



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

DETERMINACION DE LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA EN ALGUNAS PLANTAS MEDICINALES

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
QUIMICA FARMACEUTICA BIOLOGA
P R E S E N T A :
AGUILAR NUÑEZ MA. GUADALUPE



Handwritten text and stamp



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.

**Jurado asignado:**

**Presidente Prof. PASTELIN PALACIOS RODOLFO**

**Vocal Prof. RION ARRIOLA RAFAEL**

**Secretario Prof. PEREZ GUTIERREZ MA. SALUD**

**1er. Suplente Prof. RIVERO CRUZ JOSE FAUSTO**

**2do. Suplente Prof. TEJEDA GONZALEZ VERONICA**

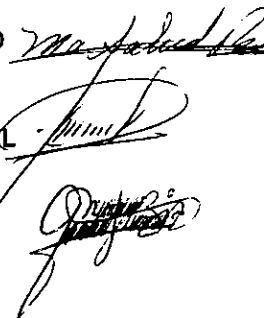
**Sitio donde se desarrolló el tema:**

**DEPARTAMENTO DE SISTEMAS BIOLÓGICOS UAM-XOCHIMILCO**

**Asesor del tema DRA. PEREZ GUTIERREZ MA. SALUD**

**Supervisor Técnico DR. ZAVALA SANCHEZ MIGUEL ANGEL**

**Sustentante AGUILAR NUÑEZ MA. GUADALUPE**



**D**oy gracias

**A**l único que hace maravillas,  
porque es eterno su amor. Sal. 136 (135)4

**R**econozco la sabiduría, la paciencia  
la entrega y el amor de TODOS los  
involucrados en este tema.

**E**ncomienda tus obras al  
señor, y tus proyectos  
se realizarán.  
Prov. 16 , 3.

**GRACIAS**

La madera es del árbol de la vida y

los que la tomen experimentarán

La felicidad eterna.      Prov. 3, 18

**DETERMINACION DE LA  
ACTIVIDAD  
ANTIMICROBIANA EN ALGUNAS  
PLANTAS MEDICINALES**

## INDICE

	<b>Página</b>
Introducción	2
Objetivo general	4
Objetivos particulares	5
Antecedentes	6
Antibióticos	8
Factores que afectan la acción de los antimicrobianos	10
Efectos indeseables de los antimicrobianos	12
Factores que determinan las susceptibilidad y resistencia de los microorganismos a los agentes antimicrobianos	13
Causas de la resistencia de las bacterias	14
Microorganismos	16
Plantas medicinales	20
Características de los árboles en estudio	24
Material y métodos	27
Resultados	32
Discusión	37
Conclusiones	40
Bibliografía	42

## INTRODUCCIÓN

Las enfermedades infecciosas son la principal causa de mortalidad y morbilidad a nivel mundial, ya que cada vez es más difícil encontrar medicamentos que actúen efectivamente sobre los microorganismos causantes de éstas.

Este problema de salud se ha incrementado por la aparición de cepas resistentes (1), lo cual se debe principalmente a un uso inadecuado de los antibióticos, ya sea por autoprescripción o por mal manejo de los mismos.

En 1955, años después de la Segunda Guerra Mundial, en México se detectaron cepas de enterobacterias resistentes (2). Lo anterior es una muestra de la capacidad de desarrollo de resistencia por parte de los microorganismos.

El problema ha aumentado en los últimos años, hecho que se hace patente en el boletín epidemiológico de la Secretaría de Salud que publica semanalmente en su página Web (3), en el cual se puede observar una alta incidencia de enfermedades infecciosas.

Por lo anterior, es necesario buscar nuevos compuestos con actividad antimicrobiana que puedan utilizarse en el tratamiento de las enfermedades infecciosas.

En México, principalmente en las zonas rurales mucha gente usa diferentes plantas en el tratamiento de este tipo de enfermedades (4), sin embargo, la mayoría de estas plantas no han sido estudiadas química y/o farmacológicamente. Por lo que es posible que estas plantas puedan ser una fuente importante para obtener nuevos principios activos que pudieran usarse en la terapéutica.

Por estos motivos se decidió estudiar el efecto antimicrobiano de los extractos clorofórmico, metanólico y acuoso de *Coccoloba cozumelensis*, *Gliricidia sepium*, *Gymnanthes lucida*, *Lyciloma divaricata* y *Lyciloma tergemina* sobre bacterias Gram positivas, Gram negativas y una levadura.



# OBJETIVOS

## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar la actividad antimicrobiana de *Coccoloba cozumelensis*, *Glincidia sepium*, *Gymnanthes lucida*, *Lyciloma divaricata* y *Lyciloma tergemina*.

## OBJETIVOS PARTICULARES

Obtener los extractos clorofórmico, metanólico y acuoso de *Coccoloba cozumelensis*, *Gliricidia sepium*, *Gymnanthes lucida*, *Lyciloma divaricata* y *Lyciloma tergemina*.

Evaluar el efecto antimicrobiano de los extractos clorofórmico, metanólico y acuoso de *Coccoloba cozumelensis*, *Gliricidia sepium*, *Gymnanthes lucida*, *Lyciloma divaricata* y *Lyciloma tergemina*. Sobre cepas Gram positivo, Gram negativo y *Candida albicans*.

# ANTECEDENTES

## ANTECEDENTES

Las enfermedades infecciosas son una de las causas principales de mortalidad y morbilidad en todo el mundo (5). En los países en vías de desarrollo, las bronconeumonías y neumonías producen un alto índice de mortalidad entre la población infantil. Las laringitis y neumonías son causadas principalmente por *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae* y *Staphylococcus aureus*.

En México, el número de casos de neumonía se ha incrementado en los últimos años, hasta el grado de considerarse una de las enfermedades con mayor tasa de mortalidad.

Otro problema importante que se presenta en pacientes a los cuales se les ha colocado alguna válvula de corazón o algún otro dispositivo médico es la bacteriemia nosocomial, la cual es producida principalmente por *Staphylococcus epidermidis*. (6)

Paul Ehrlich en 1906, inicia la etapa moderna en el desarrollo de los antimicrobianos con el fin de controlar las enfermedades infecciosas causadas por microorganismos, estableciendo los requisitos que éstos deben reunir. Dichos requisitos son los siguientes : a) poseer toxicidad selectiva hacia el agente infeccioso, y b) no ser tóxico al humano durante su tratamiento. (7)

Posteriormente Fleming en 1929, describe el efecto inhibitorio de un compuesto producido por *Penicillium notatum* al cual se le llamó Penicilina, sobre cultivos de *S. aureus*. A partir de este trabajo Florey y Chain establecieron los métodos para la producción de la penicilina que desde entonces es utilizado como agente terapéutico. (8)

En 1944, Waksman aísla de hongos del suelo la estreptomycinina y una serie de sustancias con efecto antimicrobiano como la cloromicetina, la tetraciclina y la eritromicina.

## ANTIBIOTICOS

Los antibióticos son sustancias producidas por rutas sintéticas o por diversas especies de microorganismos (bacterias, hongos y actinomicetos) que impiden la proliferación de otros gérmenes y al final pueden destruirlos. Los antibióticos muestran diferencias notables en sus propiedades físicas, químicas y farmacológicas, así como sus actividades antibacterianas y en su mecanismo de acción. (9)

Los antibióticos se pueden clasificar en 5 grupos, tomando en cuenta su mecanismo de acción.

1.- Acción antimicrobiana a través de la inhibición de la síntesis de la pared celular (10). Tabla No. 1

2.- Acción antimicrobiana a través de la inhibición de la función de la membrana celular (11). Tabla No. 1

3.- Acción antimicrobiana a través de la inhibición de la síntesis proteica (12). Tabla No. 1.

