

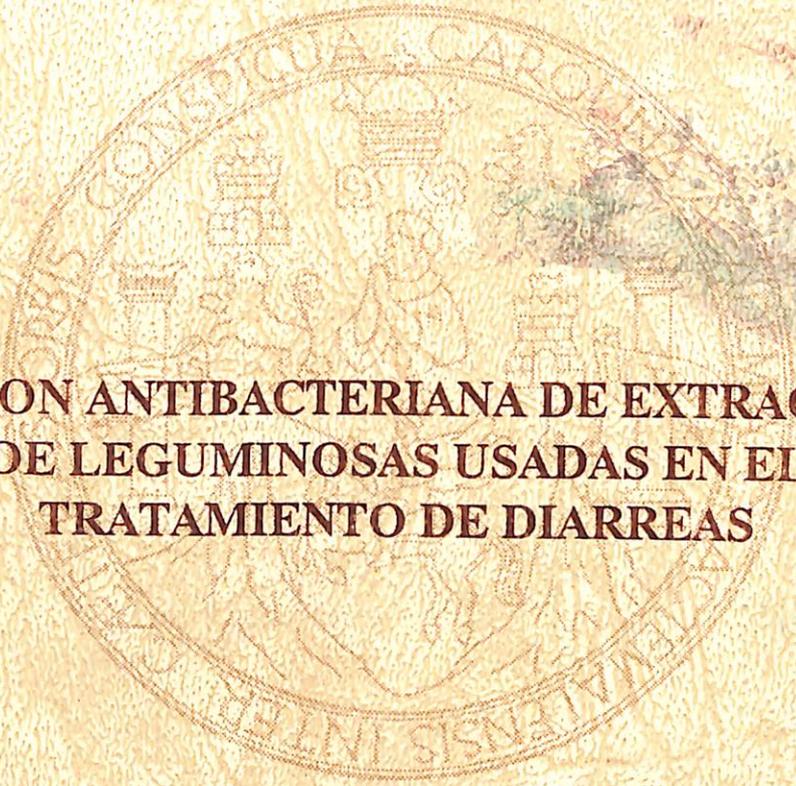
**CEDOF**



**04482**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**

A large, circular embossed seal of the Universidad de San Carlos de Guatemala is centered on the page. The seal features a central figure, possibly a saint or historical figure, surrounded by architectural elements and the university's name in Spanish: "UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA" and "CONSPICUA CAROLINENSIS INTER AMERICANA".

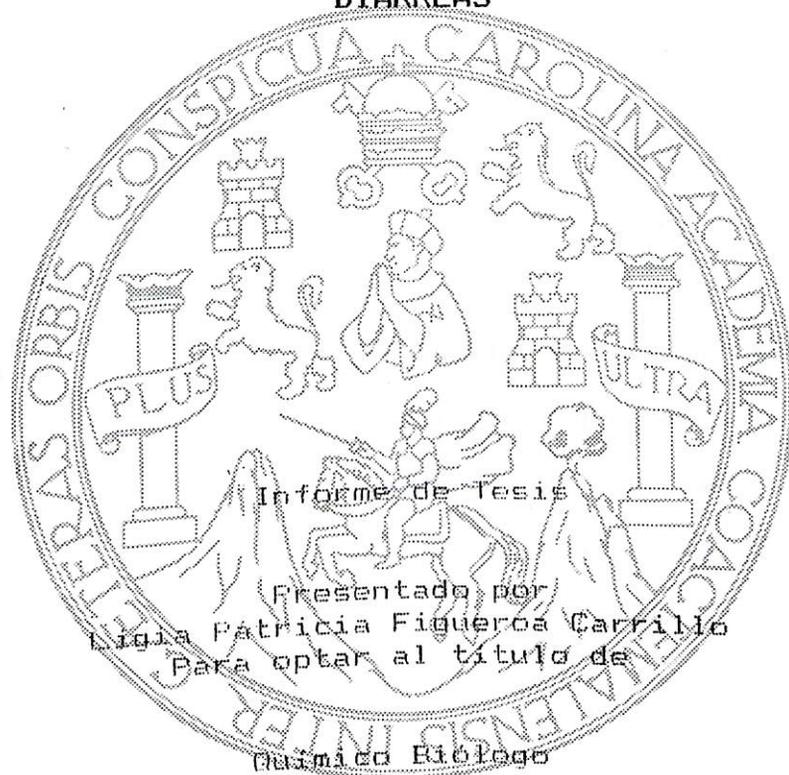
**ACCION ANTIBACTERIANA DE EXTRACTOS  
DE LEGUMINOSAS USADAS EN EL  
TRATAMIENTO DE DIARREAS**

**LIGIA PATRICIA FIGUEROA CARRILLO**

**GUATEMALA, AGOSTO DE 1991**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA

ACCION ANTIBACTERIANA DE EXTRACTOS  
DE LEGUMINOSAS USADAS EN EL TRATAMIENTO DE  
DIARREAS



Guatemala, agosto de 1991

JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA

DECANA	LICDA. CLEMENCIA DEL PILAR GALVEZ DE AVILA
SECRETARIO	LIC. JOSE FRANCISCO MONTERROSO SALINAS
VOCAL I	LIC. JORGE RODOLFO PEREZ FOLGAR
VOCAL II	LICDA. THELMA ESPERANZA ALVARADO DE GALLARDO
VOCAL III	LIC. JAIME ROBERTO GOMEZ RALON
VOCAL IV	BR. MARIA ISABEL URREJOLA POLANCO
VOCAL V	BR. CARLOS RAUL MONTES SEGURA

QB0373

e-5

TESIS QUE DEDICO A

Guatemala

Universidad de San Carlos

Mis Padres: Lic. Julio Alfonso Figueroa Gálvez  
Licda. Margarita Carrillo de Figueroa

Mis hermanos: Sandra Regina, Julio Alfonso, Lilian, Juan  
Fernando, Blanca Margarita y Edgardo Alfredo

Mi sobrino: Sergio Alfonso

Mis Abuelitos: Jorge Ricardo y María Josefa

Mi esposo: Arquitecto Alberto Méndez

Mis cuñados, primos, compañeros y amigos.

CEDOB.F. Jac. Gamarrin. USDC. año 1991.

## AGRADECIMIENTOS

Al Licenciado Armando Cáceres, por su valiosa asesoría y apoyo.

A la Licenciada Elsa Jauregui por su desinteresada colaboración.

Al Ingeniero Agrónomo Juan José Castillo.

Al Licenciado Federico Nave por la asesoría brindada en el análisis estadístico de esta tesis.

Al personal de FARMAYA.

## INDICE

Contenido	Páginas
Resumen	1
Introducción	3
Antecedentes	4
Justificaciones	33
Objetivos	34
Hipótesis	35
Materiales y Métodos	36
Resultados	41
Discusión de Resultados	43
Conclusiones	46
Recomendaciones	48
Referencias	49
Anexos	57

## RESUMEN

La enfermedad diarréica en Guatemala es una de las principales causas de morbi-mortalidad, y el uso de plantas medicinales representa una alternativa terapéutica accesible para la mayoría de la población.

Se han realizado estudios acerca de la actividad antibacteriana *in vitro* que presentan ciertas plantas de uso medicinal. La presente investigación tiene por objetivo principal la evaluación de la actividad antibacteriana de seis miembros de la familia Leguminosae; Acacia farnesiana, Diphysa carthagenensis, Gliricidia sepium, Erythrina berteroana, Hymenea courbaril y Prosopis juliflora frente a Shigella flexneri, Shigella dysenteriae, Salmonella typhi, Salmonella enteritidis y Escherichia coli enteropatógena, microorganismos frecuentemente asociados con enfermedad diarréica en nuestro país.

Se obtuvo maceraciones etanólicas de corteza y hojas de estas seis plantas y se impregnó en discos de papel secante con 50 µl del extracto al 10 por ciento (5 mg).

La metodología utilizada para observar la inhibición de las bacterias fue una modificación de la técnica de Bauer-Kirby.

Se estableció la concentración inhibitoria mínima (CIM) de los extractos vegetales que inhibieron el crecimiento de algunas de las bacterias estudiadas impregnando los discos con 10, 20, 30, 40 y 50  $\mu$ l de la maceración original (1, 2, 3, 4 y 5 mg respectivamente).

Las cepas de S. typhi, S. dysenteriae y S. flexneri fueron inhibidas por la maceración de la corteza de D. carthagenensis, estableciéndose que la CIM para cada una de ellas es de 1.40, 1.85 y 1.52 mg respectivamente.

## 1. INTRODUCCION

En nuestro país la enfermedad diarréica ha permanecido como un problema trascendental, manteniéndose como primera causa de mortalidad infantil y preescolar, y segunda causa de mortalidad general (1).

Asociado a ello, los programas de salud se ven afectados en su desarrollo por el escaso acceso a productos farmacéuticos, su alto costo y el bajo nivel socioeconómico que se posee (1).

Siendo Guatemala un país con predominio de grupos étnicos indígenas cuya ocupación principal es la agricultura, desde tiempos remotos el uso de plantas medicinales ha podido sobrevivir a través de brujos curanderos y naturistas (2).

El uso de plantas medicinales representa en los países en vías de desarrollo una alternativa terapéutica que viene a aliviar en parte algunos de los males que más frecuentemente se presentan y son a la vez recursos agrícolas que aumentan la producción local y disminuyen la dependencia de productos importados (3).

Se reconoce en la literatura las propiedades antidiarréicas que tienen ciertas plantas de la familia Leguminosae, de aquí la inquietud de validar científicamente estos conocimientos hasta la fecha empíricos y retornarlos a la población.

El presente estudio pretende comprobar la actividad antibacteriana de algunos miembros de la familia Leguminosae contra bacterias que causan diarrea.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 Generalidades de la familia Leguminosae:

En la actualidad son la segunda familia en magnitud de las plantas con flores, comprende 600 géneros y más de 13,000 especies, representadas en todas las partes del mundo (4). Se obtienen de ésta familia más drogas importantes que en ninguna otra (5,6). La familia de las leguminosas es una de las más ricas en alcaloides (7).

Las leguminosas constituyen una de las familias naturales, reconocible por su follaje y fruto. Esta presente en muchas de las plantaciones del hombre, tanto por sus propiedades farmacológicas, como por el alimento que proporcionan, además de la utilización de la madera para diferentes manufacturas (8).

La familia Leguminosae, se ha dividido en tres subfamilias: Grupo I, Mimosoideae; Grupo II Cesalpinoideae y Grupo III Papilionaceae (4).

Generalmente, todas estas subfamilias poseen tallo erecto, hojas alternas, compuestas, con estípulas a veces con zarcillos, o se encuentran reducidos a peciolos filioides, la inflorescencia es en racimos o hacia una espiga, a veces acortada de tal manera que toma la forma de una cabezuela, flores pentámeras, raramente tetrámeras, regulares o irregulares, semillas anexas, elongadas, fruto típico o alterno, más de dos valvas, indehescente, conspicuo, leguminoso (9).



En el grupo I la mayor parte de los miembros son árboles o arbustos; con hojas generalmente bipinnadas, flores regulares, cáliz comunmente como sépalos, estambres iguales en el número; su fruto es leguminoso (4).

Las especies del grupo II son comunes en el trópico, se les encuentra tambien en Nueva Inglaterra, son empleadas en medicina. Son árboles o arbustos, con hojas bipinnadas, flores zigomorfas; fruto leguminosos, el número de pétalos y etambres es reducido (4).

Las del grupo III son herbáceas, con aberturas; hojas simples o compuestas; flores zigomorfas y papilonáceas (4).

De un listado preliminar de 35 plantas pertenecientes a la familia Leguminosae y usadas en el tratamiento de enfermedades diarréicas y gastrointestinales se escogieron seis para el presente estudio.

2.1.1 Acacia farnesiana (L.) Wild, (Mimosa farnesiana L.; Vachellia farnesiana Wight & Arn).

2.1.1.1 Nombre Común: Espino blanco; Flor de Aroma; Espinal; Cambrón(4,11,12) ; Binorama sonora (Baja California, Sinaloa); Arbusto común (México) (13); Chimay (14); Cuntish (Maya); Cankilizche (Belize); Huisache (Campeche); Espino ruco (El Salvador) (4,15); Subinché (Yucatán) (4,14).

2.1.1.2 Descripción: usualmente es un arbusto de 2-3 m de alto muy ramificado y espinoso, pero algunas veces es un pequeño árbol con espinas estipulares, delgadas de 1-5 cm de

largo generalmente de color blanco o blanquecinas (4,12,16).

Las hojas bipinnadas presentan hojuelas lineares muy pequeñas (17), su peciolo es corto y lleva una glándula, foliolos de 2-6 pares de pinnas de 10-25 pares linear u oblonga linear, obtuso de 3-5 mm de largo puberulento o liso, con pedúnculos delgados axilares de 2-4 cm de longitud, respecto a su hoja axial. Su fruto es una vaina cilíndrica ferruginosa de 2-12 cm de longitud y 8-15 mm de espesor con su pulpa dulce (10,16,18). Las flores son de color amarillo, fragantes, en densas cabezas globosas de 1 cm de diámetro (12). Las semillas poseen tegumento duro, una almendra de color amarillo, son pequeñas, ovaladas, de 6-7 mm de longitud y de 3-5 mm de ancho, de color café oscuro, lustrosas, en número de 3-20 dispuestas en pares, una a cada valva, presentando un achatamiento en el lugar de contacto de una semilla con otra. Las cortezas del tallo o de las ramas se desprenden en largas tiras longitudinales, pegajosas, cuando están frescas (10).

2.1.1.3 Ecología: La planta es originaria de América tropical. Crece principalmente en las llanuras, colinas, terrenos secos y arenosos y de escasa precipitación pluvial (16,19). Se propaga por diseminación en la mayor parte de la India, Pakistán y Birmania y en muchas otras zonas tropicales y subtropicales del mundo (incluyendo Marruecos francés, Israel y Jordania) (12). Crece también en otras partes del mundo, como el sur de Europa, en Grasse Francia, Bahamas,

Jamaica, Puerto Rico y ha sido naturalizado en Hawaii y el Viejo Mundo (10).

En Guatemala crece principalmente en grandes áreas, particularmente en los bajos del Valle Motagua, algunas partes de oriente, el Quiché y Huehuetenango (4,12).

