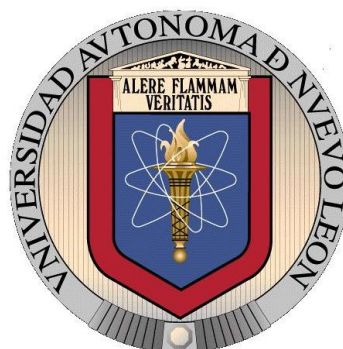


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



ACTIVIDAD BIOLÓGICA Y COMPONENTES PRESENTES EN *Ariocarpus kotschoubeyanus* (Lemaire ex K. Schumann), *Echinocereus stramineus* (Hengelmann) y *Stenocereus pruinosus*, (Otto).

Por

JAIME FRANCISCO TREVIÑO NEÁVEZ

Como requisito parcial para obtener el Grado de  
DOCTORADO EN CIENCIAS CON ACENTUACIÓN EN  
PRODUCTOS NATURALES

Noviembre 2009

ACTIVIDAD BIOLÓGICA Y COMPONENTES PRESENTES EN *Ariocarpus kotschoubeyanus* (Lemaire ex K. Schumann), *Echinocereus stramineus* (Engelmann) y *Stenocereus pruinosus*, (Otto).

**TESIS**  
**Presentada como requisito parcial para obtener el grado de**  
**DOCTOR EN CIENCIAS**  
**con Acentuación en Productos Naturales**

**Por**

MC. JAIME FRANCISCO TREVIÑO NEÁVEZ

Comité de Tesis



DRA. AZUCENA ORANDAY CÁRDENAS

Presidente



DRA. ADRIANA NÚÑEZ GONZÁLEZ

Secretario



DRA. MA. JULIA VERDE STAR

Vocal



DRA. CATALINA RIVAS MORALES

Vocal



DR. VÍCTOR VARGAS LÓPEZ

Vocal

Noviembre 2009

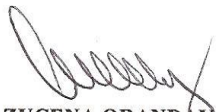
ACTIVIDAD BIOLÓGICA Y COMPONENTES PRESENTES EN *Ariocarpus kotschoubeyanus* (Lemaire ex K. Schumann), *Echinocereus stramineus* (Engelmann) y *Stenocereus pruinosus*, (Otto).

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el grado de  
DOCTOR EN CIENCIAS  
con Acentuación en Productos Naturales


Por

MC. JAIME FRANCISCO TREVIÑO NEÁVEZ



DRA. AZUCENA ORANDAY CÁRDENAS

Director



DRA. MA. JULIA VERDE STAR

Codirector

Noviembre 2009

## DEDICATORIA

En primer término dedico este trabajo a los que me dieron la posibilidad de vivir, y de ser lo que soy, mis padres Pedro Treviño Martínez (†) y Margarita Neávez de Treviño (†), nunca olvidare todas las enseñanzas que me legaron.

A todos mis hermanos Pedro Antonio, Bonifacio (†) Margarita, Horacio, Francisco Javier (†), José Luis, que pusieron un granito de arena cada uno en mi formación y que siempre me apoyaron en todo momento para desarrollarme como persona.

Por supuesto, a la mujer que me ha permitido compartir con ella toda mi educación superior, que me ha dado mis hijos Jacques Jair y Vanessa Dalia que tanto adoro, y que hasta el momento me ha dado su cariño y comprensión, que me fortalece para seguir adelante en esta vida, mi esposa María Eufemia Morales Rubio, te amo.

A mis hijos Jacques y Vanessa que los quiero infinitamente.

Dedico este trabajo también a mis segundos padres Crescencio Morales de la Garza (†) y Consuelo Rubio Vda. de Morales, por aceptarme como soy y permitirme robarles un poco del cariño de su hija.

## AGRADECIMIENTOS

En la realización de este trabajo tengo que agradecerle de una forma muy especial a mi esposa la Dr. María Eufemia Morales Rubio por todos los desvelos, actividades y correcciones que me ayudo a realizar para la culminación de este trabajo, así como su apoyo que me a iluminado y fortalecido al brindarme su amor y comprensión constante de mis grandes divagaciones existenciales. Te adoro cariño gracias.

Agradezco a mi maestra la Dra. Azucena Oranday Cárdenas por entusiasmarme para realizar este proyecto y no dejar que flaqueara en el intento, aprecio su constante interés en mi superación y sus persistentes recomendaciones que me permitieron formar este trabajo. Por supuesto con una gran disponibilidad y amistad que me comprometió a responderle como ella se merece, muchísimas gracias mi Teacher. Aprovecho además para agradecerle a su esposo, mi buen amigo Félix Barrera Canales por quitarle un valioso tiempo de su esposa para ayudarme en la realización de dicha investigación. Muchas gracias a ambos.

A la Dra. Ma. Julia Verde Star por su gran ayuda en el desarrollo y revisión de esta investigación así como su disponibilidad incondicional para apoyarme en todo momento y sobre todo por esos hermoso gestos de amistad que me a demostrado desde que tenemos el gusto de conocernos.

No cabe duda que a la Dra. Catalina Rivas Morales tengo mucho que agradecerle por sus innumerables aclaraciones a mi trabajo y su buen juicio para mejorarlo en todo momento, combinado con una mezcla de amistad desinteresada y una constante

aceptación infinita que me facilitó la realización de este proyecto, te agradezco mucho Caty por todo tu apoyo.

A la Dra. Adriana Núñez González por su colaboración y ayuda en la realización del presente trabajo, el cual lo nutrió de forma sustancial mediante sus observaciones y consejos que permitieron el enriquecimiento de esta publicación. Gracias por apoyarme con sus conocimientos de laboratorio que me hicieron aprender de sus técnicas y enriquecerme con sus conocimientos. Y sobre todo gracias por ser una gran persona que siempre me ha demostrado una amistad sincera.

Agradezco a mi buen amigo el Dr. Víctor Vargas López por su excelente buen juicio basado en una gran experiencia, por sus consejos y aportaciones que me permitieron tener una mejor visión del trabajo a realizar en este proyecto, además de demostrarme su apoyo constante, junto con su esposa la Dr. Marcela González Álvarez a los cuales agradezco por su colaboración y su sincera amistad.

A la Dra. María Porfiria Barrón González le agradezco su incondicional colaboración para la realización de parte de esta investigación y las aportaciones de su conocimiento en el área que maneja, que me permitió enriquecer este trabajo de investigación.

A su vez agradezco al Dr. Mario Rodolfo Morales Vallarta por permitirme utilizar su laboratorio y sus materiales para realizar una parte de este trabajo.

A mis exalumnos, tesistas e hijos adoptivos Ramón Gerardo, Ruth Amelia, y María De Los Ángeles, que me ayudaron con múltiples tareas en el desarrollo de esta

investigación además de ser unas excelentes personas y por tratarnos como verdaderos amigos.

A Nieves del Socorro Martínez por aportar sus comentarios y demostrarme su amistad sincera en la cotidiana convivencia del laboratorio.

A la Dra. Gloria González González por apoyarme con sus materiales, su laboratorio y sus conocimientos para lograr los objetivos planteados en esta tesis.

A todas aquellas personas que de un u otra manera me ayudaron a concebir este trabajo les estoy muy agradecido.

Agradezco al CONACYT por apoyarme con la beca # 170304 para la realización de este proyecto.

## **ÁREA DE TRABAJO**

La realización del trabajo práctico se llevó a cabo en los laboratorios de: Fitoquímica y Química Analítica del Departamento de Química, en el Laboratorio de Micropropagación y en el laboratorio de Biología Celular del Departamento de Biología Celular y Genética de la Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.



## TABLA DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
1. RESUMEN	1
1.1. ABSTRACT	2
2. INTRODUCCIÓN	3
3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	5
4. HIPÓTESIS	6
5. OBJETIVO	7
5.1. Objetivo general	7
5.2. Objetivos particulares	7
6. ANTECEDENTES	8
6.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES	8
6.1.1 <i>Ariocarpus kotschoubeyanus</i>	8
6.1.2 <i>Stenocereus pruinosus</i>	11
6.1.3 <i>Equinocereus stramineus</i>	13
6.2 ACTIVIDAD BIOLÓGICA	16
6.2.1. Bactericida	16
6.2.2 Fungicida	20
6.2.3 Amebicida	25
6.2.4. Toxicidad	27
6.3 ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE	28
6.4 IDENTIFICACIÓN QUÍMICA	33

6.4.1 Pruebas químicas de identificación de grupos funcionales	33
6.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	35
6.5.1 Análisis PROBIT	35
6.5.2 Análisis No paramétrico de Kruskal Wallis	36
6.5.3 Análisis paramétricos ANOVA	36
7. MATERIAL Y MÉTODOS	37
7.1. Material	37
7.1.1 Material Biológico	37
7.1.2 Equipo	37
7.1.3 Cristalería	38
7.1.4 Reactivos	38
7.2 Método	39
7.2.1 Localidad de colecta	39
7.2.1.1 Pesquería	39
7.2.1.2 Mina	42
7.2.2 Colecta y manejo del Material vegetal	44
7.2.3 Obtención de extractos	46
7.2.3.1 Separación y Concentración	46
7.2.4 Pruebas de identificación de grupos funcionales	46
7.2.4.1 Insaturaciones	46
7.2.4.2 Grupo carbonilo.	47
7.2.4.3 Oxhidrilos fenólicos (taninos vegetales).	47
7.2.4.4 Esteroles y triterpenos	47
7.2.4.5 Carbohidratos.	48

7.2.4.6 Sesquiterpenlactonas.	48
7.2.4.7 Cumarinas	49
7.2.4.8 Flavonoides.	49
7.2.4.9 Alcaloides	49
7.2.4.10 Aromaticidad.	50
7.2.4.11 Saponinas	50
7.2.5. Pruebas para la determinación de la actividad antimicrobiana	51
7.2.5.1. Material biológico	51
7.2.5.2. Activación de bacterias	51
7.2.5.3. Determinación de la actividad antimicrobiana	52
7.2.5.4. Prueba de toxicidad de <i>Artemia salina</i> (BSLA)	52
7.2.5.5. Pruebas de hongos dermatógenos	53
7.2.5.5.1. Preparación de discos de papel control positivo y control negativo.	53
7.2.5.5.2. Preparación de extractos	53
7.2.5.5.3. Estandarización de inóculo	53
7.2.5.6. Cultivo axénico de <i>Entamoeba histolytica</i>	54
7.2.6 Actividad antioxidante	55
8. RESULTADOS	57
8.1. Obtención del porcentaje de rendimiento de los diferentes extractos del materia vegetal.	57
8.2 Resultados de las pruebas químicas de las cactáceas en estudio.	58
8.2.1 <i>Ariocarpus kotschoubeyanus</i>	59
8.2.2 <i>Stenocereus pruinosus</i>	59
8.2.3. <i>Equinocereus stramineus</i>	59

8.3. Actividad biológica	59
8.3.1. Actividad Bactericida	59
8.3.2. Actividad citotóxica sobre <i>Artemia salina</i> .	61
8.3.3 Actividad Antifúngica	61
8.3.4. Actividad amebicida	62
8.4 Actividad antioxidante	65
9. DISCUSIÓN	66
10. CONCLUSIONES	69
11. LITERATURA CITADA	71
12 RESUMEN CURRICULAR	88

**LISTADO DE TABLAS**

<b>Tabla</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
I	Porcentaje de rendimiento de extracciones por agitación constante a temperatura ambiente en diferentes solventes.	57
II	Concentrado de resultados de las pruebas de tamizaje fitoquímico de los extractos seleccionados de las especies estudiadas	58
III	Resultados de la actividad bactericida	60
IV	Actividad citotóxica sobre <i>Artemia salina</i> .	61
V	Resultados de la actividad fungicida de <i>Stenocereus pruinosus</i> a diferentes concentraciones	62
VI	Resultados de la actividad fungicida de <i>Ariocarpus kotschobeyanus</i> a diferentes concentraciones	62
VII	Actividad antioxidante de los extractos metanólicos de las plantas en estudio.	65

## LISTADO DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
1	<i>Ariocarpus kostoschoubeyanus</i>	8
2	<i>Stenocereus pruinosus</i>	11
3	<i>Equinocereus stramineus</i> var. <i>stramineus</i>	13
4	<i>Equinocereus stramineus</i> var. <i>conglomeratus</i>	13
5	Área de colecta de <i>Stenocereus pruinosus</i> Santa María la Floreña.	47
6	Área de colecta de <i>Ariocarpus kostoschoubeyanus</i> y <i>Equinocereus stramineus</i> Mina N.L.	47
7	Resultados de la actividad amebicida de <i>Equinocereus stramineus</i> sobre <i>E. histolytica</i> .	63
8	Resultados de la actividad amebicida de <i>Stenocereus pruinosus</i> sobre <i>E. histolytica</i> .	63
9	Comparación de rendimientos de los extractos: células control/células vivas	64
10	Crecimiento amibiano del Control y tratado con extracto metanólico de <i>E. stramineus</i>	64

## RESUMEN

Las cactáceas originarias de América habitan en las regiones áridas y semiáridas del país, se distribuyen principalmente en el desierto del norte de México, tienen amplio uso en la medicina tradicional de las culturas indígenas, por lo que el estudio de sus propiedades farmacológicas reviste importancia. El objetivo de este trabajo fue evaluar la actividad biológica de *Ariocarpus kotschoubeyanus*, *Echinocereus stramineus* y *Stenocereus pruinosus* especies del estado de Nuevo León. Se obtuvieron extractos hexánicos y metanólicos por agitación constante, se evaluó la acción bactericida y fungicida por el método de difusión en placa, la actividad amebicida por métodos convencionales, la actividad antioxidante por el método de reducción de DPPH, así como también se determinó la actividad tóxica por medio del Ensayo de Letalidad de *Artemia salina* (BSLA), se realizó la identificación preliminar de compuestos químicos, los resultados de estas pruebas indicaron la presencia de sesquiterpenlactonas, alcaloides y saponinas en las tres especies, los cuales pueden ser los metabolitos responsables de las actividades encontradas. Los resultados de la evaluación de BSLA demostraron que ninguna de las especies estudiadas presenta toxicidad. El extracto metanólico de *A. kotschoubeyanus* presentó actividad relevante sobre las siguientes bacterias, *Staphylococcus aureus* y *Shigella flexneri*; *S. pruinosus*, y actividad sobre *Bacillus cereus*, *Enterobacter cloacae* y *Citobacter freundii*, además contra hongos dermatofitos de importancia médica como *Trichophyton tonsurans* y *Microsporum nanum*. El extracto metanólico de *E. stramineus* tuvo una actividad antioxidante relevante con una  $IC_{50}$  de 25 ppm y como amebicida contra *Entamoeba histolytica* con un  $IC_{50}$  de 25.33  $\mu\text{g/ml}$ . De las tres cactáceas estudiadas *E. stramineus* y *S. pruinosus* presentaron resultados con actividad relevante por lo que es recomendable la continuidad de su estudio.

## 1.1 ABSTRACT

Cacti are original of America live in arid and semiarid regions of country, they are distributed mainly in northern Mexico desert, are used in traditional medicine of the indigenous cultures, for this reason study of its pharmacologic properties has importance. Objective of this work was to evaluate biological activity of *Ariocarpus kotschoubeyanus*, *Echinocereus stramineus* and *Stenocereus pruinosus*. Hexanic and methanolic extracts were obtained by constant agitation, evaluated the bactericidal and fungicid action by diffusion in plate method, amoebicidal activity by conventional methods, antioxidant activity by the method of DPPH reduction, as well as activity toxic was determined by means of Test of Lethality of *Artemia salina* (BSLA), preliminary chemical compound identification was made, results of these tests indicate presence of sesquiterpenlactone, alkaloids and saponins in three species. Results of BSLA evaluation indicated that anyone of studied species presents toxicity. Methanolic extract of *A. kotschoubeyanus* presents activity on *Staphylococcus aureus* and *Shigella flexneri*; *S. pruinosus*, showed activity on previous bacteria and *Bacillus cereus*, *Enterobacter cloacae* and *Citobacter freundii*, and against *Trichophyton tonsurans* and *Microsporium nanum*, dermatophytes fungi to medical importance. methanolic extract of *E. stramineus* had antioxidant activity with a  $IC_{50}$  of 25 ppm and amoebicidal activity against *Entamoeba histolytica* with a  $IC_{50}$  of 28.5  $\mu\text{g/ml}$ . *E. stramineus* and *S. pruinosus* presents results with better activity , for this reason the continuity of its study is recommendable.



## 2. INTRODUCCIÓN

Las plantas producen una fuente interminable de compuestos, existen los primarios que son básicos para la planta como los carbohidratos, proteínas, lípidos y ácidos nucleicos, pero además de estos presentan compuestos conocidos como metabolitos secundarios con diversas actividades biológicas. Entre los cuales están los alcaloides que son utilizados por sus acciones antitumorales, bactericidas, e insecticidas, los flavonoides que actúan principalmente como antioxidantes, al igual que los glucósidos, también se encuentran las saponinas las cuales son utilizadas como fungicidas y por su actividad antineoplásica, junto con algunos sesquiterpenoides. Así como estos compuestos existen muchos otros que son característicos de cada grupo de plantas, la mayoría de los mismos son extraídos de diversas familias de fanerógamas, en este grupo están incluídas las cactáceas, las cuales son endémicas de las regiones semidesérticas de América, aunque existen estudios sobre sus metabolitos, no están completamente estudiadas, pero si se sabe que presentan gran cantidad de metabolitos secundarios con potencial industrial (farmacéutico, cosmetológico, alimentario, etc.). El uso de las plantas medicinales, data desde épocas ancestrales, sin embargo los conceptos modernos de plantas medicinales comenzaron en Europa, en el siglo XVI con la creación de los primeros herbarios. En América ya contaban con una antigua y vasta tradición herbolaria antes de que los europeos descubrieran el Nuevo Mundo, la cual estaba fundamentada en el conocimiento empírico de las propiedades y las aplicaciones de las plantas medicinales.(Bye RA Jr., 1969 y González Ferrara, 1998).

En México, las zonas áridas y semiáridas ocupan el 52.5% de la superficie (Pimienta-Barrios, 1999). Una de las familias que representa mejor a la flora de estas regiones es la cactácea; se caracteriza por su peculiar adaptación a la escasez de agua (Rojas-Aréchiga y Vázquez-Yáñez, 2000). Esta familia es una de las más conspicuas en las regiones áridas y semiáridas del país, a nivel mundial se estima que existen alrededor de 1500 especies englobadas en 100 géneros, de los cuales en México se presentan 48 y alrededor de 570 especies, distribuyéndose principalmente en la ecoregión del Desierto Chihuahuense y áreas adyacentes. Los géneros más importantes en número de especies y frecuencia son *Echinocereus* y *Opuntia*, (González B. M. y Estrada C. A., 2001) En una extensa revisión bibliográfica se encontró que las cactáceas se usan como alimento, combustibles, curtientes, materiales para construcción, medicinas, selladores, así como en juegos tradicionales y en actividades espirituales por diversos grupos indígenas. Aunque la mayoría de los frutos de las cactáceas son comestibles, algunos son preferidos en ciertas zonas de Sonora como *Stenocereus gummosus*, *S. montanus*, *S. thurberi*, (Reina G. A. y Thomas R. V., 2001) y en Nuevo León, *Echinocereus stramineus* (pitaya fresa), *Stenocereus pruinosus*, (Pitayo). Hay muchas otras que son utilizadas por sus poderes alucinógenos y curativos como el peyote *Lophophora williamsi*, el falso peyote *Ariocarpus fissuratus*, algunos *Stenocereus* y el *Echinopsis pachanoi*, que presentan alcaloides que causan los efectos mencionados y son muy utilizados como medicamentos en la cultura tradicional y que seguramente presentan compuestos que la comunidad desconoce pero que les ha servido por mucho tiempo para curarse de diversas enfermedades

### **3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

Para muchas de las industrias en la actualidad y sobre todo para la farmacéutica es un reto de suma importancia la presencia de compuestos químicos en las plantas ya que la mayoría de los fármacos provienen de las mismas, las cactáceas desde este punto de vista han sido poco estudiadas por lo que consideramos una buena alternativa para encontrar compuestos de utilidad, aunado a que en los últimos años se ha presentado un auge en la búsqueda de nuevas alternativas para curar enfermedades, cultivos etc.; por lo que este tipo de investigaciones son esenciales para el descubrimiento de nuevos compuestos con actividad biológica extraídos de las plantas.