4.- Acción antimicrobiana a través de la inhibición de la síntesis de ácidos nucleicos (13). Tabla No. 1

5.- Acción antimicrobiana por medio de una actividad metabólica o antagonismo competitivo (14). Tabla No. 1

**TABLA. No. 1 Clasificación de los antimicrobianos**

Mecanismo de acción	Grupo	Ejemplos	Microorganismo susceptible
1.-Inhibición de la síntesis de la pared celular.	Penicilinas naturales	penicilina G, penicilina V	Estreptococos $\beta$ -hemolíticos, <i>Neisseria gonorrhoeae</i> , <i>Treponema pallidum</i> , <i>Bacillus anthracis</i>
	Penicilinas resistentes a la penicilinasa (PRP)	naftilina, metilina	<i>Pseudomona aeuroginosa</i>
	PRP: isoxazolil penicilinas	oxacilina, cloxacilina, dicloxacilina	<i>Sthaphylococcus aureus</i>
	Aminopenicilinas	ampicilina, amoxicilina	<i>Streptococcus pneumoniae</i> , <i>E. coli</i> , <i>H. influenzae</i> .
	Carboxipenicilinas	carbenicilina, ticarcilina	<i>P. aeuroginosa</i> , <i>P. mirabilis</i>
	Ureidopenicilinas	piperacilina, azlocilina, mezlocilina	<i>P. aeuroginosa</i> , <i>P. mirabilis</i>
	Cefalosporinas de primera generación	cefalotina, cefazolina, cefradina, cefapirina	<i>S. pneumoniae</i> , <i>S. pyogenes</i> , <i>H. influenzae</i> , <i>E. coli</i> , <i>P. mirabilis</i>
	Cefalosporinas de segunda generación	cefomandol, cefuroxima, cefunícida, cefaclor	<i>Streptococcus pneumoniae</i> , <i>H. influenzae</i> , <i>M. catarrhalis</i>
	Cefamicinas	cefotixina, cefotetán, cefmetazol	<i>Neisseria gonorrhoeae</i> , <i>N. gonorrhoeae</i>
	Cefalosporinas de tercera generación	ceftriaxona, cefotaxima, ceftizoxima, cefoperazona, cefpiroma, cefpiramida	<i>P. aeuroginosa</i> <i>L. monocytogenes</i> , <i>C. difficile</i> , <i>E. coli</i> , <i>H. influenzae</i>
	Monobactámicos	aztreonam	<i>H. influenzae</i> , <i>N. meningitidis</i>
	Carbapenémicos	imipenem, meropenem	<i>P. aeuroginosa</i> , <i>S. aureus</i> , <i>E. faecalis</i> , <i>B. fragilis</i>
	Inhibidores de la $\beta$ -lactamasa	clavulanato, sulbactam, tazobactam	<i>P. aeuroginosa</i> , <i>S. aureus</i> , <i>S. epidermidis</i> , <i>S. faecalis</i>
2. Inhibición de la función de la membrana celular	Polimixinas Anfotericina B.	colistina nistatina	<i>P. aeuroginosa</i> , <i>Candida albicans</i>
3. Inhibición de la síntesis proteica	Aminoglucósidos	estreptomícina, gentamicina, tobramicina, netilmícina, kanamicina, amikacina	<i>P. aeuroginosa</i> , <i>E. coli</i> , <i>P. vulgaris</i> , <i>K. Pneumoniae</i> , <i>S. marcescens</i>
4.- Inhibición de la síntesis de ácidos nucleicos.	Mitomicina Ácido Nalidixico combinado con Fenazopiridina.	mitomicin-C, nalixone, pirfur	<i>E. coli</i> , <i>P. vulgaris</i> , <i>P. mirabilis</i>
5.- Actividad metabólica o antagonismo competitivo.	Sulfonamidas	sulfadiazina ( silvadene) sulfametoxazol con trimetoprima.	<i>P. aeuroginosa</i> , <i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i> , <i>C. albicans</i> , <i>P. mirabilis</i> y <i>P. vulgaris</i> , <i>H. influenzae</i> ; algunas especies de <i>Serratia</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Shigella</i> y <i>Klebsiella</i> .

## FACTORES QUE AFECTAN LA ACCION DE LOS ANTIMICROBIANOS (15)

1. Factores farmacológicos: tales como absorción, conjugación, degradación, etc.
2. Indicación incorrecta para tratar una infección, por un microorganismo resistente o por una inadecuada prescripción.
3. Resistencia del microorganismo.
4. Error en la identificación del microorganismo causal.
5. Administración de antimicrobianos incompatibles.
6. Tratamiento insuficiente por ser baja la dosis prescrita o por la administración prolongada. También por la supresión anticipada del tratamiento por error o toxicidad.
7. Vía de administración inadecuada.
8. Infecciones mixtas en las cuales el o los antimicrobianos no cubren todo el espectro.
9. Infecciones mixtas en las que el microorganismo principal se acompaña de otro que inactiva el antibiótico, por ejemplo: gonococo y estafilococo o conibacilo u otro productores de penicilinas.
10. Re infecciones frecuentes (traspaso reciproco de infecciones genitourinarias en una pareja, traspaso intrafamiliar e infecciones nasofaríngeas).
11. Mecanismos de defensa deficientes. Principalmente en el caso de antibióticos con acción bacteriostática.



12. Administración por vía bucal con ingestión de alimentos y sustancias que impiden su absorción, por ejemplo: tetraciclinas y leche, tortillas, sales de aluminio, magnesio y calcio.
13. Administración en exceso del metabolito por el cual compite el antimicrobiano.
14. Condiciones locales en el sitio de la infección que no permiten que el antimicrobiano penetre en la dosis adecuada, tales como: cicatrices, heridas mal tratadas quirúrgicamente, infecciones intrameningeas tratadas con antimicrobianos que no atraviesan la barrera hematoencefálica.
15. Autorreinfección desde lugares donde se preserva al microorganismo por que no llega al antibiótico.
16. Sensibilización alérgica al microorganismo causal, como la que se presenta en las llamadas uretritis inespecíficas.(4)

## EFFECTOS INDESEABLES DE LOS ANTIMICROBIANOS.

Los antimicrobianos pueden ser tóxicos, ya sea en forma directa o bien a través de la interacción con otros fármacos. Las reacciones alérgicas, pueden ser causadas por muchos agentes pero las penicilinas pueden dar lugar a reacciones de hipersensibilidad inmediata mediada por IGG o a reacciones de hipersensibilidad retardada. Se han reportado reacciones cutáneas causadas por muchas clases de antimicrobianos, reacciones hematológicas graves como anemia aplásica o el desarrollo de anemia hemolítica (16).

Muchos antibióticos disminuyen la actividad de las plaquetas sanguíneas y otros al alterar la flora intestinal favorecen el sobrecrecimiento de *Clostridium difficile*, productor de una exotoxina que causa serios daños en colon.

También la alteración de la flora puede favorecer el desarrollo de candida en la mucosa oral, vagina y tracto intestinal. Debido a que muchos antimicrobianos son metabolizados en hígado, pueden provocar daño hepático.

Otro efecto desfavorable de los antimicrobianos, desde el punto de vista inmunológico es que cuando se administran muy al inicio de una infección, sobre la cual tiene un buen efecto, deprimen, retrasan o eliminan la respuesta inmunogena al suprimir rápidamente el estímulo antigénico y así, enfermedades que si se dejarán a su evolución natural, generarían inmunidad de por vida, por ejemplo la fiebre tifoidea y el tifo.

Algunos antimicrobianos como el metronidazol, la isoniacida y la griseofulvina cuando son ingeridos junto con bebidas alcohólicas producen el llamado efecto antabuze, por ser fármacos que impiden la degradación del alcohol a CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O, persistiendo productos intermediarios tóxicos que llegan a poner en peligro la vida del enfermo. (17)

## FACTORES QUE DETERMINAN LA SUSCEPTIBILIDAD Y RESISTENCIA DE LOS MICROORGANISMOS A LOS AGENTES ANTIMICROBIANOS.

Actualmente existe un gran número de microorganismos patógenos que han adquirido resistencia a los antibióticos, lo cual ha ocasionado el surgimiento de infecciones difíciles de combatir. La aparición de cepas resistentes ha hecho necesario buscar nuevos antimicrobianos que puedan ser utilizados en el tratamiento de enfermedades producidas por estas cepas (18).

En un estudio realizado sobre la sensibilidad de algunas cepas de enterobacterias aisladas de varios hospitales de la ciudad de México, se encontró que estas bacterias fueron adquiriendo resistencia a los antibióticos usados para combatirlas (14), tal como se muestra en la tabla No. 2.

