UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMIA

Efecto de extractos de plantas del semidesierto Mexicano sobre las bacterias *Pectobacterium carotovorum* subp. *carotovorum, Erwinia amylovora, Dickeya chrisanthemi, Rhizobium radiobacter* y *Pseudomonas* sp.

Por:

ARIANA VICTORIA GARCÍA GONZÁLEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de

INGENIERO EN AGROBIOLOGIA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Septiembre de 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMIA

Efecto de extractos de plantas del semidesierto Mexicano sobre las bacterias *Pectobacterium carotovorum* subp. *carotovorum, Erwinia amylovora, Dickeya chrisanthemi, Rhizobium radiobacter* y *Pseudomonas* sp.

Presentada Por:

ARIANA VICTORIA GARCÍA GONZÁLEZ

TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGIA

Aprobada

Asesor principal

Dr. Francisco Daniel Hernández Castillo

Sinodal

Q. F. B. Diana Margarita Morales Adame

Sinodal

M.C. Francisco Castillo Reyes

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

Saltillo, Coahuila, México

Septiembre de 2011

Coordinación
División de Agronomía

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a todas las personas que me han acompañado en el trascurso de mi vida especialmente a mi madre (la Sra. M. del Rosario González Rivera), por que mas que ser quien me trajo al mundo es mi incondicional, mi motor y mi fuerza, porque estoy tan orgullosa de ti y de tus decisiones, ciertamente la vida nos ha dado tantas lecciones sin embargo el tenerte ha sido la prueba de que con amor y fortaleza, ¡todo se puede superar!

A mis hermanos (Jane, Sofía, Jorge y Maritza), Por apoyarme tanto a lo largo de mi vida, con consejos, cariño y paciencia; por ser un ejemplo para mi, por impulsarme a seguir superándome, por poder presumir del amor que nos une y nos convierte en la gran familia que somos. A mi peque Daniela; por ser mi cómplice y el motivo por el que quiero ser mejor cada día, por que mas que ser mi hermanita eres mi mejor amiga.

A cada uno de mis sobrinos y sobrinas, por ser una de mis más grandes razones del querer superarme, porque aun siendo todos tan pequeños me han enseñado grandes cosas, por el amor que me han dado y la felicidad que me brindan cuando estoy junto a ellos.

A mis amigos; Ema, Edgar, Lupita y Macú, porque durante estos cinco años de mi vida han estado con migo incondicionalmente, por tantos momentos felices que compartimos juntos, sin premeditarlo se convirtieron en mi familia, cada día aprendí algo nuevo de ustedes, me permitieron ser participes de sus acontecimientos, porque a lo largo de la vida te encuentras con miles de personas a tu paso sin embargo muy pocas se convierten en piezas importantes en tu desarrollo, ustedes en mi vida significan esas importantes piezas, desconozco si volveré a verlos o no sin embargo sepan que siempre vivirán en mi corazón.

A Alex Gómez por tu apoyo, tu respeto y tu cariño.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, Por darme la oportunidad de vivir, de ser quien soy, de elegir para mí a la mejor familia que alguien pudiera tener, por la fortaleza que me has dado para superar los obstáculos que se me han presentado, gracias por tu guía en cada instante de mi vida.

A mi "Alma Mater", Por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad de realizar una de mis metas, gracias porque dentro de ti he vivido una de las mejores etapas de mi vida.

Al Dr. Francisco Daniel Hernández Castillo; por brindarme su confianza, dedicación, asesorías, aportaciones y darse el tiempo para aconsejarme y preocuparse no solo por el ámbito profesional de mi vida.

Al M.C. Francisco Castillo Reyes, Por sus aportaciones y su accesibilidad en todo momento, por su paciencia y su ayuda constante a lo largo de toda la investigación.

A la Q. F. B. Diana M. Morales Adame, Por su apoyo constante y paciencia para transmitirme sus conocimientos, por brindarme su confianza así como su valiosa amistad.

A la empresa GBS Global, S.A. de C.V. por el apoyo financiero para la realización del presente trabajo de investigación.

Quiero agradecerle a Cristy laboratorista del departamento de parasitología de la UAAAN y a Marce estudiante de Doctorado de la UAAAN, por su accesibilidad y su ayuda profesional en la realización de esta investigación, gracias por permitirme adquirir muchos de sus conocimientos.

