



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA

Carrera de Biología

Bioactividad *in vitro* de los extractos de
Plantas Medicinales Ruderales de la FES-Zaragoza

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

BIÓLOGA

PRESENTA:

Norma Angélica García Medina

Directora de Tesis:

M. en C. María de Jesús Sánchez Colín

México D. F., 2009





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
 "ZARAGOZA"
 DIRECCIÓN

**JEFE DE LA UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
 PRESENTE.**

Comunico a usted que la alumna **GARCÍA MEDINA NORMA ANGÉLICA**, con número de cuenta **403014521** de la carrera de Biología se le ha fijado el día **24** del mes de **NOVIEMBRE** de 2009 a las **10:00 hrs.** para presentar examen profesional, el cual tendrá lugar en esta Facultad con el siguiente jurado:

- PRESIDENTE DRA. F. LEONORA SÁNCHEZ GARCÍA FIGUEROA
- VOCAL M. en C. MA. DE JESÚS SÁNCHEZ COLÍN
- SECRETARIO BIÓL. ELVIA GARCÍA SANTOS
- SUPLENTE BIÓL. JUAN ROMERO ARREDONDO
- SUPLENTE DRA. HORTENSIA ROSAS ACEVEDO

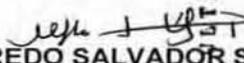


HORTENSIA ROSAS ACEVEDO

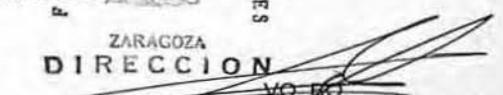
El título de la tesis que presenta **Bioactividad in vitro de los extractos de Plantas Medicinales Ruderales de la FES-Zaragoza.**

Agradeceré por anticipado su aceptación y hago propia la ocasión para saludarle.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
 México, D. F., a 30 de octubre de 2009.


C.D. ALFREDO SALVADOR SÁNCHEZ FIGUEROA
DIRECTOR

ZARAGOZA
DIRECCIÓN


 M. en C. CARLOS PÉREZ MALVÁEZ
 JEFE DE CARRERA

RECIBÍ
 OFICINA DE EXÁMENES
 PROFESIONALES Y DE GRADO

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios y a mi familia Papá, Mamá, hermanas cuñados, sobrinos y sobrinas, por su cariño y apoyo que me han dado durante estos años pues hubiera sido muy difícil concluir este proyecto de vida sin ustedes. Gracias los ¡Quiero Mucho!

A mi Asesora de Tesis M. en C. María de Jesús Sánchez Colín, por haberme permitido trabajar con ella y por todo el apoyo brindado durante mi estancia en el laboratorio; también por los consejos que siempre me ha dado, gracias por escucharme y ayudarme en los momentos difíciles, por comprenderme, pero sobre todo por su paciencia y experiencia que me ha dado. De todo corazón ¡MUCHAS GRACIAS MAESTRA!

A la Maestra Elvia García Santos, por sus consejos y ayuda otorgada durante la carrera, por asesorarme en algunas prácticas de laboratorio, ¡Gracias! porque con Usted y la Maestra Chuy mi trabajo en el laboratorio, ha sido muy agradable, ojala y más adelante tenga yo la oportunidad de trabajar con ustedes en otros proyectos.

A los sinodales, Dra. Leonora Sánchez García F., Biol. Juan Romero Arredondo, Dra. Hortensia Rosas Acevedo, Biol. Elvia García Santos y M. en C. María de Jesús Sánchez Colín; por sus opiniones que me han permitido enriquecer y mejorar este trabajo.

A una gran amiga que es Karla Alejandra López, que desde que entramos a la carrera siempre me ha apoyado en todo, por la paciencia de "Santa" que ha tenido para conmigo, pues yo se que mi carácter te ha hecho sufrir, muchas gracias y sobre todo por los momentos tan agradables que hemos compartido.

A todas las personas con las que he compartido este tiempo, gracias por su amistad, paciencia y apoyo; Daniel, Jessi, Zuly, Dany, Chio, Beka, Luz, Lalis, Yair, Karlita, etc., etc., gracias a todos, por que han sido muy importantes para mi y un gran apoyo en su momento.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mi papá Serapio García Espinosa, por su apoyo y cariño que me ha dado durante toda mi vida. Porque yo estoy muy orgullosa de ti, tú eres mi ejemplo a seguir, siempre luchando y trabajando, siempre pendiente de que no le falte nada a tu familia. **¡GRACIAS PAPÁ TE QUIERO MUCHO!**

A mi mamá Magdalena Medina Esquivel, que siempre me escucha y apoya en todo, gracias por todo el cariño que me has dado desde que nací, igual que mi papá siempre luchando para que no nos falte nada a nosotras tus hijas. **GRACIAS MAMITA,** porque si yo no te hubiera tenido conmigo esto habría sido muy difícil, tal vez nunca lo hubiese intentado **¡TE QUIERO MUCHO!!**

A mis hermanas Rocio, Magda, Blanca, Vero y Jeny, que me han escuchado, aconsejado y apoyado en todo; a mis cuñados Eric, Julio, Toño, Pepe y a mis niños Vane, Toñito, Alexis, Denisse, Luisita Rocio, Alan, Abraham e Ivan por el apoyo y cariño que me han dado en este tiempo, sin ustedes, no hubiese podido cumplir este sueño, que me ha costado mucho pero al final puedo decir con orgullo **LO LOGRE!!** fué difícil pero no imposible. (Perdón pero mi Pichus y mi Coco también han sido muy importantes). **¡LOS QUIERO MUCHO Y GRACIAS POR TODO!**

INDICE

RESÚMEN.....	1
I. INTRODUCCIÓN.....	2
II. JUSTIFICACIÓN.....	4
III. MARCO TEÓRICO	
3.1 Historia e importancia de las plantas medicinales.....	5
3.2 ¿Qué es una planta ruderal y cuál es su importancia?.....	7
3.3 Factores bióticos y abióticos que influyen en la producción de metabolitos secundarios.....	8
3.4 Metabolitos secundarios (Principios Activos).....	10
3.5 Pruebas de sensibilidad antimicrobiana.....	11
3.6 Características generales de bacterias y hongos.....	12
3.6.1 Bacterias.....	12
3.6.2 Hongos.....	14
3.7 Descripción de las plantas de estudio	
3.7.1 <i>Lepidium virginicum</i> L.....	15
3.7.2 <i>Argemone mexicana</i> L.....	17
3.7.3 <i>Taraxacum officinale</i> G.H.Weber ex. Wigg.....	19
3.7.4 <i>Oenothera rosea</i> L'Her ex Aiton.....	21
IV. ZONA DE MUESTREO	
4.1 Localización.....	23
4.2 Orografía.....	23
4.3 Clima.....	24
4.4 Flora.....	24
V. HIPÓTESIS.....	25
VI. OBJETIVOS	
6.1 Objetivo general.....	26
6.2 Objetivos particulares.....	26
VII. MATERIAL Y MÉTODO	
7.1 Muestreo y manejo de material vegetal.....	27

7.2	Procesamiento de las plantas y obtención de tintura vegetal.....	27
7.3	Preparación de sensidiscos.....	27
7.4	Estandarización del inóculo microbiológico.....	28
7.5	Inóculo del microorganismo (Kirby-Bauer) y Pruebas de sensibilidad antimicrobiana.....	28
7.6	Espectroscopía de infrarrojo.....	29
7.7	Muestreo y análisis de suelo.....	30
VIII.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	30
IX.	RESULTADO Y ANÁLISIS	
9.1	Obtención del rendimiento en peso seco de las plantas analizadas.....	31
9.2	Evaluación del efecto antimicrobiano frente a los diferentes patógenos que dañan al hombre.....	31
9.3	Resultados de los antibiogramas en la planta <i>Argemone mexicana</i> y su CMI.....	33
9.4	Resultado de los antibiogramas en la planta <i>Oenothera rosea</i> y su CMI.....	43
9.5	Grupos funcionales de las plantas con efecto inhibitorio.....	52
9.6	Análisis del estudio de suelo de la FES-Zaragoza.....	56
X.	CONCLUSIONES.....	58
XI.	SUGERENCIAS.....	59
XII.	BIBLIOGRAFÍA.....	60
	APÉNDICE.....	66

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1	Descripción taxonómica de <i>Lepidium virginicum</i> L.....	16
CUADRO 2	Descripción taxonómica de <i>Argemone mexicana</i> L.....	18
CUADRO 3	Descripción taxonómica de <i>Taraxacum officinale</i> G.H. Weber ex.Wigg.....	20
CUADRO 4	Descripción taxonómica de <i>Oenothera rosea</i> L.'Herit ex.Aiton.....	22
CUADRO 5	Tabla de McFarland.....	28
CUADRO 6	Bacterias y hongos utilizados en el estudio.....	29
CUADRO 7	Análisis, físicos y químicos utilizados para determinar las propiedades del suelo de la FES-Zaragoza.....	30
CUADRO 8	Porcentaje del rendimiento del extracto en peso seco de cada una de las plantas analizadas.....	31
CUADRO 9	Resultado del efecto inhibitorio de las plantas ruderales ante los organismos patógenos en las diferentes concentraciones y sus halos de inhibición (mm).....	32
CUADRO 10	Resultados obtenidos del análisis del suelo.....	56

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1	Efecto Inhibitorio de <i>A. mexicana</i> en <i>Bacillus subtilis</i>	33
Gráfica 2	Efecto inhibitorio de <i>A. mexicana</i> en <i>Corynebacterium xerosis</i>	34
Gráfica 3	Efecto inhibitorio de <i>A. mexicana</i> en <i>Staphylococcus aureus</i>	35
Gráfica 4	Efecto inhibitorio de <i>A. mexicana</i> en <i>Streptococcus β-hemolítico</i>	36
Gráfica 5	Efecto inhibitorio de <i>A. mexicana</i> en <i>Streptococcus mutans</i>	37
Gráfica 6	Efecto inhibitorio de <i>A. mexicana</i> en <i>Shigella flexneri</i>	38
Gráfica 7	Efecto inhibitorio de <i>A. mexicana</i> en <i>Mycobacterium phlei</i>	39
Gráfica 8	Efecto inhibitorio de <i>A. mexicana</i> en <i>Candida krusei</i>	40
Gráfica 9	Efecto inhibitorio de <i>A. mexicana</i> en <i>Candida tropicalis</i>	41
Gráfica 10	Tamaño de halos en las concentraciones mínimas inhibitorias de <i>A. mexicana</i> en bacterias y hongos.....	42
Gráfica 11	Efecto de inhibición de <i>O. rosea</i> en <i>Streptococcus aureus</i>	43
Gráfica 12	Efecto de inhibición de <i>O. rosea</i> en <i>Streptococcus β-hemolítico</i>	44
Gráfica 13	Efecto de inhibición de <i>O. rosea</i> en <i>Streptococcus mutans</i>	45
Gráfica 14	Efecto de inhibición de <i>O. rosea</i> en <i>Streptococcus pyogenes</i>	46
Gráfica 15	Efecto de inhibición de <i>O. rosea</i> en <i>Shigella flexneri</i>	47
Gráfica 16	Efecto de inhibición de <i>O. rosea</i> en <i>Mycobacterium phlei</i>	48
Gráfica 17	Efecto de inhibición de <i>O. rosea</i> en <i>Candida albicans</i>	49
Gráfica 18	Efecto de inhibición de <i>O. rosea</i> en <i>Candida krusei</i>	50
Gráfica 19	Efecto de inhibición de <i>O. rosea</i> en <i>Criptococcus neoformans</i>	51
Gráfica 20	Tamaño de halos en las concentraciones mínimas inhibitorias de <i>O. rosea</i> en bacterias y hongos.....	52

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Lepidium virginicum</i> L. (Lentejilla de campo).....	15
Figura 2	<i>Argemone mexicana</i> L. (Chicalote amarillo).....	17
Figura 3	<i>Taraxacum officinale</i> G.H. Weber ex Wigg (Diente de león).....	19
Figura 4	<i>Oenothera rosea</i> L'Herit. ex Aiton (Hierba del golpe).....	21
Figura 5	Mapa de localización de la FES Zaragoza CII, en la delegación Iztapalapa.....	23
Figura 6	Mapa de ubicación de los diferentes climas que predominan en el D. F...	24
Figura 7	Halos de inhibición de <i>Bacillus subtilis</i> en <i>A. mexicana</i>	33
Figura 8	Halos de inhibición de <i>Corynebacterium xerosis</i> en <i>A. mexicana</i>	34
Figura 9	Halos de inhibición de <i>Staphylococcus aureus</i> en <i>A. mexicana</i>	35
Figura 10	Halos de inhibición de <i>S. β-hemolitico</i> en <i>A. mexicana</i>	36
Figura 11	Halos de inhibición de <i>Streptococcus mutans</i> en <i>A. mexicana</i>	37
Figura 12	Halos de inhibición de <i>Shigella flexneri</i> en <i>A. mexicana</i>	38
Figura 13	Halos de inhibición de <i>Mycobacterium phlei</i> en <i>A. mexicana</i>	39
Figura 14	Halos de inhibición de <i>Candida krusei</i> en <i>A. mexicana</i>	40
Figura 15	Halos de inhibición de <i>Candida tropicalis</i> en <i>A. mexicana</i>	41
Figura 16	Halos de inhibición de <i>Staphylococcus aureus</i> en <i>O. rosea</i>	43
Figura 17	Halos de inhibición de <i>S. β-hemolitico</i> en <i>O. rosea</i>	44
Figura 18	Halos de inhibición de <i>Streptococcus mutans</i> en <i>O. rosea</i>	45
Figura 19	Halos de inhibición de <i>Streptococcus pyogenes</i> en <i>O. rosea</i>	46
Figura 20	Halos de inhibición de <i>Shigella flexneri</i> en <i>O. rosea</i>	47
Figura 21	Halos de inhibición de <i>Mycobacterium phlei</i> en <i>O. rosea</i>	48
Figura 22	Halos de inhibición de <i>Candida albicans</i> en <i>O. rosea</i>	49
Figura 23	Halos de inhibición de <i>Candida krusei</i> en <i>O. rosea</i>	50
Figura 24	Halos de inhibición de <i>Criptococcus neoformans</i> en <i>O. rosea</i>	51
Figura 25	Espectro de infrarrojo del extracto de <i>Argemone mexicana</i> L.....	53
Figura 26	Espectro de infrarrojo del extracto de <i>Oenothera rosea</i> L'Herit. ex Aiton.....	54

Bioactividad *in vitro* de los extractos de Plantas Medicinales
Ruderales de la FES-Zaragoza

RESUMEN

Las plantas ruderales, son aquellas que crecen en lugares perturbados por el hombre como terrenos baldíos, basureros, banquetas, vías del ferrocarril, etc., estas condiciones extremas de poca agua, suelo y escasos nutrimentos permitiéndoles sintetizar una mayor y/o una mejor calidad de metabolitos secundarios que les ayuda a sobrevivir ante sus depredadores y otros agentes externos, los cuales les confieren en algunos casos propiedades medicinales.

Estas plantas encontradas en zonas urbanas son desechadas o ignoradas, pero en zonas rurales muchas de ellas son de gran importancia por su valor medicinal. Las plantas medicinales son parte de nuestro acervo cultural que debemos recuperar, estudiar y confirmar su eficacia para encontrar opciones que resuelvan parte de los problemas de salud del país.

Por esta razón se realizó el presente trabajo denominado "Bioactividad *in vitro* de los extractos de Plantas Medicinales Ruderales de la FES-Zaragoza", probando cuatro plantas ruderales: *Lepidium virginicum* L. (Lentejilla de campo), *Argemone mexicana* L. (Chicalote amarillo), *Taraxacum officinale* Weber ex F.H. Wigg (Diente de león) y *Oenothera rosea* L'Herit. Ex Aiton (Hierba del golpe), el objetivo fué comprobar su efecto antibacterial y antifúngico, mediante pruebas de sensibilidad antimicrobiana (con el método de Kirby-Bauer y la técnica de Barry), usando como medio de cultivo Mueller Hinton para bacterias y Dextrosa Sabouraud para hongos. Se prepararon extractos hidroalcohólicos de las partes áreas de cada planta (tallo, hoja, flor, fruto y semilla), evaluándose cuatro concentraciones equivalentes a 60, 90, 120 y 180 mg.mL⁻¹ por cada una, con los resultados de las pruebas de sensibilidad antimicrobiana se determinó la concentración mínima inhibitoria (CMI) para cada organismo. Posteriormente se efectuó un análisis de espectroscopia de infrarrojo para establecer la presencia de los grupos funcionales en los extractos de las plantas que mostraron un efecto inhibitorio.

Como parte fundamental de este estudio se llevó a cabo el análisis físico y químico del suelo donde crecen nuestras plantas de estudio, pues al hablar de que existen condiciones extremas y escasos nutrimentos en el sustrato es necesario saber en que condiciones se desarrollan.

De las cuatro plantas analizadas *A. mexicana*, presentó efecto inhibitorio en siete bacterias y dos hongos; en *O. rosea*, el efecto de inhibición se reflejó en seis bacterias y tres hongos; *L. virginicum* y *T. officinale*, no presentaron inhibición frente a los organismos probados.

El suelo analizado presenta un pH ligeramente básico, con un alto porcentaje de materia orgánica y textura franco-arenosa; estas características en un sustrato generalmente indican que existe un buen crecimiento radicular por que facilita el drenaje y aireación.

Palabras clave: Plantas medicinales, ruderales, metabolitos secundarios, antibiogramas, *Argemone mexicana*, L., *Oenothera rosea*, L'Herit. ex Aiton, *Lepidium virginicum* L., *Taraxacum officinale* Weber es F.H. Wigg.

I. INTRODUCCIÓN

México ocupa el cuarto lugar en el mundo por su gran biodiversidad florística y, a pesar de la práctica activa de la medicina tradicional, el conocimiento de la gente sobre las características curativas de las plantas, sólo se han validado químicamente y farmacológicamente del 1 al 5% de plantas (Rosales *et al.*, 2007).

Son consideradas plantas medicinales a todas aquellas que contienen en alguno de sus órganos compuestos bioactivos, que administrados en dosis suficientes producen efectos curativos en las enfermedades de los hombres y animales. Aproximadamente se conocen 260 000 especies de plantas, de las cuales el 10% son consideradas medicinales ya que están registradas en tratados médicos de fitoterapia modernos y de épocas pasadas por presentar algún uso. Evidentemente, sobre todo en las regiones ecuatoriales, la proporción de especies medicinales puede variar sensiblemente de este porcentaje, al no conocerse la totalidad de la flora existente (Schauenberg, 1980, Linares, 1995).

Las plantas medicinales son utilizadas desde tiempos remotos como agentes terapéuticos y sus usos han sido transmitidos de generación en generación, en forma oral o escrita hasta nuestros días y esto es conocido como la "práctica terapéutica tradicional", empleando extractos o principios activos de plantas, los cuales han sido importantes en el cuidado de la salud de la población. La utilización de estas plantas ha estado asociada a las prácticas médico-religiosas, la charlatanería y al fraude, ocasionado que en muchos casos sean sobre-valoradas y les asignen una multitud de propiedades que no tienen (García, 2000; Gutiérrez y Betancourt, 2006).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) hace énfasis en que el 66% de las dificultades de salud de los países en desarrollo son resueltos, mediante el uso de plantas medicinales; por lo tanto resulta imprescindible concebir hoy a estas plantas no sólo como alternativa para el tratamiento de las enfermedades más comunes sino también como una opción socioeconómica, fundamentalmente para los países de menores posibilidades económicas. Hoy en día nuestro país continúa utilizándolas, y a nivel mundial; hay una creciente demanda con fines curativos; por ejemplo, la *Matricaria recutita* (manzanilla), se usa como fármaco que provoca un aumento en las defensas ante agentes estresantes; o la popular *Psidium guajava* (guayaba), que resurge como medicamento para controlar diarreas y colitis nerviosa, entre muchas otras (Acosta, 2000).

Bioactividad *in vitro* de los extractos de Plantas Medicinales Ruderales de la FES-Zaragoza

Existe un grupo de plantas que crecen en lugares no deseados para el hombre bajo condiciones ambientales extremas o bien compiten con otras especies (cultivadas), conocidas también como maleza, aproximadamente el 0.1 % de la flora mundial pertenece a esta clasificación, ocasionando una pérdida directa de 10 % a la producción agrícola mundial; aunque éstas podrían aprovecharse para la alimentación y medicina por ser de gran importancia económica en zonas rurales. La maleza de México esta clasificada principalmente en plantas ruderales, que crecen generalmente en las banquetas, terrenos baldíos o a orillas de las vías del ferrocarril. Cerca del 45% de las plantas medicinales que se colectan en el oriente del Estado de México y el 29% de las especies comestibles de los bosques tropicales deciduos de Puebla y Guerrero son ruderales (Valenzuela, 2007).

II. JUSTIFICACIÓN

Debido a que nuestro país es reconocido por su extenso uso de plantas medicinales, principalmente en zonas rurales y al existir una gran cantidad de estas pero escasos estudios; el contribuir con la ampliación de estos conocimientos para el mejor manejo y uso de las mismas se convierte en una actividad importante; ya que al realizar evaluaciones de plantas que crecen en lugares perturbados dándose su desarrollo bajo condiciones de estrés, logran sintetizar una mayor cantidad de metabolitos secundarios que pueden ser aprovechados realizando estudios sobre su posible efecto antimicrobiano frente a diferentes organismos patógenos como bacterias y hongos. En el caso de *Lepidium virginicum* L. (Lentejilla de campo), *Argemone mexicana* L. (Chicalote amarillo), *Taraxacum officinale* Weber ex F.H. Wigg (Diente de león) y *Oenothera rosea* L'Herit. ex Aiton (Hierba del golpe), que crecen en la FES-Zaragoza son eliminadas de las orillas de jardineras y caminos pero en zonas rurales son usadas con un fin medicinal. Por lo tanto evaluando su bioactividad *in vitro*, se podría comprobar su valor medicinal mediante pruebas de sensibilidad antimicrobiana.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Historia e importancia de las plantas medicinales

Hablar de la herbolaria es hacerlo de la tradición médica que data de 25 000 años atrás, cuando el hechicero de cualquier tribu conocía remedios para curar algunos males a través de plantas y conjuros. Esta tradición se encuentra en todas las culturas de los cinco continentes del mundo. El registro histórico más remoto le pertenece a los egipcios, cuando llega a este mundo Imhotep, considerado en vida un sabio de la medicina y Dios de la misma después de muerto. El uso de las plantas fue ampliamente difundido por griegos y romanos, entre los cuales destacaba, Hipócrates y Galeno, quienes son reconocidos y considerados por la historia como los padres de la medicina occidental. Por su parte, en la América Precolombina existía una historia herbolaria de por lo menos 3,500 años y que, según diferentes autores, a la fecha podría tener entre 4,000 y 5,000 años de antigüedad. Durante la conquista donde, una vez caída la Gran Tenochtitlan, los Frailes acompañados de indígenas traductores, levantaron un importante censo de las plantas y sus propiedades curativas, situación que se documenta en el "Códice Badiano", escrito y traducido al latín por un médico indígena; sin embargo, esa es sólo una pequeña muestra del conocimiento terapéutico de las plantas que tenían nuestros antepasados, ya que Mayas, Nahuas, Mixtecos y Zapotecos, por mencionar a los principales grupos de aquella época, tenían amplios conocimientos de la herbolaria (Jirí *et al.*, 1988; Vicario, 2000).

