis* (L.) Bolli.

Sauco

Caprifoliaceae

Descripción. Árbol pequeño o arbusto, raramente hasta de 15 a 20 m de alto; hojas hasta 60 cm de largo, a veces bipinnadas, foliolos lanceolados a anchamente ovados, acuminados en el ápice, aserrados en el margen, glabros o densamente pubescentes en las nervaduras. Inflorescencia en forma de corimbo multifloro de 7 a 50 cm de ancho; corolas blancas, de 4 a 5 mm de diámetro, fragantes; fruto drupáceo, globoso u ovoide, de 3 a 6 mm de diámetro de color negro o púrpuro, contiene de 3 a 5 semillas, de 2 a 4 mm de largo (Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y col., 2001).

Hábitat. Se distribuye de los 2250 a 3100 m snm, en cañadas húmedas en medio de bosque mesófilo y bosque de *Abies* (Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y col., 2001).



Uso medicinal. Para tratar estreñimiento se prepara el cocimiento de hojas o corteza seca hasta hervir y se bebe. Para tratar tos y tos ferina, amigdalitis, bronquitis, congestión del pecho, gripe o resfriado común y como expectorante se toma el cocimiento de las flores. Para desinflamación de faringe y encías, se prepara una infusión y se hacen enjuagues bucales. Funciona como relajante nervioso preparando la tintura o en jarabe. Alivia dolor de cabeza y dolor causado por caries tomando el cocimiento de las hojas. Tiene propiedades sudoríficas, diuréticas, antiinflamatorias, antivirales (Alonso, J. 2004; Castillo-España y Monroy-Ortiz, 2007; Díaz *et al.*, 2004; Dorado *et al.*, 2004; García *et al.*, 2000; Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y col., 2001).

☞ *Satureja macrostema* (Moc. & Sessé ex Benth.) Briq.

Tabaquillo

Lamiaceae

Descripción. Planta arbustiva, de 1 a 2 m de alto; tallos erectos, ramas arqueadas, pubescentes; hojas de 1 a 4 cm de largo por 0.6 a 1.5 cm de ancho, ápice agudo, aserradas, base redondeada; flores solitarias o en grupos de 2 ó 3 en las axilas de las hojas, pubescentes; cáliz 5-dentado, bilabiado, de 7 a 10 mm de largo, con la garganta pilosa; corola roja o anaranjada, de 2 a 3.5 mm de largo; estambres expertos, tecas de las anteras divergentes; estilo saliente de la corola; pericarpios ovoides, lisos o reticulados. Presenta un olor a menta al estrujar (Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y col., 2001).



Foto: V. Ávila

Hábitat. Se distribuye de los 2450 a 3500 m snm, en bosques de pino, de encino y de *Abies*, a veces en matorrales cercanos a los bosques (Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y col., 2001).

Uso medicinal. Se usa para molestias de los conductos digestivos preparando el cocimiento de las ramas con hojas, especialmente para dolor y cólicos del estómago, y como estimulante. También se usa para enfermedades del aparato respiratorio (Bye *et al.*, 1995; Castillo-España y Monroy-Ortiz, 2007; Hernández, 2005; Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y col., 2001).

☞ *Solanum cervantesii* Lag.

Hierba Mora

Solanaceae



Foto: V. Ávila

Hábitat. Distribuido de manera amplia en el Valle de México a una altitud de 2250 a 3200 m, en bosques, matorrales y pastizales, de preferencia en la vegetación secundaria (Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y col., 2001).

Uso medicinal. Para curar tifo o enfermedades del hígado se toma el cocimiento de la parte aérea, para curar enfermedades del aparato circulatorio y digestivo se toma el licuado de las hojas o aplicar el fruto como supositorio, y para curar padecimientos de la piel, el cocimiento de la parte aérea se usa en baños (Aguilar-Contreras *et al.*, 1998; Hernández, 2005).