**TABLA No. 2** Porcentaje de susceptibilidad de enterobacterias \* a diversos antimicrobianos.

FÁRMACOS	1960 - 1970	1970 - 1980	1980 - 1994
Ampicilina	35	20	33** - 10***
Tetraciclina	60	24	20 - 20
Cloranfenicol	80	65	75 - 30
Gentamicina	85	75	_____
Amikacina	98	94	95 - 85
Netilmicina	_____	100	95 - 85
Cefriaxona	_____	_____	95 - 85
Aztraonama	_____	_____	-90
Ceftazidima	_____	_____	- 90
Ciprofloxacina	_____	_____	100 - 70

Donde:

\* Cepas provenientes de diferentes fuentes 60 - 70 %  $\beta$  lactamasa (+), *E. coli*, *Enterobacter sp.*, *Klebsiella sp.*, *Serratia mercrescens*, *Salmonella sp.*, *Actinetobacter sp.*, *Proteus sp.*

\*\* Cepas aisladas de pacientes de la comunidad

\*\*\* Cepas aisladas en pacientes hospitalizados

## CAUSAS DE LA RESISTENCIA DE LAS BACTERIAS.

Sabemos que las bacterias tienen la capacidad de adquirir resistencia, a través de los siguientes mecanismos:

- 1.- La producción de enzimas bacterianas que destruyen el medicamento activo, por ejemplo, las penicilinas tienen el anillo  $\beta$ -lactámico, si la bacteria tenía la capacidad de producir la enzima  $\beta$ -lactamasa, ésta actúa directamente sobre el anillo  $\beta$ -lactámico, lo que hace que la penicilina no tenga efecto sobre esas bacterias.
- 2.- Cambios de los componentes de la pared celular de las bacterias, lo que modifica la permeabilidad del medicamento, lo cual no permite que el antibiótico alcance un nivel adecuado en el interior de la célula bacteriana (18).
- 3.- Los microorganismos sufren un cambio estructural en el punto clave de la unión del fármaco y su sitio de acción.
- 4.- Alteración de la vía metabólica del microorganismo.

La aparición de la resistencia de los microorganismos a los fármacos puede tener dos orígenes, uno genético y otro no genético. En el primer caso, la resistencia puede surgir como resultado de una mutación espontánea en un locus que controla la susceptibilidad del microorganismo contra un antimicrobiano determinado y en el segundo caso se presenta la resistencia por mutaciones extracromosómicas, principalmente debido a plásmidos y transposones.

La forma de resistencia más importante es producida por la presencia de plásmidos. Muchas células bacterianas poseen plásmidos con resistencia a uno o más antibióticos. Estos plásmidos se transmiten a otras células rápidamente por procesos tales como: conjugación, transducción y transformación (19)

La aparición de resistencia bacteriana se favorece con el uso erróneo de los antimicrobianos; ya sea debido a una dosificación inadecuada, en donde al bajar los niveles efectivos, las bacterias se multiplican y además hay un periodo en el que no hay suficiente antibiótico, también el uso indiscriminado de los antimicrobianos, permite generar resistencia a ese antibiótico. Lo mismo sucede al utilizar un antibiótico cuando no es necesario como en el caso de una enfermedad viral (20).

Por otro lado el mal uso de los antibióticos puede llegar a ser dañino para el hombre, ya que todo compuesto con la capacidad de matar una célula tendrá en mayor o menor grado el peligro de dañar también las células del paciente. Los efectos tóxicos de los antibióticos son muy variados, producir leucopenia, neutropenia, anemia aplastica, por ejemplo, el cloranfenicol, (21) trastornos nerviosos y problemas en el oído.

## MICROORGANISMOS.

### ***Staphylococcus aureus:***

Es un microorganismo patógeno positivo a la coagulasa y causante de muchas infecciones graves, como: neumonía, meningitis, endocarditis, y sepsis con supuración en cualquier órgano. Si esta bacteria se disemina puede causar bacteriemia (22).

Las cepas de *S. aureus* son sensibles a las cefalosporinas o a la vancomicina, sin embargo, se ha reportado la presencia de cepas resistentes a algunos antibióticos, principalmente a la penicilina.

### ***Sarcina lutea:***

Las bacterias del género *Sarcina* son anaerobios obligados, extremadamente tolerantes a los ácidos y pueden desarrollarse a pH inferiores a 2. La *Sarcina* se encuentra en el suelo, heces y estómago. (23)

### ***Escherichia coli:***

Pertenece a la familia de las *enterobacterias*. Es un microorganismo Gram negativo, se encuentra en la flora intestinal normal, sin embargo, puede volverse patógeno cuando llega a tejidos ajenos a su hábitat normal, como por ejemplo: vías urinarias o biliares (24).

### ***Proteus vulgaris:***

Esta bacteria también pertenece a la familia enterobacteriacea, son Gram negativos, se encuentran en el tracto intestinal, así como en el suelo y el agua que contiene materia orgánica en descomposición. *P. vulgaris* es un microorganismo patógeno oportunista y la mayoría de las infecciones producidas por él se adquieren en hospitales (25).

### ***Candida albicans:***

Es una levadura oval, la cual forma blastoconidios para reproducirse. *C. albicans* se encuentra en la flora normal de las mucosas de los aparatos respiratorio, digestivo y genital femenino, sin embargo, es un microorganismo patógeno oportunista y en pacientes débiles o con inmunodepresión puede producir tromboflebitis, endocarditis, infección de los ojos y en otros órganos (26).

### ***Pseudomona aeuroginosa:***

Hábitat: suelo, aguas estancadas, forma aparte de la flora normal del intestino de varias especies animales, también se encuentra en material orgánico en descomposición, bacilos aerobios, y aerobios facultativos, Gram negativos, móviles por un flagelo polar o por un mechón formado por dos o tres flagelos, casi todas las especies poseen fimbrias y pillis. *P. aeuroginosa* es responsable de infecciones hospitalarias (27).

### ***Salmonella choleraesuls***

De la familia enterobacteriaceae, se encuentra en forma natural en el cerdo y es un importante invasor secundario en el cólera de los cerdos. Esporádicamente causa gastroenteritis aguda en el hombre.

Tiene forma de bastones cortos, móvil con 4 o 5 flagelos peritricos, no esporulado. Es Gram negativo (28).

### ***Salmonella thypimurium***

Son células bacilares sueltas, móviles, con flagelos peritricales Gram negativos. Causa intoxicación alimentaria en el hombre y agente patógeno natural para todos los animales de sangre caliente: causa fiebre tifoidea, salmonelosis y gastroenteritis (29).

### ***Vibrio cholerae***

Gram negativo de la familia vibrionacea, se encuentra en el agua estancada, algunos de ellos viven en aguas saladas. Son bacilos curvos con flagelo polar o un mechón de dos o tres flagelos no forman cápsulas, esporas ni fimbrias, son anaerobios facultativos.

Causante de la enfermedad de cólera y los de aguas saladas, infectan a los animales marinos (30).

### ***Lysteria monocytogenes***

Son pequeños cocos Gram positivos activamente móviles por medio de cuatro flagelos peritricos a temperatura ambiente, pero a 37 °C solo se forma un flagelo polar.

Tiene una amplia distribución en la naturaleza y en una variedad de reservorios animales. *L. monocytogenes* es un microorganismo sáprofito que vive en un medio de vegetales y suelo así puede ser contraído por el hombre y los animales.

En el hombre causa una infección con manifestaciones proteiformes. La meningitis es muy frecuente. Es causante de infecciones del aparato genital de la mujer grávida y la infección del niño antes del nacimiento o después del parto (31).

### ***Staphylococcus epidermidis***

Pertenciente a la familia micrococaceae, es un estafilococo coagulasa negativo que característicamente forma colonias blancas en agar sangre.

*S. epidermidis* parece ser específico para el hombre ya que todos los individuos transportan al microorganismo en la piel. Los sitios más frecuentes incluyen las axilas,



cabeza, brazos, fosas nasales y piernas. Así, el hombre sirve como fuente exógena de contaminación para la infección de otros y como una fuente endógena para sí mismo.

Las enfermedades causadas por estafilococos coagulasa-negativo son infecciones urinarias, nosocomiales adquiridas en la comunidad. También infecciones producidas por dispositivos permanentes, como válvulas cardíacas, cateteres intravenosos articulares, bombas intratecales y marcapasos, cateteres para diálisis peritoneal.