El término "medicina tradicional" es impreciso, y más cuando se habla al mismo tiempo tanto de los conocimientos indígenas como de los españoles que se desarrollaron durante la colonia. Por lo tanto si puntualizamos el concepto, la medicina tradicional de cualquier pueblo tiene antigüedad histórica ya que ambos utilizan plantas, minerales y animales que se encuentran en el ecosistema propio. A la medicina tradicional indígena de México se le ha conocido a través de las costumbres de los grupos marginados actuales, así como por los escritos tempranos de Fray Bernardino de Sahagún, Martín de la Cruz, Juan Badiano, Francisco Hernández y por las descripciones geográficas de los jesuitas; aportaciones posteriores fueron otras obras como el "Códice Florentino" que presenta un apartado exclusivo de las plantas medicinales de los indígenas mexicanos y la obra de Francisco Javier Clavijero (Barba, 2002).

Las plantas medicinales han sido muy usadas por nuestros ancestros y se continúan usando con la misma confianza y frecuencia en muchas comunidades rurales de cualquier país. La medicina ha evolucionado de manera imparable y lo seguirá haciendo para beneficio del ser humano (o mejor dicho para el beneficio de un sector limitado de la población), pero es importante señalar que muchos de los medicamentos

(50% aproximadamente) están basados en los principios activos de las plantas medicinales (Cebrian *et al.*, 2002).

La utilización de las plantas como agentes terapéuticos en la atención primaria de la salud, se ha mantenido a lo largo del tiempo y puede afirmarse que entre el 60-80% de la población mundial todavía depende en gran parte de los tratamientos tradicionales, ya que implican el uso de extractos de plantas o de sus principios activos. En algunas comunidades, donde grupos étnicos utilizan la fitoterapia popular, las plantas medicinales forman parte de su acervo cultural (Carrillo y Moreno, 2006).

Al usar plantas medicinales como opción para curar enfermedades se puede observar que estas presentan ciertas ventajas:

- a) Ejercen sobre el organismo una acción global más efectiva que los medicamentos por causa, básicamente, de la interacción entre sus diferentes principios activos.
- b) Tienen un mayor efecto preventivo, pues tienden a estimular una acción protectora y reguladora de las funciones defensivas del organismo.
- c) Al ser probados durante milenios muchas veces el efecto de las plantas medicinales, puede ser más suave o progresivo que el obtenido con determinados medicamentos, con el aliciente de las escasas posibilidades de efectos secundarios o secuelas.
- d) Presentan un efecto más duradero, debido a su mejor tolerancia, ya que estos tratamientos, pueden seguirse durante períodos un poco más extensos.
- e) Tienen una acción polivalente, ya que algunas plantas pueden actuar sobre diferentes dolencias al mismo tiempo, debido a sus múltiples propiedades.
- f) Son una opción segura, ya que se usan como complemento con medicamentos convencionales (Cebrian *et al.*, 2002).

EL conocimiento correcto de la efectividad y seguridad de una droga vegetal equipara el empleo de las plantas medicinales al de los fármacos de síntesis, dado que son los dos factores que determinan el uso racional de una preparación fitomedicinal. Es generalizado el conocimiento de que las plantas son fuente de salud pero también es importante recalcar que estas poseen algunos de los tóxicos más mortales que se conocen en la naturaleza (Martínez, 2005).

3.2 ¿Qué es una planta ruderal y cuál es su importancia?

Las plantas silvestres comúnmente se conocen como maleza; este termino es utilizado por el hombre para referirse a una planta que crece en un lugar no deseado; aproximadamente el 0.1 % de la flora mundial es maleza que ocasiona una pérdida directa del 10 % a la producción agrícola mundial, pero también existe la maleza aprovechable para la agricultura, la alimentación y la medicina. Estos casos, tienen una gran importancia económica por los efectos que producen. Otro punto que mencionar es que la maleza que crece en los lugares perturbados por el hombre, poseen una lista muy variada de sinónimos como son: malas hierbas, jehuites, acahuales; otro termino también usado es, el de plantas ruderales, que son aquellas que crecen en caminos, carreteras, banquetas, lugares de escombros, vías del ferrocarril, etc. y las llamadas plantas arvenses que crecen dentro de los campos de cultivo (Díaz, 1983). Todas las plantas ruderales invariablemente son de porte pequeño, muchas veces rastreras con flores pequeñas. Todos los sinónimos y términos antes mencionados crean confusión, pues las plantas silvestres son aquellas que crecen espontáneamente; pueden tener un valor económico propio y dentro de este grupo están muchas especies nativas y dependiendo del lugar donde se desarrollan pueden tener un valor no solo alimenticio, sino también medicinal (Valenzuela, 2007).

Estudios realizados de la flora y la vegetación del ferrocarril en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, indican que la comunidad vegetal que crece y predomina en ese medio artificial de origen urbano, básicamente pertenece a la de tipo ruderal, aunque están incluidas algunas arvenses siendo especies adaptadas a sobrevivir en condiciones extremas, dado que tienen como sustrato a la grava de las vías y como se mencionó anteriormente crecen con una talla escasa (Rico, 1998). Torres (2001) mediante un listado referente a la flora que crece dentro de la Zona Arqueológica "Teotihuacan" indica que la mayoría de las plantas encontradas son ruderales; Gutiérrez y Betancourt (2006)., actualmente llevan a cabo otros listados referentes a la situación actual y potencial de las plantas medicinales mexicanas

Algunas especies consideradas como maleza tienen un uso importante en diversas zonas de México como la chaya, los quelites, el mirasol, los quintoniles, el amaranto, la malva y el toloache (Solís, 2006). Teniendo poca información sistematizada de la biodiversidad vegetal del país sobretodo la de áreas urbanas; cerca del 45 % de las plantas medicinales que se colectan en el oriente del Estado de México y el 29 % de las especies comestibles de los bosques tropicales deciduos de Puebla y Guerrero son ruderales. (Valenzuela, 2007).

Mediante estudios realizados en nuestro país se ha podido comprobar que las plantas ruderales son de gran importancia para el hombre, pues llegan a ser usadas como alimento, abono verde, adorno, e incluso como plantas medicinales (Villegas, 1967, Díaz, 1983). Actualmente en el Estado de México se llevan a cabo proyectos en los cuales las denominadas ruderales son usadas con fines de fitorremediación, pues poseen capacidades metabólicas que permiten absorber algunos metales pesados, además de ser un medio barato, simple y seguro para limpiar áreas contaminadas y/o aguas de desecho, por lo que constituyen un método competitivo y sencillo que permitiría recuperar las abundantes áreas dañadas en todo el mundo (Gómez, 2002).

En algunos casos donde han registrado desastres como inundaciones, las plantas ruderales se llegan a establecer como plantas de sucesión primaria ya que pueden iniciar procesos de regeneración de zonas afectadas (Jochimsen, 2001, Bozena *et al.*, 2008), la importancia de estas plantas esta siendo verificada al realizarse estudios en los cuales se comprueba su valor como especie de regeneración y preservación de ecosistemas, pues ayudan a reconstruir el hábitat de especies animales endémicas de algunas zonas (Kalwij *et. al*, 2008). En países de Sudamérica, la mayor parte de las plantas ruderales tienen importancia fitoterapéutica, ya que algunas son conocidas como flora medicinal; dentro de este rubro se encuentran como ejemplo: *Phyllanthus niruri*, (quebra-pedra), *Bidens pilosa* (té de milpa o rosilla) y *Emilia sonchifolia* (botón rosado), citando solo algunas de las más famosas, que son usadas en tratamientos de cálculos renales y biliares, antiespasmódicos, diurético, eliminación de ácido úrico, y han llegado a probarse como auxiliares del SIDA (Jiménez, 2002).

3.3 Factores bióticos y abióticos que influyen en la producción de metabolitos secundarios

Según Gutiérrez y Trease; dentro del desarrollo de las plantas silvestres el suelo les proporciona las condiciones necesarias para su buen crecimiento, siendo necesario hablar de los factores bióticos y abióticos.

Factores bióticos: Son aquellos en donde intervienen las relaciones que existen entre los organismos, o bien, individuos de la misma o diferente especie; esto quiere decir, que cualquier organismo que comparta su entorno con las plantas se vuelve importante pues están clasificados como productores, consumidores, detritívoros y saprofitos.

Bioactividad *in vitro* de los extractos de Plantas Medicinales Ruderales de la FES-Zaragoza

Los Factores abióticos: se definen como todas aquellas características físicas o químicas que afectan a los organismos y que determinan la distribución y características de los vegetales y animales que habitan cada bioma.

El crecimiento y desarrollo de las plantas, la naturaleza y cantidad de sus metabolitos secundarios, se ven afectados por la temperatura, lluvia, orientación, duración del día (incluyendo la calidad de la luz) y altitud.

El clima: elemento preponderante en la formación de los biomas. El calor, la luz solar y la humedad son elementos fundamentales para el desarrollo vegetal. La disponibilidad de luz de intensidad apropiada y duradera es importante para la nutrición vegetal debido a que son autotróficos.

La temperatura es un factor de gran importancia en el control del desarrollo y su metabolismo; aunque cada especie ha llegado a adaptarse a su propio entorno natural pues son capaces de vivir dentro de una considerable variación de temperaturas.

En ciertos casos las investigaciones han demostrado que la luz es un factor que influye en la cantidad de heterósidos o de alcaloides. El efecto de los abonos con nitrógeno sobre la producción de alcaloides ha sido objeto de considerable estudio (drogas de las *Solanáceas*, entre ellas, *Nicotiana; opio*); generalmente los fertilizantes nitrogenados incrementan el tamaño de las plantas y las cantidades de alcaloides producidos, por lo que el método de expresión de resultados de este tipo de experimentos es importante. Los efectos del nitrógeno sobre los contenidos en heterósidos y en esencias parece variable; se supone, en estos casos, que el resultado final depende del efecto general del nitrógeno sobre el metabolismo de la planta (Trease, 1991, Gutiérrez, 1997; SISIB, 2008).

Los suelos poseen propiedades físicas, químicas y biológicas que nos permiten clasificarlos como ácidos, salinos, fértiles, entre otros, y estas tienen influencia sobre el desarrollo vegetal, permitiendo que crezcan sin limitantes o bien en condiciones de stress, lo que provoca que las plantas modifiquen su metabolismo, afectando la producción de metabolitos secundarios, por ejemplo, Khaosaad y colaboradores (2006) realizaron un estudio en tres genotipos de orégano, a los cuales les aplicaron diferentes dosis de fósforo y los inocularon con hongos micorrizicos arbusculares, para observar el efecto sobre la producción de aceites esenciales, encontrando que la inoculación con los hongos provocó un incremento en el contenido de los aceites esenciales en dos de tres genotipos de orégano utilizados.

3.4 Metabolitos secundarios (Principios activos)

Las plantas, organismos sésiles, están obligadas a discriminar entre los diferentes retos que les plantea su entorno y responder a ellos. Esta respuesta a su ambiente biótico y abiótico les permite producir los llamados metabolitos secundarios para tener una mejor distribución de sus recursos para crecer, reproducirse y defenderse (Vivanco *et al.*, 2005).

Las plantas medicinales contienen ciertas sustancias que en su mayor parte actúan sobre el organismo humano. En términos estrictos un remedio vegetal es aquel en el que la principal actividad terapéutica depende de los metabolitos secundarios contenidos en la planta. En la actualidad la fitoquímica y la farmacología han proporcionado un sistema alternativo para la racionalización del uso de las plantas medicinales (Trease, 1991). La ciencia moderna, analizando y estudiando los efectos terapéuticos de las plantas, tiene como fin aumentar esta confianza en la naturaleza, ya que se desea, precisar, comparar y clasificar sus diversas propiedades para agrupar a las plantas de efectos similares, eligiendo las más eficaces y darlas a conocer (Schauenberg, 1980).

El estudio de los componentes de las plantas medicinales se centra en las sustancias que ejercen una acción farmacológica sobre los seres vivos, estas sustancias son los llamados principios activos de las plantas que pueden ser sustancias simples o bien mezclas complejas. Existen innumerables sustancias químicas vegetales que pueden considerarse fármacos y son empleadas en uno o más países de los cuales el 74 % fue descubierto a partir de su empleo en la medicina tradicional. Esto brinda la oportunidad de encontrar nuevos agentes activos desde el punto de vista farmacológico a partir de una fuente de materia prima más económica y natural como son las plantas (Maguna *et al.*, 2006).

Los Principios Activos (PA) son sustancias que se han descubierto mediante el estudio de los componentes de las plantas medicinales y son encontrados en las distintas partes u órganos de las mismas, estos alteran o modifican el funcionamiento de órganos y sistemas del cuerpo humano y animal. La investigación científica ha permitido descubrir una variada gama de principios activos, de los cuales los más importantes desde el punto de vista de la salud son los aceites esenciales, los alcaloides, los glucósidos o heterósidos, los mucílagos, gomas y taninos; a parte de estos también se encuentran los denominados nutrientes esenciales, como las vitaminas, minerales, aminoácidos, carbohidratos y fibras, además de diversos azúcares, ácidos orgánicos y lípidos (IESN, 2001, Kuklinski, 2003).

Algunos autores como Cebrian, Jíri y Kuklinski hacen mención de las diferentes propiedades que tienen los principios activos:

Los taninos; aumentan la resistencia a las infecciones y ejercen una acción astringente que puede ser de gran utilidad en diarreas y para atacar todo tipo de hemorragias, presentando también características antisépticas y antifúngicas.

Los mucílagos; protegen las mucosas y la piel de posibles irritaciones.

Los flavonoides; refuerzan las paredes de los capilares y facilitan la circulación sanguínea.

A las saponinas; se les atribuye una fuerte acción hormonal, resultan excelentes emulsivos, producen relajamiento intestinal, son expectorantes, llegan a irritar las mucosas, y presentan efecto antibacterial y antifúngico.

Los fenoles ayudan a mitigar el dolor. Los alcaloides (con sabor amargo) sintetizados generalmente a partir de aminoácidos, poseen acción fisiológica intensa en los animales aun a bajas dosis con efectos psicoactivos, por lo que son muy usados en medicina para tratar problemas de la mente y calmar el dolor. Ejemplos conocidos son la cocaína, la morfina, la atropina, la colchicina, la quinina, y la estricnina (Jirí *et al.*, 1988, Cebrian *et al.*, 2002; Kuklinski, 2003).

Hasta hoy se desconocen los elementos activos de muchas plantas que podrían ayudar en el tratamiento de las diversas enfermedades que aquejan al hombre, por lo tanto es importante saber el papel fundamental de cada una de ellas en la practica popular (Arguello, 1994). Los estudios realizados referentes a las propiedades y usos de plantas, son de gran ayuda y en este caso el saber si tienen efecto antimicrobiano o antifúngico sería un avance en la investigación para un mejor manejo.

3.5 Pruebas de sensibilidad antimicrobiana

Dentro de los sistemas de prueba *in vitro* de mayor utilidad en la evaluación de plantas medicinales encontramos las pruebas de antimicrobianos en placa de agar o en tubo inclinado, el uso de estas técnicas ha demostrado que las plantas superiores frecuentemente exhiben una potencia significativa contra bacterias y hongos patógenos para el hombre (Navarrete, 1998).

Las pruebas de sensibilidad antimicrobiana consisten en medir la sensibilidad de una cepa bacteriana u hongo que se sospecha es responsable de una infección; siendo técnicas que investigan la actividad de distintos agentes quimioterapéuticos

frente al microorganismo logrando implantar la terapia más efectiva; ya que estas pruebas permiten seguir la evolución de las resistencias bacterianas. Esto se realiza utilizando la técnica de Kirby-Bauer y el método de difusión en placa, que determinan la susceptibilidad del extracto vegetal, utilizando sensidiscos (discos de papel filtro), impregnados con cantidades conocidas de extractos que van a ser analizados (Ingraham, 1998; Koneman, 2003, Danival, 2003).

3.6 Características generales de bacterias y hongos

Las bacterias poseen un nivel de complejidad mayor al de otros agentes (como los virus), siendo además de mayor tamaño. Son organismos unicelulares que presentan diversas formas como los cocos (esféricos), bacilos (bastones), espirilos (filamentos) y vibrios (forma de coma o bastones curvos). Otros agentes patógenos de importancia médica son los hongos que pertenecen al reino Fungi o Eumycota, son de reproducción asexual y sexual no son fotosintéticos, se comportan como parásitos, saprobios o mutualistas, y pueden ser de tamaño macro o microscópico (Romero, 2007).

Los hongos además de producir enfermedades ocasionan daños directos e indirectos al ser humano pues contribuyen a la contaminación de alimentos y son una de las causas principales de enfermedades en los vegetales (Murray *et al.*, 1992). Ambos grupos (bacterias y hongos) producen enfermedades en el hombre, que pueden ser muy graves, comunes y en algunos casos oportunistas. Por ello se mencionan las características de los microorganismos utilizados en este proyecto de investigación.

3.6.1 BACTERIAS

Bacillus subtilis: el género *Bacillus*, típico de la familia *Bacillaceae*, comprende más de 40 especies de bacilos aerobios y anaerobios facultativos Gram-positivos que producen endoesporas, es considerado un patógeno oportunista potencial, produce en ocasiones graves lesiones oculares (iridociclitis y panofalmitis) (Duerden *et al.*, 1993, Koneman, 2003).

Corynebacterium xerosis, bacilo no esporulante, Gram-positivo; habita en las membranas mucosas de la piel de hombres y animales a manera de parásitos, en el tracto respiratorio alto, en el gastrointestinal y urogenital en el hombre; es considerado un patógeno oportunista (Koneman, 2003)

Enterococcus faecalis: microorganismos que usualmente se encuentran en los intestinos tienen forma de bastones rectos, compuestos por cocos Gram-positivos, dispuestos típicamente en parejas y cadenas cortas, son causantes de infecciones en el tracto urinario (Duerden *et al.*, 1993).

Bioactividad *in vitro* de los extractos de Plantas Medicinales
Ruderales de la FES-Zaragoza

Escherichia coli: bacilo Gram-positivo con forma de bastón, móvil, anaerobio, capaz de crecer a 44°C; pertenece a la familia de las *Enterobacteriaceas*, habita comúnmente el intestino de los mamíferos, aunque no siempre es inofensivo en este sitio pues llega a producir gastroenteritis, además de infecciones en la vías urinarias y es el principal patógeno de la diarrea del viajero (Stainer *et al.*, 1981; Duerden *et al.*, 1993; Koneman, 2003).

Mycobacterium phlei: bacilos rectos o curvos que se ramifican o forman filamentos, Gram-positivos, desarrollo lento o rápido, aerobios, no esporulados y no móviles, se encuentran en el ambiente y animales tanto de sangre fría como caliente; pueden causar tuberculosis y lepra (Murray *et al.*, 1992).

Shigella flexneri: bacteria Gram-negativa de la familia *Enterobacteriaceae*, pertenece al serotipo B de *Shigella*. Ocasiona diarrea en humanos. El bacilo de la disentería es parasito obligado del hombre y ocasionalmente de chimpancés y monos, producen males de gravedad según la especie que participe siendo *S. flexneri* un microorganismo de daño intermedio (Duerden *et al.*, 1993; Koneman, 2003).

Staphylococcus aureus: microorganismos Gram-positivos de forma esférica con diámetro de 0.7 a 1 μm , que se disponen en racimos; localizados en la mucosa nasal anterior, en la garganta del 40 al 50%; en las heces están en un 20% y en la piel de un 5 al 10% de los adultos sanos. Mata las células fagocíticas, constriñe los músculos lisos, paraliza las paredes de los vasos sanguíneos, y es dermonecrótica (Carpenter, 1979; Duerden *et al.*, 1993).

Streptococcus β -hemolítico: bacteria Gram-positiva, forma racimos y cadenas largas, no tiene movilidad, no forma esporas, aerobias con metabolismo fermentativo. Produce faringitis aguda, escarlatina, fiebre reumática e infecciones generalizadas (Murray *et al.*, 1992; Koneman, 2003).

Streptococcus mutans: microorganismos anaerobios y aerobios facultativos, desarrolla pequeñas colonias; cocos Gram-positivos, se encuentran en la flora normal de la cavidad oral, tracto gastrointestinal, grietas gingivales, tracto genital femenino y ocasionalmente en la piel. Puede causar fiebre, faringitis y participa en la formación de caries dentales (Bailey, 1991; Duerden *et al.*, 1993; Zinsser, 1998).

Streptococcus pyogenes: microorganismos con forma de cocos esféricos u ovals, Gram-positivo, con un diámetro aproximado de 1 μm , no móviles ("fijos"), no esporulantes, algunas veces encapsulados y caracterizados por su tendencia a formar cadenas, especie patógena importante, aunque puede llegar a encontrarse como comensales inofensivos; puede causar mal de garganta agudo, el cual se puede

propagar al oído medio, a los mastoideos e incluso a las meninges, además de producir infecciones en la piel (Bailey, 1991; Duerden *et al.*, 1993).

3.6.2 HONGOS

Candida albicans: levaduras, que existen en forma unicelular, se considera miembro de la flora normal de la mucosa bucal, la faringe, las fosas nasales y la vagina, células ovoides (blastoporas) de 4-6 μm , de pared delgada que se produce por brotación; forma colonias lisas, circulares, de color café oscuro. Puede provocar la candidiasis; en ese caso se presenta como una infección vaginal (vaginitis), de la cavidad oral del intestino o de la piel (Gerald, 1997; Koneman, 2003).

Candida krusei: forma hifas verdaderas y clamidosporas, crece en 24 a 48 h, en forma de colonias de levadura de color blanco opaco cuando se cultiva a 37°C. Puede provocar vaginitis y en individuos débiles y diabéticos candidiasis (Koneman, 2003).