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CUADROS vi

INDICE DE FIGURAS vii

INDICE DE CUADROS DEL APENDICE viii

RESUMEN ix

INTRODUCCIÓN 1

OBJETIVO 2

HIPOTESIS 2

REVISIÓN DE LITERATURA 3

Enfermedades de las Plantas 3

Bacterias Fitopatógenas 4

Ubicación de las Bacterias Fitopatógenas en la Clasificación de Procariotas 4

Características Morfológicas 5

Ecología y Diseminación 6

Daños Causados por Bacterias 7

Síntomas Producidos por Bacterias Fitopatógenas 7

Principales Géneros de Bacterias Causantes de Enfermedades 8

Características del los Géneros *Dickeya*, *Erwinia* y *Pectobacterium* 8

Características del Género *Rhizobium* 11

Características del Género *Pseudomonas* 13

Manejo de las Enfermedades Bacterianas 14

Consecuencias al Medio Ambiente 15

Efecto sobre Enemigos Naturales 16

Nuevas Alternativas de Control 16

Extractos Vegetales 16

Uso de Extractos Vegetales en el Control de Bacterias Fitopatógenas 17

Plantas del Semidesierto Mexicano 22

Característica de la Gobernadora (*Larrea tridentata*) 22

Características del Hojasén (*Flourensia cernua*) 24

Características de Lechuguilla (*Agave lechuguilla*) 25

Características de Nopal (*Opuntia ficus indica*) 26

Características de Orégano (*Lippia graveolens*) 27

Características de Ruezno del Nogal (*Carya illinoensis)* 29

Características de Yuca (*Yucca filifera*) 30

MATERIALES Y MÉTODOS 31

Ubicación del Sitio Experimental 31

Extractos Vegetales Utilizados 31

Bacterias Fitopatógenas 32

Efecto de Extractos Vegetales en el Crecimiento y Desarrollo de Bacterias Fitopatógenas 32

Preparación del Medio de Cultivo Envenenado 32

Preparación de la Suspensión Bacteriana 33

Diseño Experimental 33

Efecto del Extracto Etanólico de Larrea tridentata y Flourensia cernua en la Pudrición Bacteriana en Papa 34

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 35

Efecto de los Extractos Vegetales en Pectobacterium carotovorum subp. carotovorum 36

Efecto de los Extractos Vegetales en Erwinia amylovora 40

Efecto de los Etractos Vegetales en Dickeya chrisanthemi 44

Efecto de los Extractos Vegetales en Rhizobium radiobacter 47

Efecto de los Extractos Vegetales en Pseudomonas sp. 51

Efecto del Extracto Etanólico de Larrea tridentata y Flourensia cernua en la Pudrición Bacteriana en Papa 54

CONCLUSIÓNES 57

LITERATURA CITADA 58

APÉNDICE 67

INDICE DE CUADROS

Cuadro Pag.

1. Extractos vegetales obtenidos de plantas del semidesierto mexicano y contenido de taninos totales, (Pérez, 2010). 31

2. Comparación de medias sobre el efecto en la inhibición del crecimiento de *Pectobacterium carotovorum* subp *carotovorum*, con diferentes extractos vegetales obtenidos con los solventes agua y etanol. 36

3. Comparación de medias sobre el efecto en la inhibición del crecimiento de *Erwinia amylovora*, con diferentes extractos vegetales obtenidos con los solventes agua y etanol. 41

4. Comparación de medias sobre el efecto en la inhibición del crecimiento de *Dickeya chrisanthemi*, con diferentes extractos vegetales obtenidos con los solventes agua y etanol. 44

5. Comparación de medias sobre el efecto en la inhibición del crecimiento de *Rhizobium radiobacter*, con diferentes extractos vegetales obtenidos con los solventes agua y etanol. 48

6. Comparación de medias sobre el efecto en la inhibición del crecimiento de *Pseudomonas* sp., con diferentes extractos vegetales obtenidos con los solventes agua y etanol. 51

7. Incidencia de extractos vegetales acuosos y etanólicos de *Larrea tridentata y Flourensia cernua* en la pudrición bacteriana en papa. 55

INDICE DE FIGURAS

Cuadro Pag.