#### **4. HIPÓTESIS**

Las especies *Ariocarpus kotschoubeyanus*, *Echinocereus stramineus* y *Stenocereus pruinosus*, presentan compuestos con actividad biológica.

## 5. OBJETIVO

### 5.1 Objetivo General

Determinar la actividad antibacteriana, antifúngica, amebicida, antioxidante y de toxicidad de extractos metanólicos de *Ariocarpus kotschoubeyanus*, *Echinocereus stramineus* y *Stenocereus pruinosus*

### 5.2 Objetivos Particulares

- 1.- Colecta e identificación del material vegetativo para obtener los extractos con solventes de polaridad creciente de: *Ariocarpus kotschoubeyanus*, *Echinocereus stramineus*, *Stenocereus pruinosus*.
- 3.- Determinar los compuestos químicos en los extractos de las tres especies, mediante pruebas químicas.
- 4.- Determinar la toxicidad de los extractos sobre *Artemia salina*.
- 5.- Evaluar la actividad antimicrobiana contra bacterias de importancia médica: *Bacillus cereus*, *Citobacter freundii*, *Enterobacter aerogenes*, *E. cloacae*, *Escherichia coli*, *Hafnia alves*, *Listeria monocitogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhi*, *Serratia marcescens*, *Shigella flexneri*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus faecalis*
- 6.- Evaluar la actividad fungicida de los extractos contra los dermatofitos. *Trichophyton tonsurans* y *Microsporum nanum*
- 7.- Evaluar la actividad amebicida de los extractos contra *Entamoeba histolytica*
- 8.- Evaluar la actividad antioxidante de los extractos obtenidos de las tres especies de cactáceas.

## 6. ANTECEDENTES

### 6.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES

#### 6.1.1 *Ariocarpus kotschoubeyanus* (Lemaire ex K. Schumann)

DIVISION: Magnoliophyta

CLASS: Magnoliopsida

SUBCLASS: Caryophyllidae

ORDEN Cactales

FAMILIA Cactacea

SUBFAMILIA Cactoideae

TRIBU Cactae

SUBTRIBU Thelocactinae

GENERO *Ariocarpus*

*SUBGENERO Roseocactus*

ESPECIE *kotschoubeyanus*



Figura. 1 *Ariocarpus kotschoubeyanus*

*Ariocarpus kotschoubeyanus* (Lemaire) Schumann in Engler et Prantl, Pflanzenf.

Nachtr. 259, 1897.

*Anhalonium kotschoubeyanum* Lem. in Cels, Cat. Bull. Cercle Conf. Hort. Dep.

Seine, 1842.

*Anhalonium fissipedium* Monville, Cat., 1846.

*Anhalonium koschubeyi* Lem. ex Salm-Dyck, Cact Hort. Dyck. 1849 5, 1850.

*Anhalonium sulcatum* SD., Cat. Hort. Dyck. 1849 78, 1850.

*Stromatocarpus kotschoubeyi* Karwinsky ex Lem., Illustr. Hort. 16:72, 1869.

*Stromatocarpus kotschoubey* Karw. ex Ruempler in Foerster, Handb. Cact. 2<sup>a</sup>. Ed., 232, 1886.

*Cactus kotschoubey* Kuntze, rev. Gen Pl. 1:260, 1891.

*Ariocarpus sulcatus* Schum. in Engler et Prantl, Nat. Pflanzenf. 3, 6<sup>a</sup>., 195, 1894.

*Ariocarpus kotschobeyanus* Cobbold, J. Hort. Cact. Gard. Home Farm. 3, 64: 332, 1903.

*Roseocactus kotschobeyanus* (Lem.) Berger, J. Wash. Acad. 15: 43, 1925.

*Roseocactus kotschobeyanus* (Lem.) Berger var. *albiflorus* Backeberg, Kakteenfr. 4: 66, 1935, *since descr. lat.*

*Ariocarpus macdowellii* Marshall in Marshall et Bock, Cactáceae 135, 1941, nom. nud.

*Roseocactus kotschobeyanus* spp. *albiflorus* (Backbg.) Backbg., Blat. Sukk. 1: 8, 1949, *comb. nud.*

*Roseocactus kotschobeyanus* (Lem.) Berger var. *Albiflorus* Bakbg., Cact. Succ. J. Amer. 13: 151, 1951 (*descr, lat*)

*Roseocactus kotschobeyanus* (Lem.) Schum. var. *macdowellii* ( Marsh. ex Krainz) Krainz, Die Kakteen CVIIIb.

*Stromatocactus kotschoubeyi* Karw. ex Backbg., Cactaceae 5: 3070, 1961.

*Roseocactus kotschobeyanus* (Lem.) Berg. var. *macdowellii* (Marsh.) Backbg., Cactaceae 5: 3075, 1961.

El nombre vulgar “pezuña de venado”, “pata de venado”

Es una planta simple (Fig 1), tallo anchamente napiforme, casi enterrado, con la porción aérea apenas emergiendo de la superficie del suelo, de unos 7 cm de diámetro; porción subterránea anchamente napiforme, casi globosa, gruesa y carnosa, con algunas raíces gruesas y fibrosas. Tubérculos dispuestos en 5 y 8 series

espiraladas, aquillados dorsalmente, con la superficie ventral aplanada y rugosa, triangulares, agudos, relativamente pequeños para el género, casi tan largos como anchos, de 5 a 13 mm de longitud y 3 a 10 mm de anchura, llevando el surco longitudinal medio desde la punta hasta la base del tubérculo, lanoso; superficie de color verde grisáceo.

Aréolas floríferas situadas en el surco areolar en la base de los tubérculos, provistas de abundantes tricomas largos y sedosos. Flores brotando de las aréolas floríferas de los tubérculos jóvenes en el ápice del tallo, de 2.5 a 3 cm de longitud; pericarpelo y receptáculo desnudos; segmentos exteriores del perianto escasos, obtusos, verdoso con tinte castaño, segmentos interiores del perianto oblanceolados, obtusos o apiculados, a veces algo retusos, de cerca de 2 cm de longitud, de color rosa claro hasta carmín, con la franja media más oscura; filamentos blancos; anteras pequeñas, amarillas; granos de polen entre 60 y 65 micras de diámetro; estilo blanco; lóbulos del estigma 4 a 6, blancos. Fruto claviforme, de 5 a 18 mm de longitud y 1 a 3 mm de diámetro, rojizo hasta rosado. Semillas de 1 mm de longitud, ovoides, negras, tuberculadas. Se encuentra distribuida en los estados de Querétaro, San Luis Potosí, Zacatecas, Nuevo León y Tamaulipas, creciendo en planicies y colinas bajas, ya sea en suelos calcáreos y pedregosos o arcillosos. E.F. Anderson y Helia Bravo la han encontrado en una planicie aluvial situada cerca del entronque El Huizache, San Luis Potosí; Meyrán-Mejorda la citan de una meseta cerca del borde de la barranca del Infiernillo, en Querétaro, y Glass indica haberla encontrado en San Hipólito, a 29 km al Oeste de Saltillo Coah., creciendo juntamente con *Epithelanta micomeris* var. *greggii*, *Coryphanta poselgariana*, *Mamillaria roseoalba*, *Opuntia molleri*, *Astrophytum capricorne*, *Leuchtenbergia principis*, etcétera. (Anderson *et al* 2001 y Bravo Hollis y Sanchez Mejorado 1978)



### 6.1.2 *Stenocereus pruinosus* (Otto) Buxbaum

DIVISION: Magnoliophyta

CLASE: Magnoliopsida

SUBCLASE: Caryophyllidae

ORDEN: Cactales

FAMILIA: Cactáceae

SUBFAMILIA: Cereoideae Schum.

TRIBU: Pachycereae Buxab.

SUBTRIBU: Stenocereinae Buxab.

GÉNERO: *Stenocereus* (Berg.) Ricc.

ESPECIE: *pruinosus*

*Stenocereus pruinosus* (Otto) Buxbaum, Bot.

St. 12: 92. 1961

*Echinocactus pruinosus* Otto in Pfeiffer, Enum. Cact. 54. 1837.

*Cactus pruinosus* Monville in Steudel, Nom. 2 ed. 246. 1840.

*Cereus pruinosus* Otto in Foester, Handb. Cact. 3998. 1846.

*Lemaireocereus pruinosus* (Otto) Britton et Rose, Cactaceae. 2: 88. 1920.

*Ritterocereus pruinosus* (Otto) Backeberg, Cact. Succ. Journ. Am. 23: 121. 1951.

Nombre vulgar.: “pitayo de octubre”, “pitayo”.

Con tronco bien definido, de 4 a 5 m de alto (Fig. 2), ramoso. Ramas de 8 a 10 cm de diámetro, de color verde oscuro, hacia la extremidad de las ramas azuloso, con una pruinosidad blanquecina. Costillas 5 a 6 (8) prominentes agudas, algo onduladas. Aréolas distantes entre sí 3 a 4 cm, grandes, de 8 a 10 mm de diámetro, circulares, provistas de fieltro grisáceo claro. Espinas radiales 5 a 7 (8) de 1 a 2 cm de largo, radiadas, subuladas, al principio amarillentas, después grises con la punta oscura.



Figura 2 *Stenocereus pruinosus*

Espinas centrales 1 a 4, grises, de 2 a 3 cm de longitud. Flores infundibuliformes, de 9 cm de longitud, con tubo receptacular largo; escamas y segmentos exteriores del perianto de color moreno verdoso; segmentos interiores del perianto de color blanco, más largos y delgados que los exteriores; pericarpelo con numerosos podarios pequeños que llevan escamas con aréolas provistas de lana corta. Fruto ovoide, de 5 a 8 cm de largo, de color variable, rojo púrpura, anaranjado verdoso, con pulpa carnosa, del mismo color que el pericarpelo; las aréolas grandes, lanosas y espinosas de que está provisto se desprenden con facilidad cuando el fruto madura. Semillas pequeñas, de 2 a 2.5 mm de largo, y 1.8 mm de ancho; amplio hilo basal; testa negra con gruesas puntuaciones. Distribución: Estados de Tamaulipas, Veracruz, Puebla, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Crece en estado silvestre y se cultiva en diversos poblados de las mixtecas. Se ha señalado en Oaxaca, en Totolapan, Tequisistlán, Mitla, Ixtlán de Juárez y distintos lugares de las mixtecas altas, Huajuapán de León; en Puebla, en el cañón del río Atoyac, en “cuajiotales”, y en los alrededores de Tehuacán; en Guerrero, en el Cañón del Zopilote; en Chiapas, en la Hacienda de la Providencia, y también cerca de Tula, Tamaulipas y Río Verde, San Luis Potosí.

Existen diferentes variedades hortícolas que se distinguen por la forma y el color de los frutos a los cuales se les da, como a la especie anterior, el nombre de “pitayas”.

La población de Guajolotitlán, Oaxaca, cercana a Huajuapán de León, produce para el mercado diferentes variedades de esta planta. La fructificación se produce en mayo y en septiembre y en estas épocas se encuentran en los mercados regionales todas las variedades. El fruto es también muy agradable. Su producción debería incrementarse, pudiendo ser una fuente de riqueza para esas regiones. (Anderson *et al* 2001 y Bravo Hollis & Sanchez Mejorado 1978)

### 6.1.3. *Equinocereus stramineus* Engelmann Fig 3 y 4.

DIVISION: Magnoliophyta

CLASE: Magnoliopsida

SUBCLASE: Caryophyllidae

ORDEN : Cactales

FAMILIA: Cactaceae

SUBFAMILIA: Cactoideae

TRIBU: Echinocereae

SECCIÓN: Erecti Schumann

*emend* Bravo

SERIE: Fasciculati Bravo.

GÉNERO: *Equinocereus*

Engelmann

ESPECIE: *stramineus*

VAR: *conglomeratus*

*Equinocereus stramineus* var.

*conglomeratus* (forester) Bravo,

Cact. Suc. Mex. 19(2): 47.1974.

*Equinocereus conglomeratus*

Forest., Gartenflora 39:465,

1890.

*Cereus conglomeratus* Berger, Rep.MoBot.Gard 16: 81,1905

Nombre Vulgar.: “pitaya fresa”, “pitaya”.

El género *Equinocereus* (Engelmann) comprende plantas simples o cespitosas, bajas, perennes, erectas o postradas, a veces pendulosas. Tallos con costillas, de



Figura 3 *Equinocereus stramineus* var. *stramineus*



Figura 4 *Equinocereus stramineus* var. *conglomeratus*

consistencia casi siempre suave, globosos hasta cilíndricos a veces muy largos. Aréolas vegetativas y floríferas semejantes. Flores en las aréolas maduras cercanas al ápice, a veces en las laterales, casi en todos los casos diurnas, durando varios días y permaneciendo abiertas durante la noche, regulares, generalmente grandes, campanuladas o infundibuliformes, de color escarlata, rosa purpúreo, amarillo o amarillo verdoso; aréolas del pericarpelo y tubo receptacular con escamas pequeñas, espinas y a veces lana; estambres numerosos, los primeros insertos cerca de la base del tubo por encima del corto anillo nectarial; estilo más o menos grueso, lóbulos del estigma de color esmeralda. El fruto es carnoso, con pericarpio delgado, colorido, con aréolas espinosas, caducas cuando madura el fruto; pulpa azucarada y comestible. Semillas negras, con testa más o menos reticulada o tuberculada; hilo basal amplio; embrión casi recto, con cotiledones pequeños e incumbentes. Se ha observado en algunos casos, que la flor brota a través de la epidermis arriba de la aréola.

*Equinocereus stramineus*, pertenece a la subfamilia cactoideae. En este taxón se agrupan las cactáceas monoarticuladas, no arbustivas, de tallos en su mayoría pequeños, globosos a cilindroides. A su vez, pertenece a la Tribu Equinocerae (Britton *et.* Rose) en el cual se agrupan todas las plantas que se presenten como arbustos bajos, muy ramosos, con ramas delgadas y densamente espinosas, o plantas casi siempre integradas por un tallo único o multiarticulado, corto, globoso, hasta cilíndrico, de consistencia suave, en ambos casos provistos de costillas más o menos numerosas, con aréolas casi siempre muy espinosas. Flores conspicuas, diurnas, coloridas, radiadas, campanuladas; pericarpelo pequeño, tubo receptacular generalmente más corto que el perianto ambos con numerosas aréolas provistas de pequeñas escamas paulatinamente mayores hacia el perianto que llevan espinas y

lana. El fruto presenta numerosas aréolas espinosas, caducas. Todas estas son plantas que forman conglomerados más o menos hemisféricos, hasta de 1 a 2 metros de diámetro. Tallos ovado-cilíndricos, algo angostados hacia el ápice, de 12 a 25 cm de longitud y de 3 a 7 cm de diámetro, ocultos por las espinas. Costillas 11 a 13, con el borde angosto y algo tuberculado; surcos intercostales profundos. Aréolas pequeñas, circulares, distantes entre sí 1 a 2 cm, con lana blanca cuando jóvenes. Espinas blancas hasta de color paja con tinte rosado o castaño, traslúcidas, desde delgadas hasta de grosor medio, bulbosas en la base. Espinas radiales 7 a 14, de 1 a 4 cm de longitud, de tamaño variable, aún en la misma aréola, de sección redondeada, rectas o algo curvas. Espinas centrales de 2 a 5, de 9 cm de longitud, de sección redondeada o ligeramente aplanada, delgadas en relación con su longitud, algo más oscuras que las radiales, rectas o curvas, la inferior generalmente por recta en tanto que las otras se extienden en todas direcciones entrelazándose con las de las aréolas vecinas.

Flores muy grandes, de 10 a 12 cm de diámetro, de color rojo púrpura; segmentos exteriores del perianto 10 a 15, de color rosa, con el centro verdoso; segmentos interiores del perianto 15 a 20, más largos que los exteriores, con la base angosta, ensanchándose hacia el ápice, de cerca de 12 mm de anchura hacia la punta, abajo rojo purpúreo y gradualmente rosados hacia arriba, con el margen más o menos dentado y el ápice obtuso y eroso; escamas del pericarpelo y del tubo receptacular con axilas provistas de 2 a 5 espinas setosas, cortas y blancas; filamentos cortos y rojos; anteras amarillas; estilo largo, rojo; lóbulos del estigma 10 a 13 verdes.

Flores abundantes en primavera. Fruto globoso, de 3 a 4 cm de diámetro, rojo, al principio espinoso y después desnudo, comestible. Semillas de 1.5 mm de diámetro, algo oblicuas. De acuerdo a Bravo-Hollis,(1991) existen dos variedades:

*E. stramineus* var. *stramineus* y *E. stramineus* var. *conglomeratus* (Anderson *et al.*, 2001 y Bravo Hollis & Sanchez Mejorado, 1978 )

## 6.2 ACTIVIDAD BIOLÓGICA

### 6.2.1. Bactericida

Las enfermedades gastrointestinales son un problema muy frecuente en la población, sobre todo en las áreas rurales. En particular, en la literatura internacional aparecen referencias sobre la elevada frecuencia de enfermedades infecciosas por estafilococos resistentes a la penicilina y por bacilos GRAM (-) pertenecientes a la familia de las enterobacterias. (Ríos J. L. *et al.*, 1998)

Carreón *et al.*, (2001), desarrollaron un trabajo con actividad antimicrobiana de los extractos de dos plantas (*Achillea millefolium* y *Chrysanthemum parthenium*) encontraron que el extracto hexánico de *A. millefolium* presentó actividad relevante contra *Shigella sonnei* con respecto a los demás microorganismos, una actividad similar a la del control (+). El extracto acetónico y metanólico de *Ch. parthenium* presentó mayor actividad biológica contra *Pseudomonas aeruginosa* y *Klebsiella sp.* De los microorganismos probados *Shigella sonnei*, *Ps. aeruginosa*, *Klebsiella sp.*, *Bacillus cerus*, *Acinetobacter calcoeticus* presentaron mayor sensibilidad a los extractos.

Espinosa *et al.*, (2001), probaron la actividad antimicrobiana de los extractos de dos plantas, *Marrubium vulgare* y *Juliana adstringens* sobre algunos microorganismos causantes de enfermedades gastrointestinales, encontrando que el extracto metanólico de *M. vulgare* tuvo una actividad relevante contra *S. flexneri* y moderada con *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Klebsiella sp.*, *K. pneumoniae*, *Pseudomonas sp.*, *Salmonella typhi*, *S. typhimurum*, *Shigella*

*sonnei*, *S. flexneri*, *Citrobacter freundii*, *Enterobacter aerogenes*, *E. cloacae*, *Serratia marcescens*, *Streptococcus fecalis*, *S. pyogenes*, *Listeria monocytogenes*, *Vibrio cholerae*, *Proteus vulgaris* y *Acinetobacter cloacae*.; de igual manera el extracto hexánico de *J. adstringens* presentó mayor actividad biológica contra *S. flexneri* y poca contra el resto de los microorganismos.

Se realizaron trabajos con una especie de Cactácea el músaro; usando extractos liofilizados contra 5 cepas de las cuales las que mostraron inhibición fueron *Escherichia coli* y *Salmonella thypi*. (Rico-Bobadilla *et al.*, 2001),

Fimbres y García, (1998), trabajaron con una combinación de extractos de *Pachycereus pecten-aboriginum* y *Lophocereus schottii* reportando actividad bactericida y fungicida.