Produce bacteriemia, en huéspedes comprometidos como prematuros, individuos con quemaduras, receptores de transplantes, pacientes con defectos congénitos. *S. epidermidis* es responsable de endocarditis, osteomielitis y endoftalmitis (32).

### ***Bacillus pumilus***

Los microorganismos del género *Bacillus* son grandes bastones Gram positivos, caracterizados por su capacidad para producir endosporas termorresistentes, ovales o cilíndricas.

La acción sobre agar de *B. pumilus* tiene motilidad positiva.

## PLANTAS MEDICINALES

Las plantas se han usado ampliamente en la medicina tradicional de las diferentes etnias para combatir las enfermedades que padece la población, formando parte de su historia y tradición (33).

Las plantas se pueden utilizar frescas o secas, esto último es lo más común, ya que las plantas se colectan, se secan y se almacenan por lo que pueden usarse durante todo el año, en cambio cuando se usan frescas su uso depende del ciclo de vida de la planta (34).

A pesar del uso tan amplio de las plantas medicinales solo algunas se han estudiado química y farmacológicamente. Sin embargo, en los últimos años la fitoterapia ha tenido un nuevo auge, apoyado en los conocimientos científicos.

En la actualidad el descubrimiento de nuevos antibióticos con posibilidades de uso médico es poco común (35) y generalmente ocurre en países con alto grado de desarrollo científico y tecnológico.

Por otro lado, es necesario el descubrimiento de nuevos antibióticos debido a que cada vez hay un mayor número de organismos patógenos que son resistentes a la acción de los antibióticos de uso terapéutico.

Por las razones antes expuestas, es lógico suponer que una fuente para la obtención de sustancias con actividad antimicrobiana son las plantas medicinales, específicamente de ciertos árboles que se localizan en los bosques tropicales del país cuyo clima favorece el desarrollo de enfermedades infecciosas, tomando como base la información oral que la gente de diferentes zonas de esta región, proporcionaron acerca del uso de éstos árboles para combatir algunas enfermedades infecciosas, tanto en el ser humano como en el ganado.

De acuerdo a estas consideraciones, las plantas usadas para este estudio son las siguientes:

*Coccoloba cozumelensis (Jacq)*

*Gliricidia sepium (Jacq)*

*Gymnanthes lucida (Sw)*

*Lyciloma divaricata (Jacq)*

*Lyciloma tergemina (Benth)*

El tronco de los árboles es leñoso y se ramifica a cierta altura del suelo; el tronco está compuesto de una sustancia orgánica constituida principalmente de celulosa empaquetada en lignina cuya función biológica es la de sostener la planta, transportar el agua y las sales minerales desde la raíz hasta las hojas y se le conoce con el nombre de madera. (36)

Para fines prácticos se consideran dos grupos de árboles que son: Las coníferas pertenecientes a las gimnospermas que son árboles de madera blanda y el grupo de las latifoliadas o angiospermas, conocidas como árboles de madera dura.

El crecimiento normal de cualquier vegetal es progresivo e irreversible y es promovido por tejidos no diferenciados conocidos como meristemas que pueden ser de dos tipos.

Los meristemas primarios que son aquellos que dan el crecimiento en longitud a través de la yema apical y las yemas laterales. Los meristemas secundarios que dan el crecimiento en grosor por medio del cambium y felógeno. A partir de esto dos tejidos se forman todos los elementos que constituyen la madera.

Estos componentes pueden apreciarse al observar el corte transversal de un árbol; al observarlo desde el interior hacia el exterior, se aprecia que consta del duramen y la albura, y juntos forman el xilema o madera propiamente dicho. Luego esta la capa celular del cambium, después el floema, enseguida el felógeno y finalmente la corteza. (figura No. 1)

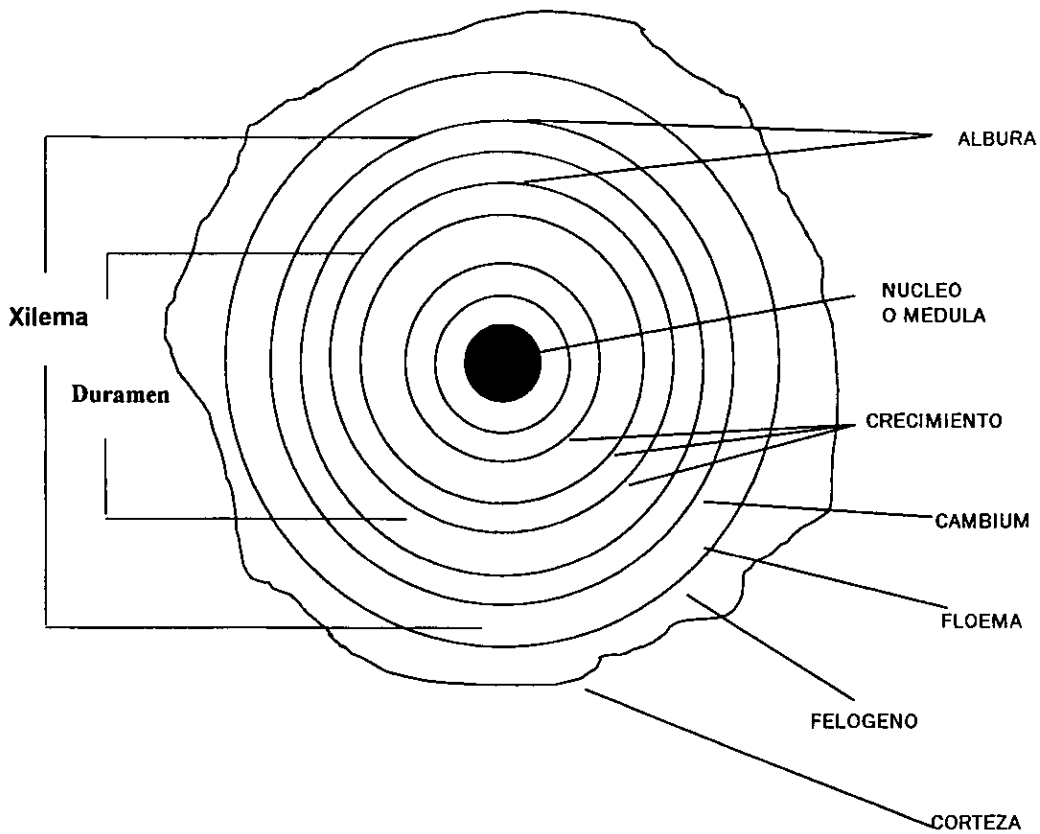
El duramen es la parte central y más oscura de la madera debido a las diversas sustancias químicas que posee y obstruyen el paso por el lumen de la celulosa por lo que va perdiendo su función de conducir el agua.

La albura es la porción del árbol que contiene células vivas y material de reserva como el almidón (37). La parte inferior de la albura continuamente se transforma en duramen, según se forma más albura por las divisiones del cambium, que forma una capa continua entre el xilema y el floema del tallo o tronco.

El xilema es el tejido vascular de las plantas que se encarga del soporte mecánico, la conducción ascendente del agua y las sales minerales, así como del almacenamiento de sustancias nutritivas, es decir, representa la parte interna del tronco.

El floema es el tejido de las plantas vasculares que se encarga de la conducción descendente de la savia elaborada y la distribución de las sustancias nutritivas.

La corteza es la parte exterior o superficial de los tallos y ramas, tanto de arbustos como de árboles y es rica en taninos (38).



**Fig. No. 1 CORTE TRANSVERSAL DEL TRONCO DE UN ARBOL.**

## CARACTERISTICAS DE LOS ARBOLES EN ESTUDIO

*Coccoloba cozumelensis* (L) Jacq

Familia polygonaceae

Es un árbol de 6 a 10 m. Su corteza es gris parda, escamosa, con hojas ovaladas de color café. Sus flores son de color crema, sus frutos son color verde y rojizo. Originaria de América tropical, habita en clima cálido entre 0 y 750 metros sobre el nivel del mar.

- En Quintana Roo, se le conoce comúnmente con el nombre de Zak-boh (39). También recibe el nombre de uvero y uvero negro.

En la medicina tradicional se usan las hojas picadas para controlar la fiebre y una infusión del fruto para aliviar la tos.