2.1.1.4 Usos Medicinales: En la literatura Maya, ellos emplean la infusión de la flor y la hoja de Subín para el tratamiento de infecciones puerperales (21); se usa para las inflamaciones de la piel, membrana de las mucosas y fiebre tifoidea (22); en Costa Rica la decocción de la goma es empleada para el tratamiento de diarrea (22,25); la infusión de la vaina es empleada para el tratamiento de leucorrea y hemorrágia relacionadas con el útero y la menstruación (10). En Cuba la decocción de la vaina se emplea como remedio para la garganta y la inflamación de los ojos (10). En Panamá y la India el jugo de la vaina inmadura molida es útil para el tratamiento de conjuntivitis y diarrea (10,24). La infusión de las flores se emplea contra la disentería (13); la ictericia y como calmante general para el reumatismo (23). El cocimiento del fruto se utiliza contra la disentería (13). En Guatemala la goma extraída de los arbustos es empleada directamente o hervida y el líquido es dado para aliviar la tos (4). Unos tres pedazos de la corteza en decocción se han utilizado como enjuagues para el dolor de muelas (12). El extracto astringente del fruto en forma de infusión es dado para detener hemorragias. La infusión de las flores es un

remedio para disturbios nerviosos y calmante del sistema nerviosos y dispepsia siendo también estomática (17). La decocción de la raíz por vía rectal en forma en forma de lavados y también bebida se usa para cortar las fiebres principalmente tifoidea (10). Las hojas en decocción se emplean en las afecciones de la vejiga. La planta es usada como antiespasmódica, antidisenterica y astringente (11,26).

2.1.1.5 Componentes: Contiene taninos. 8-12 por ciento del fruto y 10-10 por ciento de la corteza (12,16). Los constituyentes del tallo, hojas y espinas son alcaloides no cuaternarios, alcaloides cuaternarios, esteroides insaturados, bufadienólicos y polifenoles (12,16,19). También ha sido reportado que contiene anisaldehído, ácido benzóico, alcohol benzílico, ácido butírico, cumarina, cresol, decilaldehído, eugenol, farnesol, geraniol, hidroxiacetofenona, metileugenol, metilsalicilato, nerolidol, ácido palmítico, ácido salicílico y terpinol (27).

#### 2.1.2 Diphyssa carthagenensis Jacq.

2.1.2.1 Nombre Común: Bolsa de gato (28); Guachipilín; Maraquito, Stutzzul; Ilruda; Zusec; Zozoc (10,29); Mal ojo (30); Susuk (10,21,31), Xbalbalche' (10,31); K'aah lool che'; Susok (11,32); Tamarindo xiw, Ruda del Monte (21); Xsusuk (31).

2.1.2.2 Descripción: Arbusto de 2-4 m de altura, puede ser un árbol de 12 m de altura, se ramifica rústicamente, después es pequeño o espinado; compuesto, con 9-19 hojas alternas oblongas, de 7-15 mm de longitud, redondeado u obtuso y tanto así en el final (10,28,33). Flores de color amarillo claro, de 1 cm de longitud. Las semillas con folíolos abultados, ovales o cilíndricas, de 2.5-5 cm de longitud y de 1.5 cm de ancho, tallo largo. La madera del corazón y haces centrales es amarilla, grano fino, compacta, pesada, muy fuerte, resistente y durable (11).

2.1.2.3 Ecología: Crece espesamente, es originario de Yucatán y Caribe generalmente a una elevación de 500 m del altiplano (4).

2.1.2.4 Usos Medicinales: En Yucatán la planta es empleada como sudorífico, los Mayas la empleaban en sus ritos como remedio para los dolores generales del cuerpo aplicando el jugo obtenido de la planta (10,29,30); su cocimiento ayuda a curar las enfermedades venéreas (31). Realizando cinco destilaciones, cura la úlcera del chiclero y con nueve de éstas en agua es efectivo en el tratamiento de disentería (10). La hoja es de ayuda para enfermedades como el asma, abscesos de la glándula mamaria, dolor de huesos, enfermedad de las amígdalas y como anticonvulsivo (31).

Existen algunas especies de Diphysa, entre éstas D. robinoides y D. carthagenensis, que son usadas

en forma similar por la población y a las que se les atribuyen propiedades sudoríficas y cicatrizantes. En las afecciones gastrointestinales se usan para tratar la disentería (34).

2.1.1.5 Componentes: De la literatura revisada de 20 años atrás a la fecha, no se encontró ninguna información sobre su composición química (34).

### 2.1.3 *Erythrina berteroana* Urban.

2.1.3.1 Sinonimia: Pito, Machetillos, Miche, Coralillo (10,12); Tzinté (Cobán, Quekchí), Tzité (Quiché) (32).

2.1.3.2 Descripción: Arbol de 10 m o menos provisto con gruesas espinas (12). Las hojas son deciduas, alternas con 3 foliolos ampliamente rómbicos, ovalado o rómbico-oviculares, de 2-15 cm de largo, agudos o cortamente acuminados, o algunas veces casi redondeados, glabros, pálidos en el envés (10,12,32). Las flores tienen un cáliz sibcoriáceo, tubular de 20-26 mm de largo en el lado de la quilla y de 16-23 mm de lado vexilar, puberulento al principio pero luego glabro. Estandarte pálido o rojo, profundo de 5.5-9.5 cm de largo por 9-16 mm de ancho, usualmente obtuso, alas ligeramente más largas que las quillas o iguales a éstas de 7.5-14 mm de largo (10,12). Los frutos son vainas un poco lignificadas de 11-28 cm de largo por 1.5 cm de ancho; muy curvadas en la

maduración y largamente estipitadas. Profundamente constrictas entre las semillas; arqueadas o enrolladas (10,30,32). Las semillas son usualmente numerosas, de 1 cm de largo, escarlata con una corta línea negra extendida desde el hilum (12,32).

2.1.3.3 Ecología: Nativa de Guatemala, de lugares secos o húmedos, muy frecuente en cercas vivas de terrenos y viviendas, puede encontrársele a lo largo de los caminos sembrado en hileras. Localizado desde el sur de México, Honduras y El Salvador; hasta Panamá, Islas del Caribe y Colombia (10,12). En Guatemala, se encuentra en los departamentos de Zacapa, Chiquimula, Jutiapa, Petén, Alta Verapaz y Santa Rosa (4,12).

2.1.3.4 Usos Medicinales: En Guatemala, la decocción de los vástagos jóvenes se toma como narcótico (10). La decocción de las flores de pito es dada por vía oral como tratamiento para el insomnio. El extracto y la tintura del pito tienen propiedades calmantes, antinerviosas, antihemorrágicas y antidisentéricas. Las hojas cocidas son aplicadas como cataplasma en la comezón de la piel; la corteza de árboles maduros o las flores son usados contra el asma. Se ha usado la hoja seca pulverizadas como cicatrizante. El extracto acuoso de las flores en pruebas farmacológicas realizadas para evaluar la acción sobre el sistema nervioso central a dosis de 20 g/kg de peso en ratones blancos tienen efectos

hipnóticos indicando que la infusión de flores de pito es científicamente efectiva (12). La decocción de las flores es sedante y sirve como remedio para los nervios, hemorrágias y disentería. Los indios de Panamá utilizan cualquier parte de la planta para el tratamiento de disturbios femeninos (10). En San Cristobal Totonicapán, zona Cakchiquel, se bebe el cocimiento de la corteza de palo de pito contra la disentería (35). En Guatemala y Honduras hay la creencia que si se ponen las hojas debajo de la almohada, inducen al sueño. Los indios chortí de Chiquimula, dicen que con la Erythrina se marca su territorio (33).

2.1.3.5 Composición: Las papilonidas entre ellas la Erythrina son neurotóxicas y posiblemente alucinógenas. Contienen cisticina, un alcaloide de lupiano que produce excitación, sudoración e incoordinación ocasionalmente seguida de convulsiones. Contiene alcaloides de eritriano de propiedades curarizantes (7). Las semillas contienen alcaloides erisodina, erisopina, erisotiopina, erisovina, alfa y beta eritroidina e hipaporina. La madera contiene alfa y beta eritroidina, mientras que la corteza, alcaloides cuaternarios como flavoides (12).

Se encontró que E. berteriana presenta citotoxicidad contra células tumorales Co 115 cuando se utilizan como solventes metanol y el diclorometano. Los extractos estudiados fueron de hojas y vástagos (36).

2.1.4 Gliricidia sepium Steud. (Robinia sepium Jacq., R. maculata HBK, G. maculata Steud., G. maculata var. multifuga Micheli in Donn, Lonchocarpus maculatus, G. sepium f. maculata Urban.

2.1.4.1 Nombre Común: Madre cacao; Yaité (Quiché, Tekada); Canté (Petén, Lundell); Matasarna; Cansim (Quekchí) (4); Cahnté (46); Muites; Matarata; Xab-yaab (Maya); Cacahuamanche (13,17); Sayab (Yucatán); Flor de San José; Madera negra (37); Cacao de Nance, Cacabnance (37); Madriado (38); Lengua de Perico, Maranga, Palo de corral, Bien vestido (10); Kuchumuk (23); Cocouite (21,29).

2.1.4.2 Descripción: Arbol de 3-15 m de altura, muy espeso, delgado, de rama pequeña, flexible; corona ancha o piramidal, de 30 cm de diámetro, después se ramifica hacia su base, estipular, oval lanceolado de 2 mm de longitud, 2-3 cm de ancho, agudo, obtuso, acuminado, glabro, verde en su superficie y con una mancha oscura por abajo, conspicuo a la par (4,10,12,29). Hojas pinnadas, con 1-15 hojuelas de forma elíptica u ovada, de 3.5-6.5 cm de longitud, aguda, lisa en el transverso, pálidas en el reverso, algunas teñidas de color púrpura (10,13,15,17,37).

Flores abundantes de color amarillo rosado, densas de 2.5 cm de longitud, se encuentran en racimos, con ventosa seca en su

base; con un conspicuo color café rojizo en el cáliz (12,15,37,39), el cual es puberulento, algunos glabros, de 1-5 mm de longitud, 1-1.5 cm de ancho, estípites pequeños, glabros, pedículos de 5 mm de longitud, valvas espesas (4). Su fruto es una vaina aplanada de 10-15 cm de longitud, 1.5 cm de ancho; de división abierta, suelta de 3-8 semillas las cuales son negras brillantes, de 9.5 cm de longitud (10). Tallo veteado con líneas angostas oscuras sobre un fondo amarillo ocre, pesado compacto, de grano fino, resistente, protuberancias blancas (12).

2.1.4.3 Ecología: Común en todas partes de América Central; abundante además en varias partes de Guatemala, particularmente en las planicies del Pacífico, pero en algunos casos se extiende hasta las montañas. Se extiende de México, Belice, El Salvador y Panamá (4,10). Se introdujo en las Antillas donde se ha convertido en una especie naturalizada. También se ha introducido en Africa y Asia y se ha naturalizado en Filipinas (12). El nombre Madre cacao es originario de los aztecas, porque sus árboles eran plantados para dar sombra a las plantaciones de cacao, ya que la actividad de fijación de nitrógeno de las raíces induce al buen crecimiento del cacao (4,10,40). Se ha plantado en el sur de Florida y en América del Sur hasta Brasil (12). En Guatemala se encuentra en muchos departamentos donde se cultiva café, como Alta Verapaz (4).

2.1.4.4 Usos Medicinales: Las hojas machacadas son aplicadas a enfermedades cutáneas, como erisipela y comezón de la piel. Una decocción de las hojas en forma de baños es utilizada en casos de alergia y tos (12). El cocimiento de las hojas sirve como expectorante para el resfriado, fiebres, aflojar la flema, dolor de cabeza y dolor de estómago (10,31). Las raíces se toman para aliviar el dolor de garganta, afecciones del riñón, ictericia y edema (10). Tiene propiedades antipalúdicas y antipiréticas (41). Es antidiarréico, antiespasmódico y hepático. Popularmente se utiliza para el tratamiento de diarrea, dolores de estómago, salpullido, sarna y hepatitis (38). Para las erisipelas, tumores y úlceras se machaca la hoja y se aplica como cataplasma. Para infecciones de la piel se cocina la concha y se hacen baños. Para diarrea se come la flor (37).

En México, la decocción de las hojas, por medio de baños curativos permite emplearla en el tratamiento de malaria; en Panamá y Colombia se emplea para erisipelas, sacar espinas de la piel y erupciones dérmicas (10). En Jamaica para gonorrea (13,17). En Aruba y Curazao, para dolores pectorales, edema y casos de fiebre tifoidea (10). Los mayas la empleaban para lavar la cara y así curar las enfermedades de la piel (30). Entre otros usos la planta es antihistamínica, diurética, veneno para ratas, dolores de parto (31,41).

2.1.4.5 Componentes: El corazón de la madera contiene isoflavonas, aflaconina, isoflaván, dihidroflavanol. Las hojas contienen ácido o-cumárico, ácido metilótico, cumarina, bitartrato de potasio, kaempferol 3-o-ramnogalactósido. La corteza contiene isoflavona, flavonoides (sepiol, robinetina). Las hojas contienen saponinas, esteroides insaturados, flavonoides y polifenoles (12). En un ensayo farmacológico la corteza mostró actividad antiaterogénica; y el duramen contiene isoflavinas, isoflavona, dehidroflavanol y beta-hidroxi-dihidrocaleona (10).

2.1.5 Hymenaea courbaril L. (H. candolleana HBK).

2.1.5.1 Nombre Común: Guapinol, Copinol, Palo Colorado, Pacay (Petén), Pacoj (Alta Verapaz); Algarrobo (Colombia, Venezuela), Locust (Belice), Arbol de Pinole, Nere (13,42).

2.1.5.2 Descripción: Arbol algunas veces de 30 m de alto el tronco más de un metro de ancho usualmente con pequeños contra fuertes, la copa redondeada o extendida, la corteza lisa gris cafezusa, internamente es café-rojiza exudando una goma pálida (10,13,38). Las hojas son compuestas cortamente pecioladas, los folíolos sésiles lanceolado-oblongos acuminados, muy desiguales en la base coriáceos lustrosos cerradamente en venación reticulada penninervados (4,10). Las flores son pocas o numerosas en panículos densos los

pedicelos cortos y gruesos. Cáliz densamente puberulento, el tubo de 8 mm de largo, los lóbulos oblongos de 1.5 cm de largo. Pétalos blanquecinos, delgados con glándulas punteadas cerca de 11 cm de largo por la mitad de ancho (15). El fruto es una vaina áspera morena e indehisciente de 10-15 cm de largo. Es extraordinariamente dura y generalmente encierra dos o más semillas aplanadas rodeadas de una pulpa pulverulenta, que al caerse el fruto se convierte en un polvo dulzón y comestible (42,48).