Descripción. Arbusto o arbolito de 1 a 5 m de alto; hojas sobre peciolos hasta de 4 cm de largo, limbo lanceolado a oblongo-elíptico, hasta de 25 cm de largo y 6.5 cm de ancho, agudo a acuminado en el ápice, entero u ondulado en el margen, cuneado a atenuado en la base, esparcidamente piloso a glabro en el haz, por lo general conspicuamente pubescente a lo largo de las nervaduras del envés con pelos ramificados y simples, a veces las hojas maduras totalmente glabras; inflorescencia en forma de cimas, multifloras, pedicelos hasta de 8 mm de largo; cáliz de 2 a 3 mm de largo, con 5 lóbulos triangulares, de 2.5 a 5 mm de largo; corola blanca, de 5 a 8 mm de largo; anteras de 2 a 3 mm de largo; ovario glabro; fruto globoso, de 5 a 10 mm de diámetro, negro en la madurez (Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y col., 2001).

APÉNDICE 4. Análisis estadístico de *Arceuthobium vaginatum* subsp. *vaginatum*

4.1 *Streptococcus mutans*

S. mutans - *A. vaginatum*

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	2	3.5	X
120	5	3.52	X
90	5	3.52	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	-0.02	0.0798016
60 - 120	-0.02	0.0798016
90 - 120	0.0	0.0603243

* presenta diferencia estadística significativa.

4.2 *Streptococcus pyogenes*

S. pyogenes - *A. vaginatum*

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	3.56	X
90	5	3.72	X
120	5	4.28	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	-0.16	0.395402
60 - 120	*-0.72	0.395402
90 - 120	*-0.56	0.395402

* presenta diferencia estadística significativa.

APÉNDICE 5. Análisis estadístico de *Buddleia cordata* subsp. *cordata*

5.1 *Streptococcus β-hemolítico*

S. b-hemolítico - *B. cordata*

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	4.62	X
90	5	5.18	X
120	5	5.88	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	*-0.56	0.204391
60 - 120	*-1.26	0.204391
90 - 120	*-0.7	0.204391

* presenta diferencia estadística significativa.

APÉNDICE 6. Análisis estadístico de *Quercus crassipes*

6.1 *Corynebacterium xerosis*

C. xerosis - *Q. crassipes*

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	5.94	X
90	5	6.54	X
120	5	7.24	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	*-0.6	0.556346
60 - 120	*-1.3	0.556346
90 - 120	*-0.7	0.556346

* presenta diferencia estadística significativa.

6.2 *Enterococcus faecalis*

E. faecalis - *Q. crassipes*

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	5.34	X
90	5	6.76	X
120	5	7.2	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	*-1.42	0.506936
60 - 120	*-1.86	0.506936
90 - 120	-0.44	0.506936

* presenta diferencia estadística significativa.

6.3 *Escherichia coli*

E. coli - *Q. crassipes*

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	4.86	X
90	5	6.48	X
120	5	7.14	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	*-1.62	0.818339
60 - 120	*-2.28	0.818339
90 - 120	-0.66	0.818339

* presenta diferencia estadística significativa.

6.4 Mycobacterium phlei

M. phlei - Q. crassipes

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	6.84	X
90	5	7.02	X
120	5	7.5	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	*-0.18	0.0974397
60 - 120	*-0.66	0.0974397
90 - 120	*-0.48	0.0974397

* presenta diferencia estadística significativa.

6.5 Staphylococcus aureus

S. aureus - Q. crassipes

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	4.94	X
90	5	6.04	X
120	5	6.78	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	*-1.1	0.47934
60 - 120	*-1.84	0.47934
90 - 120	*-0.74	0.47934

* presenta diferencia estadística significativa.

6.6 Streptococcus β -hemolítico

S. b-hemolítico - Q. crassipes

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	6.32	X
90	5	7.3	X
120	5	8.34	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	*-0.98	0.54543
60 - 120	*-2.02	0.54543
90 - 120	*-1.04	0.54543

* presenta diferencia estadística significativa.

6.7 *Streptococcus mutans*

S. mutans - *Q. crassipes*

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
---------------	--------	-------	-------------------

60	5	8.76	X
90	5	9.8	XX
120	5	11.0	X

Contraste	Diferencia	+/-	Límites
-----------	------------	-----	---------

60 - 90	-1.04		1.7226
60 - 120	*-2.24		1.7226
90 - 120	-1.2		1.7226

* presenta diferencia estadística significativa.