*Gliricidia sepium* (Jacq)

Familia leguminosae

Es un árbol que crece hasta 12 m de altura, su corteza es escamosa grisácea. Las hojas son angostas y las flores se encuentran en racimos de color blanco, rosado o lila. Los frutos son vainas aplanadas (40).

Esta planta habita en zonas de clima cálido, semicálido y templado entre los 100 y 1900 m sobre el nivel del mar, y comúnmente se le conoce como cacahuananche, cocuite, madre de cacao, mataratas, mataratón, y trébol.

En la medicina tradicional se usa para tratar las afecciones de la piel, para bajar la fiebre, la ictericia y para el dolor de ojos y de estómago.

Se ha reportado que el extracto etanólico-acuoso posee acción antiinflamatoria y diurética en ratas, actividad antiespasmódica en cobayo e hipotérmica en ratones (41), así como actividad inhibitoria de liberación de histamina.

De esta planta se han aislado flavonoides, pinitol, un polipéptido canavanina, ácido ascórbico,  $\beta$ -caroteno, calcio, fibras, hierro, niacina, fósforo, rivoftabina y tiamina (42).

*Gymnanthes lucida* (Sw)

Familia euphorbiaceae.

Es un árbol que crece hasta 40 m de altura, sus hojas son alternas, las flores sin pétalos en forma de espiga. Esta planta habita en selva mediana caducifolia.

En la selva de Chiapas, recibe el nombre común de palo de asta, también es conocida como yaite (43). Se usa en medicina tradicional como vesicante (44).

*Lyciloma divaricata* (Jacq)

Familia leguminoseae

Es un árbol que crece hasta 12 m de altura, sus hojas son alternas compuestas estipuladas, parecen plumas. Las flores son blancas con cinco pétalos libres con diez estambres. Los frutos son largos, angostos y un poco curvos (45). Habita en climas cálidos, semicálidos y semisecos, entre los 10 y los 800 m sobre el nivel del mar.

Esta planta se conoce con el nombre común de manto y en la medicina tradicional de Sonora se usa su corteza para curar heridas y llagas, sin embargo no se encontraron reportes en la literatura especializada sobre estudios químicos o farmacológicos que corroboren su efectividad (46).

*Lyciloma tergemina* (Benth)

Familia leguminoseae.

Es un árbol de 3 a 7 m de altura, leñoso, su corteza es lisa de color grisáceo, tiene hojas alternas, verdes ovales y oblicuas lisas, sus flores son blancas en cabezuelas. Sus frutos son guajes de color café-rojizo de 10 a 15 cm de largo (44).

Esta planta habita en el bosque tropical que se encuentra a 150 m sobre el nivel del mar.

Se denomina pata de cabra, palo blanco y tepeguaje. Su uso tradicional más común es para curar heridas (47).



# MATERIAL Y METODOS

## MATERIAL Y METODOS

### Material biológico:

a) Plantas: Los troncos se colectaron en diferentes estados de México. Las plantas fueron autenticadas por la M. en C. Alejandra Quintanar de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa y se depositó un espécimen en el herbario de UAMIZ.

La lista de las plantas, sus nombres comunes y lugar de colecta se muestran en la siguiente tabla (No.3)

TABLA No. 3 Árboles usados en este estudio

NOMBRE BOTANICO	MUESTRA DEPOSITADA	NOMBRE COMUN	LUGAR DE COLECTA	REFERENCIAS
<i>Coccoloba cozumelensis</i> (Jacq)	UAMIZ-M16	Zak-boh	Ejido central Vallarta, Quintana Roo	Téllez y Cabrera 1987 (39)
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq)	UAMIZ-M40	Chk-Che Mataratón Cacahuananche	Alfredo Martínez, M. Jardín botánico Quintana Roo	Hernández, 1959 (48)
<i>Gymnanthes lucida</i> (Sw)	UAMIZ-M22	Yaite	Ejido central Vallarta Quintana Roo	Mendieta, 1981 (49)
<i>Lysiloma divaricata</i> (Jacq)	UAMIZ-M114	Tepemezquite Manto	Alrededores de Tepoztlán, Estado de Morelos	Torres, 1978 (50)
<i>Lysiloma tergemina</i> (Benth)	UAMIZ-M119	Pata de cabra	Alrededor de Tepoztlán, Estado de Morelos	Gispert, 1986 (51)

## b) Microorganismos:

Para este estudio se utilizaron, *Bacillus pumilus* NTC 0241. *Escherichia coli* ATCC 10586; *Escherichia coli* EHEC, *Listeria monocytogenes* (cepa silvestre); *Proteus vulgaris* ATCC 13315; *Pseudomona aeruginosa* ATCC 25619; *Sarcina lutea* ATCC 9341; *Salmonella Choleraesuis* ATCC 10708; *Salmonella typhimurium* ATCC 12228; *Vibrio cholerae* 01 ATCC 51328 y *Candida albicans* ATCC 24433. Las bacterias se mantuvieron en agar cerebro corazón y la levadura en agar dextrosa sabouraud.

### \* Preparación de los extractos de las plantas de estudio:

En un matraz balón de 1 litro se colocaron 60 gramos del tronco seco y molido, 500 ml de disolvente (cloroformo, metanol o agua). La mezcla se calentó a temperatura de ebullición a reflujo durante 4 horas, posteriormente el disolvente se eliminó en un evaporador rotatorio a presión reducida; el residuo se llevó a sequedad en una estufa de vacío, a temperatura ambiente durante 6 horas.

### Evaluación de la actividad antimicrobiana

Las pruebas se realizan en agar cerebro corazón (BHI) para las bacterias y con agar dextrosa sabouraud (BIOXON) para la levadura.

Las bacterias se incubaron durante 24 horas a  $37\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  y la levadura durante 72 horas a  $27\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Cada cultivo se preparó a una turbidez equivalente al tubo No. 5 de Mc Farland y 0.1 ml de esta suspensión se dispersaron sobre una caja petri, sobre ella se colocaron 4 sensidiscos (6 mm de diámetro) con 2.0 mg del extracto de la planta, enseguida se incubaron. Todas las determinaciones se hicieron por duplicado.

Para las bacterias se usaron 30  $\mu\text{g}$  de Cloranfenicol y 2  $\mu\text{g}$  de Ampicilina como testigo positivo y para la levadura se usaron 100 unidades de Nistatina. Los sensidiscos se obtuvieron de BBL. Los diámetros de inhibición se midieron después de la incubación.

## CONCENTRACION MINIMA INHIBITORIA (CMI)

Para determinar la concentración mínima inhibitoria (CMI) se utilizó la técnica de difusión en agar. (16, 25).

Se prepararon diferentes concentraciones del extracto de prueba en 10 ml de agar cerebro corazón para obtener concentraciones de 0.1 a 12.8 mg del extracto por mililitro. Enseguida estas mezclas se colocaron en cajas petri y se adicionaron 0.1 ml de suspensión con aproximadamente  $10^8$  microorganismos por mililitro, la suspensión se dispersó sobre la superficie de la placa. Las cajas petri se incubaron a 37 °C durante 24 horas para las bacterias y 72 horas a 27 °C en el caso de la levadura.

Se consideró como la concentración mínima inhibitoria; cuando no se observó crecimiento evidente del microorganismo. Las concentraciones del extracto se incrementaron o disminuyeron de acuerdo a los resultados.

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

El efecto inhibitorio de los extractos clorofórmico, metanólico y acuoso de los cinco troncos se muestra en las tablas números 4, 5, 6, 7, 8 y 9.

TABLA No. 4

ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE LOS EXTRACTOS CLOROFÓRMICO, METANÓLICO Y ACUOSO DE *Coccoloba cozumelensis*.