Candida stellatoidea: grupo de hongos muy primitivo perteneciente a la familia *Cryptococcaceae*; las infecciones que causa son principalmente micosis (vaginitis), oportunistas capaces de crear infecciones profundas (Koneman, 2003).

Candida tropicalis: levadura que presenta blastoconidios, individuales o en pequeños cúmulos, oportunistas produce candidiasis cutánea y endocarditis (Zinsser, 1998).

Cryptococcus neoformans: levadura cuyo hábitat natural es el suelo, en particular los desechos con pH alcalinos y ricos en nitrógeno. Estas condiciones se cumplen en forma óptima en suelos mezclados con excretas de pavos, palomas, gaviotas y otras aves, de origen exógeno, se adquiere por vía respiratoria, es pulmonar en un 90%, puede afectar cualquier músculo, hueso, pero tiene afinidad por el sistema nervioso central (Zinsser, 1998; Koneman, 2003).

Geotrichium sp: produce micelios tabicados, reproducción asexual por medio de conidios. Afecta la cavidad bucal, tracto gastrointestinal y respiratorio (Zinsser, 1998; Koneman, 2003).

3.7 Descripción de las plantas de estudio

3.7.1 *Lepidium virginicum* L. (Lentejilla de campo)

Especie nativa (Fig. 1), ampliamente distribuida en México, clasificada como ruderal y arvense; se encuentra también en otras partes del mundo y es reportada como "comida de pajarito". Otros nombres comunes en idiomas indígenas de México son: Isohuanquil (náhuatl), Mixixi (Matamoros, Puebla); Put-kam, Putsiu, Put-kan (Maya, Yucatán), Xixinda (México), Mexix-quilitl (nahua), todos reportados por Martínez (CONABIO, 2005). El cuadro 1, muestra su descripción taxonómica.



Fig. 1 *Lepidium virginicum* L. (Lentejilla de campo)

Descripción botánica

L. virginicum; planta herbácea de unos 40 a 80 cms, ramosa, inflorescencias muy abundantes en racimos compuestos situados en la extremidad de las ramas, anual, con flores muy pequeñas y blancas, numerosos frutos como discos pequeños o lentejas, de 3-4 mm en diámetro y orbiculares, no elípticos o alargados. *L. virginicum* es la especie más común del género en México, la palabra *lepidium* deriva del griego y significa pequeñas escamas (Martínez, 1996).

Cuadro 1. Descripción taxonómica (CONABIO, 2005)

Reino	Plantae
Subreino	Traqueobionta (plantas vasculares)
Superdivisión	Spermatophyta (plantas con semillas)
División	Magnoliophyta (plantas con flor)
Clase	Magnoliopsida (dicotiledóneas)
Subclase	Dilleniidae
Orden	Capparales
Familia	Brassicaceae
Género	<i>Lepidium</i>
Especie	<i>L. virginicum</i>

Principales usos

Se utiliza para alimentar aves, puede consumirse como complemento de ensaladas. Tiene un sabor picante. En México también se usa como quelite y forraje de animales; en cantidades mayores puede ser nociva; uso medicinal y antiinflamatorio, en Oaxaca se usa un macerado inhalado como descongestionante de las vías respiratorias; además de usarse en problemas digestivos, la planta completa alivia la indigestión; la cocción de sus ramitas se bebe como agua de uso para quitar la diarrea (Martínez, 1996; CONABIO, 2005).

Composición química

Materia grasa; aceite esencial, resina ácida, soluble en éter sulfúrico, resina ácida soluble en alcohol, un ácido orgánico indeterminado, ácido tánico, un alcaloide, principios pécticos, saponinas, glucosa, ácido tártrico y sales minerales compuestas de potasa, sosa, cal, magnesia, albumina y fierro unidas con los ácidos clorhídrico, sulfúrico, silícico y fosfórico (Lozoya, 1976; Martínez, 1996).

Estudios realizados con *Lepidium virginicum* L.

Naval y colaboradores (2000), realizaron un estudio en el que comprueban su actividad antiestrés, otro estudio realizado por Ramos y colaboradores (1996) presentan un trabajo en el cual descartan la genotoxicidad de la planta; (ya que este problema causa mutaciones o aberraciones genéticas que producen grandes daños en la salud, desarrollando cáncer).

Se han presentado resultados en los cuales el extracto acuoso de la raíz presenta efecto antibacterial en cepas de *E. coli*, *Salmonella*, *Typhi* y *S. brydii*, además de inhibir el crecimiento de *Entamoeba histolytica*, el extracto metanólico de la planta entera tiene efecto antiprotozoario frente a *E. histolytica*, *Giarda lamblia*, y el extracto del etilo de la semilla inhibe a *G. lamblia*. (Osuna *et al.*, 2005).

3.7.2 *Argemone mexicana* L. (Chicalote amarillo)

México es la región de origen de varios chicalotes, la mayoría de ellos maleza. *A. mexicana* (Fig. 2), es la más exitosa de ellos; hoy se encuentra en los trópicos de todos los continentes, es considerada nativa. Otros nombres comunes usados son; amapola montés, cardo, cardo santo; sus nombres comunes en idiomas indígenas de México; Chicalote, Chichilotl, chillazotl, xicolotl (náhuatl), guechinichi (lengua zapoteca, Oaxaca), k`iix-k`anol, k`iix-saklol (lengua maya, Yucatán), shate, xaté (lengua tarasca, Michoacán), tzólích (lengua huasteca, San Luis Potosí) (Martínez, 1996; CONABIO, 2005). El cuadro 2; muestra su descripción taxonómica.



Fig. 2 *Argemone mexicana* L. (Chicalote amarillo).

Descripción botánica

Argemone mexicana; planta herbácea erecta, mide de 1 m o menos de alto. Tiene un tallo verde-azulado y sin vellosidades, con numerosas espinas firmes y punzantes, hojas sésiles, alternas, de color verde-azuloso, lanceoladas o elípticas y transversalmente lobuladas, flores amarillentas con 6 pétalos (muy semejantes a las amapolas), capsula alargada, con espinas, dehiscente en la parte superior por donde escapan las semillas negras y redondas de tamaño pequeño, raíz pivotante y se caracteriza por que posee un látex amarillo (Martínez, 1996; CONABIO, 2005).

Cuadro 2. Descripción taxonómica (CONABIO, 2005)

Reino	Plantae
Subreino	Traqueobionta (plantas vasculares)
Superdivisión	Spermatophyta (plantas con semillas)
División	Magnoliophyta (plantas con flor)
Clase	Magnoliopsida (dicotiledóneas)
Subclase	Magnoliidae
Orden	Papaverales
Familia	Papaverecea
Género	<i>Argemone</i>
Especie	<i>A. mexicana</i>

Principales usos

La semilla tiene propiedades purgativas, puede provocar el vómito, también se usa como hipnótico y calmante de primer orden para combatir la tos, convulsiones y afecciones espasmódicas (Martínez, 1996). Actúa en el sistema endocrino (diabetes); sistema circulatorio (varices, hemorroides, coágulos, etc.); quemadas, heridas, escaldaduras, llagas, úlceras externas, cortadas leves, etc.); articulaciones, huesos, músculos (reumatismo, artritis, gota, neuralgia, etc.); sistema nerviosos (nervios, presión, epilepsias, padecimientos del corazón) (Estrada, 1995; Maldonado *et al.*, 2004). La planta y las semillas son tóxicas; si el ganado se alimenta de esta planta puede enfermarse (CONABIO, 2005).

Composición química

Las semillas contienen alcaloides de la isoquinoleina como la sanguinaria y dihidro-sanguinaria, que irritan la piel y mucosas, la planta completa también presenta otros alcaloides como la berberena y la profeopina que actúan como paralizantes musculares de la actividad refleja (Cifuentes y Ortega, 1990). Contiene también aceites, sales minerales, azúcar, goma, caseína, albúmina y gluten (Martínez, 1996).

Estudios realizados con *Argemone mexicana* L. (Chicalote amarillo)

Bhattacharjee y colaboradores (2006), han demostrado que el extracto acuoso y otro preparado con metanol usando las hojas y semillas de *A. mexicana*, presentan efecto inhibitorio ante cuatro bacterias patógenas. Pérez y colaboradores (2005) han realizado análisis de su actividad antitumoral usando una mezcla de polisacáridos obtenida de esta planta; Shaukat y colaboradores (2002) la han probado como nematocida y potencial alelopático en maleza tropical, Chang y colaboradores (2003)

han comprobado la presencia de alcaloides citotóxicos como: N-dimetiloxysanguinarine (siendo este un nuevo compuesto y al cual se le asigno el nombre de argenaxine), además de seis compuestos no alcaloides, los cuales fueron evaluados para ver su efecto citotóxico al carcinoma nasofaríngeo humano y al cáncer gástrico humano, encontrando actividades significativas en el cáncer gástrico y actividad moderada en el carcinoma nasofaríngeo

3.7.3 *Taraxacum officinale* Weber ex F.H.Wigg (Diente de león).

Esta especie (Fig. 3), consiste en un complejo de micro-especies, que son difíciles de distinguir, es posible que algunas poblaciones sean nativas y otras introducidas; otros nombres comunes usados son; achicoria amarga, amargón, cerraña (Jalisco), moraja (Sinaloa), globillo, lechuguilla; nombres comunes en idiomas indígenas de México son; Nocuana-gueeta (zapoteca, Oaxaca) (CONABIO, 2005). El cuadro 3 muestra su descripción taxonómica.



Fig. 3 *Taraxacum officinale* Weber ex F.H. Wigg (Diente de león)

Descripción botánica

T. officinale, hierba vivaz y erecta, de apenas 10 a 50 cm de alto, de aspecto muy variable; las hojas basales suelen ser grandes y muy recortadas, flores amarillas, en capitulos solitarios de tamaño variado con largas y numerosas lígulas del mismo color, su fruto se presenta en vilano globoso café amarillento, café claro o verdoso, con numerosas costillas longitudinales con espinas, posee tallo recto, hueco, sin brácteas, hojas arrossetadas en la base, de 2 a 40 cm de largo, su característica especial es que tiene un látex blanco (Cebrian *et al.*, 2002).

Cuadro 3. Descripción taxonómica (CONABIO, 2005)

Reino	Plantae
Subreino	Traqueobionta (plantas vasculares);
Superdivisión	Spermatophyta (plantas con semillas)
División	Magnoliophyta (plantas con flor)
Clase	Magnoliopsida (dicotiledóneas)
Subclase	Asteridae
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Género	<i>Taraxacum</i>
Especie	<i>T. officinale</i>

Principales usos

Se recolectan las hojas jóvenes para preparación de ensaladas, además de tener uso medicinal, forrajero, depurativo, desintoxicante, diurético, colerético, digestivo y laxante (Cebrian *et al.*, 2002; CONABIO; 2005), purifica la sangre y activa la secreción de la bilis, indicado en la gota, reumatismo, exceso de colesterol, artritis, trastornos de hígado y riñones; consumiéndose en forma de ensalada para aprovechar todo su valor vitamínico (Sabatés, 1995).

Composición química

En la raíz se han encontrado flavonoides, cumarinas y sales minerales, en las hojas vitaminas A, B, C, K, B₂ (riboflavina) y calcio; en toda la planta inulina, ácidos fenólicos, taraxacina, fitoesteroles y mucílagos (Cebrian *et al.*, 2002, Castro *et al.*, 2005). Martínez, (1996) menciona dos resinas, una soluble en alcohol y otra en cloroformo, azúcar incristalizable y levulina; Yarnell y Abascal (2009) sesquiterpenos, triterpenoides, saponinas y polisacáridos.

Estudios realizados con *Taraxacum officinale* Weber (Diente de león)

Castro y colaboradores (2002), realizaron estudios referentes al contenido de sus metabolitos secundarios y sus posibles efectos como hipoglucemiante; Gasca (2000), menciona que el principio amargo de esta planta la convierte en un estimulante del apetito, además de provocar contracciones en la vesícula biliar, por lo que es considerado depurativo y drenador hepático renal; de igual forma que los anteriores lo consideran un hipoglucemiante suave. Ricaurte y colaboradores (2005) han comprobado que presenta altos contenidos de minerales como el Na, Mg, Ca y K.

3.7.4 *Oenothera rosea* L'Herit. ex Aiton (Hierba del golpe)

Es considerada una maleza ruderal y ocasionalmente arvense de origen mexicano (Fig. 4), que se ha vuelto exitosa en varias partes del mundo. Su nombre común es "agua de azahar", se llega a encontrar en cultivos de hortalizas, orilla de caminos, acequias y arroyos (CONABIO, 2005). Otro nombre común por el cual se le conoce en Michoacán Tarapeni (Martínez, 1994). El cuadro 4 Muestra su descripción taxonómica.



Fig. 4 *Oenothera rosea* L'Herit. ex Aiton (Hierba del golpe)

Descripción botánica

Oenothera rosea, planta delicada, con pelos rectos de base redondeada, de 15 a 50 cm de alto, posee un tallo único o saliendo varios de la base, simple o ramificado, hojas basales oblanceoladas, de 2 a 5 cm de largo, las hojas superiores se van reduciendo gradualmente hacia el ápice del tallo hasta asumir la forma de brácteas linear-lanceoladas; inflorescencia con flores axilares, agrupadas en especies de racimos de 4 a 8 mm de largo, pétalos ovalados, rosados o morados, su fruto es una cápsula ovoide, de 8 a 10 mm de largo, con pelos rectos de base redondeada, semillas oblongo-obovoides, color café (Martínez, 1996; CONABIO, 2005).

Cuadro 4. Descripción taxonómica (CONABIO, 2005)

Reino	Plantae
Subreino	Traqueobionta (plantas vasculares);
Superdivisión	Spermatophyta (plantas con semillas)
División	Magnoliophyta (plantas con flor)
Clase	Magnoliopsida (dicotiledóneas)
Subclase	Rosidae
Orden	Myrtales
Familia	Onagraceae
Género	<i>Oenothera</i>
Especie	<i>O. rosea</i>

Principales usos

Usos medicinales; en el caso de golpes, granos, forúnculos, cataplasmas, sarpullido, hinchazón, quemaduras, heridas, escaldaduras, llagas, úlceras externas y cortadas leves. Para los cólicos, dolor de estómago, gases y flatulencias (Estrada, 1992; Martínez, 1996).

Composición química

Presentan grupos fenólicos, flavonoides, saponinas, cumarinas, taninos y alcaloides (Yarleque *et al.*, 2007).

Estudios realizados con *Oenothera rosea* L'Herit. ex Aiton. (Hierba del golpe).

Yarlenque y colaboradores (2007) demostraron mediante estudios *in vitro*, que el extracto acuoso posee actividad anticoagulante.

4.3 Clima: Por su altura sobre el nivel del mar, el D.F. ocupa climas que van desde el templado hasta el frío húmedo y tundra alpina en las partes más altas de las sierras del sur. La temporada húmeda en el D.F., abarca de mayo a noviembre, si bien la pluviosidad es mayor entre los meses de junio y agosto. El patrón de las lluvias indica que son más abundantes mientras mayor sea la altitud de un sitio. La zona que comprende el norte de Iztapalapa, los territorios de Iztacalco, Venustiano Carranza y el oriente de Gustavo A. Madero es la región más seca y templada (Fig. 6). En la delegación Iztapalapa; del norte hacia el noroeste, centro, centro sur y este, se distribuye el clima templado subhúmedo con lluvias en verano. Esta extensa zona tiene una altitud de 2,250 msn, en Iztapalapa la temperatura media anual varía de 12°C en las partes más altas a 18°C en las de menor altitud, en ese mismo orden, la precipitación total anual va de 1 000 a 600 mm (INEGI, 2008).

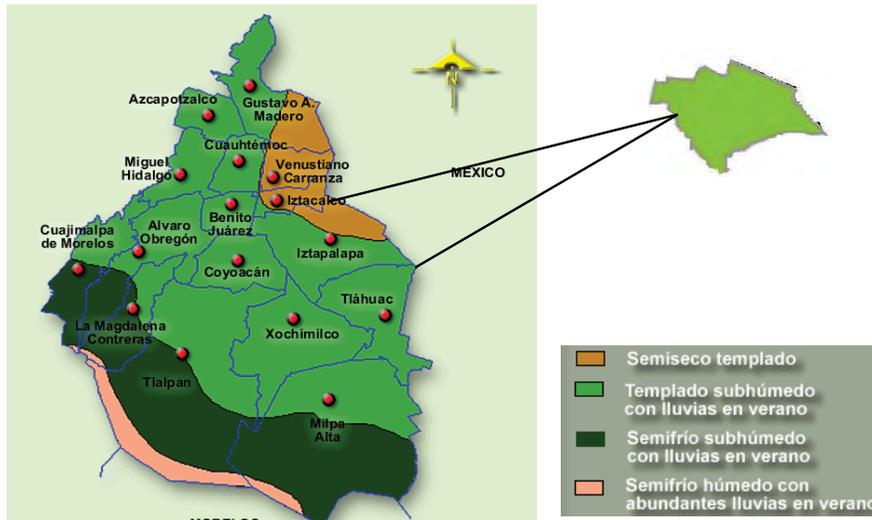


Fig.6 Mapa de ubicación de los diferentes climas que predominan en el D.F. (INEGI, 2008).

4.4 Flora: Prácticamente el 75% del Distrito Federal está deforestado; en algunos lomeríos bajos se encuentran nopales, agave, tejocote, capulín, encino; y ocasionalmente en las sierras, hay bosques de pino, cedro blanco, oyamel, y zacatón (Martínez *et al.*, 2004).

V. HIPÓTESIS

Si las plantas ruderales crecen en sitios perturbados tanto rurales como urbanos bajo condiciones limitantes de suelo, agua, luz, entre otras y son conocidas muchas de ellas por la comunidad como medicinales, entonces se espera que las plantas: *Lepidium virginicum* L (Lentejilla de campo); *Argemone mexicana* L. (Chicalote amarillo); *Taraxacum officinale* Weber ex F.H.Wigg (Diente de león) y *Oenothera rosea* L'Herit. ex Aiton (Hierba del golpe), que crecen en las orillas de los jardines y caminos de la FES-Zaragoza, contengan en sus extractos agentes bioactivos, con efecto antimicrobiano, frente algunas bacterias y hongos patógenos.

VI. OBJETIVOS

6.1 General

- Evaluar la bioactividad antimicrobiana *in vitro* de los extractos hidroalcohólicos de las plantas ruderales *Lepidium virginicum* L (Lentejilla de campo); *Argemone mexicana* L. (Chicalote amarillo); *Taraxacum officinale* Weber ex F.H. Wigg (Diente de león); y *Oenothera rosea* L'Herit. ex Aiton (Hierba del golpe), que crecen en la FES-Zaragoza, frente a patógenos del hombre.

6.2 Particulares

- Obtener el extracto hidroalcohólico de las plantas medicinales, *Lepidium virginicum* L.; *Argemone mexicana* L.; *Taraxacum officinale* Weber ex F.H.Wigg); y *Oenothera rosea* L'Herit. ex Aiton, así como su rendimiento en peso seco.
- Evaluar el efecto antimicrobiano de los extractos hidroalcohólicos de estas plantas, frente a los siguientes microorganismos patógenos del hombre como: **Bacterias:** *Bacillus subtilis*, *Corynebacterium xerosis*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Mycobacterium phlei*, *Shigella flexneri* *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus β.-hemolitico*, *Streptococcus mutans* y *Streptococcus pyogenes*; **Hongos:** *Candida albicans*, *Candida krusei*, *Candida stellatoidea*, *Candida tropicalis*, *Criptococcus neoformans* y *Geotrichium sp.* en las concentraciones de 60; 90; 120 y 180 mg.mL⁻¹.
- Determinar la concentración mínima inhibitoria (CMI) de los extractos hidroalcohólicos vegetales con efecto antimicrobiano.
- Determinar la presencia de grupos funcionales en los extractos hidroalcohólicos, mediante espectroscopía de infrarrojo.
- Evaluar las propiedades físicas: densidad real (D.R.), densidad aparente (D.A.), textura y las propiedades químicas: pH potencial, pH real y materia orgánica del suelo donde crecen las plantas ruderales de la FES-Zaragoza Campus II.

VII. MATERIAL Y METODO

7.1 Muestreo y manejo de material vegetal

Se recolectaron las plantas de estudio (en los meses de febrero y marzo), teniendo cuidado de que estas estuvieran completas y sin marchitar; colocándolas en bolsas de papel estraza, para ser llevadas al laboratorio; se tomo una muestra adicional para ser herborizada y confirmar su clasificación taxonómica, con ayuda del personal del herbario de la FES-Zaragoza, una vez en el laboratorio se lavaron con agua corriente para quitarles la tierra y posteriormente con agua destilada estéril; para preparar un extracto hidroalcohólico usando las partes áreas de la planta (tallo, hoja flor, fruto y semilla) (Laguerenne, 1984; Kuklinski, 2003).

7.2 Procesamiento de las plantas y obtención de la tintura vegetal

El material vegetal una vez limpio, se puso a secar a temperatura ambiente, acomodándolo de forma que circulara el aire entre ellas (para evitar que se contaminaran); por un lapso de 15 días.

Para la obtención de la tintura vegetal; transcurridos los 15 días se realizó la maceración de las mismas usando el método Galénico, que consiste en cortar a la planta lo más pequeño que sea posible, fueron pesadas y colocadas en frascos color ámbar, para luego agregar alcohol etílico al 96%, se guardaron en lugar oscuro por 15 días, pero agitándose cada tercer día, con el fin de promover la disolución de la mayor cantidad de metabolitos secundarios (Domínguez, 1992; Alfaro *et al.*, 2000). Una vez realizado este proceso se filtraron cada uno de los extractos de las plantas y finalmente fueron colocados en un Rotavapor Büchi R-200, con el fin de eliminar el exceso de disolvente (Kuklinski, 2003).

7.3 Preparación de sensidiscos

Se cortaron sensidiscos de papel Whatman No. 41 con un diámetro de 6 mm, que fueron esterilizados en autoclave a una presión de 120lb/plg² a una temperatura de 125°C por 20 min, posteriormente fueron impregnados con cuatro concentraciones preparadas de cada extracto; siendo estas de 60, 90, 120 y 180 mg mL⁻¹. y un testigo impregnado únicamente con alcohol etílico al 96% (Koneman, 2003).

7.4 Estandarización del inóculo microbiológico

Para realizar la técnica se realizó una estandarización del inóculo por medio de la Escala Turbidimétrica de McFarland (cuadro 5), que es utilizada y aceptada mundialmente; está origina una turbidez debido a la reacción del ácido sulfúrico (H_2SO_4) con cloruro bórico ($BaCl_2$) que forma un precipitado blanco de sulfato bórico (Koneman, *et al.*, 1992). En un tubo de ensaye se coloca un mililitro de solución salina (NaCl al 0.1%) con el inóculo de cada uno de los microorganismos a probar, tomando como referencia la turbidez del tubo número uno para trabajar un aproximado de 300×10^6 Unidades Formadores de Colonias (UFC), según la escala antes mencionada (McFaddin, 2003).