6.8 *Streptococcus pyogenes*

S. pyogenes - *Q. crassipes*

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
---------------	--------	-------	-------------------

60	5	6.28	X
90	5	7.2	X
120	5	7.6	X

Contraste	Diferencia	+/-	Límites
-----------	------------	-----	---------

60 - 90	*-0.92		0.747179
60 - 120	*-1.32		0.747179
90 - 120	-0.4		0.747179

* presenta diferencia estadística significativa.

APÉNDICE 7. Análisis estadístico de *Sambucus nigra* var. *canadensis*

7.1 *Corynebacterium xerosis*

C. xerosis - *S. nigra*

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
---------------	--------	-------	-------------------

60	5	3.96	X
90	5	4.08	X
120	5	4.48	X

Contraste	Diferencia	+/-	Límites
-----------	------------	-----	---------

60 - 90	-0.12		0.294476
60 - 120	*-0.52		0.294476
90 - 120	*-0.4		0.294476

* presenta diferencia estadística significativa.

7.2 *Enterococcus faecalis*

E. faecalis - *S. nigra*

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	4.02	X
90	5	5.0	X
120	5	6.98	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	*-0.98	0.166885
60 - 120	*-2.96	0.166885
90 - 120	*-1.98	0.166885

* presenta diferencia estadística significativa.

7.3 *Staphylococcus aureus*

S. aureus - *S. nigra*

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	4.0	X
90	5	4.44	X
120	5	5.0	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	*-0.44	0.0435764
60 - 120	*-1.0	0.0435764
90 - 120	*-0.56	0.0435764

* presenta diferencia estadística significativa.

7.4 *Streptococcus mutans*

S. mutans - *S. nigra*

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	3.96	X
90	5	3.98	X
120	5	4.02	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	-0.02	0.0871527
60 - 120	-0.06	0.0871527
90 - 120	-0.04	0.0871527

* presenta diferencia estadística significativa.

APÉNDICE 8. Análisis estadístico de *Satureja macrostema*

8.1 *Corynebacterium xerosis*

C. xerosis - *S. macrostema*

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	4.04	X
90	5	4.48	X
120	5	4.92	X

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	4.04	X
90	5	4.48	X
120	5	4.92	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	*-0.44	0.21348
60 - 120	*-0.88	0.21348
90 - 120	*-0.44	0.21348

* presenta diferencia estadística significativa.

8.2 *Enterococcus faecalis*

E. faecalis - *S. macrostema*

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	4.12	X
90	5	5.1	X
120	5	5.44	X

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	4.12	X
90	5	5.1	X
120	5	5.44	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	*-0.98	0.231953
60 - 120	*-1.32	0.231953
90 - 120	*-0.34	0.231953

* presenta diferencia estadística significativa.

8.3 *Staphylococcus aureus*

S. aureus - *S. macrostema*

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	3.78	X
90	5	4.4	X
120	5	5.1	X

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	3.78	X
90	5	4.4	X
120	5	5.1	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	*-0.62	0.472021
60 - 120	*-1.32	0.472021
90 - 120	*-0.7	0.472021

* presenta diferencia estadística significativa.

8.4 *Streptococcus β-hemolítico*

S. b-hemolítico - *S. macrostema*

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	5.1	X
90	5	5.76	XX
120	5	6.44	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	-0.66	0.740371
60 - 120	*-1.34	0.740371
90 - 120	-0.68	0.740371

* presenta diferencia estadística significativa.

8.5 *Streptococcus mutans*

S. mutans - *S. macrostema*

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	1	3.8	X
90	5	4.26	X
120	5	5.12	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	-0.46	1.07915
60 - 120	*-1.32	1.07915
90 - 120	*-0.86	0.62305

* presenta diferencia estadística significativa.

8.6 *Streptococcus pyogenes*

S. pyogenes - *S. macrostema*

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	6.8	X
90	5	7.16	X
120	5	7.6	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	-0.36	1.35554
60 - 120	-0.8	1.35554
90 - 120	-0.44	1.35554

* presenta diferencia estadística significativa.

8.7 *Candida albicans*

C. albicans - *S. macrostema*

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	8.7	X
90	5	10.72	X
120	5	11.58	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	*-2.02	1.38921
60 - 120	*-2.88	1.38921
90 - 120	-0.86	1.38921

* presenta diferencia estadística significativa.