2.1.5.3 Ecología: Nativo de bosques secos y húmedos y montañas del Oriente de la provincia de Cuba, Trinidad, sur de México, Perú y Brasil (10). Tiene una amplia distribución en las selvas altas o medianas perennifolias o subperennifolias y selvas de la república de México. Se encuentra en el sur de Veracruz, Tabasco, Norte de Chiapas y en Nayarit (42). Así mismo se encuentra en Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia, Venezuela, Bolivia, Guayana, Surinam, e Islas del Caribe (12). Nativo de Guatemala en donde se le encuentra principalmente en laderas o planicies secas. Se puede encontrar en algunos departamentos del Nororiente del país (Progreso, Zacapa, Izabal, Jutiapa etc.) (4,12).

2.1.5.4 Usos Medicinales: La corteza y un poco de canela en decocción, es tomada com expectorante. El agua de la corteza sirve para el tratamiento de los riñones. El cocimiento de

las hojas es un vermífugo al igual que el de la corteza (12,13). La resina del árbol es empleada en forma de vapores contra el asma y la histeria, de ella se prepara un linimento muy eficaz contra la gota y el reumatismo (15). El pericarpio del fruto contiene también una resina que tiene propiedades purgantes (13,42). La tintura preparada con la resina es muy buena para curar úlceras y heridas (15). La infusión de las hojas y la corteza se emplea contra la diabetes, y juntos con la corteza de la raíz en decocción, para aliviar el dolor de estómago y como antidiarréico (12).

En Surinam la decocción de la corteza se toma para parar la diarrea y la disentería. En Honduras es sustituto de la quinina (10). Además se usa contra enfermedades venéreas, es anticatarral y catártica (41).

Estudios científicos realizados en Nicaragua, Costa Rica y El Salvador ratifican el uso medicinal de la planta; su propiedad curativa fué descrita por el cronista de las Indias, Oviedo y Valdez "la goma del árbol se pone en brasas y el humo se aspira para curar el asma" (38).

2.1.5.5 Componentes: El principal constituyente de la resina del tronco es el diterpeno ácido labdan-8 beta-ol-15 oic. La corteza contiene flavonoides, leucoantocianinas, polifenoles y taninos (12). El extracto etanólico de la corteza de H. courbaril presentó actividad antibacteriana contra Escherichia coli ATCC 8739. Su actividad la manifestó a 50 mg/ml con una zona de inhibición menor de 15 mm (43).

2.1.6 Prosopis juliflora (Swartz) DC. (Mimosa juliflora, Neltuma juliflora N. Bakeri).

2.1.6.1 Nombre Común: Nacascal, Nacascalote (Zacapa) (4); Mezquite (44); Chachaca, Tzirtze-cua, Tahí (13); Algarrobo (21).

2.1.6.2 Descripción: Arbol de 4-6 m de alto muy ramificado, con las ramas muchas veces horizontales otras veces extendidas hacia abajo y usualmente presentan espinas estipulares (4,10). La corteza presenta espinas de 1-4 cm de largo (10).

La madera es dura y resistente de color pardo en la parte central y de color amarillo en la parte externa del tronco. Las hojas estan compuestas por un número considerable de foliolos que pueden ser pulvinados o glabros, dependiendo de la especie. Las flores son aromáticas y de color amarillo agrupadas en cabezuelas sobre espigas. El fruto es una vaina amarilla-violácea que puede estar cubierta por gran cantidad de pequeños pelos (13,44). Las legumbres son amarillo pálido, gruesas y ligeramente curvas de 5-22.8 cm de largo por 0.6-1.25 cm de ancho las cuales contienen una pulpa dulce y de 10-20 semillas cafés duras y de forma oblonga de 6 mm de largo (10).

2.1.6.3 Ecología: Nativa de bosques desiduos templados, ocasionalmente sembrado en bosque perennifolio tropical (45). Originaria de México y elemento característico de las zonas áridas de Norte América aunque se ha distribuido hasta

algunas regiones áridas y semiáridas de Centro y Suramérica. Es abundante en las planicies costeras (29,44). En Guatemala, la encontramos en las planicies secas de los bajos del Valle Motagua, y a lo largo de la costa del Pacífico; así también como Zacapa, El Progreso, Retalhuleu y San Marcos (4).

2.1.6.4 Usos Medicinales: Antidisentérico, antiséptico, emoliente contra faringitis, laringitis; detiene la menstruación, limpia los ojos, es tónico muscular y se usa para el tratamiento de uretritis blenorragica (41). La corteza de la raíz en decocción sirve para curar heridas o como vomitivo y purgante. El tronco exuda una resina amarilla semejante a la goma arábica la cual en cocimiento se usa para curar la disentería o para algunas afecciones de los ojos. El jugo de las hojas se considera curativo para algunas enfermedades oculares (13,44).

El tronco del árbol contiene una sustancia mucilaginosa que es soluble en agua y por acción del alcohol produce un precipitado de arabina. La corteza del árbol o las semillas usadas en infusión combate las irritaciones inflamatorias del tubo digestivo, la faringitis o laringitis acompañada de ronquera o bien la gastritis de cualquier origen; y en las enteritis acompañadas de diarrea pues calma la irritación de las mucosas formando una capa protectora. Las lavativas de infusión de mezquite pueden emplearse en los casos de disentería pues baja los pujos y las hemorragias. La tisana de mezquite calma la tos y la cantidad de expectoración así

como ayuda a aliviar la irritación y el dolor producidos en la uretritis blenorragica (45). Las semillas y la corteza se emplean solamente en infusión y nunca en cocimiento ya que ésta al pasar mucho tiempo puede adquirir propiedades irritantes (23).

Un brebaje hecho de vainas se toma para limpiar el estómago y calmar la taquicardia. La infusión de la goma es usada en México para el remedio de la diarrea. El cocimiento de la corteza sirve como emético y purgante (4). La decocción de la planta también se usa como diurético y febrífugo (10). El jugo es usado como remedio del cáncer tradicionalmente. Los nativos de Curazao usan las hojas para la inflamación de los ojos y abscesos de dientes (27).

2.1.6.5 Componentes: La corteza es rica en taninos (27). La planta contiene gran cantidad de calcio, magnesio y potasio (45). La goma del mezquite se hidroliza con ácido sulfúrico diluído liberando L-arabinosa, D-galactosa y ácido 4-o-metil-D-glucurónico. Las raíces contienen 6.7 por ciento de taninos, la corteza de 3-8.4 por ciento y la madera seca 0.9 por ciento. Se han reportado alcaloides tales como 5-hidroxi-triptamina y triptamina de algunas especies (27).

## 2.2 Etiología de la Diarrea Bacteriana :

La enfermedad diarreica se considera como el principal problema salud de niños de edad preescolar. Los géneros más comunes e importantes causantes de diarrea son Salmonella,



Shigella y Escherichia coli pertenecientes a la familia Enterobacteriaceae. Aunque éstos géneros pertenecen a la misma familia y causan un síndrome clínico similar, difieren en sus propiedades microbiológicas, epidemiológicas y patológicas (11,49).

Los microorganismos entéricos Gram negativo tienen cierta relación morfológica entre sí, pero pueden ser diferenciados fácilmente por medio de pruebas bioquímicas y serológicas (50).

Esta enfermedad es transmitida por la ingestión de los microorganismos en los líquidos o comidas contaminadas. La gravedad depende de la resistencia del huésped, dosis infectante y virulencia del microorganismo (51,52).

En los años 1964 a 1969, Mata y colaboradores informaron sobre la incidencia de varias enfermedades en un grupo indígena de 45 niños de Santa María Cauqué, Guatemala, quienes fueron seguidos desde su nacimiento hasta la edad de tres años. Las enfermedades diarreicas fueron la causa del 43 por ciento de los casos reconocidos como enfermedad (53).

Estudios realizados por el Programa del Control de Enfermedades Diarreicas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) determinaron que los enteropatógenos más frecuentemente identificados en América Latina, y los causantes del mayor número de diarrea aguda en niños son Rotavirus, E. coli enteropatógena (EPEC), E. coli enterotoxigénica (ETEC) y Shigella spp. (54). En los estudios llevados a cabo por el INCAP durante los años de

1985 a 1986 sobre etiología de la diarrea aguda en infantes de áreas marginales de Guatemala, presentaron como principales agentes etiológicos de diarrea a E. coli adherente, ETEC y EPEC, Salmonella spp., Cryptosporidium spp., Campylobacter spp. y Rotavirus (55).

Los agentes bacterianos involucrados en la enfermedad diarreica pueden clasificarse en: bacterias enterotoxigénicas, entre las que podemos mencionar a E. coli enterotoxigénica, Shigella dysenteriae, Vibrio cholerae, Clostridium difficile, Bacillus cereus, Shigella flexneri, Shigella sonnei, Aeromonas y Yersinia; bacterias enteroinvasivas como Shigella, Salmonella, rotavirus, adenovirus y parásitos (56).

#### 2.2.1 Escherichia coli:

Es la única especie del género Escherichiae considerada patógena para el hombre. Es la especie predominante del intestino grueso, ocupa una posición única entre los bacilos entéricos oportunistas ya que ciertas cepas son capaces de causar enfermedad intestinal e infección extraintestinal (50). Los tipos asociados a producir diarrea aguda en el hombre (especialmente en niños son enteropatógena, enterotoxigénica, enteroinvasiva y hemorrágica) (50,57).

E. coli enteropatógena es importante como agente causal de diarreas, mayormente en niños. Su mecanismo de patogenicidad es desconocido, se cree que sea por la producción de una enterotoxina semejante a la toxina de Shiga (49).

Existen 15 serotipos O de E. coli especialmente la O55 y O111 relacionadas con éste síndrome. El sistema de clasificación se basa en el sistema de serotipificación de Kauffman por los antígenos O, H y K. (49).

E. coli enterotoxigénica causa diarrea secretoria por la elaboración de toxina termolábil (TL), toxina termoestable (TE) o ambas (1,50). La TE causa la diarrea denominada "diarrea del viajero"; ya que ésta es liberada por los organismos que se desarrollan en el intestino delgado, se fija a los receptores gangliósidos sobre las vellosidades intestinales, estimula la adenilciclase, aumentando la concentración de adenosinmonofosfato cíclico en la pared intestinal, dando como resultado la secreción de agua y electrolitos hacia la luz intestinal, distensión y diarrea masiva (49).

E. coli enteroinvasiva causa una enfermedad similar a la causada por Shigella, afecta la mucosa ya que tiene antígenos somáticos que penetran en las células epiteliales del intestino. Causa deposiciones que contienen sangre, polimorfonucleares y moco (50).

En 1982 en los Estados Unidos ocurrió una epidemia causada por E. coli O157:H7, la cual antes no había producido diarrea en humanos antes. Esta se caracterizó por ser una diarrea sanguinolenta con ausencia de leucocitos (57). Se demostró que esta cepa es un potente patógeno causante de epidemias de colitis hemorrágica, diarreas en

casas cuna; escuelas y comunidades de Canadá y Estado Unidos. La cepa 0157:H7 elabora una toxina activa contra células Hela y células Vero (57).

### 2.2.2 Salmonella:

Dentro de éste género se agrupan: S. typhi, S. cholera-suis y S. enteritidis; las dos primeras tienen un solo serotipo mientras que S. enteritidis posee 1,700 serotipos.

Se reconocen 3 patrones clínicos generales: (1) fiebre tifoidea causada por S. typhi, (2) gastroenteritis aguda causada por S. typhimurium y el tipo septicémico caracterizado por bacteremia y lesiones focales, causado por S. cholera-suis (50,52).

La fiebre tifoidea es una infección que se caracteriza clínicamente por malestar general, anorexia, cefalea y fiebre. Puede o no haber diarrea, si se presenta son de consistencia líquida con gran número de leucocitos polimorfonucleares. En infantes puede producir diarrea (34,63).

Se han determinado cuatro mecanismos de patogenicidad, siendo éstos: invasividad, enterotoxicidad, endotoxicidad y antígenos de superficie.

La salmonela atraviesa la pared del intestino, invade la mucosa y se multiplica en la submucosa, ocasionan inflamación de los gánglios mesentéricos del bazo, se presenta bacteremia y finalmente la infección se localiza en el tejido linfoide del intestino delgado. Las placas de Peyer llegan a inflamarse y se ulceran con máxima afección durante la

tercera semana de la enfermedad. El período de incubación promedio es de 10 días (52). En el caso de fiebre tifoidea el 3 por ciento de los paciente se convierten en portadores (49).

El cloranfenicol es la droga de elección para el tratamiento de la fiebre tifoidea y septicemias producidas por salmonelas.

Desde 1972 se han demostrado cepas resistentes en México, Sudeste de Asia y la India. La resistencia se debe a un factor R transferible, que tambien codifica resistencia a las sulfonamidas, tetraciclina y estreptomicina. Se ha reportado el uso de trimetroprin-sulfametoxazole, ampicilina y furazolidona como antibióticos alternativos (50).

En las gastroenteritis por salmonelas no deben usarse antibióticos (salvo en niños de corta edad o pacientes mayores de 60 años) ya que la enfermedad es de menor duración y se limita al conducto gastrointestinal. El empleo indiscriminado de antibióticos prolonga la excreción de salmonelas, eleva la incidencia de portadores y favorece la adquisición de una resistencia a los antibióticos por la cepa infectante (49). En la diarrea grave es esencial la restitución de líquidos y electrolitos (49,50).

Cualquier producto alimenticio contaminado por salmonela es fuente potencial de infección para el hombre. La fuente de contaminación del alimento o la bebida pueden ser portadores humanos asintomáticos o personas con la enfermedad clínica activa (52).

### 2.2.3. Shigella:

El género *Shigella* incluye cuatro especies: *S. boydii*, *S. dysenteriae*, *S. flexneri* y *S. sonnei* las cuales pueden causar disentería bacilar. La shigelosis es usualmente endémica y es una causa importante de morbimortalidad (51). Todas las shigelas poseen antígeno O, algunas poseen antígeno K (49,50). Las shigelas son microorganismos invasivos, la inoculación infecciosa es de 100 a 1000 microorganismos. La enfermedad comienza generalmente en forma brusca, con diarrea, calambres en la parte baja del vientre y tenesmo. La infección clínica más leve se presenta con deposiciones líquidas, fiebre, malestar general, escalofríos anorexia, dolor de cabeza, letargo y en los casos graves meningitis, coma y convulsiones (49-51).