Cuadro 5 Tabla de McFarland (McFaddin, 2003)

No. de tubo	$BaCl_2$ 1.0% mL	H_2SO_4 1.0% mL	No. aproximado de UFC representadas $\times 10^6 \cdot mL^{-1}$
1	0.1	9.9	300
2	0.2	9.8	600
3	0.3	9.7	900
4	0.4	9.6	1,200
5	0.5	9.5	1,500
6	0.6	9.4	1,800
7	0.7	9.3	2,100
8	0.8	9.2	2,400
9	0.9	9.1	2,700
10	1.0	9.0	3,000

7.5 Inoculación del microorganismo (Kirby-Bauer) y Prueba de Sensibilidad antimicrobiana

Una vez realizada la estandarización de inóculo, se procede a la preparación de la inoculación del microorganismo mediante el método de Kirby-Bauer y difusión en Agar, para evaluar el efecto inhibitorio de los extractos ante los diferentes organismos a probar. A las cajas de petri se les agrega 20 mL medio de cultivo de Mueller-Hinton (para bacterias) y Dextrosa Sabouraud (para hongos), dejando enfriar lo suficiente para agregar el preparado de solución salina con el microorganismo.

Al solidificar el medio se colocan los sensidiscos impregnados con las concentraciones de 60, 90, 120 y 180 $mg \cdot mL^{-1}$, siguiendo el movimiento de las manecillas del reloj y en el centro se coloca el testigo. Luego las cajas fueron selladas con una tira de parafilm e incubaron en una estufa a una temperatura de $28^\circ C$ por un

**Bioactividad *in vitro* de los extractos de Plantas Medicinales
Ruderales de la FES-Zaragoza**

periodo de 24 h para bacterias y 48 h en hongos. Finalmente transcurrido el tiempo de incubación fueron medidos los halos de inhibición utilizando un vernier. Observando así la sensibilidad del microorganismo a las diferentes concentraciones de los extractos vegetales. (Estrada, 1992; Koneman *et al.*, 1992). Este análisis consto de cinco repeticiones por concentración del extracto y bacteria u hongo.

Para poder llevar a cabo el estudio de las pruebas de sensibilidad antimicrobiana fueron solicitadas cepas de bacterias y hongos que dono el "Laboratorio de Microbiología de la FES- Zaragoza, Campus I" (Cuadro 6).

Cuadro 6. Bacterias y Hongos utilizadas en el estudio.

BACTERIAS	HONGOS
<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Candida albicans</i>
<i>Corynebacterium xerosis</i>	<i>Candida krusei</i>
<i>Escherichia coli</i>	<i>Candida tropicalis</i>
<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Candida stellatoidea</i>
<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Criptococcus neoformans</i>
<i>Streptococcus β.-hemolitico</i>	<i>Geotrichium sp.</i>
<i>Streptococcus mutans</i>	
<i>Streptococcus pyogenes</i>	
<i>Shigella flexneri</i>	
<i>Mycobacterium phlei</i>	

7.6 Espectroscopia de infrarrojo

Para obtener los espectros de infrarrojo de las plantas de estudio fue utilizado un espectrofotómetro con transformado de Fourier Perkin Elmer serie: 1600 FTIR; que permite determinar los grupos funcionales presentes en los extractos analizados.

La espectrofotometría de infrarrojo se basa en la medición de la absorción de luz producida por la interacción de los grupos funcionales con energía radiante en el rango infrarrojo en función de la longitud de onda. El material a emplear debe estar libre de humedad, el tipo de celda usado para esta prueba fue de Bromuro de potasio (soluble en agua), a la cual se le aplico una ligera capa del extracto crudo de la planta, colocando la celda en el soporte del espectrofotómetro y obteniendo la lectura de sus componentes (teniendo como referencia un registro de absorción de entre 4000cm⁻¹ y 670cm⁻¹; como testigo se uso la lectura del etanol (González *et al.*, 2006).

7.7 Muestreo y análisis de suelo

Las propiedades del suelo en las cuales crece una planta son importantes ya que inducen a esta, en la formación de ciertos metabolitos secundarios, como respuesta a las condiciones bióticas y abióticas.

Para realizar este análisis se recolecto una muestra de suelo mediante el método del cuartil, que consiste en recolectar el material de diferentes puntos (en este caso 5), en forma de zig-zag y a una profundidad de 20 cm, que permitió formar una muestra compuesta (esta tuvo un peso aproximado de 1 kg) que fué colocado en bolsas de plástico para ser trasladado al laboratorio, marcándose con fecha y hora de recolección (Jackson, 1964).

Las propiedades físicas analizadas fueron: densidad aparente, densidad real, y textura; las propiedades químicas: pH potencial, pH real y materia orgánica. El cuadro 7, menciona los métodos por los cuales se llevaron a cabo los análisis antes mencionados.

Cuadro 7. Análisis físicos y químicos utilizados para determinar las propiedades del suelo de la FES-Zaragoza.

Análisis	Método	Bibliografía
Propiedades Físicas		
Densidad aparente (D.A.)	Método de la probeta	(NOM-021-RECNAT, 2000)
Densidad real (D.R.)	Método del picnómetro	(NOM-021-RECNAT, 2000)
Textura	Método de Bouyoucos	(NOM-021-RECNAT, 2000)
Propiedades químicas		
Determinación de pH real	Solución acuosa	(Jackson, 1964)
Determinación de pH potencial	Solución de KCl	(Jackson, 1964)
Materia orgánica	Método Walkley y Black	(Colegio de Posgraduados, 1996).

VIII ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para llevar a cabo el análisis estadístico de este estudio fueron procesados los datos obtenidos, mediante el programa de Statgraphics, en el cual se elaboró una ANDEVA aplicando una prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95 % y con una $\alpha = 0.5$ (Cervantes *et al.*, 2006).

IX RESULTADOS Y ANÁLISIS

9.1 Obtención del rendimiento en peso seco de las plantas analizadas

El cuadro 8, muestra el porcentaje del rendimiento del extracto seco para cada planta analizada. Donde *Taraxacum officinale*, fue quien presentó un mayor rendimiento pues con sólo 47.7 g de planta se obtuvo un total de 31.4 %; le sigue *Oenothera rosea*, con un 8.07 %, *Argemone mexicana* con un 8.04 %, y por último en *Lepidium virginicum* observamos que aunque conseguimos una mayor cantidad de peso en material vegetal (212.40 g), su rendimiento fue menor al tener solo el 6.54 %.

El rendimiento del peso seco de un extracto nos permite saber que cantidad de material vegetal necesitamos para la preparación de un extracto crudo, sin la necesidad de desperdiciar o consumir en exceso este mismo, ya que en estos tiempos es importante preservar las especies existentes que puedan ser utilizadas posteriormente como fuente principal de obtención de principios activos (para la preparación de nuevos o mejores medicamentos).

Cuadro 8. Porcentaje del rendimiento del extracto en peso seco de cada una de las plantas analizadas

Planta	Peso seco de la planta	Tintura obtenida en mL	Peso neto del extracto seco	% del rendimiento
<i>Lepidium virginicum</i> L. (Lentejilla de campo)	212.40g	1,146 mL	13.9g	*6.54%
<i>Argemone mexicana</i> L. (Chicalote amarillo)	58.2g	640 mL	4.68g	8.04%
<i>Taraxacum officinale</i> G.H. Weber ex Wigg (Diente de león)	47.7g	536 mL	15.0g	**31.4%
<i>Oenothera rosea</i> L'Herit. ex Aiton (Hierba del golpe)	70g	630 mL	5.65g	8.07%

**Presentó un mayor rendimiento

*Presentó un menor rendimiento

9.2 Evaluación del efecto antimicrobiano frente a patógenos para el hombre

En el cuadro 9 se muestra el efecto inhibitorio de los extractos de *L. virginicum*, *A. mexicana*, *T. officinale* y *O. rosea* frente a las bacterias y hongos probados, así como las concentraciones donde se presente esta acción.

Se observa que las especies de *L. virginicum* y *T. officinale*, no presentaron inhibición en ninguna de las concentraciones, ni frente a los microorganismos patógenos. Las especies *A. mexicana* y *O. rosea*, fueron las que presentaron actividad inhibitoria.

Para el caso de *A. mexicana*, mostró efecto inhibitorio en siete de diez bacterias y dos de seis hongos, mientras que en *O. rosea*, notamos un efecto inhibitorio en seis de diez bacterias y en tres de seis hongos probados, siendo estas especies a las que les podemos atribuir propiedades antibacteriales y antifúngicas.

Cuadro 9. Resultado del efecto inhibitorio del extracto de las plantas ruderales ante los organismos patógenos, en las diferentes concentraciones y los halos de inhibición (mm).

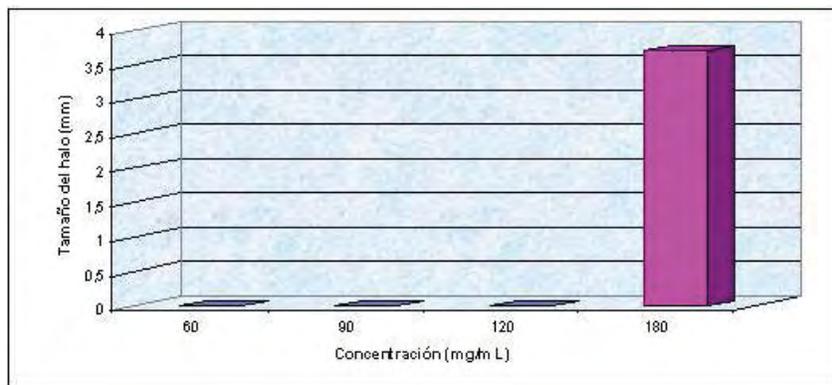
ORGANISMOS	<i>Lepidium virginicum</i>				<i>Argemone mexicana</i>				<i>Taraxacum officinale</i>				<i>Oenothera rosea</i>			
	60	90	120	180	60	90	120	180	60	90	120	180	60	90	120	180
BACTERIAS																
<i>Bacillus subtilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	3.7	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Corynebacterium xerosis</i>	-	-	-	-	-	-	4.7	4.6	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Escherichia coli</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Enterococcus faecalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-	-	-	-	-	4.2	5.3	-	-	-	-	-	-	6.8	7.8
<i>Streptococcus β-hemolítico</i>	-	-	-	-	-	4.0	7.6	4.8	-	-	-	-	6.1	6.1	4.4	7.2
<i>Streptococcus mutans</i>	-	-	-	-	-	4.4	4.4	4.4	-	-	-	-	-	-	-	4.3
<i>Streptococcus pyogenes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.4	5.2	5.9
<i>Shigella flexneri</i>	-	-	-	-	4.3	4.0	4.6	4.6	-	-	-	-	-	4.5	4.5	4.6
<i>Mycobacterium phlei</i>	-	-	-	-	4.0	4.1	3.8	5.0	-	-	-	-	-	3.7	4.3	4.9
HONGOS																
<i>Candida albicans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.9	5.5	5.8	6.6
<i>Candida krusei</i>	-	-	-	-	-	4.1	5.5	5.4	-	-	-	-	-	4.6	5.3	4.5
<i>Candida tropicalis</i>	-	-	-	-	-	5.6	6.4	8.5	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Candida stellatoidea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Criptococcus neoformans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.8	8.1	8.1	8.3
<i>Geotrichium sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- No presenta efecto inhibitorio

9.3 Resultados de los antibiogramas en la planta *Argemone mexicana* y su CMI

A. mexicana, fue una de las plantas ruderales que manifestó efecto antibacterial y antifúngico, por lo tanto en las siguientes gráficas se analizarán los resultados obtenidos frente a las diferentes bacterias y hongos, haciendo mención de la concentración mínima inhibitoria (CMI), según la concentración para cada organismo.

En la gráfica 1, para *B. subtilis*, observamos que para las concentraciones de 60, 90 y 120 mg.mL⁻¹ no hubo un efecto de inhibición, pero en la concentración de 180 mg.mL⁻¹ si presentó este efecto desarrollando halos de 3.7 mm; esto puede deberse a que *B. subtilis* es una bacteria resistente, ya que cuenta con una endospora que le proporciona protección ante condiciones extremas del ambiente (Madigan y Martinko, 2005). Por ello la CMI se presenta a los 180 mg.mL⁻¹. La Fig. 7 muestra el crecimiento del halo de inhibición para esta bacteria.



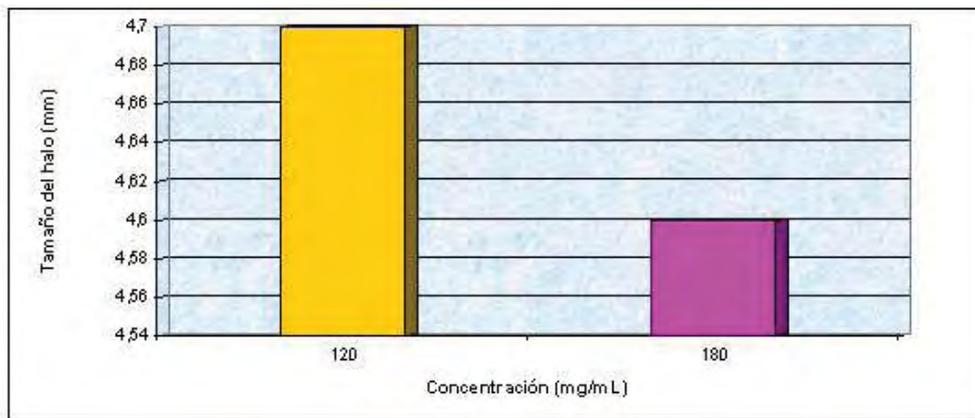
Gráfica 1, Efecto de inhibición de *A. mexicana* *B. subtilis*.

En este caso se puede realizar un análisis posterior en el cual se prueben concentraciones más altas, pero teniendo en cuenta que esto implica el uso de una mayor cantidad de material vegetal y tal vez presente efectos de toxicidad causados por los alcaloides encontrados en *A. mexicana*.



Fig. 7. *B. subtilis*, halo de inhibición presente en la concentración de 180 mg.mL⁻¹ en *A. mexicana*.

Para la gráfica 2 el efecto de inhibición en *C. xerosis*, no se observó en las concentraciones de 60 y 90 mg.mL⁻¹, pero en el caso de las concentraciones de 120 y 180 mg.mL⁻¹ si hubo un efecto de inhibición, con halos de 4.7 y 4.6 mm respectivamente. El análisis estadístico para estas dos últimas concentraciones nos indican que son iguales (apéndice); su CMI esta dentro de los dos valores, pero se recomienda la menor por tener un menor gasto de material vegetal. En la figura 8 se muestran los halos de inhibición desarrollados en las diferentes concentraciones.



Gráfica 2. Efecto de inhibición de *A. mexicana*, en *C. xerosis*,

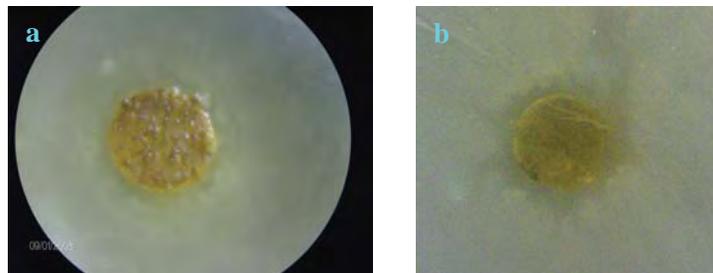
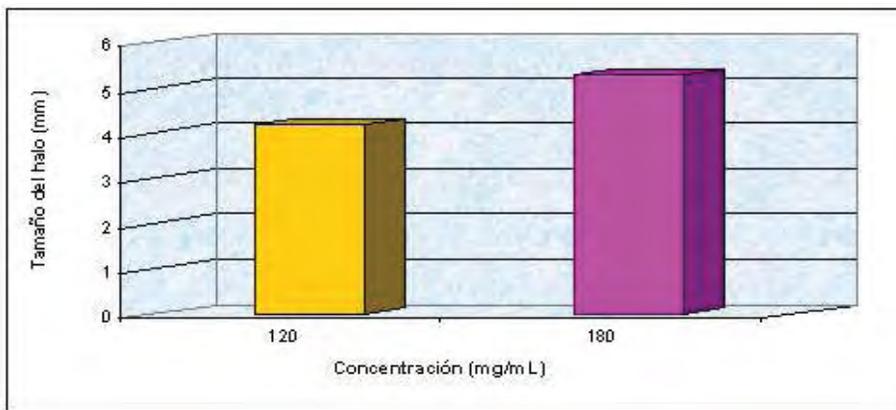


Fig. 8 *C. xerosis* a) Halo de inhibición concentración de 120 mg.mL⁻¹, b) Halo de inhibición concentración 180 mg.mL⁻¹

Bioactividad *in vitro* de los extractos de Plantas Medicinales
Ruderales de la FES-Zaragoza

El resultado del efecto de inhibición para *S. aureus*, en la gráfica 3 muestra que las concentraciones de 60 y 90 mg.mL⁻¹ no inhiben el crecimiento de esta cepa; y en el caso de 120 y 180 mg.mL⁻¹ si existe efecto inhibitorio; sin embargo para el análisis estadístico observamos que en la concentración de 120 mg.mL⁻¹ el tamaño del halo es de 4.2 mm y para la concentración de 180 mg.mL⁻¹ el halo es de 5.3 mm, presentando diferencias significativas estadísticas. Su CMI fue de 120 mg.mL⁻¹. Este comportamiento es similar al observado en la bacteria anterior (*C. xerosis*), puesto que ambas mostraron efecto de inhibición en las dos últimas concentraciones. La figura 9 para *B. subtilis*, muestra algunos halos de inhibición, formados con esta cepa.



Gráfica 3. Efecto de inhibición de *A. mexicana* en *S. aureus*.

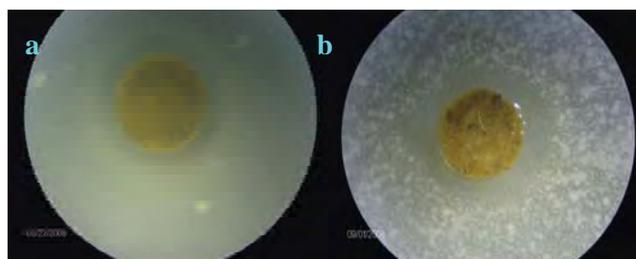
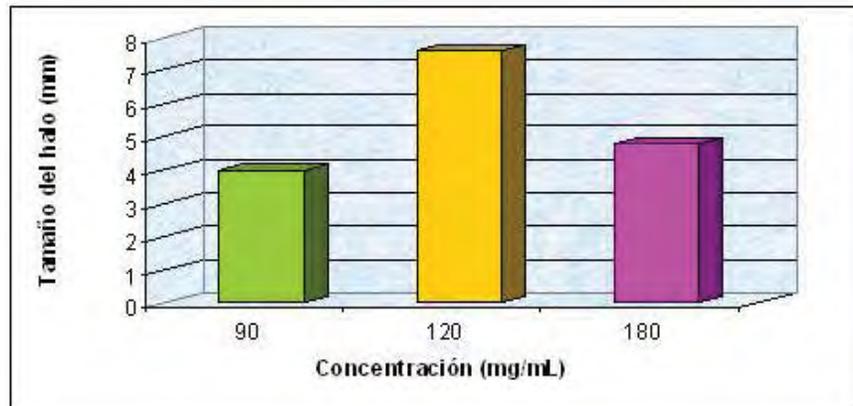


Fig. 9 *S. aureus*, a) Halo de inhibición concentración 120 mg.mL⁻¹, b) Halo de inhibición concentración 180 mg.mL⁻¹

La gráfica 4, de la bacteria *S. β-hemolítico* indica que el efecto de inhibición está reflejado en tres de cuatro concentraciones probadas 90, 120 y 180 mg.mL⁻¹ (no hay efecto de inhibición en 60 mg.mL⁻¹). En cuanto a su análisis estadístico muestra diferencias, ya que para 90 mg.mL⁻¹ su halo fue de 4.0 mm; en 120 mg.mL⁻¹ de 7.6 mm, presentando diferencias significativas entre estos dos valores; comparando el valor de 120 mg.mL⁻¹ al de 180 mg.mL⁻¹ con un halo de 4.8 mm, este último es mucho menor al primero, por ello presentan diferencias estadísticas (apéndice). Presentándose para esta bacteria una CMI de 90 mg.mL⁻¹.

En el caso de las dos últimas concentraciones, las variantes pueden deberse a que los halos de inhibición presentan una forma irregular y no circular. En la figura 10, observamos de forma más detallada el crecimiento irregular de los halos.



Gráfica 4. Efecto de inhibición de *A. mexicana* en *S. β-hemolítico*.

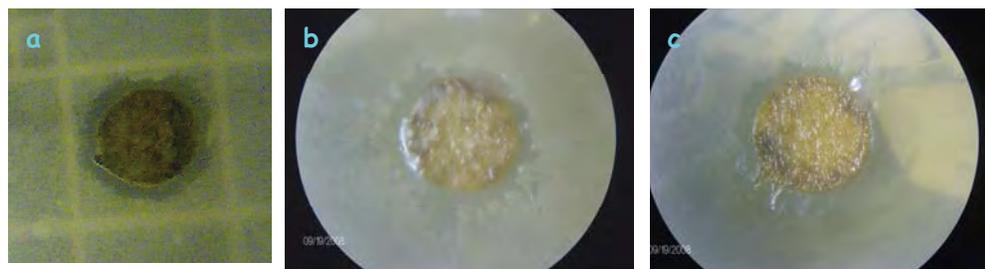
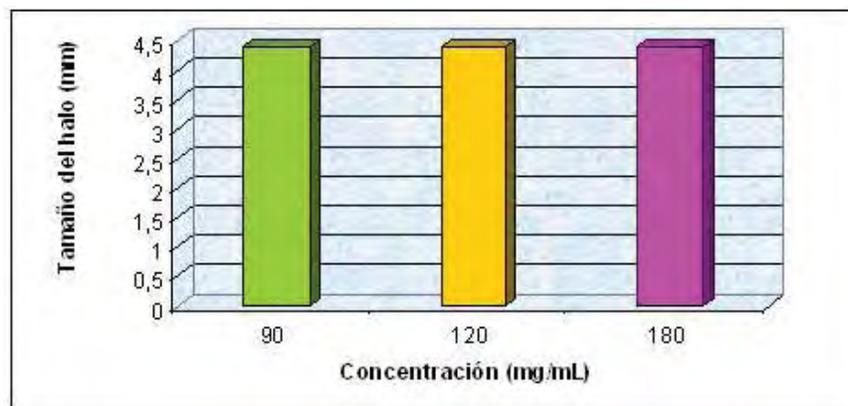


Fig. 10. *S. β-hemolítico* a) Halo de inhibición concentración 90 mg.mL⁻¹; b) Halo de inhibición concentración de 120 mg.mL⁻¹ (irregular); c) Halo de inhibición concentración de 180 mg.mL⁻¹.