Flores *et al.*, (2001), determinaron la actividad bactericida de las hojas de geranio (*Geranium maculatum*) y de las flores y tallos de *Stapelia gigantea* contra *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*, *Escherichia coli* y *Bacillus cereus*. Mediante el método de difusión en placa. Y encontraron que el extracto metanólico de *G. maculatum* inhibió todos los microorganismos, mientras que el que presentó el mayor halo de inhibición contra *S. aureus* fue el hexánico de flor de *S. gigantea*.

Cateni *et al.*, (2003), mencionan que una gran cantidad de los metabolitos producidos por las plantas presentan efectos antimicrobianos.

Irobi *et al.*, (1994), estudiaron las características fitoquímicas y propiedades antimicrobianas de *Bridelia ferruginea*, confirmando la actividad antimicrobiana

sobre *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis*, *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *P. mirabilis*, *Streptococcus pyogenes*, *S. lactis* y *Klebsiella sp.*

Se ha reportado actividad antimicrobiana sobre diferentes especies de bacterias de interés médico de los extractos hexánicos de hoja de *Carlowrightia cordifolia*, (Cruz-Vega, 2002).

Los extractos de raíz de *Jatropha podagrica*, mostraron actividad antimicrobiana contra *Staphylococcus aureus*, comparable con la gentamicina. (Aiyelaagbe *et al.*, 2000)

González L. *et al.*, (2001), hicieron preparaciones de los extractos, de tres plantas (*Persea americana*, *Agave lechuguilla* y *Asclepia aff latifolia*) teniendo como objetivo demostrar y evaluar su actividad biológica ante bacterias gastrointestinales y hongos causantes de dermatitis. Para esto se obtuvieron los extractos por el método de maceración a temperatura ambiente con tres solventes de polaridad creciente: hexano, acetona y metanol. Posteriormente se evaluó su actividad ante dos bacterias (*Bacillus cereus*, *Salmonella typhi*) y tres hongos (*Candida albicans*, *Candida parapsilosis*, *Criptococcus neoformans*) mediante el método de difusión en agar en disco de papel filtro. Se midieron los halos de actividad y se observó actividad para los tres extractos. Las mejores inhibiciones se observaron en la parte aérea del *P. Americana*. Se realizaron cromatografías y bioautografía. Las bandas con mayor actividad biológica fueron las tres fracciones del extracto hexánico de *A. Lechuguilla* y de *A. aff latifolia* sobre *C. parapsilosis*.

Patena *et al.*, (2001), realizaron un trabajo en el que se evaluó la actividad antimicrobiana y se determinaron las fracciones activas de los extractos obtenidos de *G. conoideum* (Gordolobo) y *Q. amara* (Cuasia). Los resultados obtenidos de la actividad biológica muestran que los extractos de *G. conoideum* y *Q. amara* que



mostraron tener mayor efecto inhibitorio fueron los hexánicos sobre *B. cereus* los demás extractos también mostraron inhibición pero en menor grado. De los diferentes eluentes que se utilizaron los que mejor separaron las fracciones son eter-benceno-acetona-metanol (9:9:2:2) para el extracto hexánico de *G. conoideum*, para el extracto hexánico de *Q. amara* el mejor eluyente fue cloroformo-acetona (9:1); En la bioautografía la fracción con efecto inhibitorio fue la banda con Rf 0.81 de *G. conoideum* que inhibió a *B. cereus*, después se aisló y se le realizaron pruebas químicas dando positiva la prueba de Dragendorff para alcaloides.

Silva *et al.*, (2000), evaluaron la actividad bactericida de dos plantas, *Schinus molle* y *Nerium oleander*; “in vitro” sobre especies de bacterias que causan enfermedades gastrointestinales (*Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi* y *Shigella flexneri*) utilizando el método de difusión en placa; con una suspensión bacteriana de  $1 \times 10^6$  UFC / ml sobre la superficie de un medio sólido C. Rivas *et al* (2007) (Dextrosa, peptona de colágeno, extracto de levadura) así como el aislamiento e identificación de sus metabolitos secundarios. Los extractos obtenidos de *S. molle* y *N. oleander* presentaron mayor actividad sobre *E. aerogenes*. El extracto en acetona de *S. molle* presentó actividad moderada sobre *S. typhi* y *S. flexneri*; y el extracto en éter de petróleo de *N. oleander* mostró un efecto débil o moderado sobre todos los microorganismos en estudio. La fracción 3 del extracto etéreo de *S. molle* con Rf 0.23 mostró mayor actividad sobre *Enterobacter aerogenes* y *Bacillus cereus*.

Silva, (2005), utilizó el método de difusión de placa con discos de papel filtro. Para probar la actividad antimicrobiana de varios extractos vegetales.

Silva *et al.*, (2001), efectuaron un estudio con fracciones de actividad antimicrobiana de extractos de cuatro plantas: *Euphorbia pulcherrima*, *Euphorbia*

*trigona*, *Jatropha dioica* y *Ricinus communis*. Encontrando que todos los extractos de las plantas en estudio presentan inhibición sobre *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* en mayor o menor proporción. Los extractos etanólicos de *S. molle*, hojas de *R. communis* y *E. trigona* presentan mayor actividad sobre *E. coli*. El extracto más activo fue el etanólico de hojas de *R. communis* sobre *E. coli*, *S. aureus*, *C. albicans* y *C. parapsilosis*. El extracto acetónico de *E. pulcherrima* solo mostró actividad fuerte sobre *C. parapsilosis*; además se encontró que el extracto acetónico de *E. pulcherrima* inhibía a *B. cereus* de manera similar al cloranfenicol mostrando una diferencia de inhibición de 2 mm menor con respecto al antibiótico. El extractos etanólico de *R. communis* reveló 8 bandas a la luz visible respectivamente mientras que el extracto hexánico de *J. dioica* mostró 6 bandas visibles solo a la luz ultravioleta. Por medio de la bioautografía se observó que la fracción 6 con Rf de 0.84 del extracto hexánico de *J. dioica* presentaba actividad sobre *C. parapsilosis*, las pruebas químicas de ésta fracción revelaron la presencia de insaturaciones y alcaloides.

Morales, (2006), reporta actividad bactericida del extracto metanólico de *Lophocereus schottii* sobre *Salmonella typhi*, *Enterobacter aerogenes* y *Listeria monocitogenes*.

### 6.2.2 Fungicida

Los dermatofitos representan mas de 40 especies clasificadas en tres géneros: *Microsporum*, *Trichophyton* y *Epidermophyton*.(Arenas, 1993)

Los dermatofitos se clasifican en tres categorías según los huéspedes de su preferencia y su hábitat natural. Los organismos geofílicos viven en la tierra y solo esporádicamente infectan al ser humano y cuando esto ocurre, la enfermedad es generalmente inflamatoria, *M. gypseum* es el hongo geófilo que con más frecuencia se aísla de infecciones en humanos. Las cepas aisladas a partir de humanos son más

virulentas y en condiciones adecuadas son responsables de diseminaciones epidémicas. Los dermatofitos zoofílicos usualmente infectan animales, la transmisión de animales a humanos no es rara, por ejemplo: *M. canis* de perros y gatos es una fuente frecuente de infección y esto puede ocurrir ya sea por contacto con la especie animal infectada, a través de pelos del animal adheridos al vestido, o a materiales diferentes ( Arenas, 1993)

Engelmeier *et al.*, (2001), trabajando con extractos crudos de Meliáceas una familia con 50 géneros en el encontraron nuevas fuentes de posibles compuestos en contra de hongos que atacan el arroz, y además ya se tenía información de la acción insecticida de los extractos de esta familia.

Zamalipa *et al.*, (2001), hicieron un estudio químico biodirigido de *Solanum chrysotrichum* para obtener tres saponinas antimicóticas: (25R)-3 $\beta$ -hidroxi-6 $\alpha$ -O-[ $\beta$ -D-xilopiranosil]-5 $\alpha$ -espirostano, (25R) -3 $\beta$ -hidroxi-6 $\alpha$ -O- [ $\beta$ -D-quinovopiranosil]-5 $\alpha$ -espirostano, y (25R)-3 $\beta$ -hidroxi-6 $\alpha$ -O-[ $\beta$ -D-xilopiranosil (1-3) -[ $\beta$ -D-quinovopiranosil ]-5 $\alpha$ -espirostano, La estructura de estos compuestos fue determinada con base en los datos espectroscópicos de RMN 1D y 2D de los productos peracetilados. Las saponinas activas se encuentran presentes durante el período ontogénico de la planta, siendo la etapa juvenil (16 semanas de crecimiento) en donde se observa una mayor concentración de estos compuestos.

González R. *et al.*, (2000), en su trabajo tuvieron como objetivo determinar el papel que desempeñan algunas plantas de la región (*Larrea tridentata* (governadora), *Chenopodium ambrisioides* (epazote), *Prosopis juliflora* (mesquite) y *Argemone mexicana* (cardo) en el tratamiento de micosis cutánea en perros. Principalmente contra los géneros *Microsporium*, *Trichophyton* y *Epidermophyton*. Y los bioensayos realizados con los diferentes extractos (con alcohol y agua) y los controles respectivos (solo agua, alcohol, ketoconazol y griseofulvina) se encontró que en los

tratamientos con extracto de gobernadora utilizando alcohol como método de extracción se observó el mayor halo de inhibición, inclusive comparado con los controles de medicamento. Por otro lado el mesquite, presentó una respuesta de inhibición menor que la gobernadora, mientras que cardo y epazote no tuvo ningún efecto de disminución de crecimiento. Los controles con medicamento variaron en su efecto contra el crecimiento de los hongos, siendo mejor el ketoconazol, que la griseofulvina. De acuerdo a los resultados se encontró que los mejores tratamientos fueron el extracto con alcohol de gobernadora y del mesquite para inhibir el crecimiento de los hongos, inclusive superando los medicamentos antifúngicos. Por lo que puede ser una alternativa la utilización de estas plantas en el tratamiento de problemas micóticos en la práctica médica.

Nieto *et al.*, (2001), han obtenido saponinas esteroidales (SC-1) de una planta Mexicana *Solanum chrysotrichum* tanto en hojas de especímenes silvestres como en cultivo de células en suspensión, descritos estos compuestos como agentes en contra de micosis humanas y utilizaron cultivo de tejidos para incrementar la producción de estas saponinas.

Sánchez *et al.*, (2000), realizaron un trabajo probando los extractos del género Agave, (*A. asperrima*, *A. victoria*, *A. bracteosa*) sobre el crecimiento de hongos (*Aspergillus flavus* y *A. parasiticus*) productores de aflatoxinas en los alimentos. Encontrando que los extractos de maguey cenizo (*A. asperrima*) resultaron ser los mas efectivos, ya que presentaron la menor CMI (concentración mínima inhibitoria), la cual tuvo un rango de 1.0 a 1.5 mg/ml para la inflorescencia, y para el caso del quiote su CMI fue de 20 mg/ml. Con una actividad menor, le siguieron los extractos de inflorescencia de la pintilla (*A. victoria*) con un rango de CMI de 2.5 a 4.5 mg/ml.

La inflorescencia del amole de castilla (*A. bracteosa*) presentó una inhibición de 20 mg/ml para ambos hongos.

Manasé *et al.*, (2001), obtuvieron y caracterizaron mediante la técnica de fraccionamiento biodirigido los compuestos antimicóticos del extracto metanólico de *S. hispidum*. Esta investigación dio lugar a la obtención de 4 saponinas espirostánicas antimicóticas: (25S)-3 $\beta$ -hidroxi-6 $\alpha$ -O-[ $\beta$ -D-quinovopiranosil]-5 $\alpha$ -espirostano (1), (25S)-3 $\beta$ -hidroxi- (2), (25S)-3 $\beta$ , 23  $\beta$ -dihidroxi-(3) y (25S)-3 $\beta$ , 23  $\beta$ -dihidroxi-(4) 6 $\alpha$ -O-[ $\beta$ -D-xilopiranosil (1-3) ]-[ $\beta$ -D-quinovopiranosil ]-5 $\alpha$ -espirostano

Cabrera *et al.*, (2001), encontraron actividad biológica (insecticida fungicida y bactericida) en varias plantas medicinales de la flora mexicana (*Annona muricata*, *Vitex trifolia*, *Rosmarinus officinalis*, *Galphimia glauca*, *Cymbopogon sp.*) Extractos crudos fueron preparados con solventes de diversa polaridad y probados con organismos fitopatógenos (*Fusarium moniliforme*, *Xanthomonas campestris* y *Rhizoctonia solani*) con actividad microbicida por el método de disco, encontrando que el extracto hexánico de *R.officinalis* y el cloroformico de *V.trifolia* inhiben el crecimiento de *R. solani* , también encontraron que el extracto hexánico de *A.muricata* fue mortal para todos los insectos (*Epilancha varivestis*, *Plutella xylostella*, *Trichoplusia ni* y *Spodoptera frugiperda*)

Padrón *et al.*, (2000), trabajaron con tres plantas, *Melia azedarach*(canelo), *Syzygium aromaticum* (clavo) y *Cinnamomum zeylanicum* (canela); con efecto inhibitorio sobre bacterias y hongos (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*, *Enterobacter aerogenes*, *Bacillus cereus*, *Tricophyton tonsurans*, *Cryptococcus neoformans* y *Sporotrix schenckii*;) presentando mayor inhibición de los extractos obtenidos de clavo contra todos los hongos y *Enterobacter aerogenes*., el extracto etéreo de *C. zeylanicum* por soxhlet fue el que presentó mayor actividad y

se encontraron flavonoides, alcaloides, triterpenos y esteroides, se realizaron bioautografías por el método modificado de Verástegui (1996) con el fin de localizar las bandas con actividad biológica y caracterizarlas por medio de pruebas químicas; la banda que tuvo mayor actividad contra *E. coli*, *S. aureus*, *E. aerogenes*, *B. cereus*, *T. tonsurans*, *S. schenckii* presentó color azul al U.V. y un Rf de 0.64, ésta fue separada y purificada y las bandas de su espectro infrarrojo son características de un esteroide.

Padrón *et al.*, (2001), hicieron un trabajo donde utilizaron extractos de *Psidium guajava* y *Eucalyptus camadulensis* como bactericida y fungicida y encontraron que *Eucalyptus camadulensis* fue la especie que presentó mayor actividad contra los microorganismos probados. El microorganismo más sensible fue *T. tonsurans* presentando halos de inhibición de hasta 30 mm con el extracto hexánico de eucalipto. Los extractos de *Psidium guajava* presentaron actividad moderada contra todos los microorganismos y actividad fungistática contra *C. parapsilosis* y *T. tonsurans*, para el extracto metanólico. A los extractos que presentaron mayor inhibición se les hizo una cromatografía en capa fina usando como adsorbente sílica gel 7 G sobre una placa de vidrio de 2.5 X7.5 cm en estas placas se realizaron bioautografías de los extractos hexánico y metanólico de eucalipto, y las bandas con Rf 0.83 y 0.60 presentaron actividad contra *E. coli* y *B. cereus* al igual que las bandas con Rf 0.67 y 0.65 de los extractos acetónico y metanólico de guayabo usando como eluyente éter de petróleo- benceno- acetona en una proporción de 3:2:1; después se caracterizaron los extractos por medio de las pruebas químicas coloridas. En todos los extractos se encontraron carbohidratos, insaturaciones y sesquiterpenlactonas. En los extractos hexánico y acetónico de eucalipto además se encontraron esteroides y triterpenos, coumarinas y flavonoides

estos últimos fueron encontrados también en la fracción hexánica activa al igual que en la acetónica de guayabo. El extracto no polar de guayabo dio reacción positiva para las pruebas de oxhidrilos fenólicos, flavonoides y coumarinas.

### 6.2.3. Amebicida

González G *et al.*, (2000), estudiaron la actividad antiprotozoaria de los extractos acuoso y metanólico de dos especies del género *Acacia* sobre cepa HM1-IMSS de *Entamoeba histolytica*, y comprobaron la actividad inhibitoria de los extractos acuosos de hojas en ambas especies, resultando para *A. farnesiana* un 67.5% de inhibición y para *A. rigidula* 58.4%, confirmando de esta manera su uso en la medicina tradicional como amebicida.

Calzada *et al.*, (2001), lograron inhibir en un 50 % el enquistamiento de *Entamoeba invadens*, utilizando extractos de *Castela texana*.

Barrón, (2007), trabajó con extractos metanólicos de *Castela texana* sobre *E. histolytica*, obteniendo una IC<sub>50</sub> de 218.5 µg/ml

Gómez, (2008), realizó una revisión bibliográfica sobre *Chenopodium ambrosioides*, en particular sobre su uso a nivel mundial, encontrando que esta especie tiene un amplio uso como amebicida y vermífugo, como antipalúdico, fungicida y analgésico. Concluyendo que al parecer todas las culturas concuerdan en que en la cocina, o como infusión, *C. ambrosioides*, sea llamado epazote, paico o con cualquiera de sus nombres vulgares, es un ingrediente indispensable y muy eficaz de la medicina herbolaria.

La ipecacuana (*Psychotria emética*), es reconocida como un excelente amebicida y emético, del que se obtiene la emetina, insustituible amebicida.

<http://www.gob.pa/museoafc/librosentrada.swf>

Serrano *et al.*, (2005), evaluó el efecto de las dosis siguientes: 1, 10, 20 y 100 mg/ml de los liofilizados de los medios condicionados con los probióticos *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus casei* y *Lactobacillus acidophilus* sobre el crecimiento axénico *in vitro* de *Entamoeba histolytica* mediante cinéticas de crecimiento, efectuando eventos independientes por triplicado. Las cuatro concentraciones ensayadas de las tres especies de probióticos mostraron diferencia significativa (ANOVA P=0.05) como inhibidores del crecimiento axénico *in vitro* de *Entamoeba histolytica* HM1-IMSS a excepción de la *Lactobacillus casei* a concentración de 10 mg/ml.

La glaucarrubina obtenida de la *Simarouba glauca*, tiene uso como amebicida. (Farnsworth *et al.*, 1989.)

La glaucarrubina obtenida de la *Simarouba glauca* y la emetina de *Cephaelis ipecacuanha* son compuestos obtenidos de plantas y con acción terapéutica, específicamente como amebicidas. (Barquero, 2007).

Osuna *et al.*, (2005), realizaron una recopilación sobre las plantas medicinales de la medicina tradicional mexicana utilizadas para tratar afecciones gastrointestinales, y menciona entre otras, como amebicidas a la sábila *Aloe barbarensis*, al ajo, *Allium sativum*, el ajenjo *Artemisia absinthium*, el estafiate, *A. ludoviciana*, la papaya, *Carica papaya*, el coco, *Cocus nucifera*, y la calabaza pipiana, *Cucurbita pepo*.



#### 6.2.4. Toxicidad

El Instituto Nacional del Cáncer (INC) de los E.U.A., desarrolló un bioensayo para la detección y aislamiento de productos naturales bioactivos conocido como “letalidad de larvas de *Artemia salina*” que consiste en la determinación de la  $DL_{50}$  de los extractos de las plantas, aquellos que presentan una  $DL_{50} < 1000$  ppm, es muy probable que contengan uno o varios compuestos activos, por lo que es necesario fraccionarlos para repetir bioensayos a concentraciones menores. El bioensayo con *Artemia salina* es sugerido como una prueba conveniente para actividades farmacológicas en extractos de plantas, que puede ser manifestado como toxicidad hacia las larvas; no es específico para actividad antitumoral ni ninguna otra acción fisiológica particular, pero es posible usarlo para monitorear el fraccionamiento más que otros bioensayos citotóxicos que consumen más tiempo y costo. Este bioensayo es una prueba preliminar, la cual detecta un amplio rango de compuestos activos (antitumoral, antibiótico, etc.) además de ser un método simple, rápido, de bajo costo, reproducible y es utilizado como un método selectivo para conocer la citotoxicidad de los extractos de las plantas antes de pasar a las pruebas con las líneas celulares (McLaughlin *et al.*, 1988).