1. Crecimiento de *Pectobacterium carotovorum* subp *carotovorum* en medios de cultivo envenenado……..... 38

2. Porcentaje de inhibición de *Pectobacterium carotovorum* subp. *carotovorum* a diferentes concentraciones de extractos vegetales……. 39

3. Crecimiento de Erwinia amylovora en medios de cultivo envenenado……. 43

4. Porcentaje de inhibición de *Erwinia amylovora* a diferentes concentraciones de extractos vegetales…….. 43

5. Crecimiento de *Dickeya chrisanthemi* en medios de cultivo envenenado…..... 46

6. Porcentaje de inhibición de *Dickeya chrisanthemi* a diferentes concentraciones de extractos vegetales…….. 47

7. Crecimiento de *Rhizobium radiobacter* en medios de cultivo envenenado……. 50

9. Crecimiento de *Pseudomonas* sp. en medios de cultivo envenenado……..... 53

10. Porcentaje de inhibición de *Pseudomonas* sp. a diferentes concentraciones de extractos vegetales……. 54

12. Efecto de los extractos de gobernadora etanol en rodajas de papa inoculadas con *Pectovacterium carotovorum* subp. *carotovorum*…… 56

INDICE DE CUADROS DEL APENDICE

Cuadro Pag.

Cuadro 1. Análisis de varianza sobre la inhibición del crecimiento de *Pectobacterium carotovorum* subp *carotovorum* con diferentes extractos vegetales acuosos y etanolicos. 67

Cuadro 2. Análisis de varianza sobre la inhibición del crecimiento de *Erwinia amylovora* con diferentes extractos vegetales acuosos y etanolicos 67

Cuadro 3. Análisis de varianza sobre la inhibición del crecimiento de *Dickeya chrisanthemi* con diferentes extractos vegetales acuosos y etanolicos. 67

Cuadro 4. Análisis de varianza sobre la inhibición del crecimiento de *Rhizobium radiobacter* con diferentes extractos vegetales acuosos y etanolicos 68

Cuadro 5. Análisis de varianza sobre la inhibición del crecimiento de *Pseudomonas* con diferentes extractos vegetales acuosos y etanolicos 68

Cuadro 6. Escala promedio obtenida de cuatro repeticiones señalando la Incidencia de extractos vegetales acuosos y etanólicos de *Larrea tridentata y Flourensia cernua* en la pudrición bacteriana en papa. 68

RESUMEN

La utilización de extractos vegetales para el control de plagas es una alternativa con grandes beneficios, por los que el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto bactericida de extractos vegetales acuosos y etanólicos de siete plantas del semidesierto mexicano, sobre el crecimiento *Pectobacterium carotovorum* subp. *carotovorum*, *Erwinia amylovora*, *Dickeya chrysanthemi*, *Rhizobium rediobacter* y *Pseudomona* sp. La investigación se realizó en el Laboratorio de Extractos Vegetales de la empresa GBS GLOBAL, S.A. de C.V. y en el Laboratorio del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro localizada a siete kilómetros al sur de la ciudad de Saltillo Coahuila. Las especies vegetales de donde se obtuvieron los extractos son: *Larrea tridenteta* (Gobernadora), *Flourensia cernua* (hojasén), *Agave lechuguilla* (Lechuguilla), *Lippia graveolens* (Orégano), *Yucca filifera* (Yuca), *Opuntia ficus indica* (Nopal), *Carya illinoensis* (Ruezno de Nogal). Para el desarrollo de la investigación se utilizó la técnica del medio de cultivo envenenado, se evaluaron distintas concentraciones de extracto cada una con cuatro repeticiones. Para el análisis de datos se utilizó un diseño experimental completamente al azar, aplicando un análisis de varianza y de medias a través de la prueba de Tukey (0.05), mediante el paquete estadístico SAS versión 8.0. Los resultados obtenidos indican las concentraciones mas bajas de inhibición fueron con Gobernadora etanol a 50 ppm, Hojasén etanol y Hojasén Agua a 300 ppm, para *P. carotovorum* subp. *carotovorum;* para *E. amylovora* los mejores tratamientos fueron Gobernadora etanol a 300 ppm y Lechuguilla etanol a 400 ppm; los mejores tratamientos para *D. chrisanthemi* fueron con Gobernadora etanol a 50 y 100 ppm, Hojasén etanol y Lechuguilla etanol a 300 ppm; para *R. radiobacte,* fueron con Hojasén etanol a 30 y 50 ppm; y para *Pseudomonas sp.* los mejores tratamientos fueron con Hojasén etanol a 30 ppm, Gobernadora etanol a 50 ppm y Lechuguilla etanol a 200 ppm. Al término de esta investigación se puede concluir que todos los extractos vegetales presentan actividad inhibitoria sobre el crecimiento de las cinco bacterias fitópatogenas. Los extractos acuosos y etanolicos con mayor efecto bactericida fueron los de *Larrea tridentata y Flourensia cernua* inhibiendo el desarrollo de las cinco bacterias fitópatogenas a concentraciones bajas. El solvente etanol mostro ser más eficaz en cuanto a sus propiedades antimicrobianas.