**Bioactividad *in vitro* de los extractos de Plantas Medicinales
Ruderales de la FES-Zaragoza**

La gráfica 5 que muestra el resultado de *S. mutans*, nos indica que de las cuatro concentraciones probadas, solo en 60 mg.mL⁻¹ no hay efecto de inhibición, más sin en cambio para 90, 120 y 180 mg.mL⁻¹ si se observa este efecto., presentando halos con tamaños de 4.44, 4.48 y 4.48 mm respectivamente y según su análisis estadístico todas son iguales (apéndice). Las tres concentraciones se pueden considerar como la CMI, pero se recomienda la primera por presentar un gasto menor en cuanto al material orgánico. La figura 11, muestra los halos de inhibición de las diferentes concentraciones probadas.



Gráfica 5. Efecto de inhibición de *A. mexicana* en *S. mutans*.

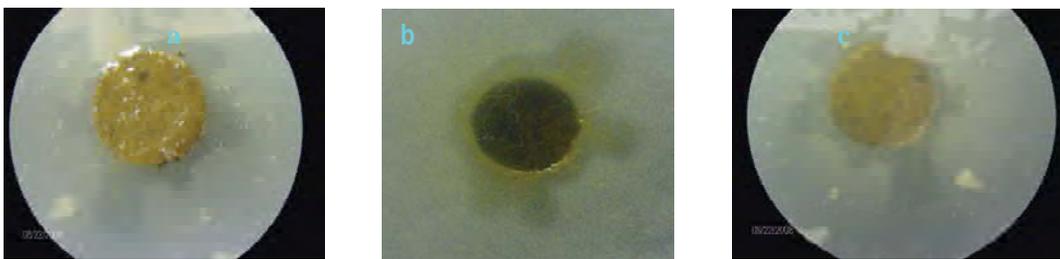
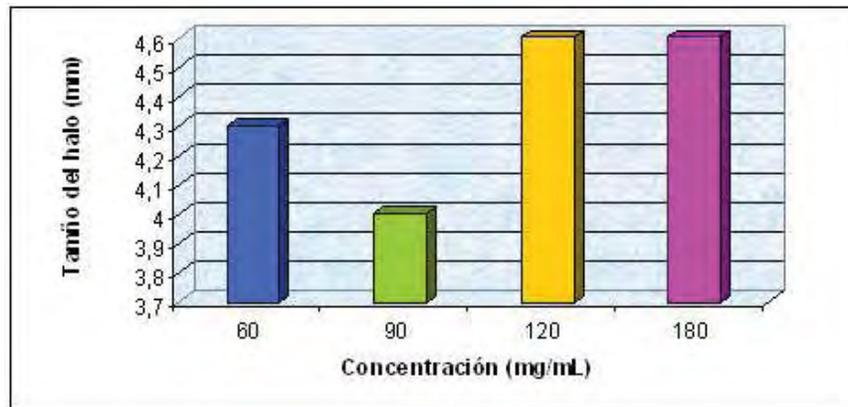


Fig. 11 *S. mutans*. a) Halo de inhibición concentración de 90 mg.mL⁻¹(difusión no circular irregular), b) Halo de inhibición concentración de 120 mg.mL⁻¹, c) Halo de inhibición concentración de 180 mg.mL⁻¹.

Para la gráfica 6 *S. flexneri*, mostró un efecto de inhibición en las cuatro concentraciones probados 60, 90, 120 y 180 mg.mL⁻¹ con halos de 4.3, 4.0, 4.6 y 4.6 mm, respectivamente. El análisis estadístico indica que la concentración de 60 mg.mL⁻¹ y 90 mg.mL⁻¹ son iguales; pero esta última comparada con 120 mg.mL⁻¹ presentan diferencias, y finalmente 120 y 180 mg.mL⁻¹ son iguales (apéndice). La CMI se da en los 60 mg.mL⁻¹. El valor bajo de la concentración de 90 mg.mL⁻¹, puede deberse a que en *A. mexicana*, al igual que en *C. xerosis* los halos no siempre se observaron de forma circular (Figura 12).



Gráfica 6. Efecto de inhibición de *A. mexicana* para *S. flexneri*.

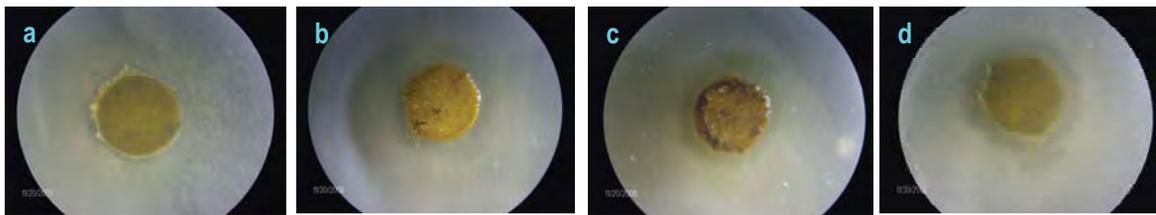
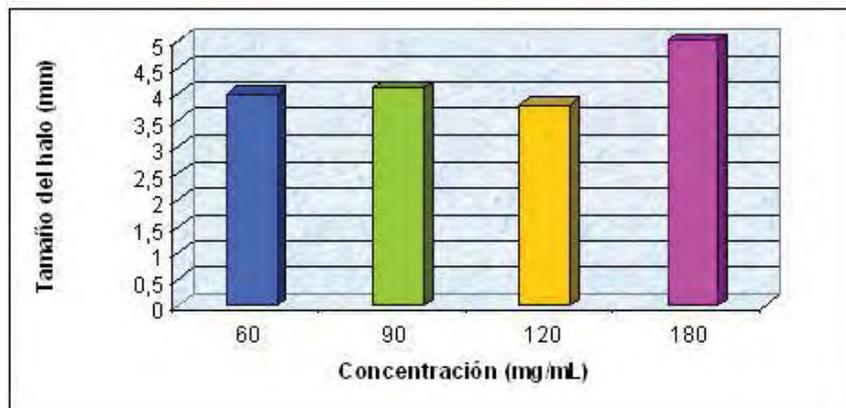


Fig. 12 *S. flexneri* a) Halo de inhibición concentración de 60 mg.mL⁻¹, b) Halo de inhibición concentración de 90 mg.mL⁻¹, c) Halo de inhibición concentración de 120 mg.mL⁻¹, d) Halo de inhibición concentración de 180 mg.mL⁻¹.

Observando la gráfica 7, para *M. phlei*, al igual que en la bacteria anterior el efecto inhibitorio se reflejó en las cuatro concentraciones probadas 60, 90, 120 y 180 mg.mL⁻¹, el tamaño de sus halos fué de 4.0, 4.1, 3.8 y 5.0 mm, respectivamente; el análisis estadístico muestra que 60 y 90 mg.mL⁻¹, son iguales y 120 mg.mL⁻¹ con 180 mg.mL⁻¹ presentan una diferencia estadística significativa (ver apéndice). Para este caso la CMI esta presente a los 60 mg.mL⁻¹. La figura 13 muestra el crecimiento de algunos de sus halos de inhibición.



Gráfica 7. Efecto de inhibición de *A. mexicana* para *M. phlei*.

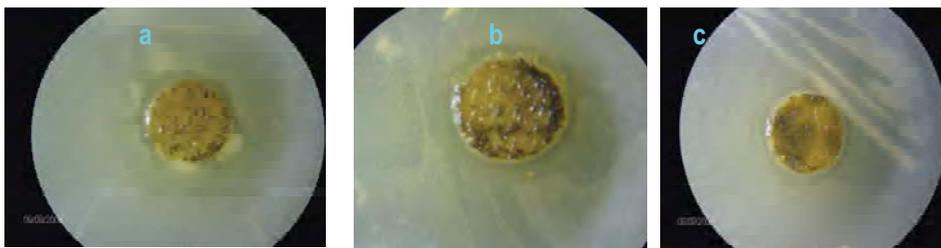
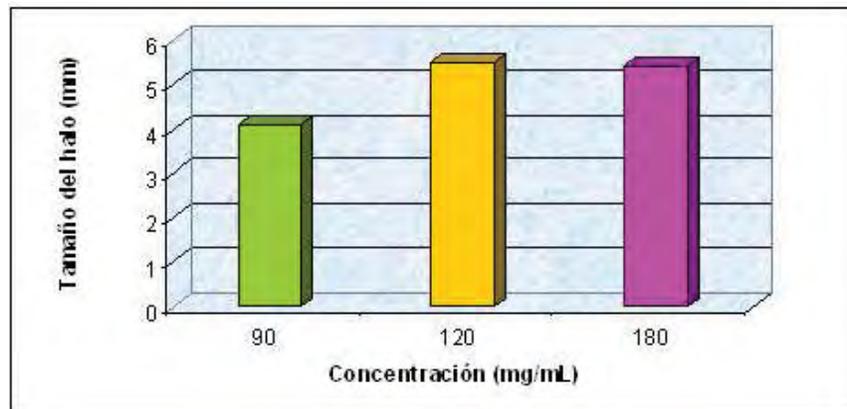


Fig. 13 *M. phlei* a) Halo de inhibición concentración 90 mg.mL⁻¹, b) Halo de inhibición concentración de 120 mg.mL⁻¹, c) Halo de inhibición concentración de 180 mg.mL⁻¹.

En cuanto a los resultados del análisis realizado con seis cepas de hongos, dos presentaron efecto de inhibición frente al extracto de *A. mexicana*, siendo estos hongos *C. krusei* y *C. tropicalis*, los cuales se muestran en las gráficas 8 y 9.

Dentro de las pruebas realizadas con el hongo de *C. krusei*, (gráfica 8), podemos comprobar que el extracto de *A. mexicana*, causa un efecto de inhibición en tres concentraciones de cuatro probadas 90, 120 y 180 mg.mL⁻¹, mostrando halos de 4.1, 5.5 y 5.4 mm respectivamente. En cuanto al análisis estadístico vemos que 90 mg.mL⁻¹ comparada con 120 mg.mL⁻¹, presenta una diferencia significativa; pero 120 mg.mL⁻¹ y 180 mg.mL⁻¹ son iguales (apéndice). Por lo tanto la CMI para este hongo se da a los 90 mg.mL⁻¹. En La figura 14 se observa el crecimiento de estos halos.



Gráfica 8. Efecto de inhibición de *A. mexicana* para *C. krusei*.

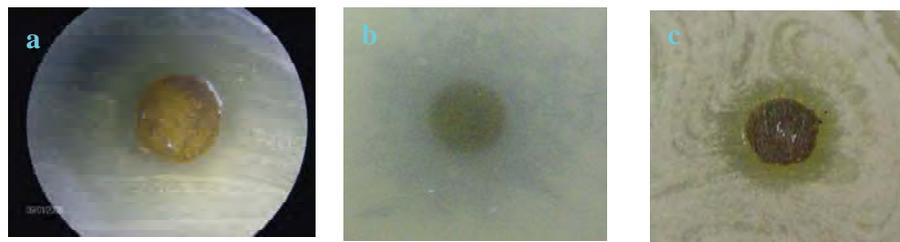
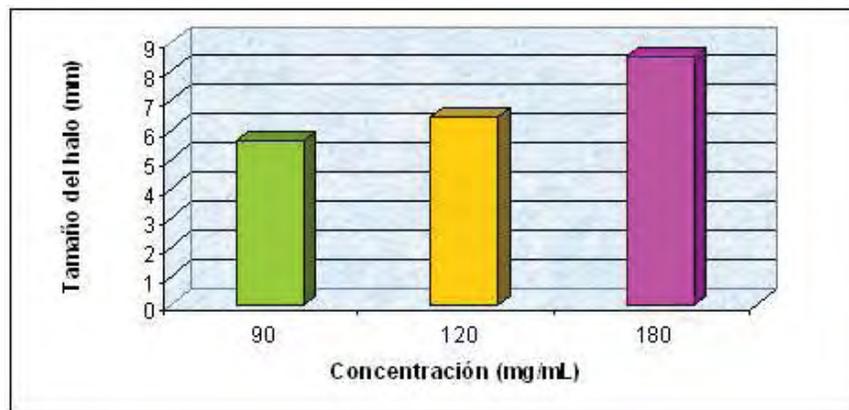


Fig. 14. *Candida krusei* a) Halo de inhibición concentración de 90 mg.mL⁻¹, b) Halo de inhibición concentración de 120 mg.mL⁻¹, c) Halo de inhibición concentración de 180 mg.mL⁻¹.

En la gráfica 9 de *C. tropicalis*, para la concentración de 60 mg.mL⁻¹ no existe efecto de inhibición; en el caso de las concentraciones 90, 120 y 180 mg.mL⁻¹, si se formaron respectivamente los halos de 5.6, 6.4 y 8.5 mm; el análisis estadístico muestra que todas las concentraciones presentan diferencias significativas, por lo tanto son consideradas como dosis dependiente, ya que al aumentar esta, aumenta el tamaño del halo de inhibición. El valor de la CMI se da a los 90 mg.mL⁻¹ (apéndice). La figura. 15 muestra este crecimiento de los halos de inhibición.



Gráfica 9. Efecto de inhibición de *A. mexicana* para *C. tropicalis*.

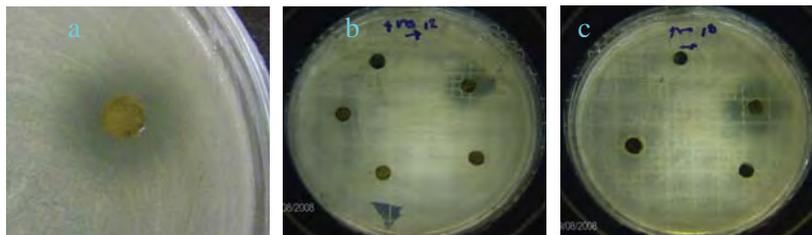
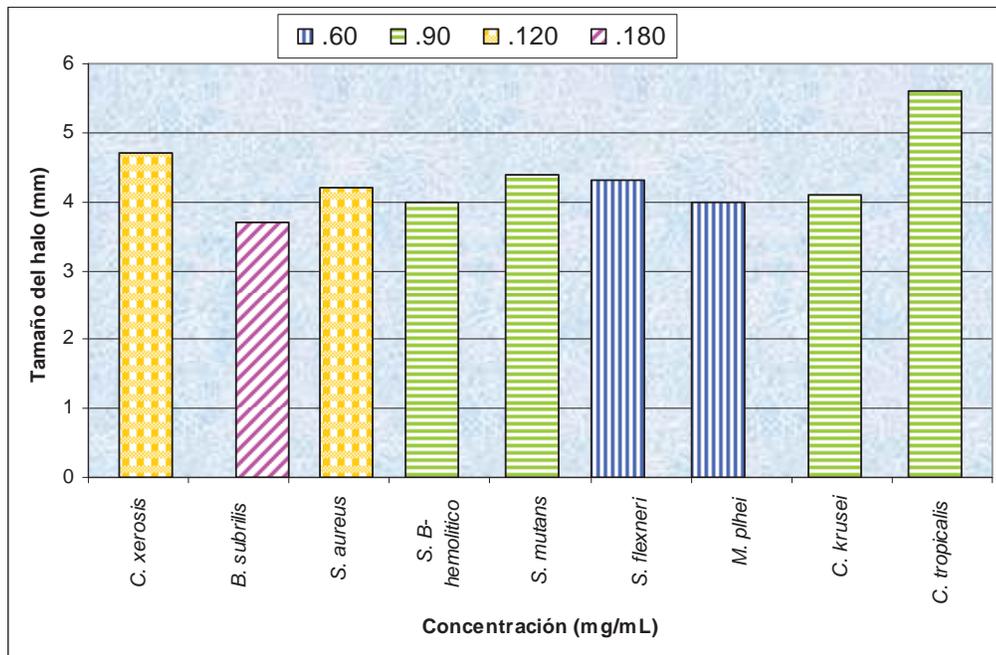


Fig. 15. *C. tropicalis* a) Halo de inhibición concentración 90 mg.mL⁻¹, b) Halo de inhibición concentración de 120 mg.mL⁻¹, c) Halo de inhibición concentración 180 mg.mL⁻¹.

En la gráfica 10 podemos observar el comportamiento general de las bacterias y hongos, frente al extracto de *A. mexicana* y los tamaños de los halos de inhibición de la CMI, para cada una de las cepas probadas.

En esta última gráfica (10), referente a los resultados obtenidos con el extracto de *A. mexicana*, vemos que en las bacterias *S. flexneri* y *M. phlei*, mostraron una CMI en los 60 mg.mL⁻¹, en *S. β-Hemolítico* y *S. mutans* la CMI se dio a los 90 mg.mL⁻¹; para *C. xerosis* y *S. aureus*, se observó en los 120 mg.mL⁻¹ y finalmente en *B. subtilis*, la CMI fué de 180 mg.mL⁻¹. Esto nos muestra que la bacteria mas resistente es *B. subtilis*, y en el caso de los hongos tanto en *C. krusei* como en *C. tropicalis*, la CMI, se presentó a los 90 mg.mL⁻¹.



Gráfica 10. Tamaño de halos en las concentraciones mínimas inhibitorias de *A. mexicana* en bacterias y hongos.

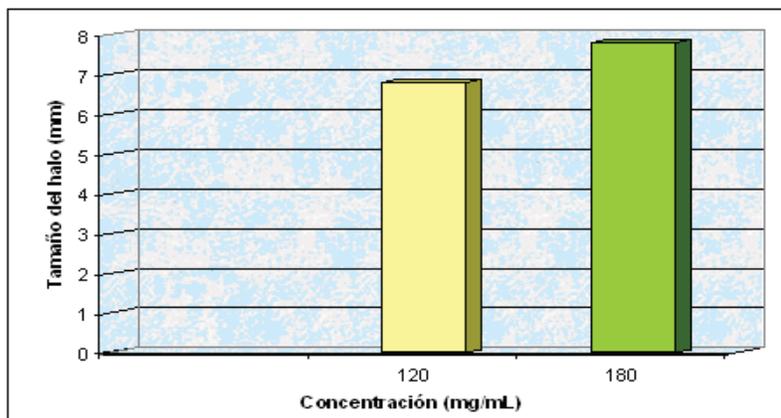
La bacteria de *B. subtilis* donde la CMI únicamente la observamos a los 180 mg.mL⁻¹, se podrían realizar pruebas posteriores con concentraciones más altas, pero se debe tener cuidado pues según Cifuentes y Ortega (1990) esta planta contiene alcaloides que son considerados tóxicos por causar parálisis muscular; otro factor que deberá tomarse en cuenta es que para preparar concentraciones más altas estas tendrán un mayor gasto de material vegetal.

**Bioactividad *in vitro* de los extractos de Plantas Medicinales
Ruderales de la FES-Zaragoza**

Por los resultados observados para *A. mexicana*, podemos considerar que esta presenta un efecto de inhibición mayor como antibacteriana, ya que logra inhibir al 70% de las bacterias probadas, en el caso de los hongos solo inhibió el 30% (2 de 6), de tal forma que aunque consideramos que si tiene efecto antifúngico, esto lo hace solo con dos de seis cepas probadas.

Resultados de los antibiogramas en la planta *Oenothera rosea* y su CMI

El efecto de los organismos probados con las diferentes concentraciones preparadas con el extracto de *O. rosea*, se muestran en las siguientes gráficas y figuras. Podemos observar que en la gráfica 11 el efecto inhibitorio para *S. aureus* se refleja solo en dos concentraciones ya que en 60 y 90 mg.mL⁻¹ no hay efecto inhibitorio; en el caso de las concentraciones 120 y 180 mg.mL⁻¹ el efecto de inhibición si fue evidente presentando halos de 6.8 y 7.8 mm cada uno. El análisis estadístico indica que existe una diferencia significativa entre ellos (apéndice). Su CMI se dio a los 120 mg.mL⁻¹. La figura 16 muestra el crecimiento de algunos halos.



Gráfica 11. Efecto de inhibición de *O. rosea* en *S. aureus*.

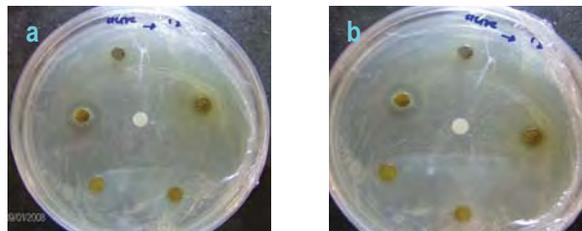
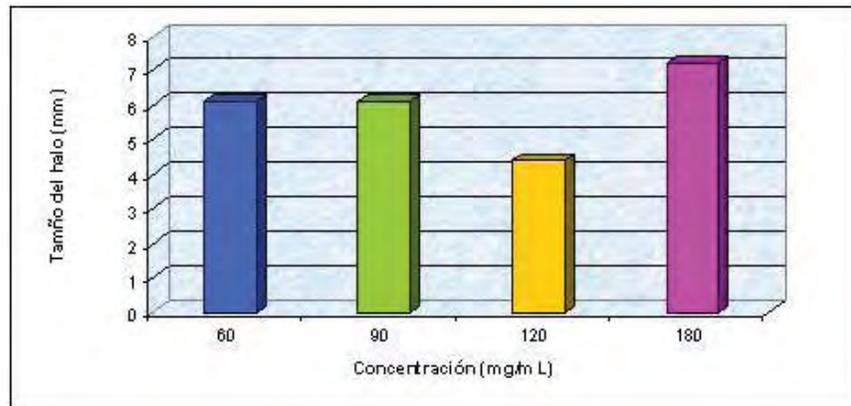


Fig. 16 *S. aureus*, a) Halo de inhibición concentración 120 mg.mL⁻¹, b) Halo de inhibición concentración 180 mg.mL⁻¹.