Morales,(2006), comprobó la actividad citotóxica de extracto crudos de *Lophocereus shottii* sobre *Artemia salina* y la línea celular HeLa, para esta línea celular con el extracto metanólico se obtuvo una  $IC_{50}$  de 11.44  $\mu\text{g/ml}$  y con el acuoso la  $IC_{50}$  fue 86.44  $\mu\text{g/ml}$ .

Se demostró que la actividad biológica del extracto hidroalcohólico de *Bromelia pinguin* frente a *A. salina* es baja ya que su  $LD_{50} > 1,000$   $\mu\text{g/ml}$ . (Abreu *et al.*, 2001)

Castillo *et al.*, (2001), sintetizaron bismutinas conteniendo anillos heterocíclicos con formula:  $(2C_4H_3X_3)_3$  donde X = O (1); CH<sub>3</sub>N (2); S(3). Los caracterizaron por métodos espectroscópicos convencionales. Evaluaron su toxicidad comparativa sobre larvas de *Artemia salina* encontrando que (1) > (2) > (3) y su efecto sobre germinación de semillas de lolium, lechuga y fríjol, con promisorio efecto de inhibición en dosis menores a 100 ppm.

Ramos *et al.*, (2005), reportan la actividad citotóxica de extractos acetónicos y hexánicos de *Agave lechuguilla* y hexánicos de *Acacia berlandieri*, *Acacia gregii* y *Brassica nigra* contra *Artemia salina* con una LD<sub>50</sub> de 53.5, 56.3, 86.3, 120 y 131.6 µg/ml respectivamente.

### 6.3 ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

Los antioxidantes naturales presentes en plantas están siendo estudiados por su rol en la protección del cuerpo humano en contra de un número considerable de enfermedades degenerativas. Evidencias experimentales recientes sugieren que estos compuestos protegen de manera importante las funciones biológicas de las células en contra de la actividad de los radicales libres. Un radical libre es un compuesto químico, que en su conformación involucra electrones desapareados en los orbitales que participan en las uniones químicas. Son extremadamente inestables, y cualquier molécula que se encuentre en su vecindad inmediata se verá afectada y se transformará a su vez en un radical libre, lo que desata una reacción en cadena, (Desmarchelier y Ciccía, 1998 ; Fogliano *et al.*, 1999).

Otros trabajos han demostrado que adecuadas cantidades de antioxidantes pueden proteger contra diversos tipos de cáncer y enfermedades cardiovasculares (Dillard *et al.*, 1978 ; Yen G-C. y Duh P-D., 1995).

En determinadas circunstancias, la producción de radicales libres puede aumentar en forma descontrolada, situación conocida como estrés oxidativo. Este concepto nos expresa la existencia de un desequilibrio entre la producción y eliminación de moléculas tóxicas lo que permite un aumento en los radicales libres. (Pietta , 2000).

Los antioxidantes se clasifican de varias maneras, algunos son endógenos y se producen en nuestro cuerpo, como los mecanismos enzimáticos entre los cuales incluimos a las enzimas superóxido dismutasa, catalasa, glutatión-peroxidasa y la coenzima Q10, estas son diseñadas por los organismos para realizar una protección activa dentro del mismo y requieren elementos como el selenio, cobre, zinc y magnesio para un funcionamiento adecuado, además de la utilización de algunas vitaminas del complejo B. Otros antioxidantes son los exógenos que son aquellos que ingresan al organismo por vía de los alimentos, aquí tenemos a los liposolubles, los cuales protegen a las grasas contra la peroxidación lipídica, la cual ataca las membranas celulares, la vitamina E y los carotenoides representan a este grupo de antioxidantes( Kaugman *et al* .,1999).

Por otro lado los hidrosolubles constituidos principalmente por flavonoides y vitamina C cuya función es la de proteger todos los componentes acuosos de la célula y además los líquidos extracelulares.

Existen varios métodos para la identificación de antioxidantes y para su cuantificación se han diseñado una diversidad de métodos que involucran desde colorimétricos hasta por cromatografía de gases, pasando por la cromatografía en papel y capa fina (Cannell, 1998)

Para la identificación de componentes antioxidantes provenientes de extractos obtenidos de una planta, pueden realizarse diferentes técnicas analíticas: (Molina, 2001)

#### Actividad atrapadora del radical Superóxido (SOSA)

Éste valor es determinado por el sistema generador del superóxido hipoxantina-xantina oxidasa. Y el ensayo se lleva a cabo en un espectrofotómetro de resonancia espin-electrón (ESR) (Sato *et al.*, 1996).

#### Evaluación de la reducción del 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH)

Para la evaluación de la actividad antirradical de los extractos se colocan con DPPH y se mezclan, después de 20 minutos de incubación a temperatura ambiente se hace la lectura de absorbancia a 519 nm (Braca *et al.*, 2001).

Ensayo autobiográfico, después del corrimiento y el secado de la placa cromatográfica se revela con el radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH), observándose, después de 30 minutos, los compuestos activos con color amarillos sobre fondo violeta.

Letiã *et al.*, (2001), utilizaron un nuevo gradiente en CCC que permitió la separación de la mezcla de compuestos con un alto grado de polaridad, de los extractos de *Lantana trifoliata*, una planta de Brasil. Para separar diversas piridinas que presentan una actividad antioxidante por el método de cromatografía líquido – líquido.

Miliauskas *et al.*, (2003), estudiaron el potencial antioxidante de 12 plantas medicinales y aromáticas mediante el bioensayo de DPPH, encontrando una correlación entre el contenido total de compuestos fenólicos, flavonoides y flavonas y la capacidad antioxidativa del radical DPPH

Cantú *et al.*, (2001) evaluó la actividad antioxidante de extractos de plantas nativas de Nuevo León (*Acacia rigidula*, *Castela texana*, *Croton torreyanus*, *Condalia hookeri*, *Cordia boissieri*, *Hedeoma drummondi*, *Jatropha spathulata*, *Leucophyllum frutescens*, *Tagetes lucida*, *Zanthoxylum fagara*) con los extractos positivos con capacidad antioxidante se preparó la evaluación de la actividad antiradical por medio de una técnica espectrofotométrica que involucra la decoloración del DPPH al estar en contacto con el antioxidante presente en el extracto, esta evaluación pone de manifiesto la alta actividad antioxidante de plantas como *Acacia rigidula*, *Croton torreyanus*, *Tagetes lucida*, *Zanthoxylum fagara*, entre otras y obtuvieron valores que oscilan entre los 12.8% y 39.9% para algunos de los extractos, encontrando que los extractos metanólicos presentan una mayor actividad antioxidante si se comparan con los efectos que producen sus similares etéreos.

Gutiérrez *et al.*, (2000), estudiando al romero (*Rosmarinus officinales*) el cual ha mostrado cierta actividad como atrapador de radicales libres en distintos modelos experimentales, diseñaron un trabajo, que fué investigar la acción antioxidante de extractos del romero, comparativamente con los estándares BHT y BHA (antioxidantes utilizados en la industria). Los resultados muestran que el BHT previno la oxidación en un 35%, el BHA lo hizo en un 39% mientras que con el Ac. Carnósico y el Herbalox fue de 60% y 71%, respectivamente. Los resultados muestran mayor efecto preventivo sobre la oxidación de grasa animal en comparación con aceite, así como un intenso efecto en los productos del romero.

Yahuaca y Alvarado, (2001), compararon el efecto Antioxidante del complejo carnitina-metionina-tiamina (CMT) contra otros antioxidantes (vitamina C, vitamina E, extracto de *Rosmarinus officinalis* (eRo) y ácido carnósico). Los resultados mostraron que tanto el eRo como la CMT estabilizaron las membranas de eritrocitos

de la rata (protección de 60 y 69 % respectivamente), impidiendo su fácil ruptura como en el caso de los animales cirróticos.

La actividad antioxidante específica cuyas siglas en inglés es SSA, es la relación molar de la actividad antioxidante con los equivalentes de ácido gálico. Para la medición de mezclas o compuestos puros, se evalúan utilizando su capacidad para retrasar la producción de dienos conjugados *in vitro* en las lipoproteínas de baja densidad (Cartón *et al.*, 2001).

García *et al.*, (2001), compararon el efecto antioxidante *in vitro* de esteroides adrenales y gonadales y extracto de *Ginkgo biloba*, encontrando que el  $\beta$ -estradiol y estriol mostraron alta capacidad antioxidante, los otros esteroides probados exhibieron actividad antioxidante pobre o nula. La neutralización de radicales libres se observó con  $\beta$ -estradiol, estriol y RU-486 pero solo a concentraciones del orden mM y a tiempos largos. El extracto de *Ginkgo biloba* fue altamente eficaz como antioxidante y como neutralizante de radicales libres. Los flavonoides antioxidantes tales como los contenidos en el *Ginkgo biloba* pudieran tener una aplicación más racional para prevenir o modificar daño oxidativo asociado a envejecimiento.

Cho *et al.*, (2006), determinaron los efectos antiinflamatorios y antioxidantes de extractos metanólicos, hexánicos clorofórmicos, de acetato de etilo, butanol y agua de *Opuntia humifusa* Raf. de la familia de las cactáceas, encontrando que en todos los extractos excepto el acuoso presentaron potente actividad antioxidante y antiinflamatoria.

Esquivel *et al.*, (2007), estudiaron la capacidad antioxidante de 5 diferentes genotipos de frutos de pitaya (*Hylocereus sp.*) y de *H. polyrhizus* de Costa Rica

encontrando que las betalainas contenidas en estas cactáceas presentaban la mejor actividad, Stintzing *et al.*, (2005), llegaron a resultados similares

#### **6.4 IDENTIFICACIÓN QUÍMICA.**

Los componentes procedentes del metabolismo secundario son: a) Isoprenoides: Terpenos, aceites esenciales, saponinas, cardiotónicos; b) Derivados fenólicos: Fenoles y ácidos fenólicos, cumarinas, lignanos, flavonoides, antocianinas, taninos, quinonas, antracenosidos; c) Alcaloides. (Kuklinski, 2000)

Para las mezclas de productos naturales que han sido extraídos con solventes, las pruebas químicas más comunes son las utilizadas para identificar grupos funcionales, que dan una indicación visual de su presencia, cuando un reactivo reacciona con un metabolito y se produce un compuesto colorido (Cannell, 1998).

Maldonado V., 2008 menciona que para *Stenocereus pruinosus*, *A. kotschoubeyanus* y *E. stramineus*, las pruebas para grupos funcionales nos indican la presencia de insaturaciones, oxidrilos fenólicos, alcaloides y antioxidantes para los extractos metanólicos de las tres especies.

##### **6.4.1 Pruebas químicas de identificación de grupos funcionales.**

Existen métodos químicos para la detección de metabolitos secundarios como la prueba del  $\text{Br}_2/\text{CCl}_4$  o del  $\text{KMnO}_4$  para insaturaciones; para grupo carbonilo la prueba de 2-4-dinitrofenilhidracina, para oxidrilos fenólicos se menciona la reacción con  $\text{FeCl}_3$ , para esteroides y terpenos la prueba de Liebermann-Burchard y la de Salkowski; para la detección de carbohidratos la prueba de Molish, y la de Dragendorff especialmente usada para la detección de muchas clases de alcaloides (Domínguez, 1973).

Kinoshita *et al.*, (1992), encontraron 2 triterpenos conocidos, lupeol y lupenona, los cuales fueron aislados de *Heritrocereus beneckeii* Backbg.[= *lemairocereus beneckeii* (Ehrbg.)Ber.] (Cactáceae) como un constituyente de su cera y 2 nuevos triterpenos, bridgesgenina A y bridgesgenina B, fueron aislados de *Trichocereus bridgessi* (Salam-Dyck) Britt. et Rose (Cactáceae).

Kinoshita *et al.*, (2000), reporta una nueva saponina triterpenica en una cactácea del la especie *Isolatocereus dumortieri* Britt. & Rose, llamada dumortierinosidina A, la estructura fue determinada como dumortierigenina 3-O- $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl (1-2)- $\beta$ -D-glucopyranosyl (1-2) $\beta$ -D-glucuronopyranosido en base a NMR y espectroscopía de masas.

Koyama *et al.*, (1993), encuentran un nuevo triterpenoide tipo lupaeno, 16 $\beta$ -Hidroxi-stellatogenina y un nuevo triterpeno tipo oleanona, machaerogenina los cuales fueron aislados por hidroxilación de glicosidos de las partes aéreas de *Stenocereus stellatus* Britt. et Rose y *Machaerocereus eruca* Riccob (Cactáceas)

Takizawa *et al.*, (1995), reportan la presencia de nuevos triterpenos, alamosenogenina, y un conocido triterpeno, gumosogenina obtenidos por la hidrólisis de los glicosidos de la parte aérea de *Ratbbunia alamoensis* (Coul.) Britt & Rose (Cactácea).

Ye Yang *et al.*, (1998), encuentran 4 triterpenos, 3 lupaenos y un germaniaceno, estos fueron aislados de *Machaeroecerus eruca* Br. & R(Cactáceae). El derivado germaniaceno se determinó que es ácido 3 $\beta$ -19 $\alpha$  dihidroxigrmanazeno-28-oic y llamado ácido machaerocérico, los tres nuevos derivados lupaenicos fueron identificados como ácido 21-ketobetulinico, ácido 16 $\beta$ - hidroxibetulinico, y 22 $\beta$ -hidroxistallatogenina, en base a sus datos espectroscópicos.

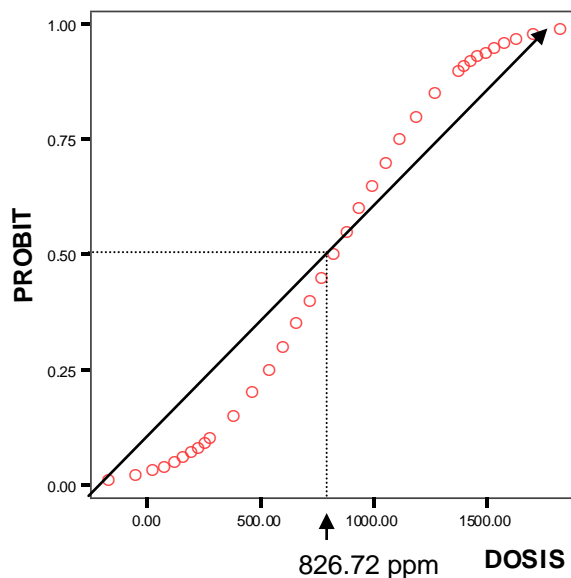


## 6.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### 6.5.1 Análisis (PROBIT)

Este análisis tiene como base la cuantificación de la vulnerabilidad de los individuos ante efectos físicos de una magnitud determinada que son conocidos. El método consiste en la aplicación de correlaciones estadísticas para estimar las consecuencias desfavorables sobre la población u otros elementos vulnerables para los distintos niveles o dosis de los estímulos. La respuesta de una población ante un fenómeno físico se distribuye según una ley *log-normal*. El modelo es aplicable solo para aquellos fenómenos de los que se dispone de la “ecuación Probit” (Ferrán, Aranaz, 2001)

El resultado es una curva como la que se presenta a continuación: (Mercado-Hernández, 1998)



El valor de la variable Probit se determina por la expresión:  $Y = K_1 + K_2 \ln V$ . Donde  $V$  es la variable física representativa del estímulo y  $K_1$  y  $K_2$  son constantes (Ferrán Aranaz, 2001).

### **6.5.2 Análisis No paramétricos de Kruskal Wallis**

El análisis de Kruskal-Wallis es la alternativa no paramétrica del método *ANOVA*, es decir, sirve para contrastar la hipótesis de que  $k$  muestras cuantitativas han sido obtenidas de la misma población. La única exigencia versa sobre la aleatoriedad en la extracción de las muestras, no haciendo referencia a ninguna de las otras condiciones adicionales de homocedasticidad y normalidad necesarias para la aplicación del test paramétrico *ANOVA*. (Ríos Díaz , *et al*, 2009).

### **6.5.3 Análisis paramétricos ANOVA**

El análisis paramétrico del método *ANOVA*, sirve para determinar si las diferencias de la variable dependiente en los grupos establecidos por las variables independientes son estadísticamente significativas. (Ríos Díaz , *et al*, 2009).

## 7. MATERIAL Y MÉTODOS

### 7.1 Material.

**Cultivo de:** *Artemia salina*

#### 7.1.1 Material biológico

##### Ejemplares de:

*Ariocarpus kotschoubeyanus*

*Echinocereus stramineus*

*Stenocereus pruinosus*

##### Cepas de Bacterias de importancia

##### medica:

*Bacillus cereus, Citobacter freundii,*

*Enterobacter aerogenes, E. cloacae,*

*Escherichia coli, Hafnia alves,*

*Listeria monocitogenes, Pseudomonas*

*aeruginosa, Salmonella typhi, Serratia*

*marcescens, Shigella flexneri,*

*Staphylococcus aureus y*

*Streptococcus faecalis.*

##### Hongos dermatofitos:

*Trichophyton tonsurans y*

*Microsporum nanum*

##### Cultivo axénico de: *Entamoeba*

*histolytica*

#### 7.1.2 Equipo

Agitador Automático. Dual Action.

Shaker Lab-Line.

Agitador Magnético Y Térmico

Autoclave Steele Industry. 20 Lb/Inc.

Balanza Analítica. Sartorius

Balanza Granataria

Cámara de Neubauer

Campana de Flujo Laminar

Centrífuga Fisher Scientific.

Estereoscopio Olympus Sz40.

Estufa Despatch. Termostato De 150-550°C

Filtro Multipore Millex-F-G

Hidrophobic PTFE 0.2 µm.

Incubadora Binder

Lampara De Luz Ultravioleta

Microscopio Invertido Axiovert 25

Mufla 1500 Sybron Thermolyne

Rotavapor Büchi 461.

Alcohol metílico.

Alfa-naftol.

### 7.1.3 Cristalería

Anhídrido acético.

Matraz bola de 1000 ml

Benceno

Matraz Erlenmeyer de 250 ml y 500 L

BHA. (Butilhidroxianisol)

Pipeta graduada de 1ml, 5ml y 10 ml

Bicarbonato de Sodio

Pipeta milimétrica de 100 ml

Bromo.

Probeta graduada de 100 ml

Ciclohexano

Tubos con rosca 13x 100

Cloralex comercial.

Tubos Ependorf

Cloroformo.

Tubos para centrifugación.

Cloruro de Calcio

Cloruro férrico al 5%

### 7.1.4 Reactivos

Detergente líquido

Acetona.

Dietilamina

Ácido acético glacial.

Dimetilsulfóxido (DMSO)

Ácido Ascórbico

DPPH. (1,1-difenil-2-picrilhidrazil)

Ácido clorhídrico.

Extracto de hígado y páncreas

Ácido nicotínico

Extracto de levadura

Ácido pícrico.

2,4-dinitrofenilhidracina.

Ácido sulfúrico

Fosfato de Potasio

Agar

Formaldehído.

Agar Papa dextrosa

Glicina

Agar Mueller Hilton

Glucosa

Agua destilada.

Hexano.

Alcohol etílico

Hidróxido de sodio.

Cisteína	Peróxido de hidrógeno.
Limaduras de magnesio	Reactivo de Baljet
Medio PET	Reactivo de Dragendorff
Metanol	Sacarosa
Metronidazol	Sílica gel (Merck)
Nitrato de bismuto.	Suero Bovino
N-Laurilsarcosine (SDS)	TBHQ. (Terbutilhidroxiquinona)
Penicilina y eritromicina	Tetracloruro de carbono
Peptona de Caseína	Yoduro de potasio
Permanganato de potasio	

## 7.2 Métodos

### 7.2.1 Localidad de colecta

La colecta de las especies estudiadas en el presente trabajo se realizó con permiso de la Corporación para el Desarrollo Agropecuario de Nuevo León, bajo el Oficio N° 139.0.DDR2.22 (2006). Los lugares de colecta fueron en los municipios de Pesquería y Mina ubicados en la provincia de la llanura costera del golfo norte y en la provincia de la sierra madre oriental respectivamente cuyas características generales son las siguientes:

#### 7.2.1.1 Pesquería

**Toponimia:** Significa lugar de pesca y proviene del río del mismo nombre que cruza todo su territorio.

**Localización:** Se localiza en la parte central del estado, en las coordenadas 25°47' latitud norte y 100°3' longitud oeste con una altura sobre el nivel del mar de 330 m. Limita al norte con Marín y Dr. González al sur con Cadereyta Jiménez, y Apodaca. Al este con los Ramones y al oeste con Apodaca. Su distancia aproximada a la capital es de 36 km.