8.8 *Candida stellatoidea*

C. stellatoidea - *S. macrostema*

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	9.5	X
90	5	11.06	XX
120	5	12.06	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	-1.56	1.59932
60 - 120	*-2.56	1.59932
90 - 120	-1.0	1.59932

* presenta diferencia estadística significativa.

8.9 *Geotrichum* sp.

Geotrichum spp. - *S. macrostema*

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	6.9	X
90	5	7.58	X
120	5	8.64	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	*-0.68	0.600659
60 - 120	*-1.74	0.600659
90 - 120	*-1.06	0.600659

* presenta diferencia estadística significativa.

APÉNDICE 9. Análisis estadístico de *Solanum cervantesii*

9.1 *Corynebacterium xerosis*

S. cervantesii

C. xerosis

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	4.14	X
90	5	5.0	X
120	5	6.1	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	*-0.86	0.164977
60 - 120	*-1.96	0.164977
90 - 120	*-1.1	0.164977

* presenta diferencia estadística significativa.

9.2 *Enterococcus faecalis*

S. cervantesii

E. faecalis

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
90	5	3.5	X
60	2	3.5	X
120	5	4.0	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	0.0	0.0
60 - 120	*-0.5	0.0
90 - 120	*-0.5	0.0

* presenta diferencia estadística significativa.

9.3 *Escherichia coli*

S. cervantesii

E. coli

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	4.6	X
90	5	5.3	X
120	5	5.5	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	*-0.7	0.62897
60 - 120	*-0.9	0.62897
90 - 120	-0.2	0.62897

* presenta diferencia estadística significativa.

9.4 *Staphylococcus aureus*

S. aureus *S. cervantesii*

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	4.32	X
90	5	4.68	X
120	5	5.08	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	*-0.36	0.324149
60 - 120	*-0.76	0.324149
90 - 120	*-0.4	0.324149

* presenta diferencia estadística significativa.

9.5 *Streptococcus β-hemolítico*

S. b-hemolítico *S. cervantesii*

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	4.46	X
90	5	5.12	X
120	5	5.24	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	*-0.66	0.594302
60 - 120	*-0.78	0.594302
90 - 120	-0.12	0.594302

* presenta diferencia estadística significativa.

9.6 *Streptococcus mutans*

S. mutans *S. cervantesii*

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	4.08	X
90	5	5.38	X
120	5	6.36	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	*-1.3	0.749294
60 - 120	*-2.28	0.749294
90 - 120	*-0.98	0.749294

* presenta diferencia estadística significativa.

9.7 *Streptococcus pyogenes*

S. cervantesii

S. pyogenes

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	6.58	X
90	5	7.22	X
120	5	8.0	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	-0.64	0.702197
60 - 120	*-1.42	0.702197
90 - 120	*-0.78	0.702197

* presenta diferencia estadística significativa.

9.8 *Candida albicans*

S. cervantesii

C. albicans - F

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	5.76	X
90	5	6.24	X
120	5	6.88	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	-0.48	0.625438
60 - 120	*-1.12	0.625438
90 - 120	*-0.64	0.625438

* presenta diferencia estadística significativa.

9.9 *Candida krusei*

S. cervantesii

C. krusei -

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	4.0	X
90	5	4.48	X
120	5	5.0	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	*-0.48	0.0355799
60 - 120	*-1.0	0.0355799
90 - 120	*-0.52	0.0355799

* presenta diferencia estadística significativa.

9.10 *Candida stellatoidea*

S.cervantesii

C. stellatoidea - *Candida stellatoidea*

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	4.66	X
90	5	5.5	X
120	5	6.06	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	*-0.84	0.31923
60 - 120	*-1.4	0.31923
90 - 120	*-0.56	0.31923

* presenta diferencia estadística significativa.

9.11 *Candida tropicalis*

S.cervantesii

C. tropicalis - *Candida tropicalis*

Prueba de comparación múltiple de Tukey (Inhibición-Concentración (mg/mL))

Método: 95.0 por ciento LSD

Concentración	Conteo	Media	Grupos homogéneos
60	5	5.92	X
90	5	6.74	X
120	5	7.6	X

Contraste	Diferencia	+/- Límites
60 - 90	*-0.82	0.573709
60 - 120	*-1.68	0.573709
90 - 120	*-0.86	0.573709

* presenta diferencia estadística significativa.