EXTRACTOS	Clorofórmico	Metanólico	Acuoso	Cloranfenicol 30 µg	Ampicilina 2 µg
CEPAS					
<i>Sarcina lutea</i>	*	*	*		
<i>Escherichia coli</i>	*	*	*		
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	*	15.0 ± 0.21	14.16 ± 0.20	25.2 ± 0.2	37.0 ± 0.4
<i>Staphylococcus aureus</i>	*	10.0 ± 0.40	7.5 ± 0.25	30.7 ± 0.4	30.5 ± 0.2
<i>Pseudomona aeuroginosa</i>	*	*	*		
<i>Salmonella choleraesuis</i>	*	*	*		
<i>Bacillus pumilus</i>	*	*	*		
<i>Vibrio cholerae</i>	*	*	*		
<i>Escherichia coli</i> EHEC	*	*	*		
<i>Listeria monocytogenes</i>	*	*	*		
<i>Salmonella tiphymurium</i>	*	*	*		
<i>Proteus vulgaris</i>	*	*	*		
<i>Candida albicans</i>	*	*	*		

\* No hay inhibición

TABLA No. 5

ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE LOS EXTRACTOS CLOROFÓRMICO, METANÓLICO Y ACUOSO DE *Gliricidia sepium*.

EXTRACTOS	Clorofórmico	Metanólico	Acuoso	Cloranfenicol 30 µg	Ampicilina 2 µg
CEPAS					
<i>Sarcina lutea</i>	*	*	*		
<i>Escherichia coli</i>	*	*	*		
<i>Staphylococcus Epidermidis</i>	*	20.25 ± 0.34	21.62 ± 0.465	25.2 ± 0.2	37.0 ± 0.4
<i>Staphylococcus aureus</i>	*	13.5 ± 0.31	13.08 ± 1.18	30.7 ± 0.4	30.5 ± 0.2
<i>Pseudomona aeuroginosa</i>	*	11.5 ± 0.18	10.25 ± 0.55	*	11.7 ± 0.7
<i>Salmonella choleraesuis</i>	*	*	12.62 ± 0.61	11.0 ± 0.4	26.5 ± 0.3
<i>Bacillus pumilus</i>	*	12.37 ± 0.56	17.12 ± 1.13	21.0 ± 0.0	24.2 ± 0.5
<i>Vibrio cholerae</i>	*	11.06 ± 0.75	*	15.5 ± 1.0	27.0 ± 0.4
<i>Escherichia coli</i> EHEC	*	*	*		
<i>Listeria monocytogenes</i>	*	*	*		
<i>Salmonella tiphymurium</i>	*	*	*		
<i>Proteus vulgaris</i>	*	10.16 ± 0.91	*	*	27.0 ± 0.3
<i>Candida albicans</i>	*	*	*		

\* No hay inhibición

TABLA No. 6

ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE LOS EXTRACTOS CLOROFÓRMICO, METANÓLICO Y ACUOSO DE *Gymnanthes lucida*.

EXTRACTOS	Clorofórmico	Metanólico	Acuoso	Cloranfenicol 30 µg	Ampicilina 2 µg
CEPAS					
<i>Sarcina lutea</i>	*	*	7.25 ± 0.22	46.2 ± 0.4	38.0 ± 0.6
<i>Escherichia coli</i>	*	*	*		
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	*	8.75 ± .22	10.5 ± 0.43	25.2 ± 0.2	37.0 ± 0.4
<i>Staphylococcus aureus</i>	*	*	*		
<i>Pseudomona aeuroglinsa</i>	*	*	*		
<i>Salmonella choleraesuls</i>	*	10.25 ± 0.22	*	11.0 ± 0.4	26.5 ± 0.3
<i>Bacillus pumilus</i>	*	8.25 ± 0.22	*	21.0 ± 0.0	24.2 ± 0.5
<i>Vibrio cholerae</i>	*	*	*		
<i>Escherichia coli</i> EHEC	*	*	*		
<i>Listeria monocytogenes</i>	*	*	*		
<i>Salmonella tiphymurium</i>	*	*	*		
<i>Proteus vulgaris</i>	*	11.75 ± 0.56	*	*	27.0 ± 0.3
<i>Candida albicans</i>	*	*	*		

\* No hay inhibición



TABLA No. 7

ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE LOS EXTRACTOS CLOROFÓRMICO, METANÓLICO Y ACUOSO DE *Lysiloma divaricata*.

EXTRACTOS	Clorofórmico	Metanólico	Acuoso	Cloranfenicol 30 µg	Ampicilina 2 µg
CEPAS					
<i>Sarcina lutea</i>	*	*	8.25 ± 0.22	46.2 ± 0.4	38.0 ± 0.6
<i>Escherichia coli</i>	*	*	*		
<i>Staphylococcus Epidermidis</i>	*	25.0 ± 0.60	10.5 ± 0.43	25.2 ± 0.2	37.0 ± 0.4
<i>Staphylococcus aureus</i>	*	17.0 ± 0.50	13.0 ± 1.3	30.7 ± 0.4	30.5 ± 0.2
<i>Pseudomona aeuroginosa</i>	*	10.80 ± 0.20	11.75 ± 0.90	*	11.7 ± 0.7
<i>Salmonella choleraesuls</i>	*	*	*		
<i>Bacillus pumilus</i>	*	11.0 ± 0.50	*	21.0 ± 0.0	24.2 ± 0.5
<i>Vibrio cholerae</i>	*	14.25 ± 0.50	12.0 ± 0.70	15.5 ± 1.0	27.0 ± 0.4
<i>Escherichia coli</i> EHEC	*	*	*		
<i>Listeria monocytogenes</i>	*	*	*		
<i>Salmonella tiphymurium</i>	*	*	*		
<i>Proteus vulgaris</i>	*	*	*	*	
<i>Candida albicans</i>	*	*	*		

\* No hay inhibición

TABLA No. 8

ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA DE LOS EXTRACTOS CLOROFÓRMICO, METANÓLICO Y ACUOSO DE *Lysiloma tergemina*.

EXTRACTOS	Clorofórmico	Metanólico	Acuoso	Cloranfenicol 30 µg	Ampicilina 2 µg
CEPAS					
<i>Sarcina lutea</i>	*	*	7.5 ± 0.25	46.2 ± 0.4	38.0 ± 0.6
<i>Escherichia coli</i>	*	*	*		
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	*	24.5 ± 1.68	25.99 ± 2.24	25.2 ± 0.2	37.0 ± 0.4
<i>Staphylococcus aureus</i>	*	13.0 ± 0.35	12.37 ± 0.35	30.7 ± 0.4	30.5 ± 0.2
<i>Pseudomona aeuroginosa</i>	*	10.25 ± 1.22	*	*	11.7 ± 0.7
<i>Salmonella choleraesuis</i>	*	*	*		
<i>Bacillus pumilus</i>	*	9.75 ± 0.780	*	21.0 ± 0.0	24.2 ± 0.5
<i>Vibrio cholerae</i>	*	10.37 ± 0.17	9.0 ± 1.25	15.5 ± 1.0	27.0 ± 0.4
<i>Escherichia coli</i> EHEC	*	*	*		
<i>Listeria monocytogenes</i>	*	*	*		
<i>Salmonella tiphymurium</i>	*	*	*		
<i>Proteus vulgaris</i>	*	10.5 ± 1.79	8.25 ± 0.41	*	27.0 ± 0.3
<i>Candida albicans</i>	*	*	*		

\* No hay inhibición

TABLA No. 9

DETERMINACIÓN DE LA CMI DE ALGUNOS EXTRACTOS SOBRE *S. epidermidis*

PLANTAS	CONCENTRACION mg/ml							
	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6	3.2	6.4	12.8
(E.A.) <i>L. tergemina</i>	+	+	+	+	+	-	-	-
(E.M.) <i>L. tergemina</i>	+	+	-	-	-	-	-	-
(E.A.) <i>G. Sepium</i>	+	+	+	+	+	-	-	-
(E.M.) <i>G. Sepium</i>	+	+	+	+	+	-	-	-
(E.M.) <i>L. divaricata</i>	+	+	+	+	+	-	-	-

E.M. = Extracto metanólico

E.A. = Extracto acuoso

(+) = Se observó crecimiento

(-) = No se observó crecimiento

En las tablas 4, 5, 6, 7 y 8, se observa que ninguno de los extractos clorofórmicos mostró actividad antimicrobiana sobre los microorganismos usados en este estudio.

Es interesante hacer notar que los extractos acuoso y metanólico de los 5 árboles presentaron actividad inhibitoria sobre *S. epidermidis*.