**Extensión:** 307.5 kilómetros cuadrados.

**Orografía:** Terreno plano con pequeñas elevaciones destacando La Loma del Periquillo.

**Hidrografía:** Este municipio es atravesado de oeste a este por el Río Pesquería y recibe en un lugar llamado Las Adjuntas a la altura de la comunidad de La Arena las aguas del Río Salinas.

**Clima:** Temperatura promedio 22.1° temperaturas del año más frío 20.5°. Semiseco muy cálido BS (h<sup>^</sup>). Precipitación pluvial 550 mm. Vientos dominantes del este.

**Principales Ecosistemas:** Los tipos de vegetación encontrados son Matorral espinoso tamaulipeco y mezquital, Matorral submontano, Matorral desértico rosetófilo los cuales están formados por barreta, escobilla, hierba del potro, anacahuita, huizache, cenizo, mezquite, ébano, nopales, agaves y numerosas cactáceas.

La fauna la integran el venado, conejo, jabalí, liebres, coyote entre otros.

**Recursos Naturales:** Los terrenos de este municipio están compuestas tierra apta para el barro, por ello hay una gran cantidad de fábricas que la procesan (barro) y como consecuencia se obtiene ladrillo, barro block teja, y loseta de gran calidad, este producto es de exportación y de consumo local.

**Características y Uso de Suelo:** El tipo de suelo que compone este municipio es, en su mayoría, xerosol, castañozem, feozem, regosol y en su minoría, fluvisol, vertisol y rendzina. En cuanto al uso del suelo, se tiene registrado que la ganadería ocupa 20552 hectáreas, la agricultura 9898 hectáreas y la zona urbana 300 hectáreas, mientras que la tenencia de la tierra es básicamente propiedad comunal.



<http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/nuevoleon/municipios/19041a.htm>

### 7.2.1.2 Mina

**Toponimia:** Valle de San Francisco Cañas, por la fuerte presencia evangelizadora franciscana. Lugar de manantiales rodeados por juncos y cañas. En decreto firmado por el gobernante suplente don Agapito García, el 31 de Mayo de 1851, se otorga a la Hacienda de San Francisco de Cañas, el nombre que llevara ante la Ley Orgánica de los Municipios, el “Municipio de Mina, N.L.” en honor de Francisco Javier Mina, caudillo que siendo español, nacido en Navarra, luchó por la libertad de México.

**Localización:** Este municipio se encuentra bajo las coordenadas 26° y 00' latitud norte y 100° 32' longitud al oeste y a 568 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Bustamante y con el estado de Coahuila; al sur con García y con el estado de Coahuila; al este con Bustamante, Villaldama, Salinas Victoria, Hidalgo; al oeste con el estado de Coahuila.

**Extensión:** Comprende una superficie de 3915.80 km<sup>2</sup>.

**Orografía:** Se localizan las Sierras: Caja Pinta, De La Popa, De En Medio, De Minas Viejas, Del Muerto, Del Espinazo de Ambrosio, De San Miguel

**Hidrografía:** El río Salinas, que nace en laguna de Patos en el Estado de Coahuila, deriva su cauce a través del municipio de Mina, cruzándolo de poniente a oriente. En la parte norte está regado el municipio por el arroyo Huizache. El río Chiquito o de los canales, forma su caudal por la cercanía de las sierras que estén cerca de la cabecera municipal.



**Clima:** El clima es BSH (seco estepario cálido), es templado en las partes más o menos altas, y muy cálido en las partes bajas, con una temperatura media anual de 24°C, la mínima registrada de 0°C y la máxima de 40°C. Las lluvias, que no son frecuentes, aparecen entre mayo y octubre, su precipitación anual es de 270 mm. Los meses más calurosos, se presentan durante el transcurso de julio y agosto y la dirección dominante del viento es del este.

**Principales Ecosistemas:** Su vegetación principal es matorral desértico microfilo subinermes, y matorral desértico rosetofo de crasi-rosulifolios formados por plantas como, ocotillo, lechuguilla, biznagas, nopal, pitayas, carrizo, ébano, encino blanco, huizache, y mezquite, gobernadora, sotol, candelilla entre otros.

La fauna esta formada y dominada por armadillo, coyote, liebre, tejón, víbora y otras especies

**Recursos Naturales:** Se explotan principalmente las rocas: caliza, fosforita, dolomita y yeso. Comestibles: candelilla, lechuguilla y nopal. Minerales: barita y calcita. Minerales metálicos: plomo y zinc. Las sierras de Mina corresponden a plegamientos de estas rocas estratificadas, que son parte de los movimientos geológicos de la Sierra Madre Oriental.

**Características y Uso de Suelo:** Los tipos de suelo que abundan en Mina son, por orden de extensión, regosol, litosol, yermosol, solonchok, rendzina y castañozem. En

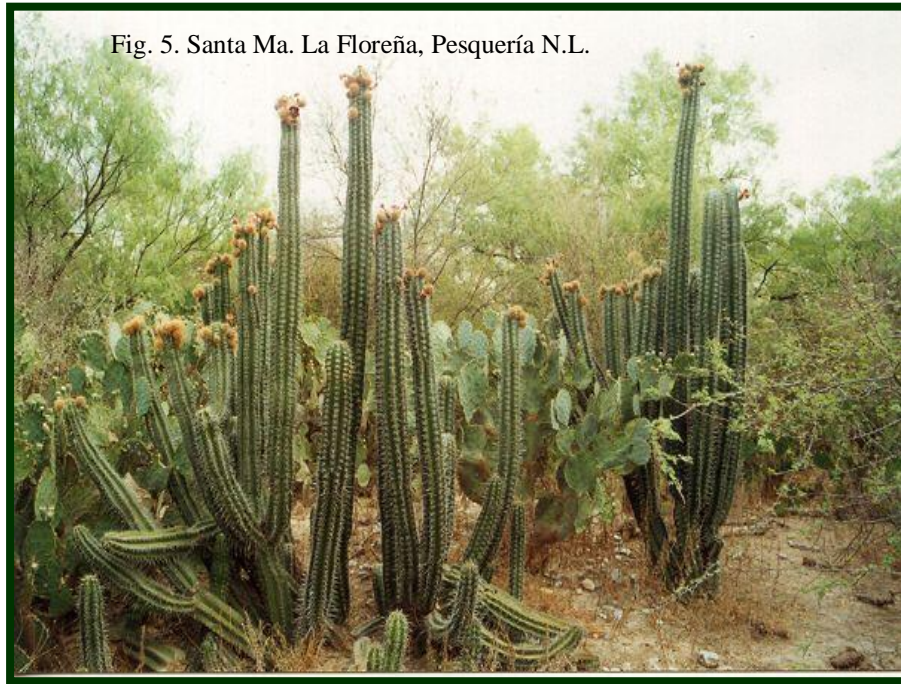
cuanto al uso de suelo están dedicadas a la ganadería 345,459 hectáreas, a la agricultura 1,367 Hectáreas y al área urbana 112 hectáreas.



<http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/nuevoleon/municipios/19041a.htm>

### 7.2.2 Colecta y manejo del material vegetal.

*Stenocereus pruinosus* se colectó en Santa María la Floreña, municipio de Pesquería N.L.(Fig. 5) *Echinocereus stramineus* y *Ariocarpus kotschoubeyanus* fueron colectados en el municipio de Mina N.L. (Fig. 6)



Los ejemplares secos y montados fueron entregados al herbario de la Facultad de Ciencias Biológicas para su depósito e identificación, extendiendo este el voucher correspondiente para las especies: *Stenocereus pruinosus* # 025520, *Echinocereus stramineus* # 025521 y *Airocarpus kotschobyanus* # 025522

### 7.2.3 Obtención de extractos.

Se obtuvieron 250 g del tallo de cada una de las plantas en estudio y de las dos regiones del *A. kotschoubeyanu*, se molieron en un molino tipo "Willey" se les agregó 300 ml de solvente en un matraz de Erlenmeyer de 1000 ml para su extracción en un agitador Dual Action Shaker Lab Line, por un periodo de 7 días. Se realizaron 2 extracciones en total para cada planta (o parte de la planta), 1 de hexano y 1 de metanol, siguiendo el mismo orden de polaridad creciente.

#### 7.2.3.1 Separación y concentración.

Se separó el solvente del extracto por filtración con papel filtro Whatman No.1, después para concentrar la muestra se utilizó un Rotavapor Büchi 461 a 40 °C y 60 rpm., dependiendo de la humedad y la cantidad de nutrientes presentes para evitar que el extracto presente contaminaciones microbianas y luego por medio de evaporación en la campana de extracción se terminó de obtener el extracto.

### 7.2.4 Pruebas de identificación de grupos funcionales

Los extractos obtenidos fueron sometidos a las siguientes pruebas de identificación de compuestos químicos.

#### 7.2.4.1 Insaturaciones.

➤ *Prueba del Br<sub>2</sub>/CCl<sub>4</sub>.*

Se disolvieron 1-2 mg de la muestra en 1 mL de CCl<sub>4</sub> y se agrega, gota a gota, una solución de Br<sub>2</sub> en CCl<sub>4</sub> al 2%; si se observa decoloración, la prueba es positiva.

➤ *Prueba del KMnO<sub>4</sub>.*

Se disolvieron 1-2 mg de la muestra en 1 ml de agua, acetona o metanol y se

añade, gota a gota, una solución de  $\text{KMnO}_4$  al 2% en agua. La prueba es positiva si se observa decoloración o formación de precipitado café en menos de 1 minuto, resultado de la formación de dióxido de magnesio.

#### **7.2.4.2 Grupo carbonilo.**

➤ *Prueba de la 2,4-Dinitrofenilhidracina.*

De 1 a 10 mg de muestra se disolvieron en etanol, se le añadió una solución saturada de 2-4- dinitrofenilhidracina en HCl 6N; la formación de un precipitado amarillo o naranja, indica la presencia del grupo carbonilo.

#### **7.2.4.3 Oxhidrilos fenólicos (taninos vegetales).**

➤ *Prueba del  $\text{FeCl}_3$ .*

Se disolvieron 1-2 mg de la muestra en 1 ml de agua o etanol y después se añaden unas gotas de cloruro de fierro al 12.5% en agua. La aparición de un precipitado rojo, azul-violeta o verde, es considerada positivo.

#### **7.2.4.4 Esteroles y triterpenos.**

➤ *Prueba de Liebermann-Burchard.*

Se mezclaron 1 ml de anhídrido acético y uno de cloroformo, se enfrían a  $0^\circ\text{C}$  y se les añade una gota de ácido sulfúrico. Se añade, gota a gota este reactivo a la muestra, o su solución clorofórmica. Si hay formación de colores azul, verde, rojo, anaranjado, etc., los que cambian con el tiempo, la prueba será positiva.

El orden y tiempo de aparición (0, 1, 5, 20, 60 minutos) tiene cierto valor diagnóstico; así, una coloración amarilla después de 15 minutos, parece corresponder a C-14-metilo y una  $\Delta^7$ - insaturación. La prueba es positiva con esteroles que

contienen 2 enlaces dobles conjugados, que los pueden formar por una ó dos deshidrataciones con isomerización.

➤ *Prueba de Salkowski.*

Similar a la de Liebermann-Burchard, la muestra (1-2 mg) en contacto con 1ml de ácido sulfúrico, se desarrollan colores amarillo o rojo para esteroides y metilesteroides.

#### **7.2.4.5 Carbohidratos.**

➤ *Prueba de Molish.*

A 1-2 mg de la muestra se le agregaron, gota a gota, el reactivo de Molish (alfa-naftol al 1% en etanol), luego 1 ml de ácido sulfúrico por las paredes. La prueba es positiva cuando se forma un anillo coloreado en la interfase de color púrpura.

#### **7.2.4.6 Sesquiterpenlactonas.**

➤ *Prueba de Baljet.*

A 2-3 mg del compuesto se le agregaron 3-4 gotas de la solución mezcla, siendo positiva si se torna de color naranja a roja oscura. La solución mezcla 1:1 consiste de una solución A que contiene: ácido pícrico al 1% en etanol y una B: NaOH al 10%.

➤ *Lactonas.*

Se disolvieron de 1-2 mg de muestra en solución alcohólica de NaOH al 10%. Un color amarillo o anaranjado que se pierde o desaparece al agregar unas gotas de HCl indica la presencia de un anillo lactónico.

#### 7.2.4.7 Cumarinas

*Prueba de las cumarinas.*

Se disolvieron 1-2 mg de muestra en NaOH al 10%; si aparece una coloración amarilla que desaparece al acidular es positiva.

#### 7.2.4.8 Flavonoides.

➤ *Prueba de  $H_2SO_4$ .*

Una pequeña cantidad de muestra se disuelve en  $H_2SO_4$  y se observa coloración amarilla para flavonoles; naranja-guinda, para flavonas; rojo-azuloso, para chalconas y rojo-púrpura, para quinonas.

➤ *Prueba de Shinoda.*

La muestra disuelta en etanol, se pone en contacto con limaduras de Mg, se aplica temperatura a 60 °C (flama) y después se le agregan unas gotas de HCl. Se considera la prueba positiva si se presentan colores naranja, rojo, rosa, azul y violeta.

➤ *Prueba de las Leucoantocianinas.*

Se disolverá una porción del residuo con HCl 2N en propanol-1, durante 15 a 30 minutos. La aparición lenta de una coloración roja o violeta se considerará positiva.

#### 7.2.4.9 Alcaloides

➤ *Prueba de Dragendorff.*

Modificación de Munier y Machelobuf. Se harán 2 soluciones. Para preparar la solución A, se disuelven en 0.85 g de nitrato de bismuto, en una mezcla de 10 ml de ácido acético glacial y 40 ml de agua. Para la solución B, se disuelven 8 g de yoduro de potasio en 20 ml de agua. El reactivo se preparara mezclando 5 ml de la solución A, 4 ml de la solución B y 100 ml de agua. El reactivo es estable por un año y la

prueba es positiva para alcaloides al dar la placa una coloración roja o naranja, persistente por 24 horas. (Pérez-Cepeda, 2000).

#### **7.2.4.10 Aromaticidad.**

➤ *Prueba del ácido sulfúrico-formaldehído.*

Se prepara una mezcla de 1 ml. de ácido sulfúrico concentrado con una gota de formaldehído. Se agregan de 1-5 mg de la muestra disuelta en disolvente no aromático, se añaden unas gotas de la mezcla anterior y si aparece un color rojo-violeta, la prueba es positiva (Treviño-Tamez, 2001).

#### **7.2.4.11 Saponinas**

➤ *Prueba de la agitación.*

Una porción del residuo se disolverá con agua en un tubo de ensayo de 75 X 12mm y luego se agitará vigorosamente durante 3-5 minutos. La formación de espuma con apariencia de panal de abeja, estable por 30 minutos, se considerará prueba positiva. (Molina-Salinas, 2001).

➤ *Prueba del bicarbonato de sodio.*

La sal se prepara al 10% en agua. Se disuelven de 1-2 mg de la muestra disuelta en agua o etanol y se le agregan de 2-3 gotas de ácido sulfúrico concentrado. Se agita ligeramente. Luego se agregan 2-3 gotas de la solución de bicarbonato de sodio. La aparición de burbujas y su permanencia por más de 1 minuto indican la presencia de saponinas.



➤ *Prueba de Salkowski para saponinas.*

Se disuelven de 1-2 mg de la muestra en 1 ml de cloroformo y se añade 1 ml de ácido sulfúrico. La prueba es positiva si hay aparición de color rojo. (Verástegui-Montemayor, 2000).

## **7.2.5. Pruebas para la determinación de la actividad antimicrobiana**

### **7.2.5.1 Material Biológico**

Para evaluar la actividad antimicrobiana de cada uno de los extractos se utilizó los siguientes microorganismos: *Bacillus cereus*, *Citobacter freundii*, *Enterobacter aerogenes*, *E. cloacae*, *Escherichia coli* (ATCC25922), *Hafnia alves*, *Listeria monocitogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC25619), *Salmonella typhi*, *Serratia marcescens*, *Shigella flexneri*, *Staphylococcus aureus* (ATCC25923), *Streptococcus faecalis*, *Trichophyton tonsurans*, *Microsporum nanum*, proporcionadas por el Departamento de Microbiología de la Facultad de Medicina de la UANL.

### **7.2.5.2 Activación de bacterias**

Para la activación de las bacterias se usó medio líquido preparado con 5 g de medio C. Rivas, *et al* (2007) en 100 ml de agua destilada, ajustando a pH 7.0. Para el ensayo se utilizaron tubos de ensaye 18 X 150 mm a lo que se les agregaron 5 ml de medio a cada uno, se esterilizaron a 15 Lb/10 min, se inocularon con las diferentes cepas en estudio adicionando una asada a cada tubo previamente identificado y se incubaron durante 12-18 h a 37°C (Rivas C., 1999; Silva S. Y., 1999).

### 7.2.5.3 Determinación de la actividad antimicrobiana

Con los extractos obtenidos se realizaron las pruebas para la determinación de la actividad antimicrobiana sobre los microorganismos mencionados anteriormente. El método empleado para el ensayo microbiológico fue el de difusión en placa, se realizó colocando 10 µL de cada uno de los extractos obtenidos en discos de papel filtro Whatman No. 1 sobre una placa sólida de medio C. Rivas *et al* (2007), previamente inoculada con 100 µL de una suspensión bacteriana de  $1 \times 10^6$  UFC; difundiendo homogéneamente con un asa Driblasky, se probaron también en un disco 10 µL el solvente utilizado para disolver el extracto como control negativo y 10 µL de un antibiótico como control positivo. Se incubó a 37°C por 18 a 24h; después de este período se midieron los halos de inhibición en mm para cada prueba. (Koneman W., *et al* 1989, Carreón J. G 2001).

### 7.2.5.4 Prueba de toxicidad de *Artemia salina* BSLA

Huevecillos de *A. salina*, se incubaron en agua de mar artificial [40 g de sal de mar (Instant Ocean, Aquarium System), 0.006 g de levadura de cerveza (Mead Johnson) se aforaron en un litro de agua bidestilada, se ajustó el pH a 7.8]. El procedimiento se realizó incubando 0.1 g de huevecillos de *A. salina* (Brine Shrimp Eggs San Francisco Bay Brand INC) en el agua de mar artificial, colocados en un recipiente de plástico dividido por una pared intermedia con un espacio en la parte baja de 2 mm; se mantuvieron en condiciones de oscuridad y oxigenación, con una temperatura de 28 a 30°C, a las 24 horas de eclosionados se colocaron en tubos de 15 ml, 20 larvas de artemias por unidad experimental (8 repeticiones por tratamiento). De los extractos se hicieron las diluciones siguientes: a 10, 100, 500 y 1000 ppm (4 tratamientos), y un control negativo (agua salada), las cuales fueron aplicadas a las

unidades experimentales y fueron colocadas en condiciones de luz y temperatura de 28 a 30°C. Después de 24 horas se hizo el conteo mortalidad/sobrevivencia para cada tratamiento. Los datos fueron procesados mediante el análisis *probit*, a través del programa de cómputo SPSS, para determinar la dosis letal media (LD<sub>50</sub>) (Meyer *et al.*, 1982; Solís *et al.*, 1993).