En el caso de la bacteria *S. β-hemolítico* de la gráfica 12, el efecto de inhibición se dio en las cuatro concentraciones probadas 60, 90, 120 y 180 mg.mL⁻¹ los halos observados tienen un tamaño de 6.1, 6.4, 4.4 y 7.2 mm respectivamente; por lo tanto su análisis estadístico señala que los valores de los halos de las concentraciones de 60 y 90 mg.mL⁻¹ son iguales; para 90 y 120 mg.mL⁻¹ presentan una diferencia estadística significativa; ya que el halo de 120 mg.mL⁻¹ es menor al de 90 mg.mL⁻¹; y para 120 y 180 mg.mL⁻¹ también se presenta una diferencia estadística significativa (apéndice). Esta variante en el tamaño del halo se debe a que en algunos no se presentó la forma circular comúnmente observada, (considerándolos irregulares) provocando la variante en el tamaño del mismo.

Para esta bacteria la CMI se dio a los 60 mg.mL⁻¹. La figura 17 muestra el crecimiento variado de los halos de inhibición para esta cepa.



Gráfica 12. Efecto de inhibición de *O. rosea* en *S. β-hemolítico*.

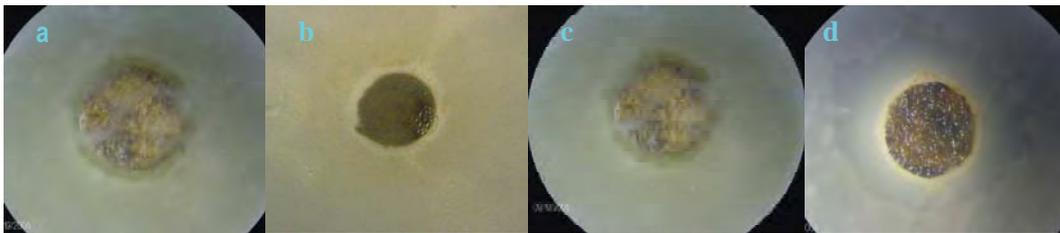
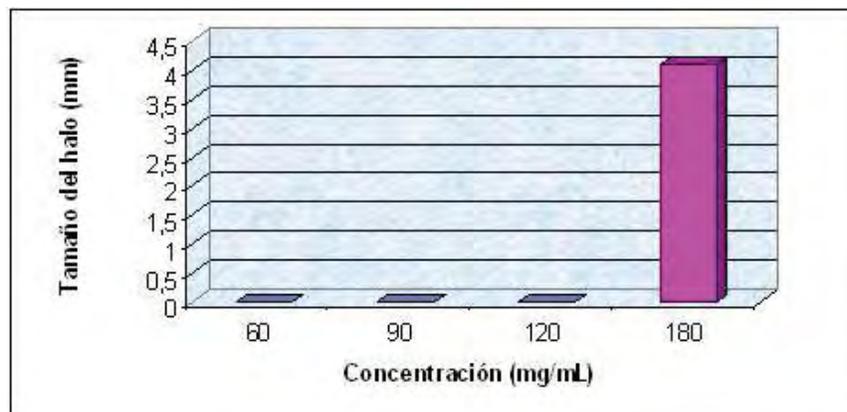


Fig. 17. *S. β-hemolítico*, a) Halo de inhibición concentración de 60 mg.mL⁻¹; b) Halo de inhibición concentración de 120 mg.mL⁻¹, c) Halo de inhibición concentración de 180 mg.mL⁻¹, d) Halo de inhibición concentración de 180 mg.mL⁻¹.

**Bioactividad *in vitro* de los extractos de Plantas Medicinales
Ruderales de la FES-Zaragoza**

La gráfica 13 para la bacteria de *S. mutans* se observó que únicamente hay efecto de inhibición para la concentración de 180 mg.mL⁻¹, ya que las concentraciones de 60, 90 y 120 mg.mL⁻¹ no presentaron efecto inhibitorio; el halo encontrado presenta un tamaño de 4.3 mm; siendo su CMI la observada en los 180 mg.mL⁻¹. La figura 18 muestra el crecimiento del halo.

La bacteria de *S. mutans*, es conocida por provocar las caries de los dientes en un medio de pH bajo, por ello este resultado resulta ser importante, ya que la población sufre constantemente de este padecimiento. Podría realizarse otro estudio con otras concentraciones que se encuentren entre los 140 y 160 mg.mL⁻¹, ya que el tamaño del halo encontrado no es muy pequeño y podría encontrarse una CMI menor a la identificada, además de que si se obtiene un resultado favorable podríamos tener un gasto menor de material vegetal.

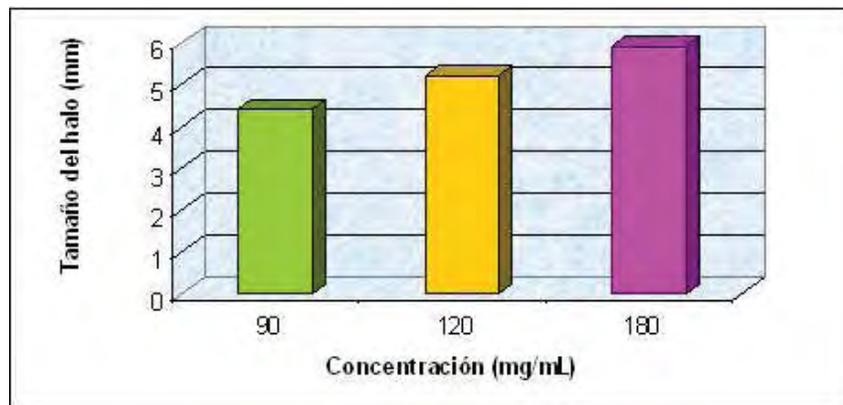


Grafica 13. Efecto de inhibición de *O. rosea* en *S. mutans*.



Fig. 18 *S. mutans*, halo de inhibición presente en la concentración de 180 mg.mL⁻¹

S. pyogenes, gráfica 14 mostró un efecto de inhibición en las concentraciones de 90, 120 y 180 mg.mL⁻¹ con halos de 4.4, 5.2 y 5.9 mm respectivamente; según su análisis estadístico todos los valores presentan una diferencia significativa (apéndice), siendo su CMI la encontrada en 90 mg.mL⁻¹. No presenta efecto de inhibición a los 60 mg.mL⁻¹. La figura 19 muestra el crecimiento de los halos en las diferentes concentraciones probadas.



Gráfica 14 Efecto de inhibición de *O. rosea* en *S. pyogenes*.

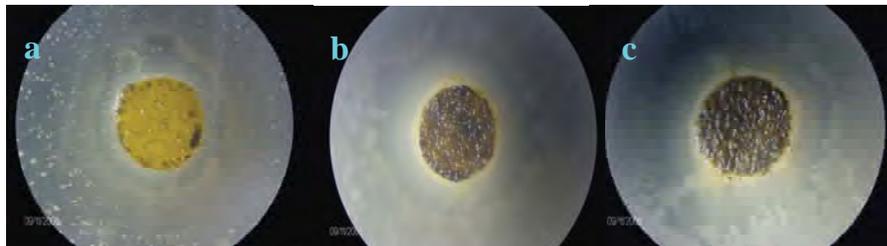
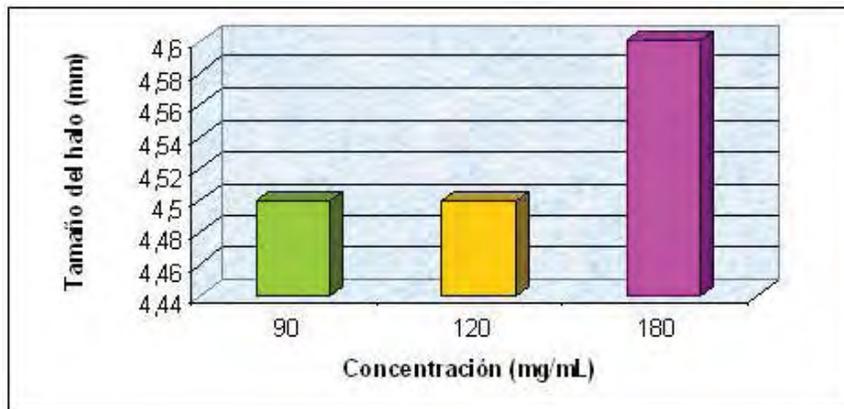


Fig. 19. *S. pyogenes*, a) Halo de inhibición concentración de 90 mg.mL⁻¹, b) Halo de inhibición concentración de 120 mg.mL⁻¹, c) Halo de inhibición concentración de 180 mg.mL⁻¹.

Para el caso de la gráfica 15 mostramos el efecto de inhibición para la bacteria de *S. flexneri*, en la cual vemos que para la concentración de 60 mg.mL⁻¹ no hay efecto inhibitorio; en las concentraciones de 90, 120 y 180 mg.mL⁻¹ si hay efecto y presenta halos de inhibición de las siguientes medidas 4.5, 4.5 y 4.6 respectivamente; por lo que su análisis estadístico nos dice que todas son iguales (apéndice). Para este caso la CMI puede ser cualquiera, pero se recomienda la de 90 mg.mL⁻¹, por el ahorro de material vegetal y en este caso al igual que en otros también se pueden realizar otras pruebas con concentraciones más altas, pero sería importante poder saber que tan tóxica es esta planta. La figura 20 muestra el crecimiento de los halos.



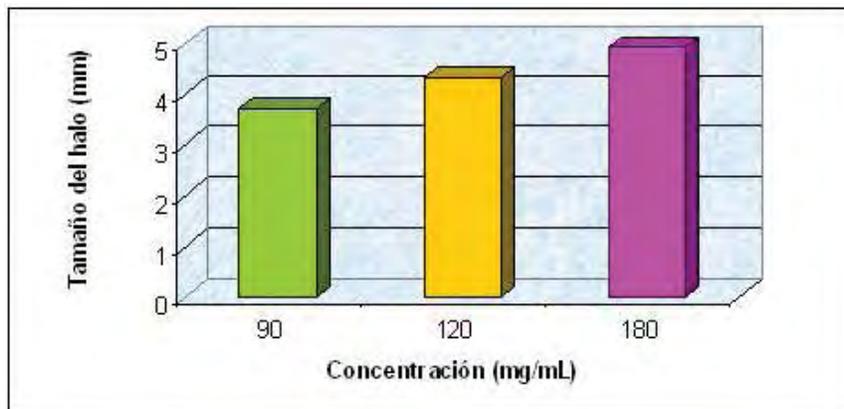
Gráfica 15 Efecto de inhibición de *O. rosea* en *S. flexneri*.



Fig. 20 *S. flexneri*, a) Halo de inhibición concentración de 90 mg.mL⁻¹, b) Halo de inhibición concentración 120 mg.mL⁻¹, c) Halo de inhibición concentración de 180 mg.mL⁻¹.

Observando la gráfica 16 para *M. phlei*, esta al igual que la anterior presentó efecto de inhibición en tres concentraciones ya que 60 mg.mL⁻¹, no mostró efecto alguno; las concentraciones que si tuvieron efecto inhibitorio presentaron halos de los siguientes tamaños concentración de 90 mg.mL⁻¹ halo de 3.7 mm, concentración de 120 mg.mL⁻¹ halo de 4.3 mm y concentración de 180 mg.mL⁻¹ halo de 4.9 mm; su análisis muestra que todas presentan diferencia estadística significativa (apéndice), su CMI se presento a los 90 mg.mL⁻¹. La figura 21 muestra los halos de inhibición para esta cepa.

Al igual que las bacterias de *S. aureus*, y *C. tropicalis* con el extracto de *A. mexicana* y *S. aureus*, *S. pyogenes* del extracto de *O. rosea*, el efecto inhibitorio observado en estas cepas, son dosis dependientes, pues claramente se observa que al aumentar la concentración aumenta el tamaño del halo de inhibición.



Gráfica 16. Efecto de inhibición de *O. rosea* en *M. phlei*.

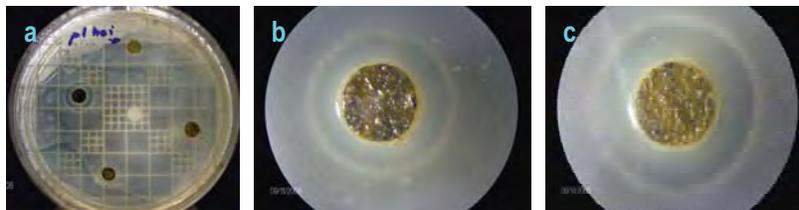
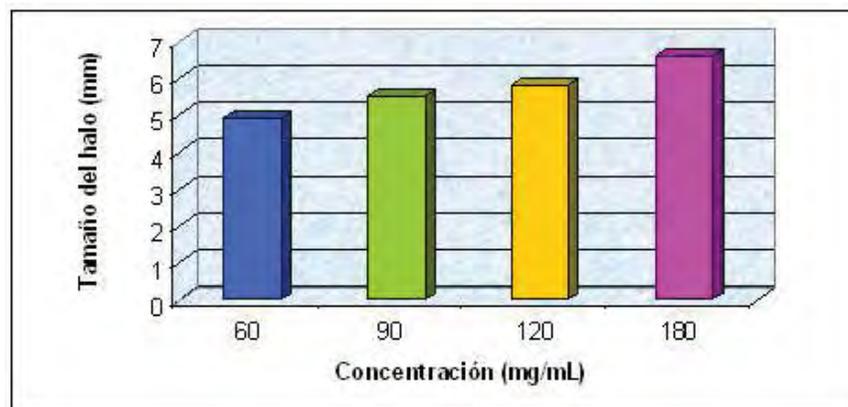


Fig. 21. *M. phlei*, a) Halo de inhibición concentración de 90 mg.mL⁻¹, b) Halo de inhibición concentración de 120 mg.mL⁻¹, c) Halo de inhibición concentración de 180 mg.mL⁻¹.

**Bioactividad *in vitro* de los extractos de Plantas Medicinales
Ruderales de la FES-Zaragoza**

Para el análisis de los hongos probados y comprobar la efectividad del extracto de *O. rosea*, observamos que este tiene un efecto inhibitorio para tres de seis hongos probados y las gráficas siguientes muestran los resultados.

En la gráfica 17 para *C. albicans*, observamos que el efecto de inhibición está presente en las cuatro concentraciones probadas 60, 90, 120 y 180 mg.mL⁻¹ con halos de 4.9, 5.5, 5.8 y 6.6 mm respectivamente, por lo que su análisis indica que 60 mg.mL⁻¹ y 90 mg.mL⁻¹ son iguales; la concentración de 90 y 120 mg.mL⁻¹ no muestran diferencia entre si; y 120 y 180 mg.mL⁻¹ tienen una diferencia significativa entre ellas (apéndice). Su CMI es a los 90 mg.mL⁻¹. La figura 22 muestra los halos de inhibición.



Gráfica 17. Efecto de inhibición de *O. rosea* en *C. albicans*.

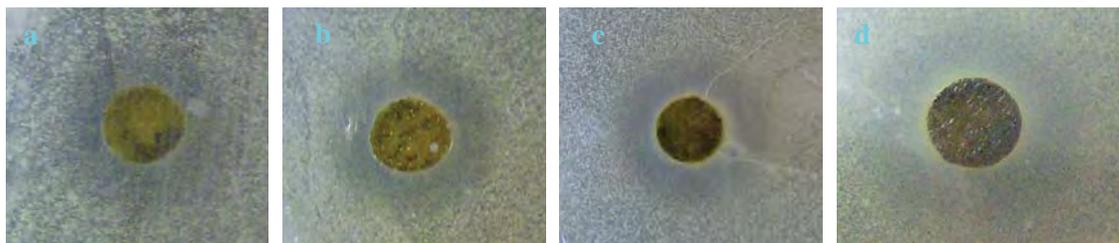
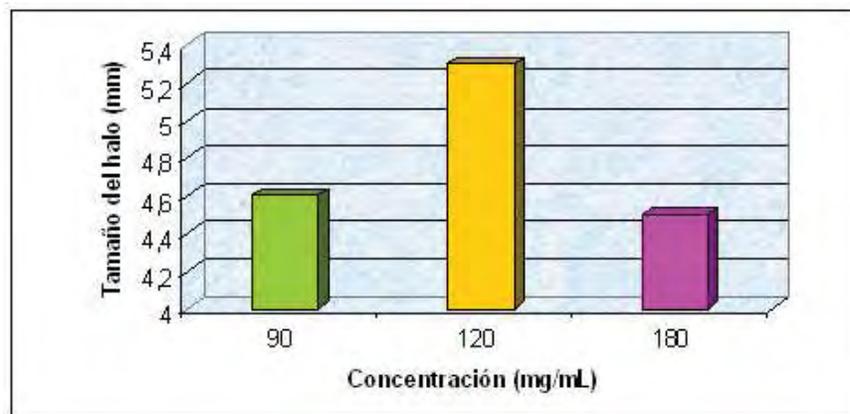


Fig. 22. *C. albicans*, a) Halo de inhibición concentración de 60 mg.mL⁻¹, b) Halo de inhibición concentración de 90 mg.mL⁻¹, c) Halo de inhibición concentración de 120 mg.mL⁻¹, d) Halo de inhibición concentración de 180 mg.mL⁻¹.

C. krusei observada en la gráfica 18, muestra que esta cepa es sensible ante las concentraciones de 90, 120 y 180 mg.mL⁻¹, que presentan halos de 4.6, 5.3 y 4.5 mm respectivamente, ya que la concentración de 60 mg.mL⁻¹ no tiene halo de inhibición, según el análisis estadístico efectuado todas presentan diferencias significativas (apéndice), su CMI se presentó a los 90 mg.mL⁻¹. La figura 23 muestra los halos de esta cepa.



Gráfica 18. Efecto de inhibición de *O. rosea* en *C. krusei*.

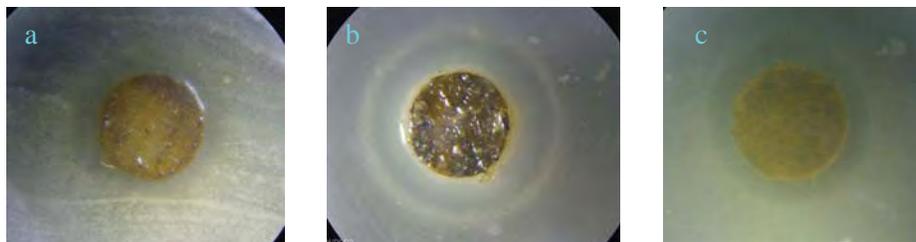
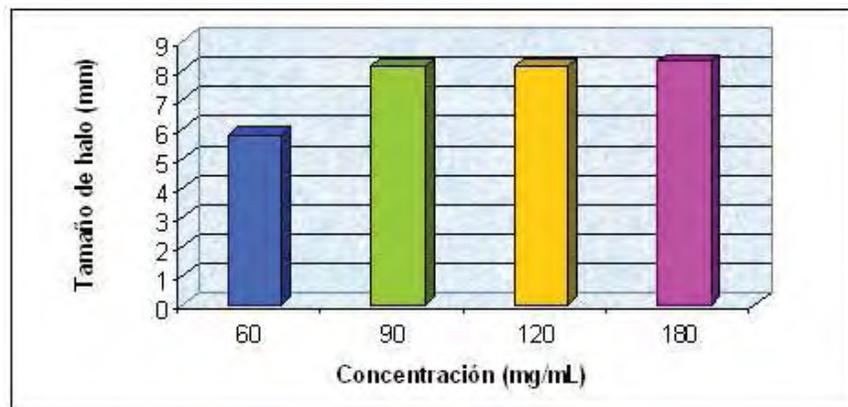


Fig. 23. *C. krusei*, a) Halo de inhibición concentración de 90 mg.mL⁻¹, b) Halo de inhibición concentración de 120 mg.mL⁻¹, c) Halo de inhibición concentración de 180 mg.mL⁻¹.

**Bioactividad *in vitro* de los extractos de Plantas Medicinales
Ruderales de la FES-Zaragoza**

Por último en la gráfica 19 podremos observar el resultado para *C. neoformans*, quien presentó un efecto inhibitorio en las cuatro concentraciones con halos de 5.8, 8.1, 8.1 y 8.3 mm para cada una; por lo que su análisis estadístico dice que la concentración de 60 y 90 mg.mL⁻¹ presentan diferencia significativa; pero 90, 120 y 180 mg.mL⁻¹ son iguales entre si (apéndice), por lo que su CMI es la registrada a los 60 mg.mL⁻¹. La figura 24 muestra el crecimiento de sus halos.



Gráfica 19. Efecto de inhibición de *O. rosea* en *C. neoformans*.

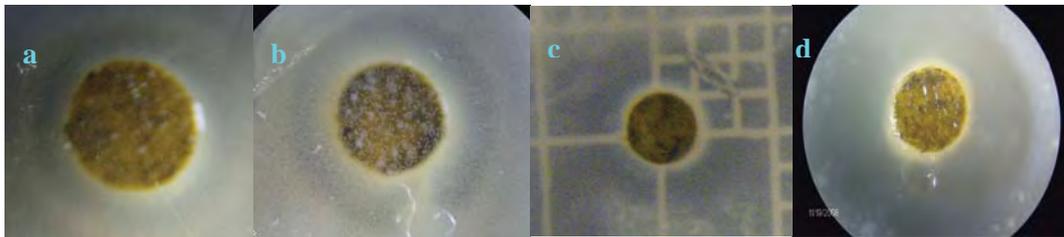
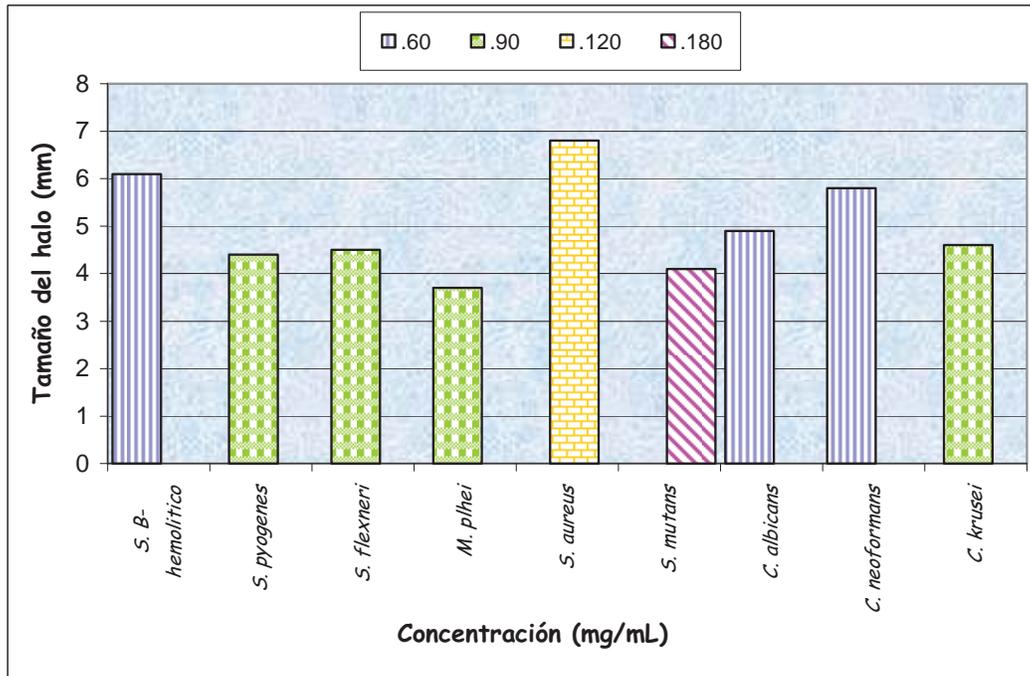


Fig. 24 *C. neoformans* a) Halo de inhibición concentración de 60 mg.mL⁻¹, b) Halo de inhibición concentración de 90mg.mL⁻¹, c) Halo de inhibición concentración de 120 mg.mL⁻¹, d) Halo de inhibición concentración de 180 mg.mL⁻¹.