Los extractos metanólicos de *L. divaricata* y *L. tergemina* (tablas 7 y 8), tuvieron actividad sobre *S. lutea*, *S. aureus*, *P. aeuroginosa*, *B. pumilus*, *V. cholerae* y *L. tergemina* también contra *P. Vulgaris*.

*C. cozumelensis* (tabla 4) tuvo actividad solamente sobre *S. Aureus*. *G. lucida* inhibió el crecimiento de *S. lutea*, *S. choleraesuis*, *B. pumilus* y *P. vulgaris*. *Gliricidia sepium* tuvo actividad contra *S. aureus*, *P. aeuroginosa*, *S. choleraesuis*, *B. pumilus*, *V. cholerae* y *P. vulgaris*.

Con los resultados obtenidos, se puede decir que los extractos probados tienen actividad antimicrobiana contra bacterias tanto Gram positivo como Gram negativo. Sin embargo, ninguno de estos extractos presentó actividad contra *E. coli*, *L. monocitogenes*, *S. typhimurium* ni *C. albicans*.

Los extractos metanólico de *G. sepium*, *L. divaricata* y *L. tergemina*, así como los extractos acuoso de *G. sepium* y *L. tergemina* (tablas 4, 5, 6, 7, y 8) presentaron diámetros de inhibición mayores de 20 mm con *S. epidermidis*, razón por la cual se determinó la Concentración Mínima Inhibitoria(CMI) de los extractos antes mencionados sobre este microorganismo. (Tabla No. 9)

En esta última tabla se puede observar que la CMI de los extractos metanólicos de *G. sepium*, *L. divaricata* y los extractos acuoso de *G. sepium* y *L. tergemina* fueron de 3.2 mg/ml y la CMI del extracto metanólico de *L. tergemina* fue de 0.4 mg/ml.

*S. epidermidis* es un coco Gram positivo y es uno de los principales agentes de bacteriemia nosocomial, responsable de endocarditis, especialmente en pacientes a los cuales, se les colocó alguna válvula del corazón o algún otro dispositivo médico (3), (52).

Diferentes estudios han revelado que este microorganismo presenta un alto nivel de resistencia a los antibióticos más comunes (53, 54,55).

Por estas razones es muy importante buscar nuevas alternativas de agentes antimicrobianos que puedan usarse para la prevención y tratamiento de infecciones ocasionadas por *S. epidermidis*. (54)

Las plantas usadas en este trabajo pueden ser una fuente de nuevos compuestos con actividad antimicrobiana, especialmente *L. tergemina*, la cual presentó actividad bacteriostática a dosis de 0.4 mg/ml y actividad bactericida a dosis de 1.6 mg/ml, sobre todo, si se considera que en la evaluación de la actividad antimicrobiana de extractos crudos de plantas, en la literatura se reportan concentraciones inhibitorias de hasta 32 mg/ml (56, 57, 58, 59,60).

Con los resultados obtenidos en este trabajo, creo que es importante continuar con el estudio fitoquímico bioguiado para aislar e identificar los compuestos responsables de la actividad antimicrobiana.

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**

# CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

Los extractos clorofórmicos crudos de los árboles estudiados, no presentaron actividad antimicrobiana.

En el caso de los extractos metanólico y acuoso de *Coccoloba cozumelensis*, inhibieron el desarrollo de *S. aureus* y *S. epidermidis*.

El extracto metanólico de *Gliricidia sepium*, inhibe el crecimiento de *P. vulgaris* y *V. cholerae*; así como de *S. epidermidis* y *S. aureus*, en estos dos últimos la inhibición es mayor. Con el extracto acuoso se observó un menor efecto inhibitorio sobre los mismos microorganismos

El crecimiento de *P. aeuroginosa*, se inhibe con el extracto metanólico; sin embargo este efecto no se observa con el extracto acuoso.

El extracto acuoso de *Gymnanthes lucida*, inhibe solamente a dos cepas, *S. lutea* y *S. epidermidis*.

Únicamente los extractos acuoso de *Gliricidia sepium* y metanólico de *Gymnanthes lucida* inhiben el crecimiento de *S. choleraesuis*.

En el caso de *Lysiloma divaricata* se observa mayor efecto inhibitorio con el extracto metanólico que con el acuoso sobre el crecimiento de *S. epidermidis*, *S. aureus* y *V. cholerae*.

Ninguna de las plantas probadas mostró actividad sobre *S. choleraesuis*, *Escherichia coli*, *L. monocytogenes*, *S. tiphymurium* y *C. albicans*.

La concentración mínima inhibitoria de los extractos acuosos de *L. tergemina* y *G. sepium* y de los extractos metanólicos de *G. sepium* y *L. divaricata* sobre *S. epidermidis* es igual en todos los casos (1.6 mg/ml)

El extracto metanólico de *L. tergemina* tiene el mayor efecto antimicrobiano sobre *S. epidermidis* ya que fue el que inhibió su crecimiento a una concentración mucho menor (0.2 mg/ml).

Los cinco árboles motivo de estudio poseen la actividad microbiana que se les atribuye en la medicina tradicional mexicana.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Zenhener H. And Maar, W.K. (1972) *Biology of antibiotics* Sringer-Verlag; New York p.8.
2. Olarte J, and J. de la Torre (1959) Resistance of *Shigella flexneri* to tetracyclines, chloramphenicol and streptomycin. A study of 131 freshly isolated strains. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 8 pp. 324-326
3. Secretaría de Salud (2000) Boletín epidemiológico. Semana del 6 al 10 de octubre <http://www.ssa.gob.mx/prop/estadis/estasup.htm>
4. Riojas R. H. y González Ch. L. (Coordinadores) (1994) *El que a buen árbol se arrima..... Uso popular de plantas medicinales en 6 regiones de México.* PRODUSSEP A.C.
5. James E. (1992) *Microbiología Médica*, 14 Ed. Editorial Manual Moderno, México, D.F.
6. Rupp M.E., Hamer K.E. (1988) Effect of subinhibitory concentrations of vancomycin, cefazolin, L. and D-Afloxacin on Adherence to intravascular catheters and biofilm formation by *S. epidermidis*. *J. Antimicrob Chemother*; 41 (2) pp. 155-161.
7. Tay Z. J. (1995) *Microbiología y Parasitología Médicas*. 2ª. Ed. M. Editores, S.A. de C.V., México, D.F. pp. 1.62-1.83
8. Cervera B. E. (1959) *Tratado de Microbiología*. 4ª. Ed. Porrúa, México, D.F. pp. 91-100.
9. Goodman G. A., Goodman L. S., Gilman A. (1996) *Las bases farmacológicas de la Terapéutica*. 9ª. Ed. Médica Panamericana. México, D.F. Vol. 2 pp. 1095, 1062-1136.
10. Acolt R. L. (1990) *Morby-Mortalidad y principales causas de infecciones gastrointestinales en el servicio de pediatría del Hospital General de la Cd. de México*. 1° ed. Universidad Autónoma Metropolitana pp. 6-18
11. Russell L. C. (1984). *Tratado de Medicina Interna*. 19ª Ed. Interamericana Mc Graw-Hill, México, D.F. Vol. 2 pp. 1851-66.



12. Leaños M. B., Miranda N., Santos F. (1996) Sensibilidad de enterobacterias y *Pseudomonas spp.* A una cefalosporina de 4ª. generación, estudio comparativo con antibióticos de uso actual. Enfermedades infecciosas y microbiología. 16 (2) pp. 86-90.
13. Pons, A. Ballcells P., Rozman C. A. (1972) Tratamientos actuales en medicina interna. 5ª. Ed. Toray S.A., España, pp. 1-5.
14. Murray R. P. (1993) Microbiología Médica. Mosley Year book, España. pp. 29-45.
15. Raad I., Alrahwan A., Rolston K. (1998) Staphylococcus epidermidis: emergin resistance and need for alternative agents. Clin. Infect. Dis. 26:5 pp. 1182-1187
16. Cohen S.H., Jordan G.W. (1986) Empleo clínico de los datos de suceptibilidad antimicrobiana. Infectología. 6:8 pp. 305-317
17. Romero C. R. (1993) Microbiología y parasitología humana (Bases etiológicas de las enfermedades infecciosas) 1ª. Ed. Médica Panamericana, S.A. de C.V., México, D.F. pp. 222-286, 456-461
18. De la Cruz G. R. (1986) Mecanismos de resistencia de las enterobacterias a los antibióticos betalactámicos (segunda parte). Infectología 5:6 pp.192-203
19. Lasing M. P., Harley P. J. (1993) Microbiology, 2ª Ed. W.M.C. Brown Publishers, New York, pp. 326-341.
20. Cabrera R. Castro M. E. (1988) Aspectos moleculares de la Patogenicidad Bacteriana, Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, México, D.F. pp. 131-143.
21. Prescott L.S.M., Harley J.P. (1993) Microbiology, 2ª. Ed. Wm C. Brown Publishers, New York, pp. 33-343.
22. Pérez P. G., Pereyra P. D. Hinojosa A. M., Bessudo M:D. (1986). Sensibilidad a diez antimicrobianos de salmonella aislada de diferentes fuentes. Infectología; año 6, No. 11, pp. 459-463.
23. Perreten V. Giampa N., Schuler-Schmid U, Feuber M. (1998) Antibiotic resistance genes in coagulase - negative staphylococci isolated from food. Syst Appl Microbiol. 21(1) pp. 113-120.