#### **7.2.5.5 Pruebas con hongos dermatógenos**

##### **7.2.5.5.1.- Producción de los discos de papel control positivo y control negativo**

Se pesó el equivalente a 0.01 mg de ketaconazol puro y se disolvió en 1.6ml de metanol destilado al 98% para obtener una concentración de 60 microgramos por ml. Cada disco de papel Whatman N° 1 (Whatman International Ltd., England) estéril, se cargó con 10 µl de la solución (carga final por disco 0.6 microgramos).

Para el control negativo se utilizó metanol al 98% de pureza (CTR SCIENTIFIC)

##### **7.2.5.5.2 Preparación de los extractos**

Se pesaron 500 mg, 250 mg, 125 mg de cada uno de los extractos metanólicos y se disolvieron en 1 ml de metanol. Cada disco de papel Whatman N° 1 (Whatman International Ltd., England) estéril, de 7.25 mm de diámetro, se cargó con 10 µl de la solución correspondiente (carga final por disco 5 mg, 2.5 mg, 1.25 mg respectivamente).

##### **7.2.5.5.3 Estandarización del inóculo**

Para obtener las suspensiones de inóculo se utilizaron cultivos puros obtenidos a partir del crecimiento de 7 a 14 días en medio sólido de papa dextrosa (PDA) a 30°C.

Se emplearon colonias maduras para obtener por arrastre de la superficie con 1ml de suero fisiológico (0.85% de NaCl) y Tween al 80% los elementos fúngicos

que servirán de inóculo. Posteriormente, la suspensión de conidios y fragmentos de hifas se retiraron con la ayuda de una pipeta y fue transferida a tubos de vidrio estériles. (Carrillo *et.al.*, 2004)

Tras agitar los tubos con las suspensiones de conidias ya homogenizadas se tomaron 100 µl y se inoculó en tres direcciones en medio Agar Mueller Hilton por duplicado y se dejó secar durante 20 a 30 minutos. Una vez transcurrido este tiempo se colocaron en primera instancia los extractos con la dosis de 500 mg/ml y los discos impregnados con los controles correspondientes; se incubaron de 3-14 días a una temperatura de 30.1° C, se realizaron lecturas diarias donde se midió el diámetro de inhibición del crecimiento en centímetros.

#### **7.2.5.6 Cultivo axénico de *Entamoeba histolytica***

Para llevar a cabo las pruebas de actividad amebicida, se prepararon tubos con rosca de 13 x 100, fueron sometidos a un ciclo de lavado con agua y detergente, cloro al 1%, ácido clorhídrico al 1% y enjuagues con agua destilada, se secaron y almacenaron tapados. Se elaboró el medio PET a base de peptona de caseína, extracto de levadura y de hígado y páncreas, cloruro de calcio, cisteína, ácido ascórbico, fosfato de potasio y glucosa, se ajustó a un pH 7. Se colocaron 5 ml de medio, y se esterilizaron, luego se les agregó 5 ml de suero bovino y 0.05 ml de antibiótico (Penicilina + eritromicina) a cada tubo, se procedió a congelarlos.

El cultivo de amibas se mantuvo en incubación a 36.9 °C.

Se evaluaron los extractos metanólicos de *Stenocereus pruinosus* y *Equinocereus stramineus* y se determinaron 4 concentraciones: 0.01 mg/ml, 0.1 mg/ml, 0.15 mg/ml y 0.30 mg/ml. Se procedió a elaborar las soluciones stock para cada extracto, se pesaron 3 mg de cada extracto y se diluyeron en 1 ml de

Dimetilsulfóxido (DMSO), se filtraron con un filtro multipore de 0.2  $\mu\text{m}$ , se colocaron en tubos Ependorf y se congelaron. Luego se procedió a hacer los cálculos para ver el volumen de  $\mu\text{l}$  que se adiciona de cada solución Stock en base a las concentraciones establecidas y se agregan a los tubos y se vuelven a congelar.

Para la siembra, en la campana de flujo laminar se toma una muestra de los tubos con el cultivo axénico de *Entamoeba histolytica*, se coloca en una cámara de Neubauer, se realiza el conteo para determinar la cantidad de ml del cultivo que se adiciona a cada tubo, ya que no se tiene un crecimiento homogéneo en cada tubo. Como control positivo se utilizó metronidazol (grado farmacéutico) y como negativo el cultivo de amibas sin extractos. Una vez sembrados los tubos se mantuvieron en incubación a 36.9 °C por 4 días, para determinar la actividad amebicida de cada extracto. Se realizaron tres bioensayos de cada dosis cada uno por triplicado. Al cuarto día se procedió a hacer el conteo, utilizando un microscopio invertido y una cámara de Neubauer empleando ambas cuadrículas de blancos, para cada tubo del ensayo por triplicado se contaron las células presentes en los 8 cuadrantes, el resultado se dividió entre 24 y se multiplicó por 10000 para obtener el número de amibas por ml. Los datos fueron procesados para obtener la  $\text{IC}_{50}$ .

### **7.2.6 Actividad antioxidante.**

Para evaluar la actividad antioxidante se utilizó el método de reducción del radical 1,1-difenil-2-picrihidrazil (DPPH), con absorbancia de 515 nm, el método se basa en la reacción que ocurre cuando el DPPH estabiliza su estereoquímica de radical catión, y sufre una pérdida en su capacidad de absorbancia, al momento que entra en contacto con un compuesto capaz de anular su capacidad de radical, siendo este un compuesto radical o antioxidante. Al ganar el electrón cedido por el

compuesto antioxidante presente en el extracto, esta reacción comienza a disminuir la absorbancia, siendo esta la indicadora indirecta de la presencia de un compuesto con esta actividad, la decoloración se percibe en un espectrofotómetro de luz visible.

Los extractos metanólicos de las tres especies de cactáceas se evaluaron en concentraciones de 50, 25, 12.5 y 6.25 ppm. Se determinó la  $IC_{50}$ , la cual nos indica la concentración necesaria para atrapar el 50% del radical libre. Se utilizaron 75  $\mu$ l de la muestra problema en 3 ml de DPPH en metanol (0.025 g/l). El control equivalente o porcentaje de atrapamiento del DPPH se obtuvo restando la absorbancia control a la absorbancia de la muestra, dividiendo este resultado entre la absorbancia control y multiplicando por 100. La determinación de la actividad antioxidante se realizó por triplicado.

## 8. RESULTADOS

A las tres especies de plantas que se utilizaron en el presente trabajo se les realizaron extracciones con solventes no polares (hexano) y polares (metanol), cada extracto se obtuvo mediante agitación constante y evaporación de solventes a temperatura ambiente midiéndose el porcentaje de rendimiento para cada uno con la siguiente formula:

$$\% \text{de Rendimiento} = \frac{\text{Peso de la caja vacía} - \text{peso de la caja con el extracto seco} \times 100}{\text{Gramos de la planta utilizada}}$$

### 8.1. Obtención del porcentaje de rendimiento de los diferentes extractos del material vegetal.

<b>Tabla I. Porcentaje de rendimiento de extracciones por agitación constante a temperatura ambiente en diferentes solventes</b>		
<b>Especie</b>	<b>Extracción Hexanica % de Rendimiento</b>	<b>Extracción Metanolica % de Rendimiento</b>
<i>Ariocarpus kotschoubeyanus.</i>	<b>1.78</b>	<b>1.27</b>
<i>Stenocereus pruinosus</i>	<b>0.65</b>	<b>0.82</b>
<i>Equinocereus stramineus</i>	<b>0.23</b>	<b>0.72</b>

## 8.2 Pruebas químicas de las cactáceas en estudio.

En la Tabla II se muestra los resultados obtenidos de las pruebas de tamizaje químico de los extractos de las tres especies en estudio.

<b>TABLA II: Concentrado de resultados de las Pruebas de tamizaje químico de los extractos seleccionados de las especies estudiadas.</b>						
<b>PRUEBAS QUÍMICAS</b>	<i>Ariocarpus kotschoubeyanus</i>		<i>Stenocereus pruinosus</i>		<i>Echinocereus stramineus</i>	
	<b>Metanólico</b>		<b>Metanólico</b>	<b>Hexánico</b>	<b>Metanólico</b>	
	<b>Aérea</b>	<b>Tubérculo</b>			<b>Tallo</b>	<b>Base</b>
Insaturaciones <i>Br<sub>2</sub>/CCl<sub>4</sub></i>	+	+	+	+	+	+
Insaturaciones KMnO <sub>4</sub>	+	+	+	+	+	+
Grupos Carbonilo	+	+	-	-	-	+
Oxidrilos fenólicos.	+	-	+	-	-	+
Eteroles y Triterpenos	+	+	+	+	-	+
Cumarinas	+	+	-	+	-	+
Lactonas	-	-	+	+	-	-
Sesquiterpenlactonas	+	+	+	+	-	+
Saponinas (Salkowski)	+	+	+	+	+	+
Acaloides.	+	+	+	-	+	+



### **8.2.1 *Ariocarpus kotschoubeyanus*:**

Tanto la parte aérea como el tubérculo resultaron positivos para la mayoría de las pruebas, solo fue negativo para Lactonas y el tubérculo para oxidrilos fenólicos (Tabla II); se estudió el extracto metanólico de la sección aérea por ser el que presento mayor cantidad de positivos para todas las pruebas.

### **8.2.2 *Stenocereus pruinosus*:**

Se probaron los extractos hexánicos y metanólicos, del cual resultaron las siguientes pruebas negativas para el hexánico: carbonilos, oxidrilos fenólicos y alcaloides, mientras que el metanólico solo fue negativo para grupos carbonilos y cumarinas. Se estudió el extracto metanólico por ser el que presentaba mas pruebas positivas (Tabla II).

### **8.2.3. *Equinocereus stramineus*:**

El extracto metanólico del tallo en esta planta resultó negativo para la mayoría de las reacciones, solo fue positivo para insaturaciones y alcaloides, mientras que la parte basal solo resultó negativa para lactonas. Se estudió el extracto metanólico parte basal por ser el de mayor polaridad y dar positivo a la mayoría de las pruebas.

## **8.3. Actividad biológica**

Se realizaron pruebas contra bacterias, hongos, protozoarios de importancia médica, y se determinó la letalidad contra *A. salina*.

### **8.3.1. Actividad bactericida**

Los extractos fueron probados contra 13 cepas de bacterias de importancia médica: *Baccillus cereus*, *Citobacter freundii*, *Enterobacter aerogenes*, *E. cloacae*, *Escherichia coli*, *Hafnia alves*, *Listeria monocitogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhi*, *Serratia marcescens*, *Shigella frexneli*. *Staphylococcus aureus* y

*Streptococcus faecalis*, observándose, que el extracto metanólico del tubérculo de *A. kotschoubeyanus* muestra inhibición, sobre *Baccillus cereus*, *Citobacter freundii*, *E. cloacae*, *Escherichia coli*, *Shigella frexneli* y *Staphylococcus aureus*, no tan relevante como el control positivo. Por otro lado el extracto metanólico de *S. pruinosus* inhibió a *Baccillus cereus*, *Citobacter freundii*, *E. cloacae*, *Hafnia alves*, *Shigella frexneli* y *Staphylococcus aureus*. Los resultados se muestran en la Tabla III.

<b>Tabla III. Actividad Bactericida expresada en el halo de inhibición en mm.</b>								
Microorganismos	<i>Ariocarpus kotschoubeyanus</i>		<i>Stenocereus pruinosus</i>		<i>Echinocereus stramineus</i>		Etanol	Cloranfenicol 5mg/ml
	Metanólico		Metanólico	Hexánico	Metanólico			
	Aérea	Tubérculo			Tallo	Base	Control -	Control +
<i>Baccillus cereus</i>	12	17	17	10	11	0	12	28
<i>Citobacter freundii</i>	11	15	15	12	12	0	13	17
<i>Enterobacter aerogenes</i>	13	12	11	7	10	0	6	22
<i>E. cloacae.</i>	12	16	17	11	12	0	11	18
<i>Escherichia coli</i>	9	16	13	12	13	14	10	24
<i>Hafnia alves</i>	13	13	15	12	12	0	12	28
<i>Listeria monocitogenes</i>	6	13	12	11	11	0	7	24
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	15	12	14	12	7	0	11	22
<i>Salmonella typhi</i>	12	12	12	11	6	0	6	19
<i>Serratia marcescens</i>	10	13	9	11	11	0	11	29
<i>Shigella frexneli</i>	14	19	18	11	12	0	12	35
<i>Staphylococcus aureus</i>	12	18	17	12	15	11	12	40
<i>Streptococcus faecalis</i>	14	13	13	11	11	0	12	30

### 8.3.2. Actividad citotóxica sobre *Artemia salina*.

Los resultados obtenidos para los extractos probados de *Ariocarpus kotschoubeyanus* y *Stenocereus pruinosus* indicaron poca o nula acción citotóxica para *A. salina*, como se puede observar en la **Tabla IV** sin embargo los análisis estadísticos de los datos del extracto de *Echinocereus stramineus* da una DL<sub>50</sub> de 800 µg/ml lo que nos permite suponer que esta especie puede presentar compuestos activos (Mc. Laughin *et al.*, 1988) y (Meyer *et al.*, 1982).

Tabla IV. Actividad citotóxica sobre <i>Artemia salina</i> en porcentajes de vivas (V) y muertas (M) con los extractos de las plantas en estudio a diferentes concentraciones.										
Planta	Concentración									
	0 µg/ml		10 µg/ml		100 µg/ml		500 µg/ml		1000 µg/ml	
	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M
<i>Ariocarpus kotschoubeyanus</i>	95	5	90	10	95	5	95	5	95	5
<i>Stenocereus pruinosus</i>	95	5	95	5	95	5	70	30	50	50
<i>Echinocereus stramineus</i>	100	0	75	25	70	30	70	30	45	55

### 8.3.3 Actividad Antifúngica

En este bioensayo se probaron los extractos metanólicos de las tres especies de cactáceas, el extracto de *S. pruinosus* presento actividad antifúngica contra *Trichophyton tonsurans* y *Microsporium nanum*, en concentraciones de 500, 250 y 125 mg/ml obteniendo los halos de inhibición para *T. tonsurans* de 3.5, 3.7 y 2.5 cm. respectivamente para las concentraciones ya mencionadas y para *M. nanum*; 4.2, 3 y 2.2 cm. Respectivamente, como se puede observar en la **Tabla V**. En cuanto a *Ariocarpus kotschobeyanus* la actividad fue menor y solo tuvo inhibición sobre *T.*

*tonsurans* a una concentración de 500 mg/ml, como se observa en la **Tabla VI**. Y para *Equinocereus stramineus* no se detectó inhibición para estas especies.

<b>Tabla V. Efecto fungicida de extractos metanólicos de <i>Stenocereus pruinosus</i> a diferentes concentraciones. Halos de inhibición en cm</b>					
<b>Hongo</b>	<b>[ ]</b>			<b>Control negativo</b>	<b>Control positivo</b>
	(500mg/ml)	(250mg/ml)	(125mg/ml)	Metanol	Ketaconazol 60 µg/ml
<i>T. tonsurans</i>	3.5 cm	3.75 cm	2.5 cm	-	3.75 cm
<i>M. nanum</i>	4.25 cm	3.0 cm	2.25 cm	-	5.25 cm

<b>Tabla VI. Efecto fungicida de extractos metanólicos de <i>Ariocarpus kotschobeyanus</i> a diferentes concentraciones. Halos de inhibición en cm</b>					
<b>Hongo</b>	<b>[ ]</b>			<b>Control negativo</b>	<b>Control positivo</b>
	(500mg/ml)	(250mg/ml)	(125mg/ml)	Metanol	Ketaconazol 60 µg/ml
<i>T. tonsurans</i>	1.5 cm	-	-	-	3.75 cm
<i>M. nanum</i>	1.2 cm	-	-	-	5.25 cm

### 8.3.4 Actividad Amebicida

Los resultados de las pruebas sobre *E. histolytica* (mostrados en la figura 7 y 8 respectivamente) indicaron que de los extractos probados, el más eficiente resultó ser el de *Equinocereus stramineus* con una IC<sub>50</sub> de 25.33 µg/ml, con un rango entre 11.25 µg/ml, y 42.55 µg/ml, mientras que el de *S. pruinosus* resultó una IC<sub>50</sub> de 264.59 µg/ml. con un rango entre 182.6 µg/ml, y 1,717.17 µg/ml, La IC<sub>50</sub> para el metronidazol es de 0.124 µg/ml.

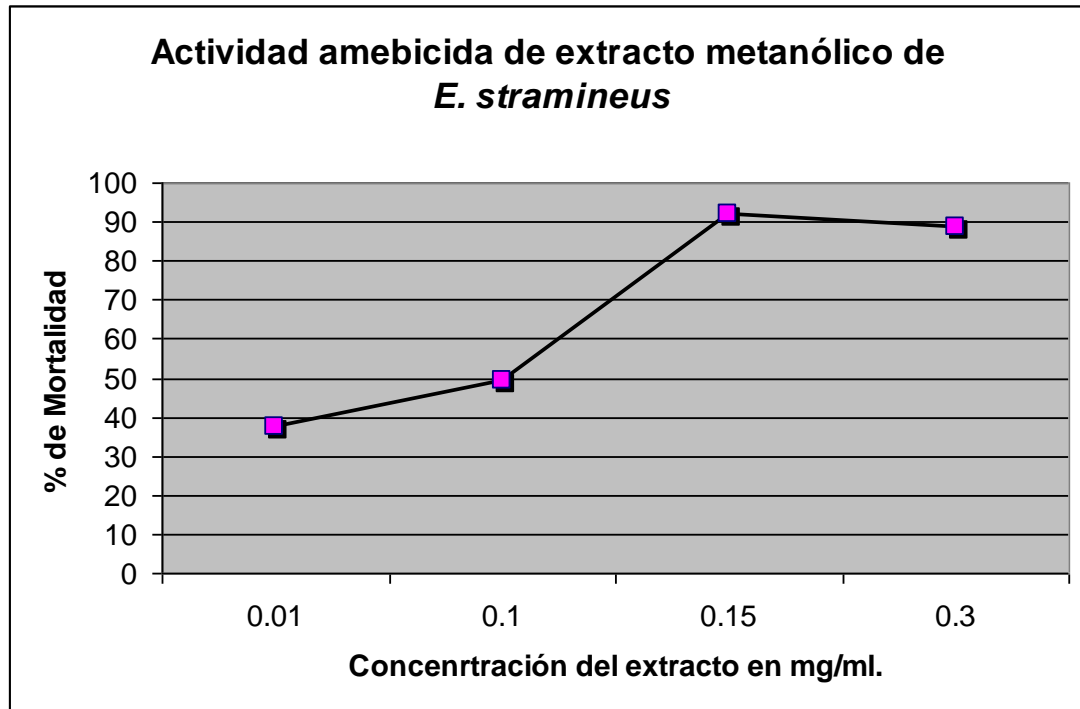


Fig. 7. Actividad amebicida de extracto metanólico de *Equinocereus stramineus* sobre *E. histolytica*.  
IC<sub>50</sub> de 25.33 µg/ml.