Las condiciones sanitarias deficientes promueven la diseminación de *Shigella*, ya que se ingieren por la vía bucal generalmente; penetran en las células epiteliales de la mucosa del ileon terminal y colon y se multiplican en el revestimiento epitelial, produciendo una inflamación local, seguida de muerte celular y formación de escaras en el revestimiento. Todas las shigelas liberan un polisacárido tóxico, el cual contribuye probablemente a irritar intensamente la pared del intestino (51).

Por la naturaleza autolimitante de la shigelosis, las personas adultas no buscan tratamiento. En caso de pacientes con procesos crónicos o generalizados (niños pequeños o adultos inmunosuprimidos) se dá tratamiento. Generalmente las shigelas son sensibles a la ampicilina, tetraciclina,

sulfamidas, kanamicina, cloranfenicol, ácido nalidíxico y colistina; sin embargo se han reportado cepas resistentes. La resistencia múltiple a los medicamentos puede transmitirse por un plásmido (51).

Como en todas las enfermedades con diarrea el manejo del equilibrio hidro-electrolítico es de importancia primaria, la hidratación por vía parenteral y la corrección de la acidosis, son esenciales en pacientes con enfermedad moderada o grave (51).

En Estados Unidos S. sonnei, es la causa principal de enfermedad, seguida por S. flexneri y S. dysenteriae que provoca la forma más grave de la enfermedad (51).

En 1969 en Guatemala se desarrolló una epidemia en la que se registraron 110,000 casos con 8,000 muertes. La shigelosis tiene una distribución mundial y en regiones endémicas como Guatemala, la severidad de la infección es mayor cuando es causada por S. dysenteriae que por S. flexneri. La mala nutrición o la deshidratación derivada de la diarrea agudizan el cuadro en personas de escasos recursos económicos. La enfermedad es más frecuente en la época lluviosa de año (52).

### **2.3 Estudios Realizados en Guatemala Sobre actividad inhibitoria in vitro de los Extractos Vegetales**

Desde hace varios años se vienen realizando estudios con el fin de validar el uso popular de extractos vegetales en el tratamiento de enfermedades diarreicas, contándose hasta la fecha con 365 de ellas. Durante los años 1985-1987 se han

llevado a cabo en la Universidad de San Carlos (USAC) tres estudios tendientes a demostrar la actividad inhibitoria in vitro de extractos vegetales usados para el tratamiento de afecciones gastrointestinales. De las 48 plantas estudiadas 23 (47.9%) presentaron alguna acción inhibitoria (58,59).

En un tamizaje preliminar realizado por Cano en 1985 usando maceraciones etanólicas de 25 plantas demostró que el 40 por ciento tenían algún grado de inhibición para Shigella y dos para Salmonella (58). Durante 1985-86, dos grupos de estudiantes de la Escuela de Química Biológica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la USAC, realizaron estudios para optimizar el método de demostración de la actividad antibacteriana in vitro. Así mismo, confirmaron la actividad de algunas de las plantas estudiadas y aumentaron el listado de las mismas (1,3).

Durante los últimos cinco años se han realizado varios estudios sobre el tamizaje de la actividad antibacteriana de 80 plantas usadas popularmente en el tratamiento de afecciones gastrointestinales. De las 80 plantas estudiadas, únicamente 31 han podido evaluarse contra cinco bacterias enteropatógenas (E. coli enteropatógena, S. enteritidis, S. typhi, S. dysenteriae y S. flexneri), del resto se tienen resultados parciales.

La bacteria más frecuentemente inhibida fué S. typhi, de 79 maceraciones investigadas, y la menos inhibida fué E.coli enteropatógena de 59 maceraciones estudiadas (34).

Estos hallazgos indican que algunas plantas usadas popularmente para el tratamiento de afecciones gastrointestinales tiene actividad in vitro contra

enterobacterias, lo que podría justificar su uso en el tratamiento de las mismas. Actualmente se realizan estudios para confirmar esta actividad, definir la dosis óptima, demostrar el solvente que mejor extrae el principio activo, dilucidar la estructura química responsable de la acción y ensayar experimental y clínicamente preparados a base de estos vegetales (34).

#### **2.4 Pruebas para Determinar la Actividad Inhibitoria In Vitro**

En la actualidad los principales métodos utilizados para determinar la habilidad de un antibiótico para inhibir el crecimiento bacteriano in vitro comprende la prueba de dilución en tubo y de difusión del disco en agar (60).

2.4.1 Método de Dilución en tubo: Es un procedimiento largo que permite conocer con exactitud la sensibilidad del microorganismo a una concentración conocida del antibiótico. El empleo de éste método se limita a casos en los que se desean resultados cuantitativos como la determinación de la concentración bactericida mínima (60).

2.4.2 Método de Difusión del Disco en Agar: Es una de las pruebas más útiles y más empleadas para la determinación de susceptibilidad a los antibióticos (60).

Los intentos realizados a lo largo de los últimos años por la Food and Drug Administration y otros centros para estandarizar los métodos de difusión han culminado en el desarrollo de un conocimiento basado en el descrito por

Bauer, Kirby y cols.; el cual en la actualidad es el mejor y para el cual se han desarrollado estándares interpretativos bien conocidos (60). Su sencillez, economía, rapidez y reproducibilidad en condiciones estándar lo convierten en el ideal para el laboratorio diagnóstico (60).

El National Committee for Clinical Laboratory Standards (NCCLS) considera que el agar Müller Hinton es el que mejor se adapta a las pruebas de susceptibilidad de rutina. Se prepara siguiendo las indicaciones del fabricante. Los discos secos absorben agua de este medio, disolviéndose de éste modo el antimicrobiano. Este será por lo tanto liberado para difundirse a través del medio. El resultado final será un cambio en el gradiente de concentración del antimicrobiano en los alrededores del disco. Después de la fase inicial de crecimiento logarítmico, las células bacterianas que no son inhibidas continúan multiplicándose hasta que el halo de inhibición pueda ser visualizado. Mientras más susceptible sea el microorganismo, mayor será la zona de inhibición (60).

La zona de inhibición depende de los siguientes factores:

#### 2.1.2.1 Poder de difusión del antibiótico

2.4.2.2 Espesor del medio, ya que una placa gruesa permite una difusión vertical mayor de la misma cantidad del antibiótico, con lo que disminuye la difusión superficial obteniéndose una zona de inhibición menor.

2.4.2.3 Colocación correcta del disco, ya que un disco colocado verticalmente deja pasar poco antibiótico al medio, sucediendo lo mismo con un disco que no sea horizontal (61).

Los métodos que utilizan discos no son aceptados cuando las muestras son insolubles en agua. Entre las ventajas de este método podemos mencionar: poca cantidad de muestra para el tamizaje y pueden enfrentarse 5 ó 6 compuestos a la vez contra un solo microorganismo. Por tanto los métodos de difusión son útiles en los casos de tamizaje de una sustancia pura. Los extractos de plantas son activos a concentraciones de 100 ug/ml presentando un buen nivel de potencia (62).

Snel y Gardner en Gran Bretaña demostraron que los laboratorios que estandarizan el inóculo antes de sembrarlo cometen menos error que los que no lo estandarizan. En igual forma el uso de cepas control conocidas permite disminuir el porcentaje de error (61).

### 3. JUSTIFICACIONES

Una de las principales causas de morbi-mortalidad en nuestro país son las enfermedades diarréicas de tipo infeccioso, siendo la población mayormente afectada aquella que no posee recursos económicos suficientes para obtener medicamentos adecuados para el tratamiento de éstas afecciones.

Por esa razón, nuestra población recurre al tratamiento con plantas medicinales, las cuales son usadas en forma tradicional pero sin tener ninguna base científica para su utilización.

Para validar el uso de algunas plantas medicinales se consideró de interés estudiar la actividad antibacteriana de extractos etanólicos de seis plantas de la familia Leguminosae usadas para el tratamiento de enfermedades diarréicas y contribuir con ésto a encontrar medicamentos alternativos que sean más accesibles y que tengan un costo bajo.

## 4.OBJETIVOS

### 4.1 General:

Validar el uso medicinal como antibacteriano de las plantas usadas para el tratamiento de enfermedades diarréicas.

### 4.2 Específicos:

4.2.1 Comprobar la actividad antibacteriana de seis plantas de la familia Leguminosae.

4.2.2 Demostrar el órgano que tiene mayor actividad antibacteriana.

4.2.3 Establecer la concentración mínima inhibitoria del órgano y planta que resulte positiva al tamizaje.

## 5.HIPOTESIS

5.1 Por lo menos una de las plantas estudiadas tienen actividad contra una de las enterobacterias.

5.2 La acción está presente predominantemente en la corteza de las plantas del estudio.

5.3 La concentración inhibitoria mínima de las plantas positivas es menor que 5 mg.

## 6. MATERIALES Y METODOS

### 6.1 Universo de Trabajo

Especies de la familia Leguminosae usadas popularmente en Guatemala, para el tratamiento de diarrea y las enterobacterias patógenas al hombre.

### 6.2 Muestra

Macerados etanólicos de seis plantas medicinales seleccionadas y cinco enterobacterias patógenas al hombre (S. enteritidis INCAP 705776, S. typhi ATCC 6539, S. dysenteriae 2 INCAP 702422, S. flexneri 2 INCAP 706608 y E. coli enteropatógena CDC 055 Su3912-41).

### 6.3 Procedimiento

6.3.1 Se seleccionó las plantas de la familia Leguminosae por su uso popular como antidiarréicas (Cuadro No. 1).

6.3.2 Se investigó bibliografía nacional y extranjera para obtener información etnobotánica y de los usos populares de las plantas seleccionadas para el estudio.

6.3.3 Se recolectó las plantas, se elaboró un herbario y se les clasificó; se secaron en secadores solares diseñados por CEMAT, pulverizándolas en un molino y coservándolas en bolsas plásticas perfectamente cerradas. Se les identifi-

có por un especialista.

6.3.4 Maceración. Se pesó 20 g de pulverizado, colocándolo en frascos de boca ancha color ámbar, se agregó 200 ml de etanol al 50 por ciento y se dejó reposar durante 7 días en un lugar fresco agitándolos frecuentemente.

6.3.5 Impregnación. Se colocó 50  $\mu$ l del macerado con una pipeta calibrada sobre los discos de papel secante estériles, de 6 mm de diámetro y 0.6 de grueso, se dejó secar aproximadamente una hora en una campana de flujo laminar antes de hacer una nueva impregnación. Se guardó los discos en frascos estériles perfectamente identificados y en refrigeración hasta que fueron utilizados.

6.3.6 Preparación del Medio. Se preparó agar Müller Hinton (AMH), autoclaveándolo a 121°C por 15 min., se dejó enfriar a 40-50°C, colocándolo en cajas de Petri estériles de 15 mm hasta que se solidificó, se incubó durante 24 horas para verificar que no estaba contaminado y se almacenó en refrigeración hasta que fueron utilizados.

6.4.7 Preparación del Inóculo. Se transfirió 4 ó 5 colonias de microorganismos dentro de 5 ml de caldo tripticasa soya, tocando la superficie de las colonias con asa, previamente flameado y enfriado. Se incubó a 37°C diluyendo llegar a u-

na turbidez equivalente al patrón No. 0.5 de MacFraland, se comparó la turbidez espectrofotométricamente.

6.3.8 Siembra. Se inoculó masivamente las placas de AMH, en tres direcciones, con hisopos estériles del caldo de tripticasa soya, se dejó secar el inóculo por 3-5 minutos. Se colocó los discos de los macerados a estudiar, sobre la superficie de la placa con pinzas estériles, incubándolo a 37°C durante 24 horas.

Se midieron los diámetros de inhibición en mm, con una regla transparente tanto en abscisas como en ordenadas.

#### 6.3.9 Diseño Experimental

6.3.9.1 Fase de Tamizaje: Se aplicó el diseño estadístico de bloques incompletos balanceado.

Se analizó el efecto antibacteriano de los macerados de corteza y hojas de *A. farnesiana*, *D. carthagenensis*, *E. berteriana*, *G. sepium*, *H. courbaril* y *P. juliflora*, plantas medicinales usadas popularmente en el tratamiento de diarreas contra las bacterias *E. coli* enteropatógena, *S. enteritidis*, *S. typhi*, *S. dysenteriae* y *S. flexneri*. Por el método de Bauer-Kirby se obtuvo los halos de inhibición.

En este diseño experimental las cajas de Petri representan los bloques y las maceraciones etanólicas de las plantas los tratamientos. Se hicieron cinco repeticiones por cada uno de los macerados vegetales. Se empleó el nivel de significancia de 5 por ciento.

6.3.9.2 Fase de determinación de concentración inhibitoria mínima. Las plantas que presentaron un halo de inhibición mayor de 8 mm se tomaron como positivas y se efectuó un análisis de regresión para determinar la mejor dosis.

#### 6.3.10 Distribución de Tratamientos

##### 6.4.10.1 *S. typhi* y *S. enteritidis*

		CAJAS DE PETRI-BLOQUES											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
REPETI- CIONES, DISCOS, TRATA- MIENTOS	1	5	10	10	8	12	2	1	1	7	9	7	10
	2	7	4	9	5	8	1	7	11	8	3	10	11
	3	9	6	6	12	6	9	3	4	1	11	5	12
	4	10	2	8	4	4	5	4	2	12	1	12	6
	5	2	3	2	3	3	7	11	6	5	8	11	9

##### 6.4.10.2 *S. flexneri* y *S. dysenteriae*

		CAJAS DE PETRI-BLOQUES											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
REPETI- CIONES, DISCOS, TRATA- MIENTOS	1	10	6	8	4	7	2	8	10	7	2	9	11
	2	6	8	6	7	6	8	5	5	10	1	2	9
	3	8	3	3	6	5	5	10	7	9	11	1	12
	4	3	4	5	10	1	11	9	4	12	12	12	1
	5	1	12	11	2	3	4	2	9	3	7	11	4

6.4.10.3 *E. coli* enteropatógena

		CAJAS DE PETRI-BLOQUES											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
REPETI- CIONES, DISCOS, TRATA- MIENTOS	1	7	2	6	5	3	8	7	9	4	9	1	9
	2	5	7	5	6	8	7	8	11	9	2	12	11
	3	2	5	8	4	1	11	12	10	12	10	9	12
	4	4	6	4	8	5	6	10	4	3	1	10	2
	5	12	3	1	7	2	10	3	3	1	11	11	6

## 6.4.10.4 Clave

1. Corteza *A. farnesiana*
2. Corteza *D. carthagenensis*
3. Corteza *E. berteroana*
4. Corteza *G. sepium*
5. Corteza *H. courbaril*
6. Corteza *P. juliflora*
7. Hojas *A. farnesiana*
8. Hojas *D. carthagenensis*
9. Hojas *E. berteroana*
10. Hojas *H. courbaril*
11. Hojas *G. sepium*
12. Hojas *P. juliflora*

## 7. RESULTADOS

De más de 13,000 especies de la familia Leguminosae representadas en todas las regiones del mundo, en Centroamerica se han descrito aproximadamente 600 especies. De este grupo se elaboró un listado preliminar de 35 plantas referidas en la literatura regional por su uso en el tratamiento de enfermedades gastrointestinales.