24. Jawetz E., Melnick J.L., Adalberg G. A. (1993) *Microbiología Médica*. 15ª. Ed., El manual moderno, México, D.F. pp. 163-198.
25. Ross F.C., (1986) *Introductory microbiology*, 2ª. Ed. Scott Fonesman and Co, New York, pp. 347-393.
26. Joklik W., Willett H., Amos D. (1991). *Zinsser Microbiología*, 18ª Ed. Médica Panamericana. Argentina pp. 234-279, 615-619, 689-716.
27. Davis B. D., Dulbecco R. Eisen, H. N., Ginsberg H. S., Wood, B. W. (1974) *Tratado de Microbiología*. 1ª. Ed. Salvat Editores, S.A. España pp. 50-65.
28. Davis J.A. (1976) *Bacteriología Clínica básica*. 1ª. Ed. El manual moderno. México, D.F. pp. 60-120.
29. Gradwohl's. (1970) *Clinical laboratory methods and diagnosis*. Seventh Edition the C.V. Mosby company. United States of America V.1 Y V.2 p. 212.
30. Koneman M. D., Allen S., Janda, W. (1999) *Diagnóstico Microbiológico (Texto y Atlas color)* 5ª Ed. Médica Panamericana, México, D.F. pp. 690-789.
31. Bailey-Scott, Sydney M., Finegold W. J. M. (1983) *Diagnóstico Microbiológico*, 6ª. Ed. Panamericana, Argentina. pp. 513- 532.
32. Berry A.J., Johnston J.L. Archer G.L. (1986) *Imipenem therapy of experimental Staphylococcus epidermidis endocarditis*. *Antimicrob. Agents Chemother.* 29:5 pp. 748-752
33. Tyler V.E., Brady L.R., Robbers J.E. (1979) *Farmacognosia*. 2ª. edición Ed. El Ateneo. México pp. 1-34
34. Zamora M.M.C., Nieto de P.P.C. (1992) *Medicinal plants used in some rural populations of Oaxaca, Puebla and Veracruz, Mexico*. *J. of Ethnopharm.* 35 pp. 229-257
35. Cowan S. T., Steel K. J. (1985) *Manual para la identificación de bacterias de importancia médica*. 2ª Ed. Cía. Editorial Continental, S.A. de C.V., México. D.F. pp. 80-83, 118-162.
36. Pelayo C. J., Arias S., Pérez T. R., Carbonel L. (1972) *Texto de patología*. 1ª. Ed. La prensa Médica Mexicana, México D.F. pp. 194-302.

37. Levinson W. E., Jawetz E. (1992) Microbiología e Inmunología. 1ª. Ed. Manual Moderno, México, D.F. pp. 13-55.
38. Badwell R. G. S. (1990) Fisiología Vegetal. 1ª. Ed. AGT Editores, S.A. México pp. 629-639.
39. Borman F., Berly G., Editores (1983) Edad y tasa de crecimiento de los árboles tropicales. Nuevos enfoques para la investigación. Cía. Ed. Continental S.A. de C.V. México, D.F. pp. 1-17, 45-69, 125-131.
40. Camacho U. D. (1998) La madera. Estudio anatómico y catálogo de especies mexicanas. Colección científica. Instituto Nacional de Antropología e Historia. 1ª. Ed. México D.F. pp. 17-25.
41. Téllez V. O., Cabrera E. F. (1978) Listado Florístico de México. VI. Flora de la Isla de Cozumel. UNAM México, D.F. p. 30.
42. O'Gorman H. (1963) Plantas y flores de México. Dirección de publicaciones. México, D.F. pp. 28-29.
43. Darvón, B. M. (1977) Screening of Indian plants for biological activity. IV: Indian J. Exp. Biol. 6 p. 217.
44. Cáceres A , López B. R., Giron M. A., Logemann H. (1991) Plants used in Guatemala for the treatment of dermatophytic infections. 1. screening for antimycotic activity of 44 plant extracts. J. Ethnopharmacology 31 pp. 263-276.
45. Internet: 07/04/99, 08:05 a.m. BODD (Botanical Dermatology Database) Euphorbiaceae <http://bodd.cf.ac.uk/BotDermfolder/BotDermE/Euptl.htm/> The wood is listed by Hausen (1970) who cites Bernhard-Smith (1923 and Pennington (1958)) west Indian Poison Tree, crab Wood.
46. Martínez M. (1979) Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. 1ª. Ed. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. p. 1888-99.
47. Cervantex V., Arriaga V., Meave J., Carabias J. (1998) Growth analysis of nine multipurpose woody legumes native from southern México. Forest Ecology and Management, Vol. 110, No. 1-3, pp. 329-341, oct. 5.
48. Hernández F. (1959) historia natural de nueva España. Obras completas. México, D.F. UNAM.

49. Mendieta R.M. y Del Amo R. S. (1981) Plantas medicinales del Estado de Yucatán, Ed. Continental, México, D.F., pp.109-158, 166-204.
50. Torres L.B. (1978) Datos Etnobotánicos de Coatlán del Río. Morelos. Tesis Lic. UNAM, México, D.F. p. 109.
51. Gispert, C.M., Gómez C.A. (1986) Plantas Medicinales Silvestres. INIRB, Xalapa, Ver., pp. 113-125.
52. Goldstein A. Aronow, L., Kalman, S. (1978) Farmacología, 2ª. Ed. Limusa, México, D.F. pp. 872-873.
53. Martineau F., Picard F.J., Roy P.H. Ouellette M., Bergeron M.G. (1998) Species-Specific and ubiquitous DNA-based assays for rapid identification of *Staphylococcus epidermidis*. J. Parther. High Med. Dosiv. 52 (1) pp. 19-34.
54. Road I., Abrahivan A., Rolston K. (1998) *Staphylococcus epidermidis* emerging resistance and need for alternative agents. Clin. Infect. Dis. 26 (5), pp. 1182-1187.
55. Howard B.J., Klass J., J. R. S., Weissfeld A.S., Tilton R.C.(1987) Clinical and pathogenic microbiology, mosby Company, New York, pp. 231-244.
56. Udo E.E., Jacob L.E., Chugh T.D. (1995) Antimicrobial resistance of coagulase negative staphylococci from Kuwait hospital, Microb. Drug. Resist 1 (4) pp. 315-320.
57. Irobi N.O., Daramala S.O. (1993) Bactericidas properties of crude extracts of *Mitracarpus vellosus*. J. Ethnopharm. 42, pp. 39-43.
58. Hammerschmidt F.J., Clark A.M., Soliman F. M., El- sayeda A., El Kasowry, Abd El-Kawy M.M., El-Fishawy A.M. (1993) Chemical composition and Antimicrobial activity of essential oil of *Jatzonia Cadicans* and *J. Montana*. Planta Med. 59 pp.68-70.
59. Gorecki P., Mscisz A. Sergiet-Kiyawa E., Kedzia B. (1993) Phytochemical Analytical microbiological and Pharmacological investigations of a polish *Avena sativa* sort. Planta Med. 59, p. A 674.
60. Brantner A., Grein E. (1994) Antibacterial activity of plant extracts used externally in tradicional medicine. Journal of Ethnopharmacology 44 pp. 35-40.