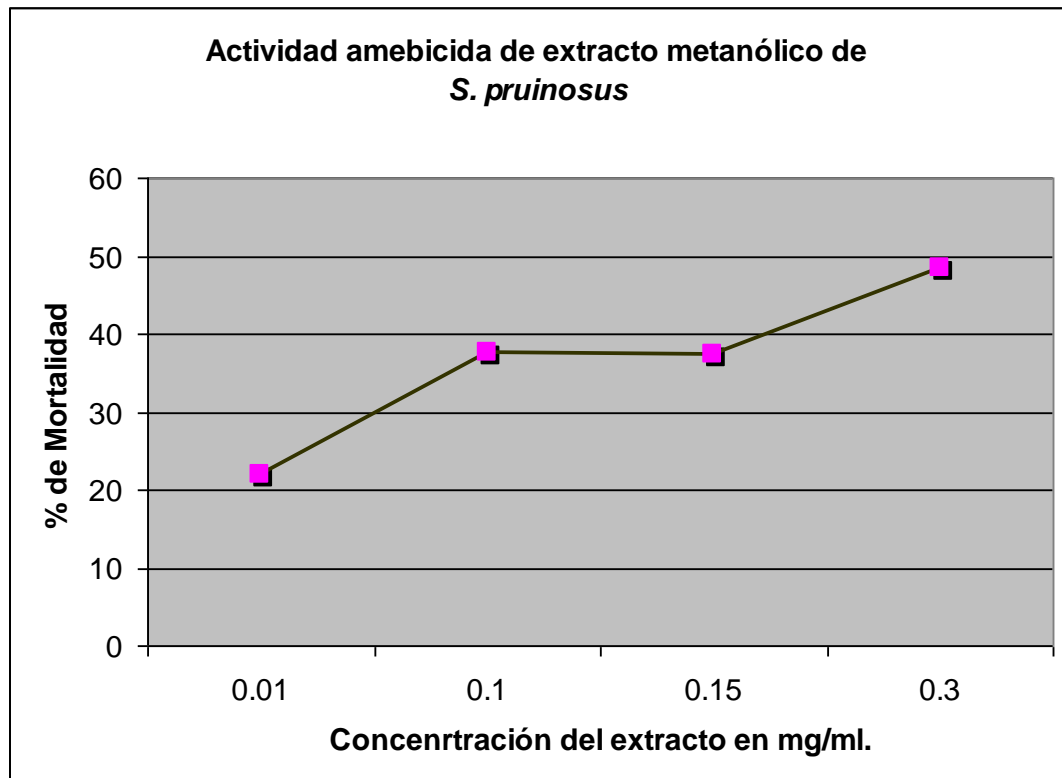


Fig. 8. Actividad amebicida de extracto metanolico de *Stenocereus pruinosus* sobre *E. histolytica*.  
IC<sub>50</sub> de 264.59 µg/ml.

A continuación se presenta la figura 9, que representa la comparación de rendimientos de los extractos probados (porcentaje de células del control/células vivas). En ella se puede observar que hay una diferencia significativa entre el control y las dosis mayores de *E. stramineus* que se manifiesta en una  $IC_{50}$  menor.

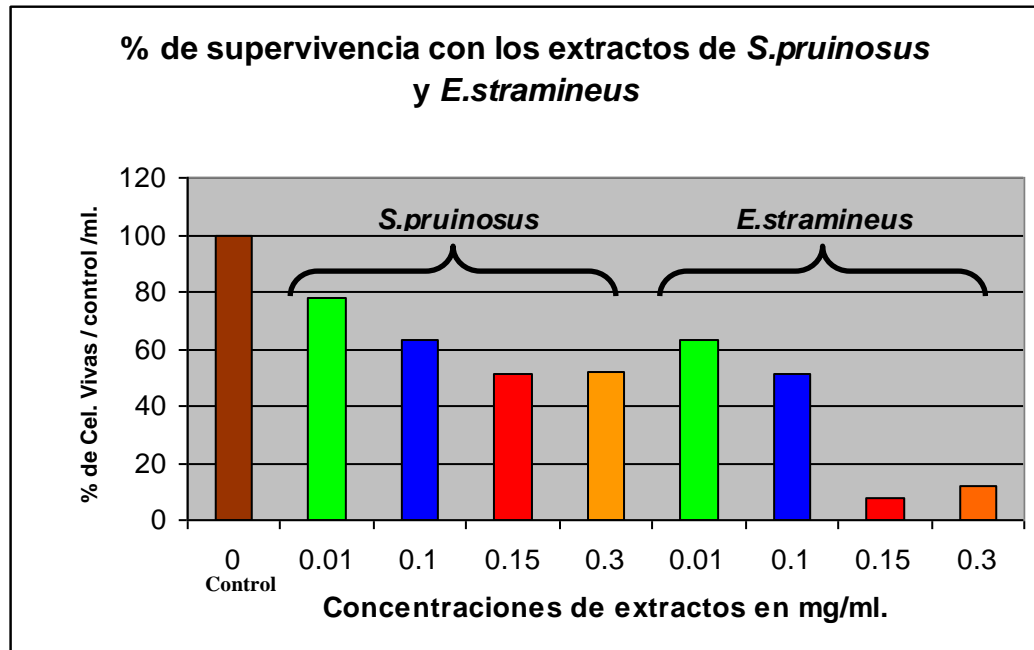


Figura. 9. Comparación de rendimientos de los extractos: cél control/cél vivas

En las siguientes imágenes de la figura 10 se observa el crecimiento amibiano del control y el tratado con un extracto metanólico a una dosis de 0.30 mg/ml, de *E. stramineus* con una  $IC_{50}$  de 98.03  $\mu\text{g/ml}$

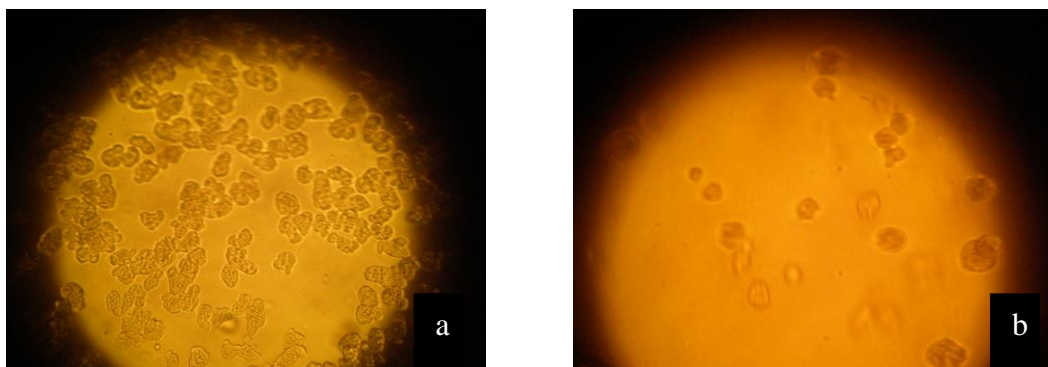


Figura. 10. Crecimiento de *E. histolytica* a) control y b) Aplicación del extracto metanólico 0.30 mg/ml de *E. stramineus*.

#### 8.4 Actividad antioxidante

Como se puede observar en la Tabla VI, las IC<sub>50</sub> obtenidas fueron para *A. kotschoubeyanus* > 50 ppm, para *S. pruinosus* = 50 ppm, y para *E. stramineus* < de 50 ppm, y por otra parte el testigo que se utilizó fue la Vitamina C que presentó la IC<sub>50</sub> en 6 ppm. Estos resultados indicaron que *E. stramineus* presentó la actividad antioxidante mas relevante.

<b>Tabla VII.- Actividad Antioxidante de los extractos metanolicos de las plantas en estudio</b>				
	<i>A. kotschoubeyanus</i>	<i>S. pruinosus</i>	<i>E. stramineus</i>	Vitamina C
IC <sub>50</sub> en ppm	> 50	= 50	< 50	6

## 9. DISCUSIÓN

La medicina Alternativa es en la actualidad una de las opciones que está tomando gran auge en el ambiente científico. El conocimiento de las propiedades farmacéuticas de las plantas y su empleo empírico se conoce en América, desde antes de la llegada de los españoles. (González Ferrara, 1998) Las cactáceas debido al alto número de compuestos químicos que presentan no son la excepción, (Bravo y Sánchez 1978).

En los extractos metanólicos, se encontraron la mayor actividad biológica, lo que concuerda con Tan ML, *et al* (2005), que reportaron que el extracto metanólico de una cactácea (*Pereskia bleo*) contiene el compuesto bioactivo que induce la apoptosis en la línea celular T-47D.

Los extractos metanólicos (mayor polaridad) de *A. kotschobeyanus*, *S. pruinosus* y *E. stramineus*, presentaron los tres grupos de principales compuestos procedentes de metabolitos secundarios que menciona Kuklinski (2000), **isopreniodes** donde ubica terpenos, saponinas, aceites esenciales y cardiotónicos, **derivados fenólicos**: como los fenoles y ácidos fenólicos, flavonoides, cumarinas, lignanos, antocianinas, taninos, quinonas y antracenosidos, y el tercer grupo como los **alcaloides**; estos resultados también concuerdan con lo citado por Domínguez, X.A. (1973). Otros autores han encontrado estos compuestos en otras cactáceas del género *Ariocarpus*: Norquist D.G. y Mc. Laughlin (1970) aislaron N-metil-3,4-dimetoxi-beta-feniletilamina en *Ariocarpus fissuratus* y Braga DL y Mc Laughlin JL (1969) encontraron en *Ariocarpus retusus* los alcaloides horderina y N-metiltiramina, estos compuestos también fueron reportados por Neal JM *et al* (1971) en la especie estudiada *Ariocarpus kotschoubeyanus*. En el género *Echinocereus* también han



encontrado este tipo de compuestos; Agurel *et al* (1969) lo reporta en *Echinocereus merkeri*.

Los extractos fueron obtenidos a través de maceración y agitación constante recomendada por Canell 1998, para la obtención de mayor número de grupos funcionales.

El bioensayo de letalidad de *A. salina* es utilizado por ser sencillo y económico para la búsqueda primaria de compuestos citotóxicos en extractos crudos de plantas y organismos marinos (Meyer *et al.*, 1982). En el presente trabajo el extracto metanólico de *Echinocereus stramineus* da una DL<sub>50</sub> de 890 µg/ml lo que nos permite suponer que esta especie puede presentar compuestos activos (McLaughlin, JL *et al* 1988) y (Meyer B.N. *et al* 1982).

Existen reportes sobre la actividad antimicrobiana de diversas especies de cactáceas sobre bacterias de importancia médica y otros microorganismos (Rico-Bobadilla *et al.*, 2001; Fimbres y García, 1998; Morales, 2006), esto puede relacionarse con la actividad antibacteriana que presentó el extracto metanólico de *Ariocarpus kotschoubeyanus* sobre las cepas de bacterias estudiadas.

Los trabajos realizados por Sánchez G. E., *et al* (2000) con los extractos del género *Agave* sobre el crecimiento de *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus* (productores de aflatoxinas) reportan que los extractos *Agave asperrima* resultaron ser los más efectivos, mientras que González A. E., *et al* (2000) trabajando con *Larrea tridentata* y otras especies de regiones áridas encontró que la gobernadora mostró el mayor halo de inhibición, inclusive comparado con los controles de medicamento (ketoconazol);

los resultados obtenidos en el presente trabajo con especies de cactáceas también muestran actividad antifúngica del el extracto de *S. pruinosus* contra los dermatofitos *Trichophyton tonsurans* y *Microsporum nanum*, con las concentraciones de 500, 250 y 125 mg/ml; en cuanto a *Ariocarpus kotschobeyanus* la actividad fue menor y solo sobre *T. tonsurans* a una concentraciones de 500mg/ml.

Otro trabajo reportado por Padrón M.B., *et al* (2001), con extractos de *Psidium guajava* y *Eucalyptus camadulensis*, muestra que *Eucalyptus camadulensis* fue la especie que presentó mayor actividad contra *T. tonsurans* presentando halos de inhibición de hasta 30 mm con el extracto hexánico de eucalipto, *S. pruinosus* presento mayor halo de inhibición sobre *T. tonsurans* y *M. nanum* inclusive en las concentraciones de 125 mg/ml.

En cuanto a la actividad amebicida se tienen pocos reportes de actividad de extractos de plantas contra *Entamoeba histolytica*, (Barrón González 2007), González Garza MT, *et al* (2000), en el presente estudio los resultados obtenidos *Equinocereus stramineus* con una IC<sub>50</sub> de 28.5 µg/ml, contribuyen a elevar el poco acervo bibliográfico sobre este importante padecimiento gastrointestinal, sobre todo por tratarse de extracto crudo.

Cantú Cabello G.M. (2001), menciona que la presencia de compuestos con actividad antioxidante presenta una tendencia marcada hacia los extractos polares, lo que se corrobora en estos resultados, ya que dicha actividad se encontró en los extractos metanólicos de las especies trabajadas. Larrauri J.A. *et al* (1997), menciona que existe un grupo de antioxidantes hidrosolubles (polares), cuya función es la protección de los componentes acuosos de la célula.

## 10. CONCLUSIONES

- Los extractos de las tres especies de Cactáceas presentaron actividad biológica cuando menos en uno de los bioensayos realizados.
- Los extractos metanólicos de la parte aérea presentaron mayor actividad que los extractos hexánicos y que los tubérculos de las especies estudiadas.
- La actividad bactericida probada sobre bacterias de importancia médica fue más relevante con los extractos metanólicos de *A. kotschoubeyanus* sobre *Staphylococcus aureus* y *Shigella flexneri*; *S. pruinosus*, mostró actividad sobre estas bacterias y además sobre *Bacillus cereus*, *Enterobacter cloacae* y *Citobacter freundii*
- En la actividad fungicida los extractos metanólicos de *S. pruinosus*, presentaron acción relevante contra los hongos dermatofitos: *Trichophyton tonsurans* y *Microsporum nanum*.
- La actividad amebicida contra *E. histolytica*, fue relevante en el extracto metanólico de *E. stramineus* con un  $IC_{50}$  25.33  $\mu\text{g/ml}$ .
- De las tres especies de cactáceas estudiadas solo el extracto metanólico de *E. stramineus* tuvo una actividad antioxidante relevante con una  $IC_{50}$  < de 50 ppm
- Los metabolitos secundarios encontrados en la mayoría de los extractos de las cactáceas estudiadas fueron sesquiterpenlactonas, alcaloides y saponinas.
- En base a los resultados de la evaluación de bioensayo de letalidad de *Artemia salina* (BSLA) ninguna de las plantas estudiadas presenta toxicidad, siendo *E. stramineus* la que presenta la menor  $DL_{50}$  correspondiente a 800  $\mu\text{g/ml}$ .

- De las tres Cactáceas estudiadas *A. kotschoubeyanus* presenta el mayor potencial para encontrar nuevos compuestos antibacterianos, *S. pruinosus* para buscar antifúngicos y *E. stramineus* como amebicida por su actividad relevante contra *Entamoeba histolytica* por lo que es recomendable la continuidad de su estudio, para encontrar los principios activos que son los responsables de la actividad biológica.

## 11. LITERATURA CITADA

Abreu PJ, Miranda MM, Toledo CG. 2001. Actividad farmacológica preliminar del fruto de *Bromelia pinguin* L. (piña de ratón). Revista Cubana de Farmacia 35(1): 56-60

Agurell S, Lundström J, Masoud A.(1969) Cactaceae alkaloids. VII. Alkaloids of *Echinocereus merkeri*. J Pharm Sci. 58(11):1413-4

Aiyelaagbe O, Adesogan EK, Ekuundayo O, Adeniyi BA. 2000. The antimicrobial activity of roots of *Jatropha podagrica* (Hook) Phytotherapy Research 14(1): 60-2.

Anderson E, Barthlott W, Brown R. 2001. The cactus family. Editorial Timber Press, New York, pp. 55, 70, 645, 646.

Arenas R. 1993 Micología Médica Ilustrada Dermatofitosis, Ed. Interamericana - McGraw-Hill.: México. pp: 57 -52.

Barquero Andrea. 2007. Plantas sanadoras, pasado, presente y futuro. Revista Química Viva. 2(6), 19-35

Barrón González Ma. Porfiria. 2007. Inducción “in vitro” del ciclo de vida axénico de *Entamoeba histolytica* e inhibición de su crecimiento y enquistamiento con

extractos metanólicos de *Castela texana*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Biológicas UANL. pp 46-48.

Braca A., DE Tommasi N., Di Bari L., Pizza C., Politi M., Morelli I. 2001. Antioxidant Principles from *Bauhinia tarapotensis*. J. Nat. Prod. 64, 892-895

Braga DL, McLaughlin JL (1969) Cactus alkaloids. V. Isolation of hordenine and N-methyltyramine from *Ariocarpus retusus*. Planta Med. 17(1):87-94

Bravo Hollis H, Sánchez Mejorado H. 1978. Las Cactáceas de México. Vol. I. Universidad Autónoma de México: México D.F,

Bravo-Hollis H. y Sánchez-Mejorada H. 1991. Las cactáceas de México. U.N.A.M. Primera Edición. Vol. III.

Bye RA Jr 1969 Hallucinogenic plants of de Tarahumara J. Ethnopharmacol, 1(1)23-48.

Cabrera S.L., Barona F., Aranda E. 2001. Biological activities (insecticide, bactericide, fungicide) studies on several mexican medicinal plants. 42<sup>nd</sup> Annual Meeting of the American Society of Pharmacognosy. Oaxaca, México July 14-18, p 241.

Cannell R. J. P., 1998. Natural Products Isolation, Humana Press, Totowa, New Jersey, 53-230.

Cantú Cabello GM. Actividad antioxidante de 15 plantas nativas del Estado de Nuevo León. Tesis de Licenciatura. Fac. de Ciencias Biológicas UANL. . Diciembre 2001p 47 y 55.

Cantú C. G., Oranday C.A., Rivas M. C., García D. G., Alanís F.G. 2001. Evaluación de la actividad antioxidante de los extractos de plantas nativas del estado de nuevo león. . Memorias XIX Congreso Nacional de investigación medica. Monterrey N.L. México

Carreón J. G., Rivas M. C., Oranday C. A., Verde S. M. 2001. Actividad antimicrobiana de *Achillea millefolium* y *Chrysanthemum parthenium* sobre algunos microorganismos causantes de enfermedades gastrointestinales. Memorias XIX Congreso Nacional de investigación medica. Monterrey N.L. México.

Carrillo Muñoz A.J., Santos P., Del Valle O., Casals y Quindos G. 2004. Revista Esp. Quimioterapia España Vol 17 (Nº3) 244-249.

Carton E., Carbonneau M-A., Fouret G., Descomps B., Léger C.L. 2001. Specific Antioxidant Activity of Caffeoyle Derivatives and Other Natural Phenolic Compounds: LDL Protection against Oxidation and Decrease in the Proinflammatory Lysophosphatidylcholine Production. J. Nat. Prod. 64, 480-486.

Castillo M.D., Lemua S. A., Sharma P., Gómez B. E. 2001. Síntesis caracterización y actividad biológica de nuevas bismutinas conteniendo anillos heterocíclicos. XXXVI

congreso Mexicano de Química Ixtapa, Guerrero 9-13 de Septiembre Vol. 45 Núm. Especial. 2001 pp. 104.

Cateni F, Zilie J, Falsone G, Siciliano G, Banfi E. 2003. New cerebroside from *Euphorbia peplis* L: antimicrobial activity evaluation. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters* 15, 13(24): 4345-50.

Cho J.Y, Park SC, Kim TW, Kim KS, Song JC, Kim SK, Lee HM, Sung HJ, Park HJ, Song YB, Yoo ES, Lee CH, Rhee MH (2006) Radical scavenging and anti-inflammatory activity of extracts from *Opuntia humifusa* Raf. *J Pharm Pharmacol.* 2006 Jan; 58(1):113-9.

Cruz Vega DE. 2002. Análisis Fitoquímico y caracterización parcial de los compuestos con actividad estimuladora sobre macrófagos y/o actividad antimicrobiana en extractos de raíz, tallo y hoja de *Carlowrightia cordifolia* A. Gray. Tesis. Universidad Autónoma de Nuevo León. pp. 48

Desmarche C., Cicca G. 1998. Antioxidantes de Origen Vegetal. *Ciencia Hoy.* Vol.8, No 44

Dillard D.J., *et al* .1978 Effects of exercise, vitamin E and ozone on pulmonary function and lipid peroxidation . *J.Appl.Physio.* 45: 927.932

Dominguez XA, Ramirez RH, Ugaz UL, García J, Ketcham R.(1968).Chemical Study of de Cactus *Ariocarpus retusus*.*Planta Medica* 16(2):182-3



Domínguez XA. 1973. Métodos de investigación fitoquímica. Editorial Limusa. México, pp. 39-44, 141-143, 211-228, 246.