La gráfica 20, muestra el resultado general obtenido del extracto de *O. rosea*, para las bacterias y hongos, así como los halos de inhibición en las CMI.



Gráfica 20. Tamaño de halos en las concentraciones mínimas inhibitorias de *O. rosea* en bacterias y hongos.

Según los datos observados en la gráfica 20, el extracto de *O. rosea*, inhibió a seis de diez bacterias probadas siendo estas; *S. β-hemolítico* quien fué la única en la que su CMI fue de 60 mg.mL⁻¹, *S. pyogenes*, *S. flexneri* y *M. phlei*, mostraron una CMI de 90 mg.mL⁻¹, en *S. aureus*, fue de 120 mg.mL⁻¹ y para *S. mutans*, se dió en 180 mg.mL⁻¹; en el caso de los hongos *C. albicans* y *C. neoformans*, tuvieron una CMI a los 60 mg.mL⁻¹ y *C. krusei* en los 90 mg.mL⁻¹. Esta planta tuvo un efecto en el 60 % de las bacterias comprobando que tiene acción antibacterial y un 50 % en el caso de los hongos, funcionando aún mejor como antifúngica, puesto que *C. neoformans*, es uno de los hongos más difíciles de combatir y presenta los halos de mayor tamaño.

Las bacterias *E. coli* y *E. faecalis*, no presentaron ningún tipo de inhibición para ninguna de las cuatro plantas probadas; en el caso de los hongos *C. stellatoidea* y *Geotrichium sp.*, tampoco mostraron efecto de inhibición en las plantas analizadas, siendo estos los organismos patógenos que no son inhibidos, pero se les puede realizar otro análisis probando concentraciones mayores a las ya trabajadas.

Bioactividad *in vitro* de los extractos de Plantas Medicinales Ruderales de la FES-Zaragoza

Estrada (1995) dicen que la planta ruderal *A. mexicana* tiene aceites, sales minerales y gluten que permiten combatir quemadas, escaldaduras, llagas, úlceras externas, cortadas leves, etc. Esto concuerda con los resultados obtenidos, ya que al curar este tipo de heridas, es por que posee un efecto antimicrobiano.

Según Cifuentes y Ortega (1990) por los alcaloides que presenta *A. mexicana* puede provocar un efecto paralizante en los músculos, además de producir irritaciones en la piel. Esto lo corrobora Martínez (1996), al mencionar que esta planta es considerada como una especie tóxica y esto es similar en el trabajo de Maldonado y colaboradores (2004), por ello si se realizan pruebas con dosis mas altas, es necesario evaluar cual seria la CMI que no presente toxicidad y que tenga efecto inhibitorio sobre estas cepas probadas o bien otras especies patógenas.

En el caso de *O. rosea*, son escasos los estudios sobre el uso medicinal de esta. En la investigación realizada por Yarlenque y colaboradores (2007), el extracto acuoso presenta un efecto anticoagulante. Y ahora con este trabajo podemos decir que también posee las propiedades de un antibacterial y antifúngico

Se esperaba que *L. virginicum*, tuviese un efecto antibacterial pues según sus usos medicinales esta se usa para enfermedades gastrointestinales principalmente (Martínez, 1996; Linares, 1995). Estudios realizados recientemente con esta planta han comprobado mediante la preparación de un extracto acuoso de la raíz que tiene propiedades antibacterianas frente a *E. coli*, *salmonella*, *typhi* y *S. brydii*, el extracto metanólico de la planta entera tiene efecto antiprotozoario frente a *Entamoeba histolytica*, *Giarda lamblia*, el extracto acuoso de raíz también inhibe a *E. histolytica* y el extracto del etilo de la semilla inhibe a *G. lamblia*. (Osuna, 2005). Esto no lo pudimos evaluar ya que en este estudio se uso la parte aérea para obtener el extracto vegetal y no se consideró a la raíz, ya que esta había sido estudiada.

En el caso de *T. officinale*, se esperaban resultados como antifúngico pues según Maurya y colaboradores (2005) han realizado estudios referentes a sus componentes químicos como inhibidores de hongos. Castro y colaboradores (2002) mencionan que el contenido de sus metabolitos secundarios presenta posibles efectos como hipoglucemiente.

Gutiérrez y Betancourt (2006) indican que el 75% de las plantas medicinales que se comercializan en México provienen de comunidades rurales e indígenas y dentro de estas *A. mexicana*; *Oenothera rosea*, siendo de las plantas ruderales más usadas, así como *L. virginicum* y *T. officinale*, aunque no presentaron efecto inhibitorio, con el grupo de organismos patógenos probados.

9.5 Grupos funcionales de las plantas con efecto inhibitorio

La determinación de los grupos funcionales de las plantas en las cuales se presentaron efectos de inhibición ante los diferentes organismos patógenos probados, se llevó a cabo mediante una espectroscopia de infrarrojo.

En las figuras 25 y 26 se muestran los espectros de infrarrojo de las dos plantas analizadas que tuvieron efecto antibacterial y antifúngico.

Espectro Infrarrojo del extracto de *Argemone mexicana* L.

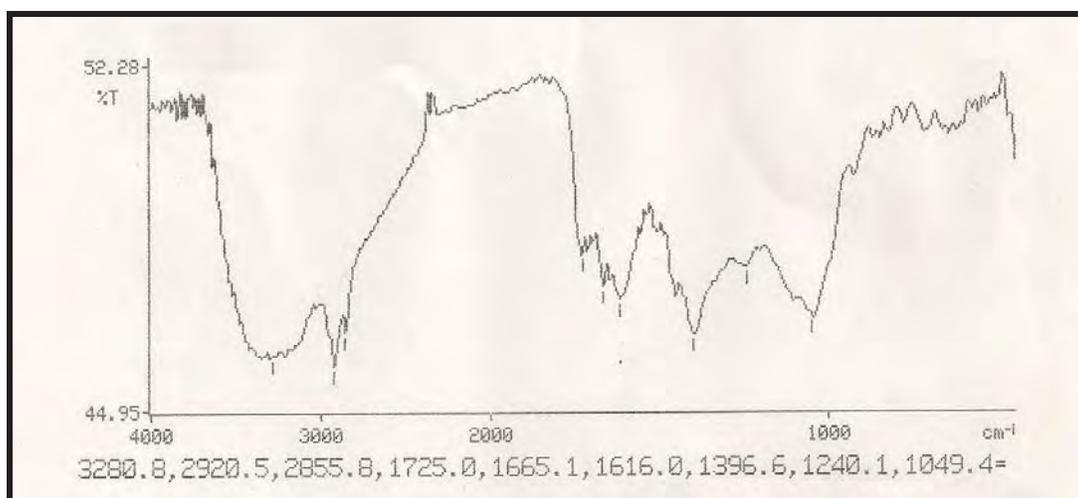


Fig. 25 Espectro de infrarrojo del extracto de *Argemone mexicana* L.

Los grupos funcionales registrados según su longitud de onda son:

3280.8 - OH (alcohol) asociado intermolecularmente (pueden ser enlaces de alcohol)

fenol, ácido carboxílico, C - OH

2920.5 - alcano (C-CH) o bien C - OH, C=O (banda aromática α - aminoácidos,

$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C-C-OH} \end{array}$ o ácido carboxilo

1725.0 - aldehído (C=O) (β - dicetona)

1665.1 - aldehído (H - C=O $\cdot \cdot$ H) - cetonas $\alpha = \beta = \delta$, - insaturado

1616.0 - aromático (β - dulcelonas quelatadas) C=C, σ C=N, NO_(amida)

1396.6 - Compuestos azufre (SO_2)

1240.1 - C - O sin valor promedio

El espectro de I.R del extracto de *Argemone mexicana* L. (Chicalote amarillo), presenta grupos funcionales como alcoholes, fenol, grupos aromáticos con aldehidos y amidas, además de compuestos con azufre (SO_2)

Espectro Infrarrojo del extracto de *Oenothera rosea* L'Herit. ex Aiton

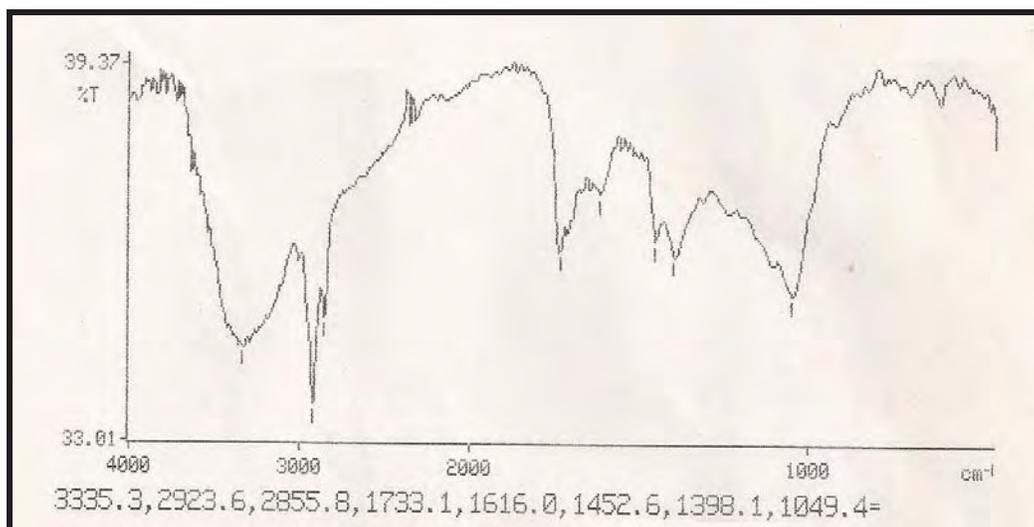


Fig. 26 Espectro de infrarrojo del extracto de *Oenothera rosea* L'Herit. ex Aiton

Los grupos funcionales registrados según su longitud de onda son:

- 3335.3 - OH asociado intermolecularmente (polímero)
- 2923.6 - } OH asociado en quelatos $O - H \cdots O = C$ (cetonas, β
- 2855.8 - } dicarbonílicos)
- 1733.1 - } aromático "Huella del benceno"
- 1616.0 - }
- 1452.6 - aromático
- 1398.1 - = CH (alqueno $C = C$)

El extracto de *O. rosea*, presenta en el espectro del IR, grupos funcionales como alcoholes dentro de la molécula y alcoholes asociados a quelatos donde se pueden

presentar dobles enlaces, además de grupos aromáticos, ya que se presenta la huella del benceno.

El análisis de espectroscopia de infrarrojo es de tipo cualitativo, ya que nos muestra solo la presencia de grupos funcionales de los extractos y nos permite hacer algunas inferencias en la presencia de algunos principios activos.

A. mexicana, cuenta con compuestos azufrados de interés terapéutico que no se encuentran en forma de heterósidos, teniendo aplicaciones de bactericida y antiséptico, la presencia de ácidos fenilcarboxílicos por vía externa actúan como antisépticos, antifúngicos y antivíricos, de igual forma los aldehídos tienen la función de antibacteriales y antifúngicos (Kuklinski, 2003). En el caso de *O. rosea*, también presenta algunos alcoholes y al ver la presencia de estos grupos funcionales se infiere que son parte de las causas que hacen presente un efecto antimicrobiano. Referente a esta planta son pocos los estudios con los cuales se puede hacer una comparación referente a sus metabolitos secundarios,

9.6 Análisis del estudio de suelo de la FES-Zaragoza

En este trabajo se efectuó un análisis de las propiedades físicas y químicas del suelo, ya que este tiene una gran influencia en la nutrición vegetal y por ello en la producción de metabolitos primarios y secundarios (Gutiérrez, 1997). El cuadro 10 presenta los valores de las propiedades del suelo donde crecen las plantas de estudio.

Cuadro 10. Resultados obtenidos del análisis del suelo.

Análisis	Resultados
Propiedades Físicas	
Densidad aparente (D.A.) en g/cc	0.94 g/cc
Densidad real (D.R.) en g/cc	2.64 g/cc
% de E.P	65.9
Textura	Franco-arenosa % arcilla 3.079 % limo 32.98 % arena 63.95
Propiedades químicas	
Determinación de pH real	6.9
Determinación de pH potencial	6.83
Materia orgánica (MO)	3.60

Bioactividad *in vitro* de los extractos de Plantas Medicinales Ruderales de la FES-Zaragoza

Estos resultados nos permiten decir que el valor de la DA y DR (0.94 y 2.64 g.cc⁻¹ respectivamente) nos determina un suelo ligero con una alta porosidad (65.9 %), sobre todo de macroporos debido al 63.95 % de arena y el alto contenido de materia orgánica (3.6), mostrando que este suelo presenta como características principales una capacidad radicular, circulación de gases y almacenamiento de agua favorables para el crecimiento de las plantas. La clasificación textural de este suelo es franco-arenoso (Thompson, 1982; FitzPatrick, 1985).

El pH de 6.8 según la Norma Oficial nos dice que es un suelo ligeramente básico, con tendencias a la neutralidad, pues su valor se encuentra en los límites de la basicidad, un pH de 6.5 a 8.0 indica la presencia de un suelo saturado principalmente por bases (Boul, *et al.*, 1981). Por lo tanto hay una disponibilidad de nutrimentos.

Los suelos poseen propiedades físicas, químicas y biológicas que tienen influencia sobre el desarrollo vegetal, permitiendo que crezcan sin limitantes o bien en condiciones de stress, lo que provoca que las plantas modifiquen su metabolismo, afectando la síntesis de metabolitos secundarios, por ejemplo, Khaosaad y colaboradores (2006), realizaron un estudio en tres genotipos de orégano, a los cuales les aplicaron diferentes dosis de fósforo y los inocularon con los hongos micorrizicos arbusculares, para observar el efectos sobre la producción de aceites esenciales, encontrando que la inoculación con los hongos provocó un incremento en el contenido de los aceites esenciales en dos de tres genotipos de orégano utilizados.

Se sabe que el efecto de los abonos con nitrógeno sobre la producción de alcaloides ha sido objeto de considerables estudios; ya que los fertilizantes nitrogenados incrementan el tamaño de las plantas y sus cantidades de alcaloides producidas. Los efectos del nitrógeno sobre los contenidos en heterósidos y en esencias parecen variables; debido a que el resultado final depende del efecto general del nitrógeno sobre el metabolismo de la planta (Trease, 1991; Gutiérrez, 1997). Fonseca (2008), observó que la especie *C. brasiliense*, al ser colectada y analizada presentó variabilidad química debido a las diferentes condiciones ambientales en las que se desarrolla.

Como dato complementario se tiene información de que los suelos de la FES-Zaragoza CII, han sido enriquecidos con suelos que provienen de lugares como el Izta-Popo, que tienen como característica principal ser suelos ricos en materia orgánica y permiten un buen crecimiento de las plantas, de tal forma que el suelo analizado no presenta las características de los suelos originales (salino-sódicos), debido al aporte de materia orgánica principalmente, pues el muestreo para este análisis fué tomado de 0-20 cm de profundidad.

IX. CONCLUSIONES

En cuanto al rendimiento del peso seco de los extractos, se encontró que *Taraxacum Officinale* Weber, fué la que tuvo un mayor porcentaje de rendimiento del extracto seguida de *Lepidium virginicum* L.

Lepidium virginicum L. y *Taraxacum officinale* Weber, no presentaron efecto inhibitorio con ninguna de las cepas analizadas.

Argemone mexicana L. inhibió siete bacterias de diez y dos hongos de seis probados. En el caso de *Oenothera rosea* L. H'er ex. Aiton, esta presentó un efecto inhibitorio en seis bacterias y tres hongos; por lo tanto esta dos plantas ruderales presentan efecto antibacterial y antifúngico.

La CMI varió en cada caso, pero por lo general esta se reflejo en las concentraciones de 90 mg.mL^{-1}

Los grupos funcionales encontrados mediante la espectroscopia de infrarrojo del extracto de *Argemone mexicana* L. y *Oenothera rosea* L. H'er ex Aiton, son principalmente alcohol (fenol, ác. carboxílico, cetonas, β -dicetona), alcanos, aldehídos, compuestos de azufre, alquenos y sustancias aromáticas.

El enriquecimiento que ha tenido el suelo de la FES-Zaragoza, a través del tiempo le ha permitido a estas plantas desarrollarse de modo favorable, pues los análisis físicos y químicos nos confirman un suelo con un alto contenido de MO, ligeros y con una textura franco arenosa.

Por lo tanto podemos decir que la hipótesis se cumplió de manera parcial pues de las cuatro plantas ruderales analizadas solo dos (*Argemone mexicana* y *Oenothera rosea*) presentaron efecto inhibitorio en las cepas de organismos patógenos probadas en esta investigación.

X. SUGERENCIAS

- En las dos plantas en las cuales no hay efecto inhibitorio se pueden realizar pruebas utilizando otras cepas de bacterias y hongos no solo patógenos para el hombre sino también de organismos que afectan a las plantas.
- En el caso de las dos bacterias en las que la CMI se presentó en 180 mg.mL^{-1} , se pueden realizar estudios posteriores en donde las concentraciones sean aumentadas y oscilen entre 120, 140 y 160 mg.mL^{-1} , para encontrar la CMI real en estos organismos.
- Realizar un estudio para evaluar el grado de toxicidad de los extractos en los cuales se presentó efecto antimicrobiano.
- Hacer una evaluación de estas mismas especies ruderales, que se desarrollen en otras condiciones edafoclimáticas.

XI. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, L. Luz., (2000), "Principios agroclimáticos básicos para la producción de Plantas Medicinales" Revista cubana Plant med 5(3):77-82
- Alfaro, T., Chalala, M., Rodríguez, C., Ramos, R., Carballo, C. y Cabezas, C., (2000), "Lavado y Desinfección de Drogas Vegetales". Normas Técnica. Proceso Tecnológico (Proyecto). Departamento de Control Microbiológico del Centro de Investigación y Desarrollo de Medicamentos. México, D.F.
- Arguello, M. S., (1994), "Creencias tradicionales y uso de plantas medicinales" 1er. Simposio Ecuatoriano de Etnobotánica y Botánica Económica; ABYA-YALA, Quito-Ecuador.
- Barba, P. B., (2002), "Diabetes y medicina tradicional en México" Revista CIENCIA. 53(3):18-20
- Bailey, S., (1991), "Diagnostico microbiológico" Panamericana. Buenos Aires, Argentina.
- Bhattacharjee, I., Soroj, K. C., Soumendranath, C. y Goutam, C., (2006); "Antibacterial potentiality of *Argemone mexicana* solvent extracts against some pathogenic bacteria", Microbiology Research Unit, 101(6): 645-648
- Boul, S. W., Hole, F. D. y McCracken, R. J., (1981), "Génesis y clasificación de suelos", Trillas, México.
- Bozena, S.; Cudlin, P.; Dusek, L.; Hofman, J., (2008), "Vegetation and soil at the terraces of the drevnice and the morava Rivers after Flood" Ecología. Bratislava. 27(4):430-445
- Carrillo, R. y Moreno, G., (2006), "Importancia de las plantas medicinales en el autocuidado de la salud en 3 caserías de Sta. Ana Trujillo, Venezuela" Rev. Facultad de Farmacia 48(2):21-28
- Carpenter, P., (1979), "Microbiología", Interamericana, México.
- Castro, L. A., Fritz, Ch., Félix, V. L., Milla, F. H., Bell, C., Castro, E. N., Palomino de la G. R. y Armas, T. S., (2002), "Investigación de Metabolitos Secundarios en plantas medicinales con efecto hipoglicemiante y determinación del cromo como factor de tolerancia a la glucosa" Ciencia e Investigación. 5 (1): 1-5
- Cebrian, J., Torreclavero, R. y Guarga, J., (2002), "Diccionario Integral de Plantas Medicinales", Egedsa RBA Libros, Barcelona.
- Cervantes, S. A., Márquez, S. M.J. y Rivera, G. P., (2006), "Análisis Estadístico. Un enfoque práctico con Statgraphics", FES-Zaragoza, UNAM, México.
- Cifuentes, E. y Ortega, A. M., (1990), "Herbolaria y Tradiciones etnomédicas en un pueblo Nahuá" UNAM Coordinación de la Investigación Científica, México.