Seis de estas (Cuadro 1), fueron escogidas para efectuar el presente estudio, investigándose el efecto inhibitorio in vitro que presentan la corteza y hojas, frente a cinco bacterias causales del síndrome diarréico.

La investigación se realizó en dos fases: la primera de tamizaje, y la segunda en la que se estableció la concentración inhibitoria mínima (CIM) de las plantas que resultaron positivas en la primera etapa.

En la primera fase la maceración etanólica de la corteza de Diphysa carthagenesis fue el único que mostró inhibición del crecimiento de Salmonella typhi presentando un halo de  $10.5 \pm 0.63$  mm; Shigella flexneri con un halo de  $10.8 \pm 0.07$  mm, y Shigella dysenteriae con un halo de  $13.2 \pm 0.93$ mm (Cuadro 2). Escherichia coli enteropatogena y Salmonella

enteritidis no fueron inhibidas por esta maceración.

Ninguna de las otras maceraciones, mostró inhibición de las enterobacterias estudiadas.

Durante la segunda fase del estudio, se estableció la CIM del macerado de la corteza de D. carthagenensis. Con los resultados se efectuó un análisis de regresión lineal de las diferentes concentraciones (variable independiente) versus el halo de inhibición (variable dependiente), para las tres bacterias que fueron susceptibles a la maceración. Primero se elaboraron diagramas de dispersión (Gráficas 1, 2 y 3), y se aplicó un tratamiento a "x" para linearizar los datos (Gráficas 4, 5 y 6), con lo que se obtuvo las ecuaciones correspondientes (Gráficas 7, 8 y 9). Los valores de "x" fueron trabajados en  $\mu$ l de la maceración al 10 por ciento y luego transformados a miligramos.

Usando las ecuaciones de regresión se determinó que la CIM de la maceración de la corteza de D. carthagenensis para S. typhi es de 1.40 mg; de 1.85 mg para S. flexneri y de 1.52 mg para S. dysenteriae utilizando un diámetro de 8 mm (y); como límite mínimo para determinar la actividad.

Se evaluaron las curvas de regresión, calculándose el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) y un ANDEVA para confirmar la relación lineal entre los datos (Cuadro 3).



## 8. DISCUSION DE RESULTADOS

En la etapa de tamizaje, se estableció que el macerado etanólico de Diphysa carthagenensis tiene actividad inhibitoria frente a ciertas enterobacterias, siendo la corteza la parte de la planta que presentó el mejor comportamiento.

La literatura refiere que compuestos puros que presenten halos de inhibición de 10 mm frente a determinadas bacterias, tienen un significado clínico importante. Sin embargo para extractos vegetales cuyas composiciones no se tienen bien establecidas y la concentración esta en menores cantidades, se sugiere que un halo de inhibición de 8 mm podría ser significativo.

La maceración etanólica de la corteza de D. carthagenensis presentó halos de inhibición mayores de 8 mm cuando fue enfrentado a S. typhi, S. flexneri y S. dysenteriae (Cuadro 2); mientras que los halos de inhibición obtenidos frente a S. enteritidis y E. coli enteropatógena fueron menores que este valor.

Con las otras maceraciones estudiadas se obtuvo halos de inhibición menores que 8 mm y/o no hubo halo.

Para determinar la CIM a la cual estas tres enterobacterias son susceptibles, se efectuó un análisis de regresión

lineal, ya que el comportamiento que presentaban las concentraciones versus el halo de inhibición, según se observa en los diagramas de dispersión, tenían un comportamiento que permitió una transformación de los datos para linearizarlos.

De este análisis se obtuvo las ecuaciones para la mejor línea recta siguientes:

1.  $y = 12.614 + 64.801(-1/x)$  para S. typhi (Gráfica 2),
2.  $y = -0.8857 + 7.0097(\log x)$  para S. flexneri (Gráfica 4) y
3.  $y = -2.4014 + 8.8004(\log x)$  para S. dysenteriae (Gráfica 6)

Partiendo de estos resultados, se efectuó un análisis de varianza para establecer si realmente ambas variables estaban relacionadas linealmente en cada uno de los casos (Cuadro 3).

Los valores obtenidos de este análisis indicaron que realmente ambas variables estaban relacionadas linealmente ya que se determinó un  $P = 0.001$  para S. typhi, otro  $P = 0.01$  en el caso de S. flexneri y un  $P = 0.005$  para S. dysenteriae.

Además, mientras más cercano a 1 es el valor del coeficiente de determinación ( $r^2$ ) mejor relación lineal existe entre dos variables y para los casos estudiados se obtuvo los resultados de  $r^2 = 0.986$ ,  $0.973$  y  $0.966$  respectivamente.

A partir de los datos anteriores, se calculó la concentración de la maceración etanólica de la corteza de D. carthagenensis que produjera un halo de inhibición de 8 mm similar a la CIM, para cada bacteria haciendo uso de las

Se obtuvo que para S. typhi la CIM es de 1.40 mg, en el caso de S. flexneri es de 1.85 mg y de 1.52 mg para S. dysenteriae. Esto establece que concentraciones del extracto de la corteza de D. carthagenensis que estén por encima de estos valores van a ser significativamente importantes ya que presentan halos de inhibición mayores de 8 mm, y además la CIM establece aquella concentración mínima a la que una bacteria es susceptible a un determinado compuesto. Si bien algunas maceraciones dieron halos de inhibición, éstos fueron menores de 8 mm por lo que no se confirma su actividad antibacteriana.

A pesar de que en la revisión de literatura consultada no se encontró información a cerca del compuesto responsable de la actividad antibacteriana de la corteza de D. carthagenensis, es sabido que Diphyssa robinoides, contiene en la parte medular de su corteza, un componente denominado 3,3',4,4',5,5' pentahidroxiestilbena al que se le ha demostrado actividad antibacteriana (66); y que tanto las hojas como la corteza contienen derivados furanólicos y el terpenoide  $\beta$ -sitosterol encontrado por análisis fisicoquímicos (68). Adicionalmente a esto se sabe que las

hojas de *D. carthagenensis* presentan actividad antimicótica frente a algunos dermatofitos habiéndose establecido una CIM para esta de 100 mg (67).

## 9. CONCLUSIONES

9.1 La maceración etanólica de la corteza de Diplysa carthagenensis tiene actividad antibacteriana frente a 3 de las 5 enterobacterias estudiadas; no así el macerado de las hojas.

9.2 Las otras cinco plantas evaluadas durante la investigación no presentan actividad antibacteriana frente a las bacterias estudiadas.

9.3 La CIM de la maceración etanólica de la corteza de D. carthagenensis para S. typhi es de 1.40 mg; S. dysenteriae es susceptible a una concentración de 1.52 mg de la maceración positiva y a 1.85 mg de la maceración estudiada, S. flexneri es inhibida en forma significativa.

9.6 Las concentraciones de la maceración analizada, por encima de 1.40, 1.52 y 1.85 mg, tienen un significado clínico importante.

9.7 Se valida la actividad antibacteriana que presenta la maceración de la corteza de D. carthagenensis frente a las bacterias S. typhi, S. flexneri y S. dysenteriae.

## 10. RECOMENDACIONES

10.1 Confirmar la actividad antibacteriana de la corteza de D. carthagenensis, efectuando extracciones con solventes de diferente polaridad y distintas edades del árbol.

10.2 Evaluar el efecto inhibitorio de esta planta frente a otros microorganismos implicados en infecciones gastrointestinales en nuestro país.

10.3 Estandarizar el método en tubo para la determinación del CIM ya que este permite cuantificar el número de bacterias susceptibles a determinado compuesto.

10.4 Determinar el principio activo y el efecto tóxico de la corteza de D. carthagenensis a través de análisis químicos.

10.5 Efectuar estudios clínicos que puedan demostrar el potencial medicinal de las plantas que han dado resultados positivos para actividades antibacterianas.

10.6 Promover los estudios e investigaciones sobre plantas medicinales usadas comunmente en Guatemala, para validar su uso y contribuir al desarrollo de productos que estén al alcance de la mayoría de la población.

## 9. REFERENCIAS

1. Figueroa L. et al. Acción antibacteriana de Extractos Vegetales usados en el tratamiento popular de Diarrea. Memorias III Congreso Nacional de Microbiología, Guatemala. 1986. (p.197)
2. Ovando Castillo AE. Acción Antibacteriana in vitro en plantas comunmente usadas para el tratamiento de Afecciones respiratorias. Guatemala:USAC (Tesis de Graduación Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia). 1989. 59p.
3. Giron LM, Xet AM, Cáceres A. Acción Antibacteriana de 4 plantas usadas para el tratamiento de infecciones intestinales (mimiografiado) Centro de Estudios Mesoamericana sobre Tecnología Apropriada (CEMAT), 1987. Guatemala. 17p.
4. Stanley PC, Steyermark JA. Flora of Guatemala. Fieddiana, Botany, Vol 24, part V Chicago, 1946. 500p. (p. 1,2,8,9,86,87,141,142,254,255)
5. Verporte R, et al. Medicinal Plants of Surinam I. Antimicrobial activity of some medicinal plants. J Ethnopharmacol, 1982; 5:221-226.
6. Lopez Cárcamo BR. Inhibición de Dermatofitos por Macerados Vegetales de Leguminosas. Guatemala: USAC, (Tesis de Graduación Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1989. 59p.
7. Lozoya X. Estado Actual del Conocimiento en Plantas Medicinales Mexicanas. México: Instituto Mexicano para el Estudio de Plantas Medicinales, 1976. (p. 124,133,134)

8. De la Rosa F. Plantas y Yervas Medicinales de México. 2ed. México: Mexicanos Unidos S.A., 1977. 127p. (p.14,60)
9. Rodas JZ. Plantas Medicinales. Guatemala: INAFOR. 1982. 9p.
10. Morton JF. Atlas of Medicinal Plants of Middle America, Bahamas and Yucatan. DSC. F.L.S. USA; Springfield: Charles Thomas, 1981. 1420p. (p. 267-355)
11. Aguilar Girón JI. Relaciones de unos Aspectos de la Flora Util de Guatemala. Guatemala: Ministerio de Agricultura, 1966. 383 p. (p. 92,96,102,361,362,368)
12. Ronquillo Batres FA, et al. Colecta y descripción de Especies Vegetales de uso actual y potencial en la Alimentación y/o Medicina de las zonas semiáridas del Nororiente de Guatemala. Guatemala: DIGI, USAC 1989. 249p. (p.64,68,80,81,118,119)
13. Martínez M. Las Plantas Medicinales de México. 5ed. México: Botas, 1969. 619 p. (p. 221,222,381,407)
14. Del Amo Rodriguez S. Plantas Medicinales del Estado de Veracruz. INEREB. 1979. 279p.
15. Guzmán DJ. Especies Utiles de la Flora Salvadoreza. El Salvador: Dirección de Publicaciones San Salvador, Tomo I. 1975. (p.95,125,252)
16. Solís CAS. Contribución al estudio Químico Bromatológico de la Acacia farnesiana. Guatemala: USAC, (Tesis de Graduación Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1965. 19p.
17. Martínez M. Plantas Utiles de la Flora Mexicana. México: Botas 1959. 621 p.

18. Kozel C. Guía de Medicina Natural. 6ed. Barcelona: Omedín, 1981. 494 p.
19. Mendez SJI. Estudio Fitoquímico preliminar de las hojas de *Acacia farnesiana*. Guatemala:USAC, (Tesis de Graduación Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1965. 19p.
20. Cabrera LG. Plantas Curativas de México. 5ed. México:Cicerón, 1958. (p.154-156)
21. Sosa V, et al. Etnoflora Yucateense. Xalapa, Veracruz: INEREB, 1985. 223p. (p. 104,115,116,117,124)
22. Pittier H. Ensayo sobre plantas usuales de Costa Rica. 2ed.San José:Universidad de Costa Rica, 1957. 264p. (p.50)
23. Mendieta RM, Del Amo S. Plantas Medicinales del Estado de Yucatán. Méxcio: Continental S.A., 1981. 428p. (p.4, 83,86,136,158,263)
24. Pompa G. Medicamentos Indígenas. 41ed. Panamá:América, S.A., 1974. 313p.
25. Melendez NE. Plantas Medicinales de Costa Rica y su Folklore. 3ed. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica, 1978. 195p. (p. 136,138,141,142,215)
26. Duke JA. Handbook of Proximate Analysis Tables of Higher Plants. Florida: CRC Press, 1986. 389 p.
27. Duke JA. Handbook of Medicinal Herbs. Florida: CRC Press 1985. 677p. (p. 392,393,564)
- 28.Schnee L. Plantas Comunes de Venezuela. 3ed. Caracas: Universidad Central de Venezuela. 1984. 822p. (p. 95)