Engelmeier D., Hadacek F., Vajrodaya S., Greger H. 2001. Meliaceae- a new bio-fungicide reservoir against rice blast. 42<sup>nd</sup> Annual Meeting of the American Society of Pharmacognosy. Oaxaca, Mexico July 14-18, p 23

Espinosa A. G., Rivas M. C., Oranday C. A., Verde S. M. 2001. Identificación de los compuestos de *Marrubium vulgare* y *Juliana adstringens* con actividad antimicrobiana sobre algunos microorganismos causantes de enfermedades gastrointestinales. Memorias XIX Congreso Nacional de investigación medica. Monterrey N.L. México, Octubre, 2001

Esquivel P, Stintzing FC, Carle R. (2007) Phenolic compound profiles and their corresponding antioxidant Capacity of purple pitaya (*Hylocereus* sp.) genotypes. Naturforsch [C]. 62(9-10):636-44.

Farnsworth Nonnan R., Akerele Olayiwola. Bingel Audrey S, .Soejarto Djaja D GUO Zhengang. 1989. Las plantas medicinales en la terapéutica. Boletín of Saint Panam. 107 (4), 314-329

Ferrán, Aranaz M. 2001. SPSS para WINDOWS. Análisis Estadístico. Editorial McGraw Hill/Interamericana de España, S.A.U. Impreso en España pp 255-264

Fimbres PY, García R. 1998. Evaluación del efecto fungicida y bactericida de la mezcla de cactáceas *Pachycereus pecten-aboriginum* (cardón) y *Lophocereus schottii* (músaro). XXX Congreso Nacional de Microbiología. México,

Flores D. L., Oranday C. A, Rivas M. C., Verde S. M. 2001. Actividad bactericida de *Geranium maculatum* contra *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*, *Escherichia coli* y *Bacillus cereus*. XXXVI Congreso Mexicano de Química Ixtapa, Guerrero 9-13 de Septiembre Vol. 45 Núm. Especial. 2001 pp. 136.

Flogiano V. Verde V., Randazzo G, Ritieni A. 1999. Method of measuring antioxidant activity and its application to monitoring the antioxidant capacity of wines. J.Agric. Food Chem. 47, 1035-1040.

García H. F., Burciaga N. A., Reyes R. M. 2001. Comparación de actividad antioxidante *in vitro* de esteroides adrenales y gonadales y extracto de *Ginkgo biloba* Memorias XIX Congreso Nacional de investigación medica. Monterrey N.L. México, Octubre, 2001

Gómez Castellanos José Rubén. 2008. Epazote (*Chenopodium ambrosioides*). Revisión a sus características morfológicas, actividad farmacológica, y biogénesis de su principal principio activo, ascaridol. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas, 7 (1), 3 – 9.

González Arévalo, E. R. Hernández E.J., Salinas M.J. y González S.J. 2000. Evaluación del efecto antimicótico "in vitro" de plantas de la región en el tratamiento

de micosis cutánea en perros del área metropolitana de Monterrey. Memorias Del XVIII Congreso Nacional De Investigación Biomédica Monterrey, Nuevo León. Octubre Del 2000

González B. M. A. y Estrada C. A. E. 2001. Cactáceas del Norte del Estado de Nuevo León, México. . XV Congreso Mexicano de Botánica .Querétaro, Querétaro.

González Ferrera. 1998. Plantas medicinales del norte de México. 1er. Edición, México. pp: 5-8, 51.

González L. R., Oranday C. A., Rivas M. C. y Verde S. Ma. J. 2001. Estudio fitoquímico y efecto inhibitorio preliminar sobre hongos y bacterias de: *Asclepia aff latifolia*, *Persea americana* Y *Agave lechuguilla*. VI Simposio de Ciencia y Tecnología. Biblioteca Magna Raúl Rangel Frías, UANL. Mayo 24-25 2001. pp 65

Gutiérrez R., Alvarado J. L., Yahuaca P. 2000. Aislamiento del ácido carnósico, principio activo del romero, (*Rosmarinus officinalis*) y estudio de su acción antioxidante en modelos experimentales. Memorias Del XVIII Congreso Nacional De Investigación Biomédica Monterrey, Nuevo León.

Irobi ON, Moo YM, Anderson WA, Daramola SO. 1994. Antimicrobial activity of bark extracts of *Bridelia ferruginea*. Journal of Ethnopharmacology 43 (3):185-90.

Kaugman P-B., Cseke L.J., Warber S., Duke J.A., Brelmann H.L. 1999. Natural Products from Plants, CRC Press LLC, Florida. 190-193

Kinoshita K., Koyama K., Takahashi K.,(1992) New triterpenes from *Trichocereus bridgesii*. Journal of Natural Products Vol.55 No7 pp. 953-955 July.

Kinoshita K., Koyama K., Takahashi K.,Kondo N., Yuasa H. 2000. New triterpenoid Saponin from *Isolatocereus dumortieri*. Journal of Natural Products Vol.63 No5 pp. 701-703.

Koneman, W., Stephen, D., Allen, V. R., Dowell, M. Sommers. 1989. Diagnóstico Microbiológico. 1ª edición. Editorial Médica Panamericana. pp 380-402

Koyama K., Yama T., Kinoshita K., Takahashi K.1993. New triterpenes from cactaceous plants. Journal of Natural Products Vol.56 No12, pp. 2201-2203

Kuklinski, C. 2000. Farmacognosia: Estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural. Editorial Omega S.A. pp. 106-183

Larrauri J.A. Ruperez P, Saura-Calixto F. 1997. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomaceae peels. J.Agric. Food Chem. 45, 1390-1393.

Letiño S.G., Brown L., Letiño G.G., El-Adji S. Delle M.F. 2001. Separation of pyridine derivatives with antioxidant activity from *Lantana trifolia* by the use of sep gradient HSCCC. 42<sup>nd</sup> Annual Meeting of the American Society of Pharmacognosy. Oaxaca, Mexico July 14-18, pp 242

Maldonado Vallejo Ma. A. 2008. “Actividad fungicida y análisis fitoquímico de tres especies de cactáceas. Tesis de licenciatura. Fac. de Ciencias Biológicas UANL. pp. 24, 25.

Manasé G. M. del R., Villarreal M.L., Alvarez L. 2001. Obtención y Caracterización de las saponinas antimicóticas de *Solanum hispidum*. XXXVI congreso Mexicano de Química Ixtapa, Guerrero 9-13 de Septiembre Vol. 45 Núm. Especial. 2001 pp. 71

McLaughlin, J.L. Chang Ch. and Smith DL. 1988. “Simple bioassays for the detection and isolation of bioactive natural products”. Department of Medicinal Chemistry and Pharmacognosy, School of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, Purdue University, West Lafayette, IN 47907, USA.

Mercado-Hernández, R. y Santoyo Stephano, M. 1998. Apuntes de Estadística II. Capítulo III-VI Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas. Cd Universitaria.

Meyer BN, Ferrigni NR, Putnam JE, Jacobsen LB, Nichols DE, Mc Laughlin JL. 1982. Brine Shrimp: a convenient general bioassay for active plant constituents. *Planta Medica* 45:31-34.

Molina-Salinas, G.M. 2001. Evaluación de la actividad antioxidante de los extractos metanólicos y hexánico del clavo (*Eugenia caryophyllata*). UANL. Fac de Medicina. Escuela de Graduados. pp 22-24.

Morales Rubio M.E. 2006. Extractos de *Lophocereus schottii* (Engelm) Britton and Rose y *Stenocereus gummosus* (Engelmann) Gibson y Horak con actividad antibacteriana y antineoplásica sobre líneas celulares humanas. Tesis Doctoral. Fac. de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. p. 52.

Neal JM, Sato PT, Johnson CL, McLaughlin JL. (1971). Cactus alkaloids. X. Isolation of hordenine and N-methyltyramine from *Ariocarpus kotschoubeyanus*. J Pharm Sci. 1971 60(3):477-8

Nieto,I.; Arellano,J.; Álvarez,L.; Villarreal,M.L.; 2001 Hairy roots of *Solanum chrysotrichum* as a new source of antifungal saponins. 42<sup>nd</sup> Annual Meeting of the American Society of Pharmacognosy. Oaxaca, Mexico July 14-18, p 237

Norquist DG, McLaughlin JL (1970) Cactus alkaloids. 8. Isolation of N-methyl-3,4-dimethoxy-beta-phenethylamine from *Ariocarpus fissuratus* var. *fissuratus*. J Pharm Sci. 59(12):1840-1

Osuna Torres L, Tapia Pérez ME y Aguilar Contreras A. 2005. Plantas medicinales de la medicina tradicional mexicana para tratar afecciones gastrointestinales, estudio etnobotánico, fitoquímico y farmacológico. Publicaciones y Ediciones de la Universidad de Barcelona. España. pp. 25, 31, 39, 42, 50, 64 y 69

Padrón M.B., Oranday C. A., Rivas M. C., Verde S.M. J. 2000. Aislamiento e identificación de compuestos de *Melia azedarach*, *Syzygium aromaticum* y

*Cinnamomum zeylanicum* con efecto inhibitorio sobre bacterias y hongos. Memorias Del XVIII Congreso Nacional De Investigación Biomédica Monterrey, Nuevo León. Octubre De 2000

Padrón M. B., Oranday C. A., Rivas M. C., Verde S. M. J., Santoyo S. M. 2001. Actividad bactericida y fungicida de extractos de *Psidium guajava* Y *Eucalyptus camadulensis*. Memorias XIX Congreso Nacional de investigación medica. Octubre, 2001. Monterrey N.L. México

Patena G.M., Rivas M. C., Oranday C. A., Verde S. M. 2001. Actividad antimicrobiana y aislamiento de los compuestos activos de los extractos de *Gnaphalium conoideum* y *Quassia amara*. Memorias XIX Congreso Nacional de investigación medica. Monterrey N.L. México.

Pietta PG. 2000. Flavonoids as antioxidant. J Nat. Prod. 63, 1035-1049.

Pimienta-Barrios, E. 1999. El pitayo en Jalisco y especies afines en México. Universidad de Guadalajara. Fundación Produce Jalisco, A.C. Primera edición. pp. 17-115.

Reina G. A. L. y Thomas R., V. D. 2001. Usos etnobotánicos de las cactáceas en Sonora, México. XV Congreso Mexicano de Botánica .Querétaro, Querétaro.

Rico-Bobadilla AC, Gassós OLE, Felix FA. 2001. Efecto antimicrobiano del extracto liofilizado de músaro (*Lophocereus schottii*). XXXII Congreso Nacional de Microbiología, Guanajuato, Gto, México. pp. 3-5.

Ríos J.L. *Et al.* 1988 Screening Methods for natural products with antimicrobial activity: a review of the literature. *Journal of Ethnopharmacology*, No. 23. pp: 127-149.

Rivas-Morales C. 1999. Diseño de un medio de cultivo para la producción de biomasa de *Nocardia brasiliensis* HUJEG-1 a escala piloto para la obtención de proteasas caseinolíticas. Tesis doctorado especialidad microbiología médica, facultad de medicina UANL. Monterrey N. L. Mexico.

Rivas Morales C., Salinas Carmona Mario C., Galán Wong L., Medrano Roldán H., (2007). “Operación unitaria para la propagación de *Nocardia brasiliensis* HUJEG-1 para la producción de proteasas con potencial biotecnológico” Patente IMPI MX/10892.

Rojas-Aréchiga, M. & Vázquez-Yanes, C. 2000. Cactus seed germination: a review. *Journal of Arid Environments*. Vol. 44. pp 85-104.

Sánchez G. E., Heredia R.N.L. y García A.S.J. 2000. Influencia de extractos de plantas del género *Agave*, sobre el crecimiento de *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus*. Memorias Del XVIII Congreso Nacional De Investigación Biomédica Monterrey, Nuevo León.



Sato M., Ramaranthnam N., Suzuki Y., Ohkubo T., Takeuchi M., Ochi H., 1996. Varietal Differences in the Phenolic Content and Superoxide Radical Scavenging Potential of Wines from different Sources, J. Agric. Food Chem. 44,37-41.

Silva Belmares Y. 1999. Análisis fitoquímico y efecto antimicrobiano de dos especies de plantas tóxicas: *Schinus molle* y *Nerium oleander*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas UANL: pp.1-29

Silva B.S., Rivas M. C., Oranday C. A., Verde S. M. 2000. Análisis fitoquímico y efecto antimicrobiano de dos especies de plantas tóxicas: *Schinus molle* y *Nerium oleander*. Memorias Del XVIII Congreso Nacional De Investigación Biomédica Monterrey, Nuevo León.

Silva B.S., Rivas M. C., Oranday C. A., Verde S. M. 2001. Fracciones con actividad antimicrobiana de extractos de *Euphorbia pulcherrima*, *Euphorbia trigona*, *Jatropha dioica*, *Ricinus communis* y *Schinus molle*. Memorias XIX Congreso Nacional de investigación medica. Monterrey N.L. México.

Silva Belmares Y. 2005. Identificación de los componentes que presentan actividad antimicrobiana y citotóxica de *Euphorbia pulcherrima*, *E. trigona*, *Jatropha dioica*, *Ricinus communis* y *Schinus molle*. Tesis Doctoral. Fac. de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. pp. 7, 27,51.

Solís PN, Wright CW, Anderson MM, Gupta MP, Phillipson JD. 1993. A microwell cytotoxicity assay using *Artemia salina* (brine shrimp). Planta medica 59:250-252.

Stintzing FC, Herbach KM, Mosshammer MR, Carle R, Yi W, Sellappan S, Akoh CC, Bunch R, Felker P. 2005. Color, betalain pattern, and antioxidant properties of cactus pear (*Opuntia spp.*) clones J.Agric.Food.Chem.26;53(2):442-51..

Takizawa T., Kinoshita K., Koyama K., Takahashi K. 1995. New triterpenes from *Rathbunia alamosensis*. Journal of Natural Products Vol.38 No12 pp. 1913-1914.

Tan ML, Sulaiman SF, Najimuddin N, Samian MR, Muhammad TS. (2005) Methanolic extract of *Pereskia bleo* (Kunth) DC. (Cactaceae) induces apoptosis in breast carcinoma, T47-D cell line. J Ethnopharmacol. 4;96(1-2):287-94

Treviño-Tamez, R. 2001. Estudio fitoquímico de *Piper amalago*. Tesis de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León. pp. 31-35.

Verástegui M.A., Sánchez C.A., Heredia N.L., Garcia-Alvarado JS 1996. Antimicrobial activity of extracts of three major plants from the Chihuahuan desert. J Ethnopharmacol 52(3):175-7

Verástegui Montemayor, M. 2000. Evaluación de la actividad antimicrobiana de compuestos de Agaves y su acción sobre el tigmotropismo y dimorfismo de *Candida albicans*. Tesis de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León. pp. 47-49.

Yahuaca M. P. y Alvarado A. J. L. 2001. Aplicación terapéutica de la combinación daño hepático crónico experimental. Comparación con otros fármacos antioxidantes. Memorias XIX Congreso Nacional de investigación medica Monterrey N.L. México,

Ye Yang., Kinoshita K., Koyama K., Takahashi K., Kondo N., Yuasa H. 1998. New triterpenes from *Machaerocerus eruca*. Journal of Natural Products Vol.61, No.4, pp. 456-460.

Yen G-C., Duh P-D.1995. Antioxidant Activity of Methanolic Extracts of Peanut Hulls from Various Cultivars. JAOCS, Vol.72 No. 9, 1065-1067.

Zamalipa A., Tortoriello J., Delgado G., Villarreal M.L., Aguilar I., Alvarez L. 2001. Estudio de la variación ontogénica del contenido de saponinas antimicóticas en un cultivo controlado de *Sonatum chrysotrichum*. XXXVI congreso Mexicano de Química Ixtapa, Guerrero 9-13 de Septiembre Vol. 45 Núm. Especial. 2001 pp. 70

## **MATERIAL ELECTRÓNICO**

Calzada Flores., Verde Star J., Morales Vallarta M., Segura Luna JJ. 2001. *Castela texana*, determinación de su actividad inhibitoria sobre el enquistamiento de *Entamoeba invadens*. Revista RESPYN. Electrónica. Edición especial No. 1 ISSN 1870-0160 [internet] disponible en el sitio de red <http://www.respyn.uanl.mx/index.htm> Revisado en la página de Internet el 18 de Junio del 2008

Enciclopedia de los Municipios de México. ESTADO DE NUEVO LEÓN [internet] disponible en el sitio de red <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/nuevoleon/municipios/19041a.htm>. Revisado en la página de Internet el 18 de Junio del 2008.

González Garza, MT., Castro S. TJ., Cruz Vega DE., 2000. Actividad amebicida de extractos acuosos y etanólicos de dos especies de *Acacia* (Leguminosae). Revista: RESPYN. Ed. Especial, No. 1. ISSN 1870-0160 [internet] disponible en el sitio de red <http://www.respyn.uanl.mx/index.htm> Revisado en la página de Internet el 18 de Junio del 2008

La medicina aborígen americana y la medicina moderna. [internet] disponible en el sitio de red <http://www.gorgas.gob.pa/museoafc/librosentrada.swf> Revisado en la página de Internet el 18 de Junio del 2008.

Miliauskas G, Venskutonis P.R and van Beek V.A. 2003 Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. Journal of Food Chemistry. [internet] disponible en el sitio de red <http://www.sciencedirect.com/science> Revisado en la página de Internet el 9 de Julio del 2008.

Ramos CF. 2005. Actividad citotóxica de plantas del noreste utilizando el ensayo de letalidad de *Artemia salina* L. [internet] disponible en el sitio de red <http://www.respyn.uanl.mx/especiales/2005/ee-08-2005/documentos/02.htm> Revisado en la página de Internet el 15 de Octubre del 2006

Ríus Díaz Francisca, Francisco Javier Barón Lopez, Elisa Sánchez Font y Luis Parras Guijosa. 2009. Bioestadística Métodos y Aplicaciones U.D. Bioestadística Facultad de Medicina. Universidad de Málaga. ISBN: 847496-653-1  
<http://www.bioestadistica.uma.es/libro/>

Serrano Vázquez GC, Barrón González MP, Verduzco Martínez JA, Villarreal Treviño L, Mata Cárdenas BD, Morales Vallarta MR. 2005. Inhibición del crecimiento axénico *in vitro* de *Entamoeba histolytica* por acción de probióticos. Revista electrónica RESPyN. Edición especial No. 7. ISSN 1870-0160 [internet] disponible en el sitio de red <http://www.respyn.uanl.mx/index.htm> Revisado en la página de Internet el 18 de Junio del 2008

## 12. RESUMEN CURRICULAR

Jaime Fco. Treviño Neávez

Candidato para el grado de

Doctorado en Ciencias con Acentuación en Productos Naturales

ACTIVIDAD BIOLÓGICA Y COMPONENTES PRESENTES EN *Ariocarpus kotschoubeyanus* (Lemaire ex K. Schumann), *Echinocereus stramineus* (Hengelmann) y *Stenocereus pruinosus*, (Otto) .

Campo de estudio: Productos Naturales

Datos personales: Lugar de Nacimiento Monterrey., N.L., 4 de Octubre de 1954.

Educación: Egresado de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL, de la Carrera de Biólogo, año 1975. Examen Profesional: Marzo 1977.

Maestría en Botánica, Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL, año 2000.

Experiencia Profesional:

Maestro por horas Preparatoria # 8 de la UANL. 1976 a 1988.

Maestro de Tiempo Completo de la Facultad de Agronomía de la UANL desde Febrero de 1976 a Noviembre de 1993.

Maestro de Tiempo Completo de la Facultad de Ciencias Biológicas de noviembre de 1993 a la fecha.

Miembro del Cuerpo Académico de Biología Celular y Genética

Responsable del Programa Emprendedor de la FCB/UANL a partir de Enero del 2007.