**Bioactividad *in vitro* de los extractos de Plantas Medicinales
Ruderales de la FES-Zaragoza**

- Colegio de Postgraduados, (1996), "Manual de Procedimientos Analíticos para Análisis de Suelos y Plantas de Laboratorio de Fertilidad de Suelos" Colegio de Postgraduados (COLPOS) México.
- Chang, Y. Ch, Chang, F. R., Khalil, A. T., Hsieh, P. W. y Chang, W. Y., (2003), "Citotoxic Benzophenanthridine and Benzyloisoquinoline Alkaloids from *Argemone mexicana*", Rev. Z. Naturforsch 58c (2):521-526
- Díaz, P. R., (1983), "Valor forrajero de las plantas arvenses" Tesis Licenciatura de la UNAM. Fac. de Medicina Veterinaria y Zootecnia, México, D.F.
- Domínguez, A. X., (1992), "Química orgánica", Continental, México.
- Duerden, B.; Reid, T., Jewsbury, J. y Turk, D., (1993), "Microbiología de Enfermedades Infecciosas", Limusa, México.
- Estrada, L. E., (1992), "Plantas Medicinales Introducción a su estudio". Unidad de Estudios Etnobotánicos (UACH), Depto. de Fitotecnia, Centro de Agroforestería para el desarrollo sostenible, México.
- Estrada, L. E., (1995), "Lecturas para el Diplomado Internacional Plantas Medicinales de México", Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- FitzPatrick, E. A., (1985), "Suelos su formación, clasificación y distribución", Continental, México, D.F.
- García, G. M., (2000), "Plantas Medicinales científicamente validadas" Laboratorio de Ensayos Biológicos (LEB); Esc. Med Universidad Costa Rica.
- García, D. E., Medina, M. G., Humbria, J., Domínguez, A., Baldizan, L. y Soca, M., (2006), "Composición proximal, niveles de metabolitos secundarios y valor nutritivo del follaje de algunos árboles forrajeros tropicales", Archivos de zootecnia, 55(212):373-384
- Gasca, G. J., (2000), "Fitoterapia Diente de león (*Taraxacum officinale* Weber), Rev. Medicina Naturista, 1(6):2025
- Gerald, M., (1997), "Enfermedades Infecciosas, Principios y prácticas", Panamericana, Buenos Aires, Argentina.
- Gómez, V. M., (2002), "Especies arvenses con capacidad para remover Cd, Pb y Zn de los suelos del Valle del Mezquital, Hgo." Tesis de Lic., Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- González, F. J., Urbina, F. M., Castellanos, C. J., Tamayo, J., Solorzano, F. L. y Becerril, M. C., (2006), "FARMACOPEA de los Estados Unidos Mexicanos", Tomo I. Secretaría de Salud. Comisión permanente, México.
- Gutiérrez, V. M., (1997), "Nutrición mineral de las plantas: avances y aplicaciones", Agronomía costarricense 21(1):127-137
- Gutiérrez, D. M. y Betancourt, A. Y., (2006), "El Mercado de Plantas Medicinales en México, situación actual y Perspectivas de Desarrollo", Fondo de América del Norte para la Cooperación Ambiental (FANCA), México.

- Ingraham J., (1998), "Introducción a la Microbiología", Reverte, España.
- Jackson, M. L., (1964), "Análisis químico de suelos", Omega, España.
- Jiménez P. M., (2002), "Establecimiento del Protocolo de Micropropagación para la Planta Medicinal *Phyllanthus niruri* (Euphorbiaceae)", Tesis de Lic., Centro de Investigación de Biotecnología, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago.
- Jirí, S. J., Prokés, F. y Severa, F., (1988), "Plantas Medicinales", Susaeta Artia, Praga.
- Jochimsen, M. E., (2001), "Vegetation development and species assemblages in a long-term reclamation project on mine spoil": *Plantsociology and Ecology, University Essen Germany*. 17(2-3):187-198
- Kalwij, J.M., Milton, S.J., y McGeoch, M.A, (2008), "Road verges as invasion corridors? Aspatial hierarchical test in an arid ecosystem", *Landscape Ecol.* 10(23):439-551
- Khaosaad, T., Vierheilig, H., .Nell, M., Zitterl-Eglseer, K. y Novak, J., (2006), Arbuscular mycorrhiza alter the concentration of Essentials oils in oregano (*Origanum sp.*, Lamiaceae); *Rev. Mycorrhiza*, 16:443-446.
- Koneman, M.D., (2003), "Diagnóstico microbiológico, Texto y Atlas Color" Médica Panamericana, México.
- Koneman, W., Alen, S., Dowell, V., Janda, W., Somers, H. Y Winn, W., (1992), "Diagnóstico microbiológico", Medica Panamericana, Argentina.
- Kuklinski, C., (2003), "Farmacognosia (Estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural)" Omega, Barcelona.
- Laguerenne, A., (1984), "Como hacer un herbario", Continental, México.
- Linares, M. E., (1995), "Selección de Plantas Medicinales de México", Limusa, México.
- Lozoya, L. X., (1976), "Estado actual del conocimiento en plantas medicinales mexicanas" Instituto Mexicano para el estudio de plantas medicinales, México.
- Madigan M; Martinko J, (2005). "Biology of Microorganisms", Prentice Hall.
- Maguna, F. P., Romero, A. M., Garro, O. A. y Okulik, N. B., (2006). "Actividad microbiana de un grupo de terpenoides", Universidad Nacional del Nordeste. Sáenz Peña, Argentina. 1-4 (E-057)
- Maldonado, A. B., Ortiz, S. A. y Dorado, R. O., (2004), "Preparados galénicos e imágenes de Plantas Medicinales", Universidad Autónoma del Estado de Morelos, (Centro de educación ambiental e investigación Sierra de Huatla, Mor.) CONABIO, México.
- Martínez, M., (1994), "Catálogo de Nombres Vulgares y Científicos de Plantas Mexicanas", Fondo de Cultura Económica, México.
- Martínez, M., (1996), "Las Plantas Medicinales de México", Botas, México.

Bioactividad *in vitro* de los extractos de Plantas Medicinales
Ruderales de la FES-Zaragoza

- Martínez, G. J., (2005), "Las Plantas medicinales y su seguridad" Una guía para la utilización correcta de las drogas vegetales y sus preparaciones fitomedicinales; Nexus Médica; Barcelona, España.
- Martínez, M. Ma. C., Ortíz, H. E., Romero, V. A., Volkow, F. N., Jiménez, N.F., Olarte, Q. J., Contreras, E. E., Quevedo, M. J., Ruiz, M. L. y López, B. M., (2004), "Atlas de México". Dirección General de Materiales y Métodos Educativos de la Subsecretaría de Educación Básica y Normal de la S.E.P. México.
- Maurya, S., Gurdip, S., Lampasona de, M. P. y Catalan, C., (2005), "Chemical constituents, antifungal and antioxidative potencial of *Foeniculum vulgare* volatile oil and its acetone extract" 17 (26): 745-752
- McFaddin, F. J., (2003), "Pruebas Bioquímicas para la identificación Clínica", Panamericana, México.
- Murray, R., Kobayashi, S., Ptaller, A. y Rosenthal, S., (1992), "Microbiología médica", Harcourt Brace, España.
- Naval, M. V., Gómez-Serranillos, M. P., Carretero, M. E., Gupta, M. y Villar, A. M., (2000), "Estudio fotoquímico y de la actividad antiestrés de *Lepidium virginicum* L." Resúmenes II Congreso de Fitoterapia - XXIII Reunión de la AEMN - II Reunión de la SEFIT.
- Navarrete, C. A., (1998), "Evaluación de las Plantas Medicinales", Panorama, México.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-021-RECNAT-2000
- Osuna, T. L., Tapia, P. M. E. y Aguilar, C. A., (2005), "Plantas Medicinales de la medicina tradicional mexicana para tratar afecciones gastrointestinales. Estudio etnobotánico, fitoquímico y farmacológico" Universidad de Barcelona, España.
- Pérez, G. R., Ávila, C. A., Edgill, L. R., Colón, L. Y., Quesada, C. W., Bello, G. J. y Panfet, C., (2005), "Actividad antitumoral de una mezcla de polisacáridos obtenida de la especie *Argemone mexicana* L.", Rev. Cubana Plant med 10(3-4): 1-9
- Ramos, R. A., Villaescusa, G. A. y Vizoso, P. A., (1996), "Ausencia de Genotoxicidad en extractos fluidos de *Orthosiphon aristatus* Blume (Té de riñón) y *Lepidium virginicum* L. (Mastuerzo)", Rev. Cubana Plant. Med. 1(2): 38-43
- Ricaurte, C. C., Castro, M. J. y Quijano P. A., (2005), "Determinación de metales en las estructuras del Diente de león (*Taraxacum officinale* Weber), Hierbabuena (*Mentha piperita*) y Manzanilla (*Matricaria chamomilla*)", Rev. BISTUA, 3(0001):38-44

- Rico, B. M., (1988), "Plantas medicinales ruderales en las vías del ferrocarril del Valle de México", FES Zaragoza, UNAM. Área Conocimiento e Investigación, México.
- Romero, C. R., (2007), "Microbiología y parasitología humana (Bases etiológicas de las enfermedades infecciosas y parasitarias)", Médica Panamericana, México.
- Rosales R. T., Garza, M., Arias C., Rodríguez M., Fattel F., Arce P., Hernández G. y Villa T., (2007), "Aqueous crude extract of *Rhoeo discolor*, a Mexican medicinal plant, decreases the formation of liver preneoplastic foci in rats"; Journal of Ethnopharmacology, 1(115): 382-386.
- Sabatés, M. R., (1995), "La Salud por las Plantas Medicinales (Medicina Natural)", CevaGRAF, Barcelona.
- Shauenberg, P., (1980), "Guía de plantas medicinales", Omega, Barcelona. España.
- Shaukat, S. S., Siddiqui, A. I., Khan, H. G. y Zak, M. J., (2002), "Nematicidal and allelopathic potential of *Argemone mexicana*, a tropical weed", Plant and soil 5(245): 239-247
- Stainer, Y., Michel D., y Adelberg, E., (1981), "Microbiología", Prentice-Hall, Madrid, España.
- Solís, M. A., (2006), "Maleza aprovechable para la agricultura y la alimentación" Gaceta UNAM Comunidad, México
- Thompson, M.L., (1982), "Los suelos y su fertilidad", Reverté, España.
- Torres S. P., (2001), "Flora Fanerogámica de la zona Arqueológica de Teotihuacan, Estado de México", Polibotánica Instituto Nacional Politécnico, 12 (1405-2768): 57-83
- Trease, G. E., (1991), "Tratado de Farmacognosia" Nueva Interamericana, México.
- Valenzuela, E., (2007), "Especies introducidas ¿Plantas dañinas?" Asociación para la Biología de la Conservación-Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia, La Paz.
- Villegas, G. M., (1967), "Estudio Florístico y Ecológico de las Plantas Arvenses de la parte meridional de la Cuenca de México", Tesis de Lic. IPN Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México.
- Vivanco, M.J., Cosio, E., Loyola M. V. y Flores E. H., (2005), "Mecanismos químicos de defensa en las plantas", Investigación y Ciencia, Universidad de Darmstadt,
- Yarlequé, M., Yarlequé, L. y Rueda, L., (2007), "Efecto anticoagulante del extracto acuoso de *Oenothera rosea* Ait'on (Chupasangre)", An Fac Med Lima, 68 (1):24

- Yarnell, E. y Abascal, K., (2009), "Dandelion (*Taraxacum officinale* and *T. mongolicum*)", Integrative Medicine Vol. 8(02) 35-38
- Zinsser, (1998), "Microbiología", Panamericana, Barcelona.

BIBLIOGRAFÍA ELECTRÓNICA

- CONABIO, (2005); 8 de julio de 2005. [En línea] (03-Agosto 2008).
- Danival. (2003). "Importancia del Antibiograma" Antibióticos, http://www.danival.org/microclin/antibiot/_madre_antibiot.html (17/Agosto/2007)
- Google Earth, (2008), "Ubicación FES Zaragoza" www.zaragoza.unam.mx (18/enero/2009).
- (IESN), Instituto de Estudios Salud Natural, (2001), "Principios Activos de la Plantas"; Hierbas, Alimentos que curan; [En línea] www.geocities.com/ceniuschile/IESN.html (03/sept./2007).
- INEGI (2008) "Mapa digital de México" Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (18/enero/2009).
- (SISIB) Sistema de Servicios de Información y Bibliotecas de la Universidad de Chile, (2008), "Metabolitos Secundarios" <http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/ap/> (30/Marzo 2009)
- Vicario, S., (2000), "Herbolaria Milenaria en México", [En línea] <http://www.natura.com.mx/articulos/herbolaria/herbomile4.html> (02-Dic.-2008).

A P E N D I C E

Argemone mexicana L. (Chicalote amarillo)

Pruebas de comparación múltiple de Tukey en *Bacillus subtilis*

Method: 95.0 percent LSD

Concentraciones	Count	Mean	Homogeneous Groups
60	5	0.0	X
120	5	0.0	X
90	5	0.0	X
180	5	3.78	X

Contrast	Difference	+/- Limits
60 - 90	0.0	0.219285
60 - 90	0.0	0.219285
60 - 120	0.0	0.219285
60 - 120	0.0	0.219285
60 - 180	*-3.78	0.219285
90 - 120	0.0	0.219285
90 - 180	*-3.78	0.219285
120 - 180	*-3.78	0.219285

* Presentan diferencia estadística significativa.

Pruebas de comparación múltiple de Tukey en *Corynebacterium xerosis*

Method: 95.0 percent LSD

Concentraciones	Count	Mean	Homogeneous Groups
90	5	0.0	X
60	5	0.0	X
180	5	4.64	X
120	5	4.74	X

Contrast	Difference	+/- Limits
60 - 90	0.0	0.990023
60 - 120	*-4.74	0.990023
60 - 180	*-4.64	0.990023
90 - 120	*-4.74	0.990023
90 - 180	*-4.64	0.990023
120 - 180	0.1	0.990023

* Presentan diferencia estadística significativa.

**Bioactividad *in vitro* de los extractos de Plantas Medicinales
Ruderales de la FES-Zaragoza**

Pruebas de comparación múltiple de Tukey en *Staphylococcus aureus*

Method: 95.0 percent LSD

Concentraciones	Count	Mean	Homogeneous Groups
60	5	0.0	X
90	5	0.0	X
120	5	4.2	X
180	5	5.34	X

Contrast	Difference	+/- Limits
60 - 90	0.0	0.484806
60 - 120	*-4.2	0.484806
60 - 180	*-5.34	0.484806
90 - 120	*-4.2	0.484806
90 - 180	*-5.34	0.484806
120 - 180	*-1.14	0.484806

* Presentan diferencia estadística significativa.

Pruebas de comparación múltiple de Tukey en *Streptococcus β-hemolítico*

Method: 95.0 percent LSD

Concentraciones	Count	Mean	Homogeneous Groups
60	5	0.0	X
90	5	4.08	X
180	5	4.86	X
120	5	7.66	X

Contrast	Difference	+/- Limits
60 - 90	*-4.08	0.430817
60 - 120	*-7.66	0.430817
60 - 180	*-4.86	0.430817
90 - 120	*-3.58	0.430817
90 - 180	*-0.78	0.430817
120 - 180	*2.8	0.430817

* Presentan diferencia estadística significativa.

Pruebas de comparación múltiple de Tukey en *Streptococcus mutans*

Method: 95.0 percent LSD

Concentraciones	Count	Mean	Homogeneous Groups
60	5	0.0	X
90	5	4.44	X
120	5	4.48	X
180	5	4.48	X

Contrast	Difference	+/- Limits
60 - 90	*-4.44	0.902395
60 - 120	*-4.48	0.902395
60 - 180	*-4.48	0.902395
90 - 120	-0.04	0.902395
90 - 180	-0.04	0.902395
120 - 180	0.0	0.902395

* Presentan diferencia estadística significativa

Pruebas de comparación múltiple de Tukey para *Shigella flexneri*

Method: 95.0 percent LSD

Concentraciones	Count	Mean	Homogeneous Groups
90	5	4.04	X
60	5	4.3	XX
120	5	4.6	XX
180	5	4.66	X

Contrast	Difference	+/- Limits
60 - 90	0.26	0.355362
60 - 120	-0.3	0.355362
60 - 180	*-0.36	0.355362
90 - 120	*-0.56	0.355362
90 - 180	*-0.62	0.355362
120 - 180	-0.06	0.355362

* Presentan diferencia estadística significativa

**Bioactividad *in vitro* de los extractos de Plantas Medicinales
Ruderales de la FES-Zaragoza**

Pruebas de comparación múltiple de Tukey para *Mycobacterium phlei*.

Method: 95.0 percent LSD

Concentraciones	Count	Mean	Homogeneous Groups
120	5	3.88	X
60	5	4.04	X
90	5	4.18	X
180	5	5.02	X

Contrast	Difference	+/- Limits
60 - 90	-0.14	0.658197
60 - 120	0.16	0.658197
60 - 180	*-0.98	0.658197
90 - 120	0.3	0.658197
90 - 180	*-0.84	0.658197
120 - 180	*-1.14	0.658197

* Presentan diferencia estadística significativa.

Pruebas de comparación múltiple de Tukey en el hongo *Candida krusei*

Method: 95.0 percent LSD

Concentraciones	Count	Mean	Homogeneous Groups
60	5	0.0	X
90	5	4.1	X
180	5	5.48	X
120	5	5.5	X

Contrast	Difference	+/- Limits
60 - 90	*-4.1	0.831102
60 - 120	*-5.5	0.831102
60 - 180	*-5.48	0.831102
90 - 120	*-1.4	0.831102
90 - 180	*-1.38	0.831102
120 - 180	0.02	0.831102

* Presentan una diferencia estadística significativa.

Pruebas de comparación múltiple de Tukey en el hongo *Candida tropicalis*

Method: 95.0 percent LSD

Concentraciones	Count	Mean	Homogeneous Groups
60	5	0.0	X
90	5	5.6	X
120	5	6.4	X
180	5	8.56	X

Contrast	Difference	+/- Limits
60 - 90	*-5.6	0.581721
60 - 120	*-6.4	0.581721
60 - 180	*-8.56	0.581721
90 - 120	*-0.8	0.581721
90 - 180	*-2.96	0.581721
120 - 180	*-2.16	0.581721

* Presentan una diferencia estadística significativa.

Oenothera rosea L'Herit. ex Aiton (Hierba del golpe)

Pruebas de comparación múltiple de Tukey para *Staphylococcus aureus*

Method: 95.0 percent LSD

Concentraciones	Count	Mean	Homogeneous Groups
60	5	0.0	X
90	5	0.0	X
120	5	6.8	X
180	5	7.88	X

Contrast	Difference	+/- Limits
60 - 90	0.0	0.39773
60 - 120	*-6.8	0.39773
60 - 180	*-7.88	0.39773
90 - 120	*-6.8	0.39773
90 - 180	*-7.88	0.39773
120 - 180	*-1.08	0.39773

*Presentan diferencia estadística significativa.

**Bioactividad *in vitro* de los extractos de Plantas Medicinales
Ruderales de la FES-Zaragoza**

Pruebas de comparación múltiple de Tukey para *Streptococcus β -hemolítico*

Method: 95.0 percent LSD

Concentraciones	Count	Mean	Homogeneous Groups
120	5	4.44	X
60	5	6.12	X
90	5	6.12	X
180	5	7.24	X

Contrast	Difference	+/- Limits
60 - 90	0.0	0.578623
60 - 120	*1.68	0.578623
60 - 180	*-1.12	0.578623
90 - 120	*1.68	0.578623
90 - 180	*-1.12	0.578623
120 - 180	*-2.8	0.578623

* Presentan diferencia estadística significativa.

Pruebas de comparación múltiple de Tukey para *Streptococcus mutans*

Method: 95.0 percent LSD

Concentraciones	Count	Mean	Homogeneous Groups
60	5	0.0	X
120	5	0.0	X
90	5	0.0	X
180	5	4.38	X

Contrast	Difference	+/- Limits
60 - 90	0.0	0.386266
60 - 120	0.0	0.386266
60 - 180	*-4.38	0.386266
90 - 120	0.0	0.386266
90 - 180	*-4.38	0.386266
120 - 180	*-4.38	0.386266

*Presentan diferencia estadística significativa.

Pruebas de comparación múltiple de Tukey para *S. pyogenes*

Method: 95.0 percent LSD

Concentraciones	Count	Mean	Homogeneous Groups
60	5	0.0	X
90	5	4.44	X
120	5	5.2	X
180	5	5.94	X

Contrast	Difference	+/- Limits
60 - 90	*-4.44	0.402783
60 - 120	*-5.2	0.402783
60 - 180	*-5.94	0.402783
90 - 120	*-0.76	0.402783
90 - 180	*-1.5	0.402783
120 - 180	*-0.74	0.402783

* Presentan diferencia estadística significativa.

Pruebas de comparación múltiple de Tukey para *Shigella flexneri*

Method: 95.0 percent LSD

Concentraciones	Count	Mean	Homogeneous Groups
60	5	0.0	X
120	5	4.56	X
90	5	4.58	X
180	5	4.66	X

Contrast	Difference	+/- Limits
60 - 90	*-4.58	0.562076
60 - 120	*-4.56	0.562076
60 - 180	*-4.66	0.562076
90 - 120	0.02	0.562076
90 - 180	-0.08	0.562076
120 - 180	-0.1	0.562076

*Presentan diferencia estadística significativa.

**Bioactividad *in vitro* de los extractos de Plantas Medicinales
Ruderales de la FES-Zaragoza**

Pruebas de comparación múltiple de Tukey para *Mycobacterium phlei*

Method: 95.0 percent LSD

Concentraciones	Count	Mean	Homogeneous Groups
60	5	0.0	X
90	5	3.74	X
120	5	4.34	X
180	5	4.96	X

Contrast	Difference	+/- Limits
60 - 90	*-3.74	0.182362
60 - 120	*-4.34	0.182362
60 - 180	*-4.96	0.182362
90 - 120	*-0.6	0.182362
90 - 180	*-1.22	0.182362
120 - 180	*-0.62	0.182362

* Presentan diferencia estadística significativa.

Pruebas de comparación múltiple de Tukey para el hongo *Candida albicans*

Method: 95.0 percent LSD

Concentraciones	Count	Mean	Homogeneous Groups
60	5	4.9	X
90	5	5.56	XX
120	5	5.84	X
180	5	6.66	X

Contrast	Difference	+/- Limits
60 - 90	-0.66	0.673384
60 - 120	*-0.94	0.673384
60 - 180	*-1.76	0.673384
90 - 120	-0.28	0.673384
90 - 180	*-1.1	0.673384
120 - 180	*-0.82	0.673384

*Presentan diferencia estadística significativa.

Pruebas de comparación múltiple de Tukey para el hongo *Candida krusei*

Method: 95.0 percent LSD

Concentraciones	Count	Mean	Homogeneous Groups
60	5	0.0	X
180	5	4.58	X
90	5	4.6	X
120	5	5.34	X

Contrast	Difference	+/- Limits
60 - 90	*-4.6	0.576678
60 - 120	*-5.34	0.576678
60 - 180	*-4.58	0.576678
90 - 120	*-0.74	0.576678
90 - 180	0.02	0.576678
120 - 180	*0.76	0.576678

*Presentan diferencia estadística significativa.

Pruebas de comparación múltiple de Tukey para el hongo *Cryptococcus neoformans*

Method: 95.0 percent LSD

Concentraciones	Count	Mean	Homogeneous Groups
60	5	5.84	X
90	5	8.12	X
120	5	8.14	X
180	5	8.3	X

Contrast	Difference	+/- Limits
60 - 90	*-2.28	1.33706
60 - 120	*-2.3	1.33706
60 - 180	*-2.46	1.33706
90 - 120	-0.02	1.33706
90 - 180	-0.18	1.33706
120 - 180	-0.16	1.33706

*Presentan diferencia estadística significativa.