29. Stanley PC. Flora of Yucatán. Chicago: Field Museum of Natural History, Botany (3) part III, 1930. (p.276,282,289,295)
30. Arnason T, et al. Maya medicinal plants of San Jose Succoz Belize. J Ethnopharmacol, 1980 . 2:345-364.
31. Alcorn JB. Huastec Mayan Ethnobotany. USA: University of Texas Press. 1984. 982 p. (p. 531,657,763)
32. Roque JM. Flora Médico Guatemalteca. Guatemala: Tipografía Nacional. Tomo I, 1941. (p. 90,93)
33. Ferrandiz VL. Medicina Vegetal. Barcelona: Limusa. 1975. 415p. (p.51)
34. Cáceres A, Samayoa B. Tamizaje de la actividad antibacteriana de plantas usadas en Guatemala para el tratamiento de afecciones Gastrointestinales. Guatemala: DIGI, USAC. 1990. 121p. (en prensa)
35. Castañeda J, Aceituno G. Guatemala Indígena. Guatemala: Instituto Indigenista Nacional. Vol. XIII, 1978. V+616p. (134)
36. Chapuis JC, Sordat B, Hosttmann K. Screening for cytotoxic activiti of plants used in tradicional medicine. J Ethnopharmacol. 1988, 23:273-284.
37. House P, Lagos S. Manual Popular de 50 Plantas Medicinales de Honduras. Tegucigalpa: López S de RL, 1989. (p. 88, 92,93,348)
38. Rescate de la Medicina Popular. Primer informe sobre 72 plantas Medicinales más frecuentemente usadas en la región "las Segovias". Nicaragua: Ministerio de Salud, 1986. 147 p. (p. 53,54,84,85)

39. Adams CD. Flowering Plants of Jamaica. Jamaica: University of West Mona. 1972. 848p. (p. 329,336,337,347,360)
40. Standley PC, Record SJ. The fores and flora of British Honduras. Chicago: Field Museum of Natural History 1936. 432p. (p. 157,177,183-185)
41. Diaz JL. Uso de las Plantas Medicinales de México. Monografías Científicas II. México: Instituto Mexicano para el estudio de las Plantas Medicinales, 1976. (p. 148,171,181, 215,227,231,241,248,265,267)
42. Calzada I, Del Amo S. Comunicado sobre recursos bióticos naturales del país. México: INEREB, 1983. 3p.
43. Verporte R, Dihal OO. Medicinal plants of Surinam IV. Antimicrobial activity or some medicinal plants. J Ethnopharmacol. 1987, 21:315-318.
44. Martínez MC, Del Amo RS. El Mezquite. Comunicado sobre recursos potenciales del País. México: INEREB, 1982.
45. Millspaugh CF. American Medicinal Plants. New York: Dover Publications Inc. 1974. 806p. (p.185)
46. Lundell Longworth C. The Vegetation of Peten. Washington: Carnegie Insitution, 1937. (p.21,26,62,118,169, 170)
47. García BH. Flora Medicinal de Colombia. Colombia: Imprenta Nacional Bogotá. Tomo I 1974. (p. 407-505)
48. Ibarra JA. Apuntes Botánicos. Guatemala: José Pineda Ibarra, 1974. (p. 91-92)
49. Gady GF, Keusch GT. Phatogenesis of bacterial diarrheas. N Engl J Med 1977; 295:831-836.

50. Gangarosa EJ, Merson MH. Epidemiologic assessment of the relevance of the so-called enteropathogenic serogroups of Escherichia coli in diarrhea. N Engl J Med 1977; 10:410-415 p.
51. Panagari D et al. Incidence of Shigellosis and multi-drug resistant Shigellae a 10 year study. J trop Med Hyg 1987; 90:25-29.
52. Dupont HI, Hornick RB. Clinical approach to infection diarrheas. Medicine 1973, 52:265.
53. Mata LJ. The Children of Santa Maria Cauqué. Cambridge: MIT press, 1978.
54. Organización Panamericana de la Salud. Tratamiento de la Diarrea. Washington:OPS, Serie Paltext No. 133, 1987. 117p.
55. Cruz JR, et al. Etiología de la diarrea aguda en infantes de las Areas Marginales de Guatemala. Guatemala:Memorias del III Congreso Nacional de Microbiología, 1986. 251p. (p.43-53)
56. Cruz JR, et al. Aspectos Microbiológicos de las enfermedades diarréicas. Guatemala:Rev Col Med y, 37(1): 14-22, 1986.
57. Levine MM. Escherichia coli that cause diarrhea: Enterotoxigenic, enteropathogenic, enteroinvasive, enterohemorrhagic, and entero adherent. J Infect Dis. 1987, 155:377-383.
58. Cano JO. Suceptibilidad bacteriana in vitro a extractos vegetales usados popularmente en el tratamiento de infecciones gastrointestinales Guatemala:USAC, (Tesis de

- graduación Facultad de Ciencias Médicas). 1982. 46p.
59. Ayala NE, et al. Acción antibacteriana de extractos vegetales usados en el tratamiento popular de desordenes gastrointestinales. Guatemala: USAC, (trabajo de investigación) Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, 1987. 56p.
60. Bauer AW et al. Antibiotic susceptibility testing by standardized single disk method. Am J Clin Path 1966; 36:493-496.
61. Snell JS, Gardner P. An antibiotic susceptibility testing trial organised as part of the United Kingdom National External Microbiology Quality Assessment Scheme. J Clin Pathol 1982; 35:1169.
62. Ríos JL, Recio MC, Villar A. Screening methods for natural product with antimicrobial activity: a Review of Literature. J Ethnopharmacol. 1988, 23:127-149.
63. Maldonado P et al. Determinación de la prevalencia de resistencia antimicrobiana en E. coli de la microbiota normal. Memorias del III Congreso Nacional de Microbiología, Guatemala. 1986. (p.195)
64. Taracena Ríos AM. Acción antibacteriana de Extractos Vegetales de la familia Anacardeiaceae. Guatemala: USAC (Tesis de Graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia). 1990. 33p.
65. Alvarado SR. Confirmación de la actividad antibacteriana de algunos Extractos Begetales. Guatemala: USAC (Tesis de Graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia),

A N E X O

## CUADRO No. 1

## PLANTAS LEGUMINOSAS USADAS FRECUENTEMENTE EN EL TRATAMIENTO DE DIARREAS

Género y Especie	Nombre Común	Parte usada
<u>Acacia farnesiana</u>	Espino blanco Subín	h, c,
<u>Diphysa carthagenensis</u>	Bolsa de gato Maraquito Guachipilin menudo	h, c
<u>Gliricidia sepium</u>	Madre cacao Matasarna Tzinté	h, c
<u>Erytrina bertheroana</u>	Palo de pito	h, c
<u>Hymenea courbaril</u>	Guapinol Pacay Pacoj	h, f, c, r
<u>Prosopis juliflora</u>	Nacascol Nacascolote Mezquite	c, s

NOTA: r= raíz                      e= semilla  
c= corteza                      h= hoja  
f= flor

CUADRO No. 2

Bacterias inhuidas por la maceración de la corteza de D. carthagenensis.

Bacteria	Repeticiones					X (mm)	S	Error Stand.
	1	2	3	4	5			
<u>S. typhi</u>	11	10	11.5	10	10	10.5	0.63	0.3
<u>S. flexneri</u>	11	10	11	10.5	11.5	10.8	0.07	0.25
<u>S. dysenteriae</u>	12.5	12	13	14.5	14	13.2	0.93	0.46

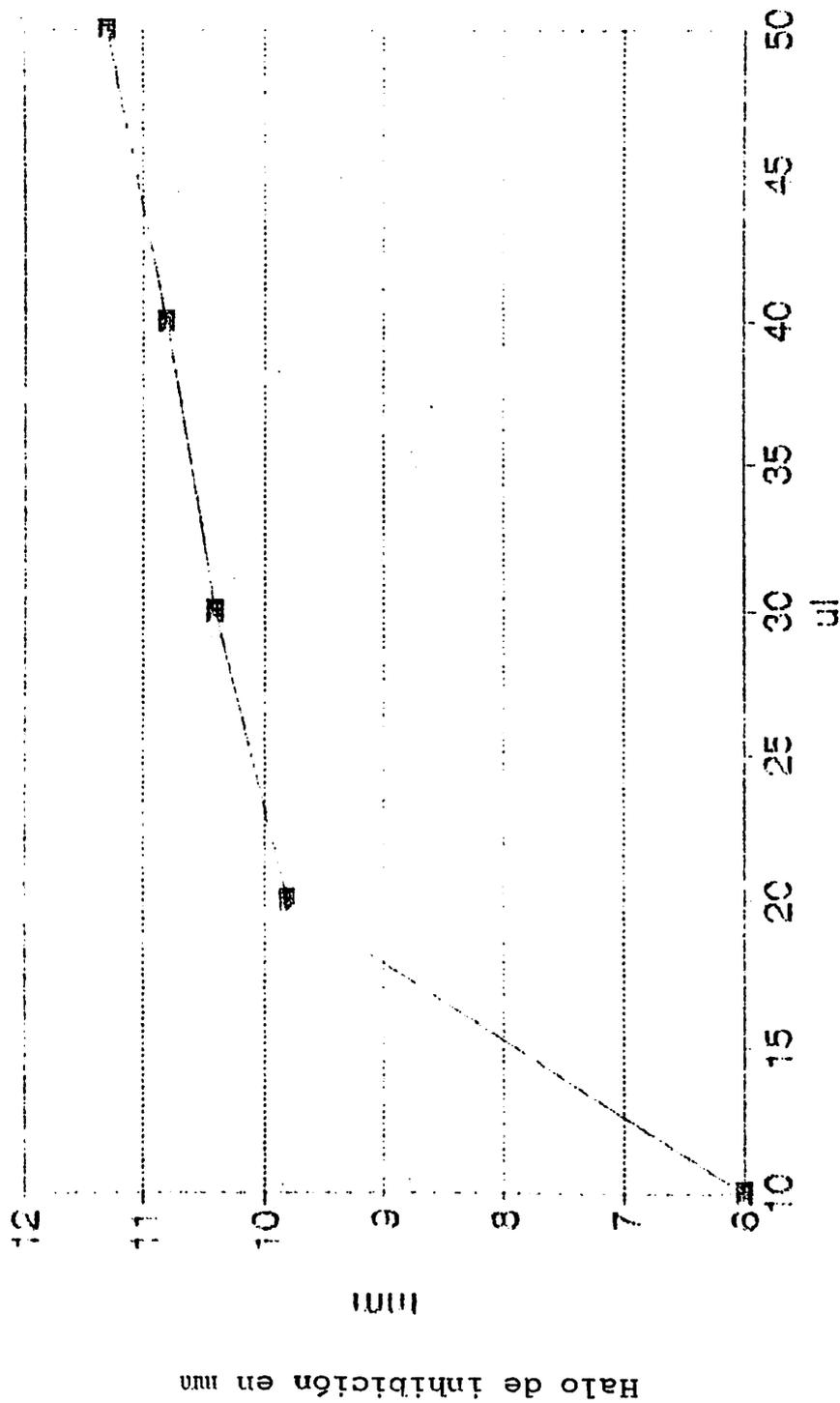
CUADRO No. 3

Ecuaciones para la mejor línea recta, coeficiente de determinación y F calculada para la maceración de la corteza de D. carthagenensis.

Bacteria	Ecuación	r <sup>2</sup>	Fc
<u>S. typhi</u>	$y=12.615+64.801(-1/x)$	0.986	218.535 significativo para $\alpha = 0.001$
<u>S. flexneri</u>	$y=-0.886+7.009(\log x)$	0.973	46.236 significativo para $\alpha = 0.01$
<u>S. dysenteriae</u>	$y=-2.401+8.8004(\log x)$	0.966	86.352 significativo para $\alpha = 0.005$

GRAFICA 1

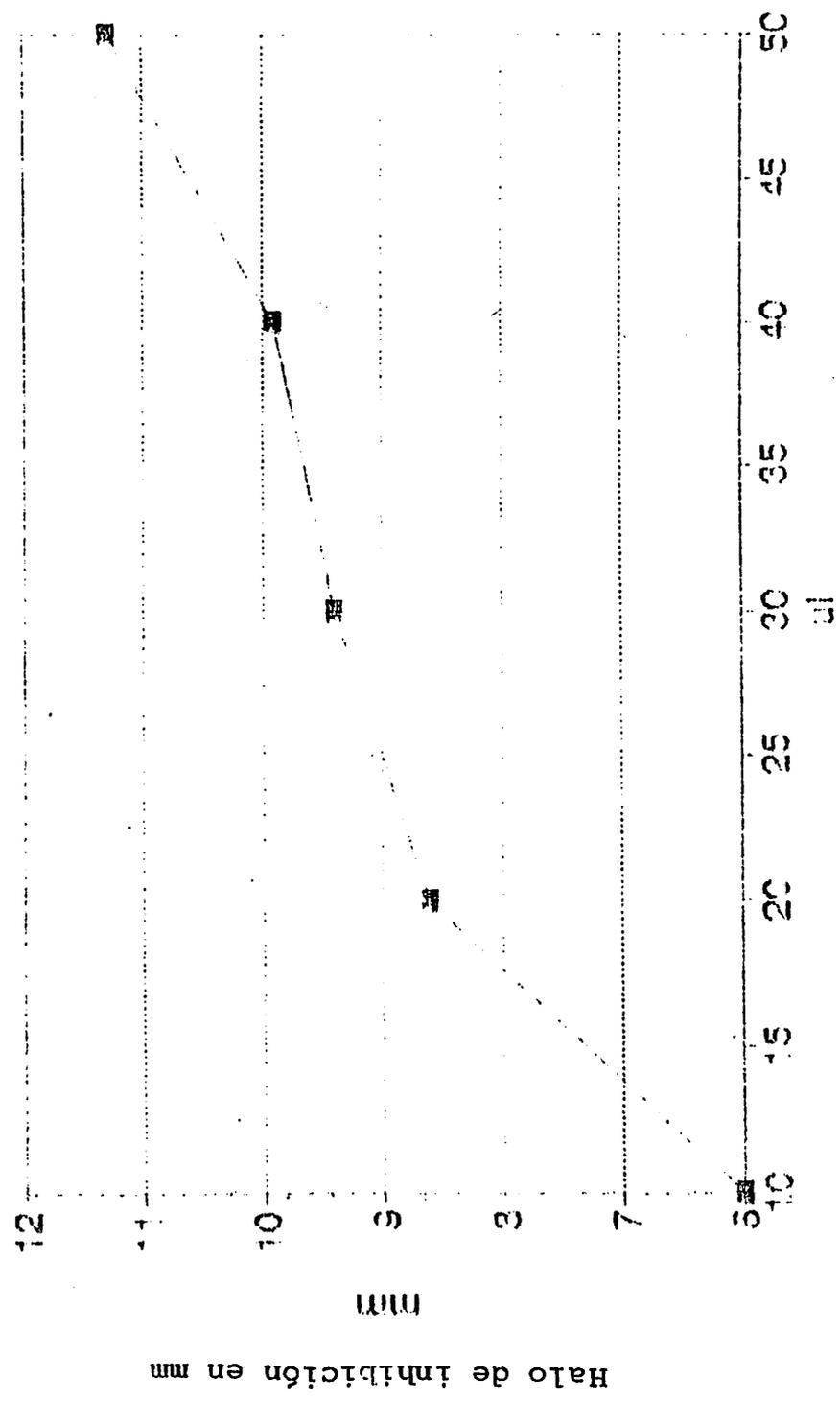
*S. typhi*  
diagrama de dispersion de y sobre x



ul del macerado de la corteza de *D. carthagenensis*

GRAFICA 2

*S. flexneri*  
Diagrama de dispersion de y score x

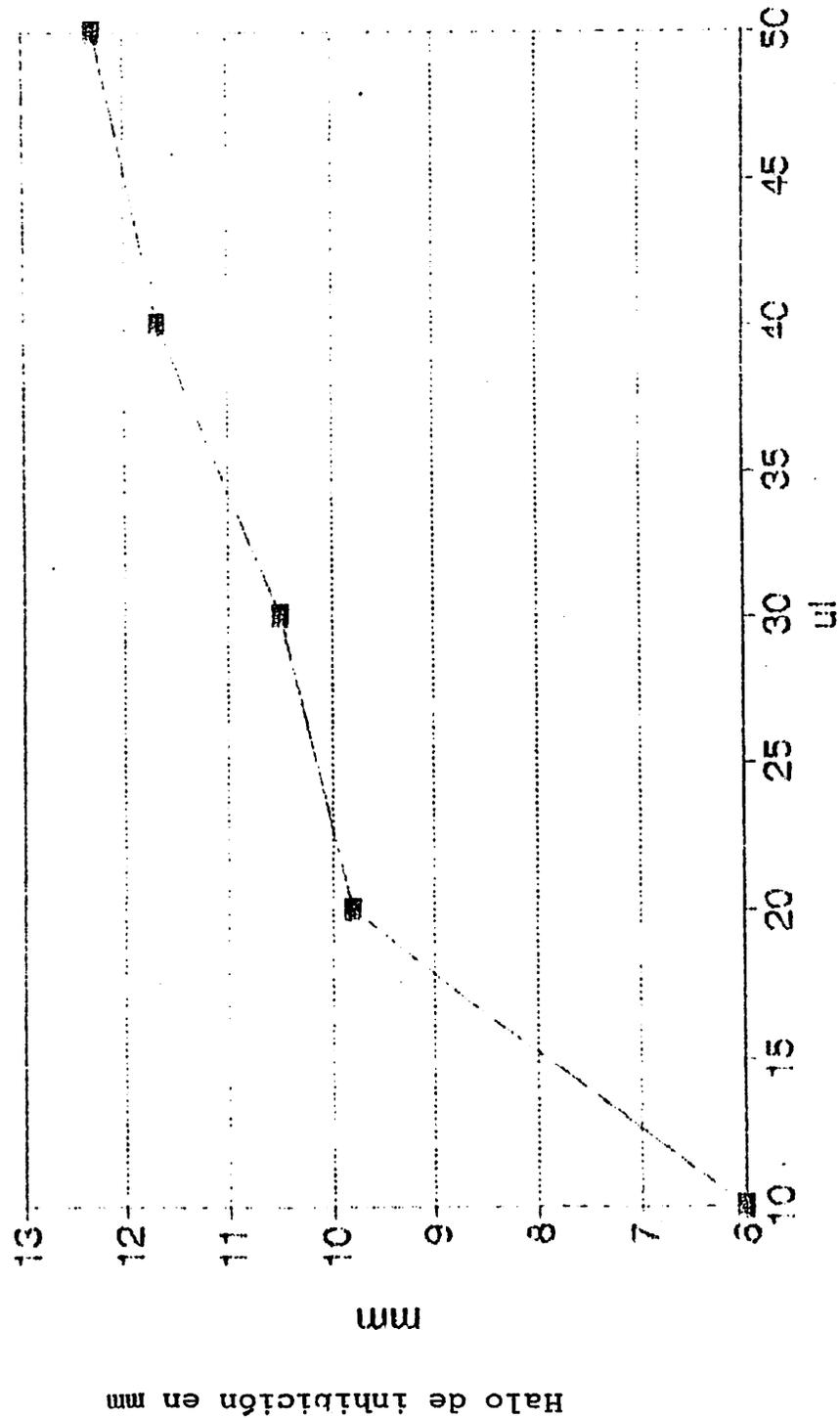


ul del macerado de la corteza de D. carthagenensis

GRAFICA 3

# S. dysenteriae

diagrama de dispersion de y sobre x

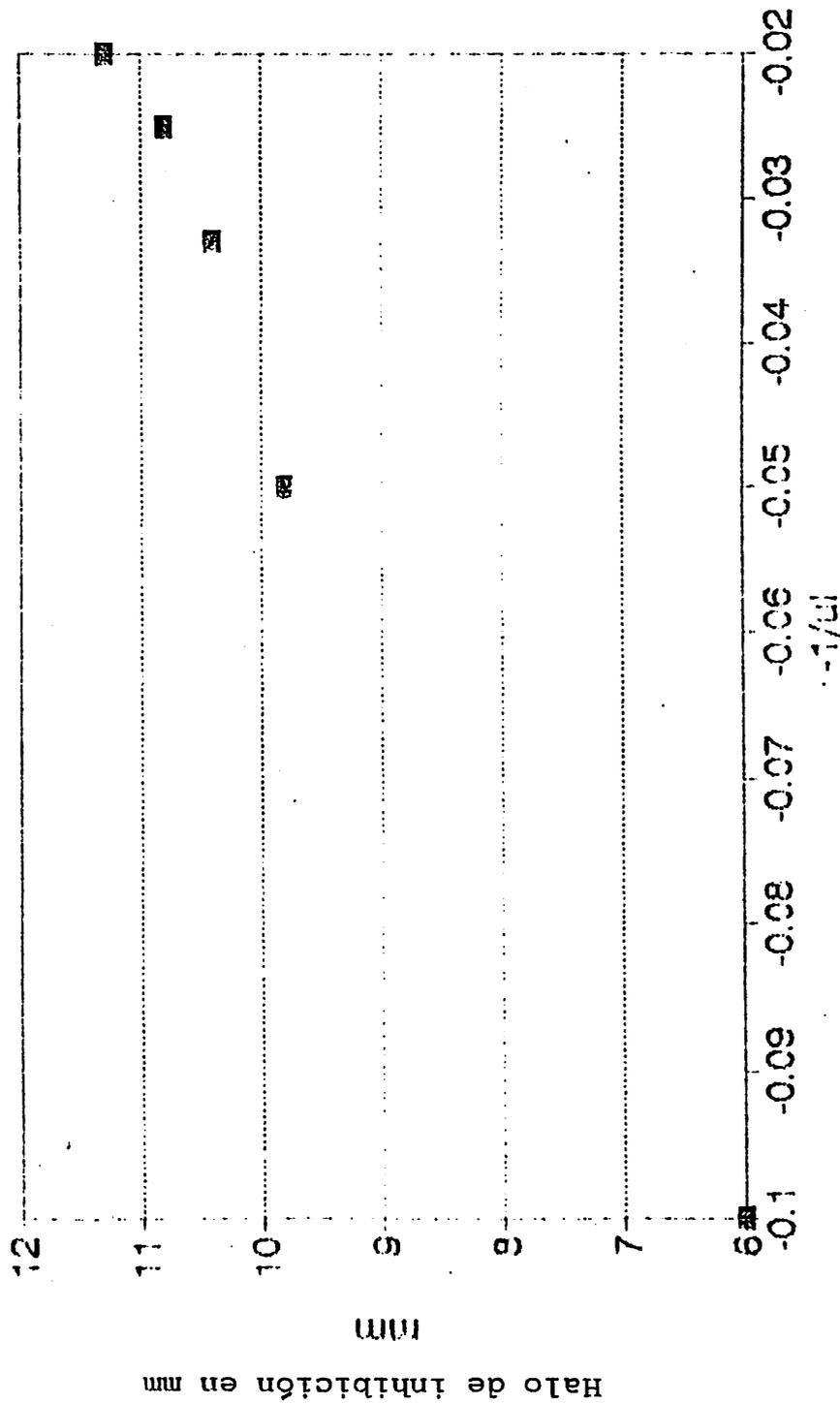


ul del macerado de la corteza de D. carthagenensis

GRAFICA 4

# S. typhi

Diagrama de dispersion de y sobre -1/x

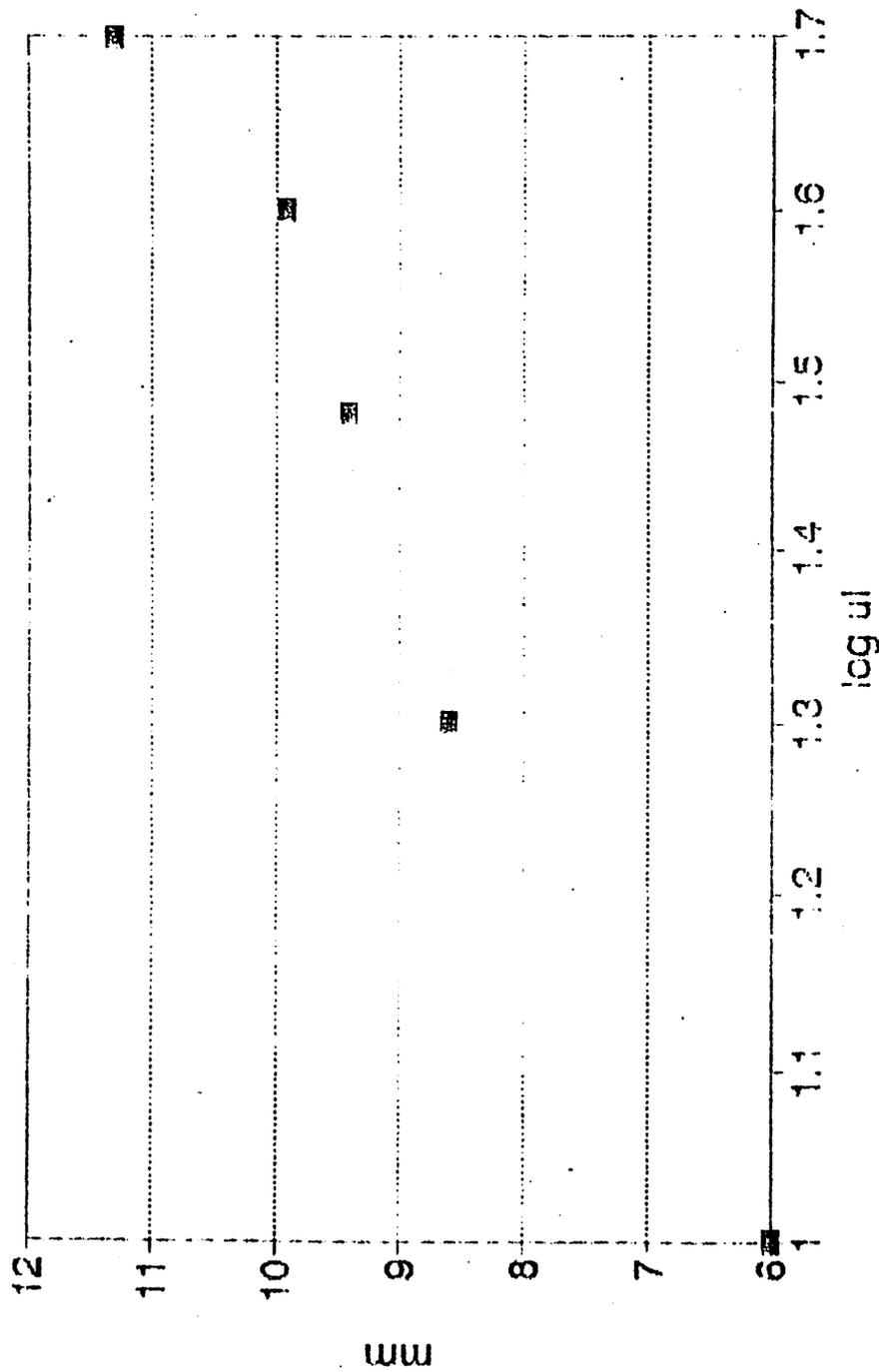


ul del macerado de la corteza de D. carthagenensis

GRAFICA 5

# S. flexneri

Diagrama de dispersion de y sobre log x



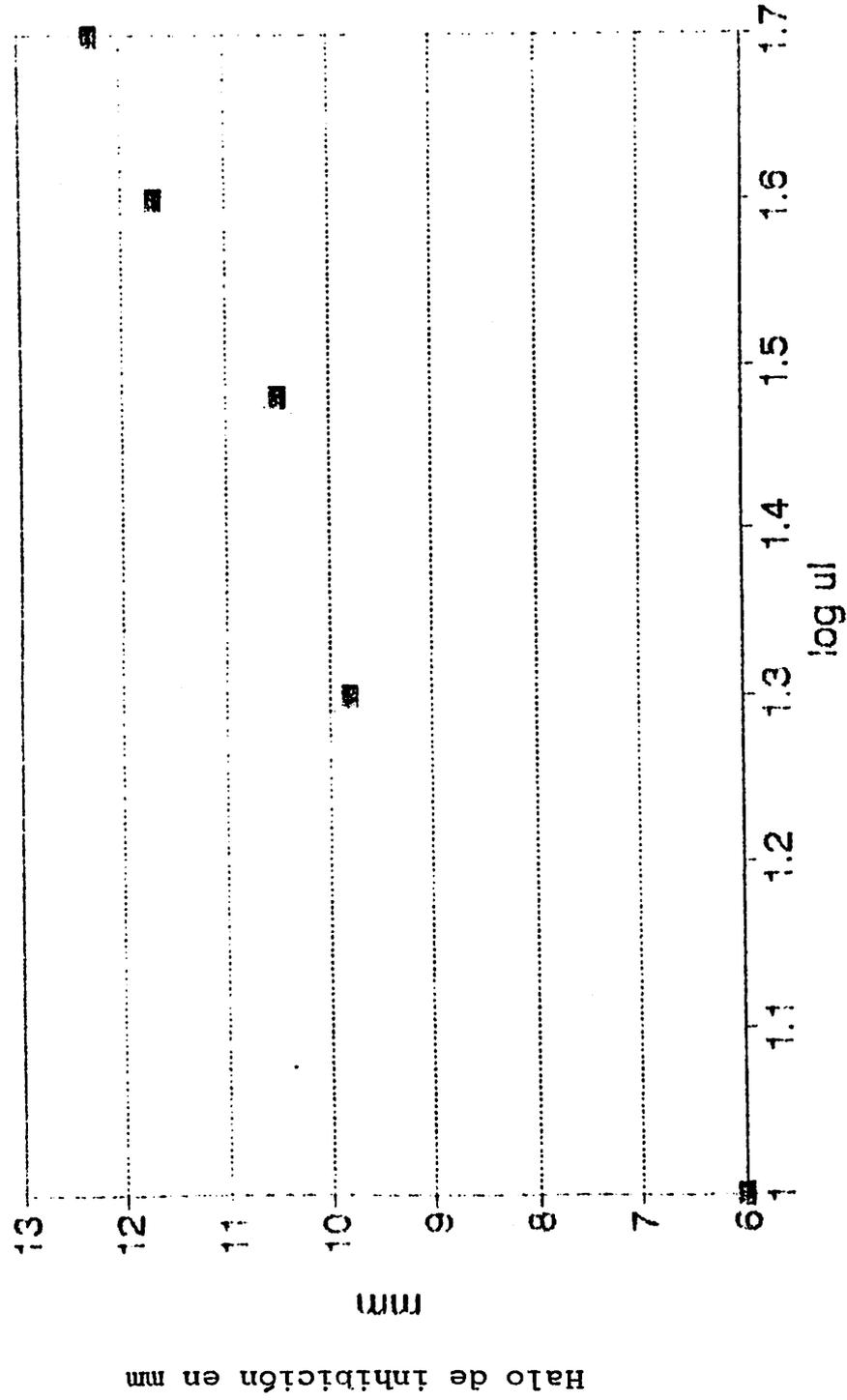
Halo de inhibición en mm

ul del macerado de la corteza de D. carthagenensis

GRAFICA 6

# *S. dysenteriae*

Diagrama de dispersion de y sobre log x

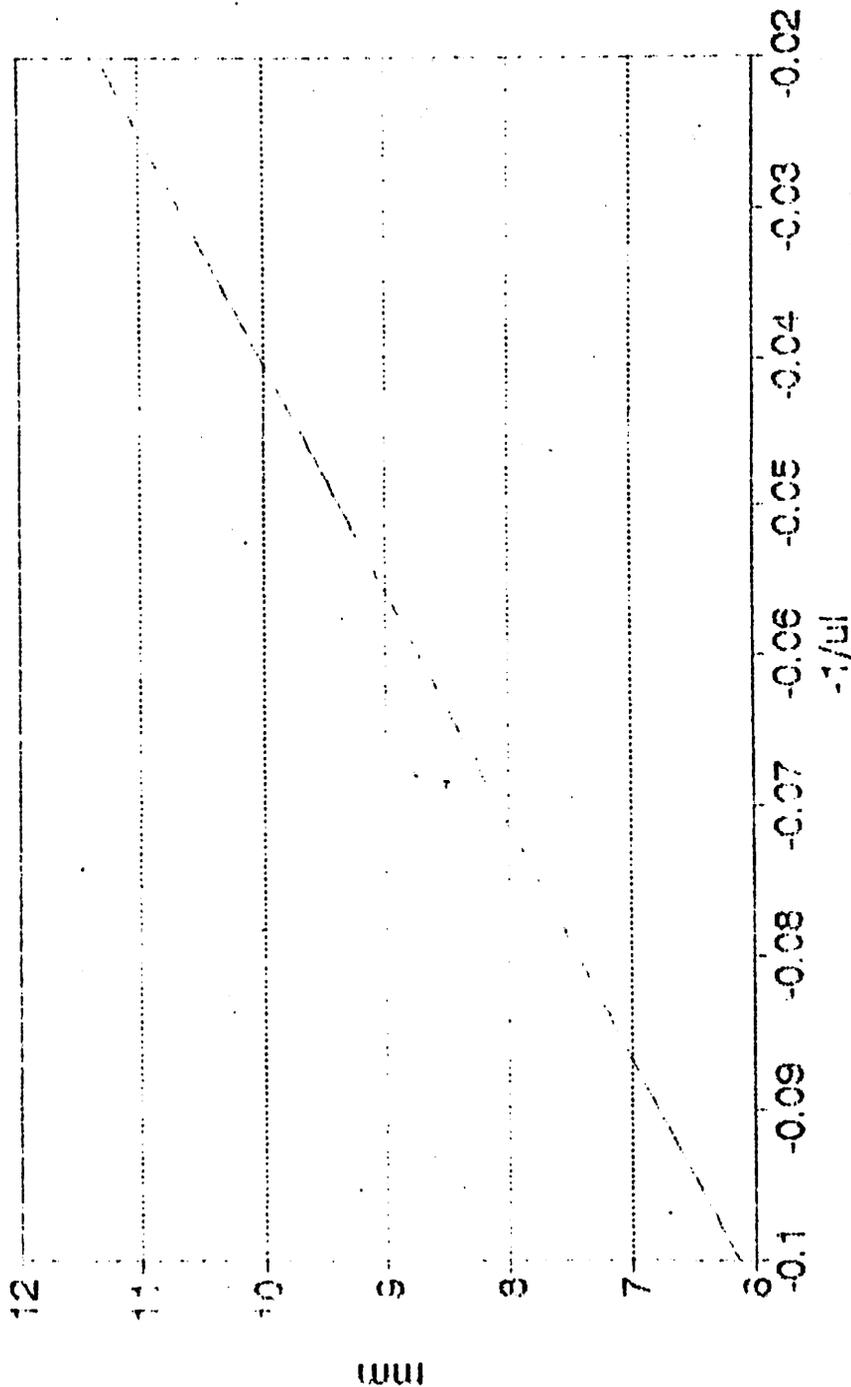


ul del macerado de la corteza de D. carthagenensis

GRAFICA 7

*S. typhi*

$$y = 12.615 + 64.801(-1/x)$$



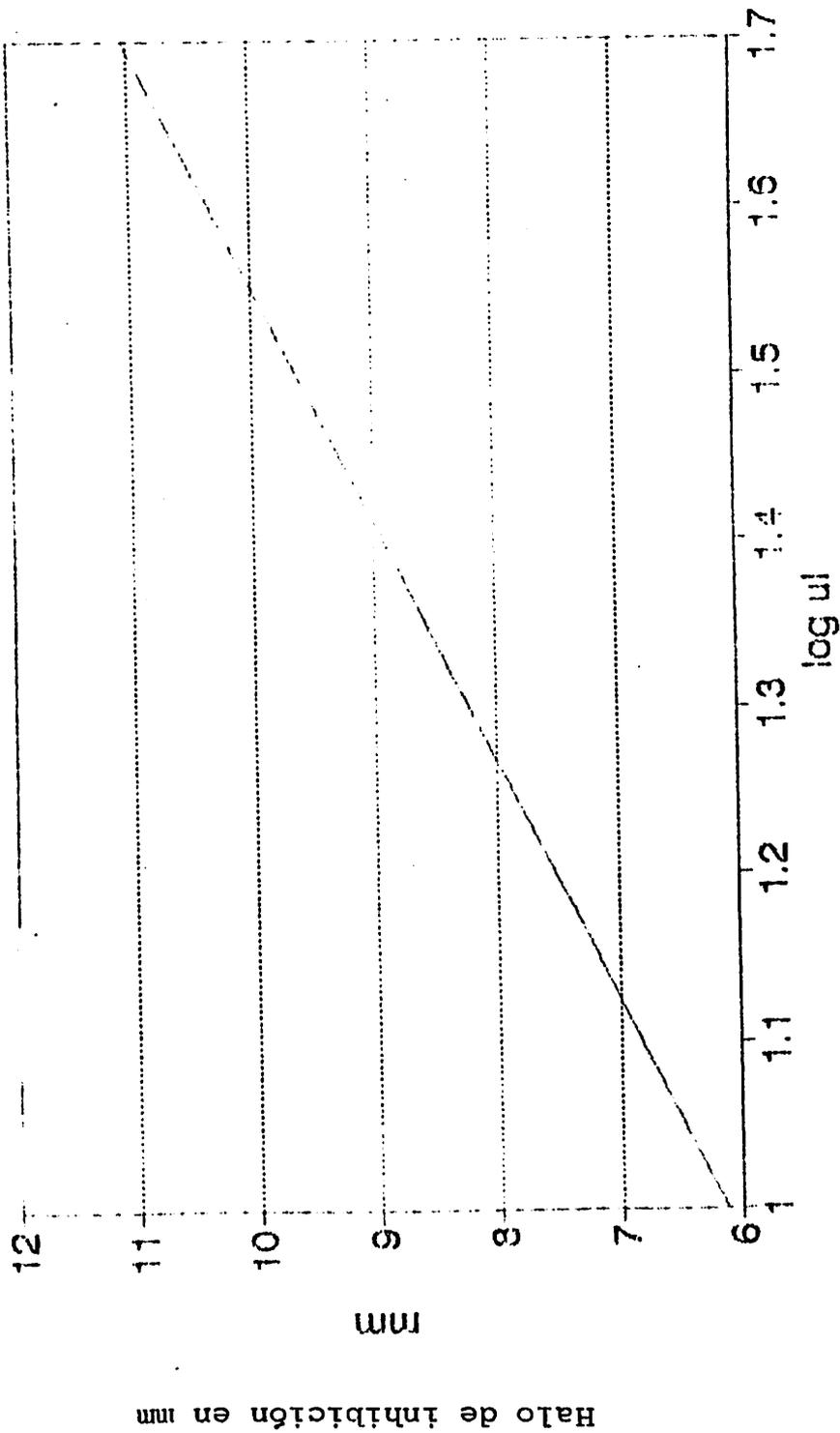
ul del macerado de la corteza de D. carthagenensis

Halo de inhibición en mm

GRAFICA 8

*S. flexneri*

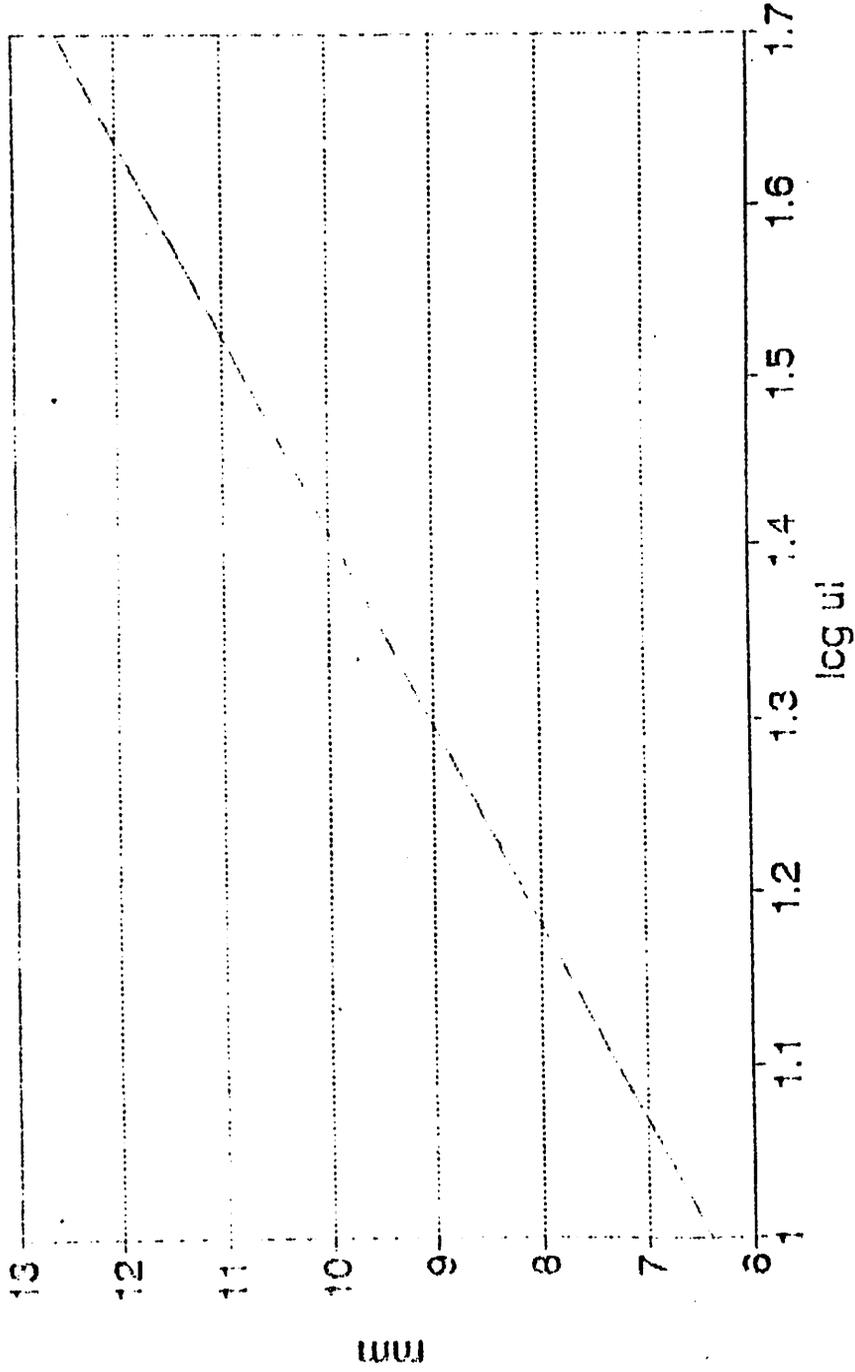
$$y = -0.886 + 7.009(\log x)$$



ul del macerado de la corteza de *D. carthagenensis*

GRAFICA 9

*S. dysenteriae*  
 $y = -2.401 + 8.8(\log x)$



Halo de inhibición en mm

ul del macerado de la corteza de *D. carthagenensis*

*Ligia Figueroa*

Br. Ligia Figueroa  
(Tesisista)

*Armando Caceres*

Lic. Armando Caceres  
(Asesor)

*Gustavo Gini*

Lic. Gustavo Gini  
(Director de Escuela)

*Clemencia Galvez de Avila*

Licda. Clemencia Galvez de Avila  
(Decana)