Palabras clave: Extractos vegetales, bacterias fitópatogenas, *Pectobacterium* sp, *Erwinia* sp., *Dickeya* sp. *Pseudomona* sp., *Rhizobium* sp.

INTRODUCCIÓN

El número de las enfermedades en plantas causadas por bacterias es relativamente pequeño en comparación con el resto de los microorganismos. Sin embargo, algunas de ellas causan serios daños al cultivo, como la marchites vascular del tomate y chile, así como pudriciones suaves en hortalizas y ornamentales, causando pérdidas significantes a los agricultores (Hooker, 1980), entre los géneros de importancia agrícola se encuentran; *Erwinia, Pseudomonas, Agrobacterium, Xantomonas*, y *Clavibacter* (Aranda, 2002).

Investigaciones recientes indican que el ataque de las bacterias en papa ocasiona pérdidas estimadas en 19% en el campo y 13% en pos cosecha siendo *Erwinia spp*. y *Pseudomonas solanacearum* las de mayor relevancia (García et al., 2000), en tomate las pérdidas pueden ser del 17%, en campo (Gonzalo, 1994); en variedades susceptibles de caña de azúcar, algunas bacterias causan hasta un 50% de reducción en la producción (Estrado 1982).

El desarrollo de enfermedades a causa de bacterias en plantas es un tema al que los productores se enfrentan constantemente; junto a ello se detecta la necesidad de establecer nuevas y mejores alternativas de control que produzcan un menor impacto ambiental, reduciendo el uso de plaguicidas, por lo que, el desarrollo de técnicas y métodos que permitan el equilibrio ecológico sin arriesgar la salud humana, constituye hoy en día un reto para la agricultura (Gallegos et al., 2003).

El uso de extractos vegetales en el control de plagas es una alternativa con grandes beneficios, representa la oportunidad para manejar integradamente los cultivos, debido a su bajo costo y al menor impacto sobre el ambiente. Diversos antecedentes indican el potencial antimicrobiano de especies vegetales distribuidas en la zona semidesértica de México como: *Larrea tridentata* y *Flourensia cernua* (Lira, 2003), Así como *Carya illinoensis, Agave lechuguilla*, *Yuca filifera*, *Opuntia ficus indica*, y *Lippia graveolens* (Hernández et al., 2010; Castillo et al., 2010). No obstante, hay pocos trabajos sobre el control de bacterias fitopatógenas con extractos a partir de especies vegetales (Harvey, 2000).

OBJETIVO

Evaluar el efecto bactericida de extractos acuosos y etanólicos de siete plantas del semidesierto Mexicano, sobre el crecimiento *in vitro* de *P. carotovorum* subp. *carotovorum, D. chrysanthemi, E. amylovora, R. radiobacter* y *Pseudomonas sp.*

HIPOTESIS

Al menos uno de los extractos acuosos y/u etanólicos de la siete plantas evaluadas plantas, tendrá un efecto bactericida.

REVISIÓN DE LITERATURA

Enfermedades de las Plantas

Las Enfermedades de las plantas representan el factor natural que más afecta la productividad agrícola. Es común ver cultivos destruidos por los patógenos que llegan a causar daños tan graves, que la cosecha se pierde totalmente (Sosa et al., 1997). Dichas enfermedades y plagas de las plantas existían desde tiempos prehistóricos pero fue con la trasformación del hombre en agricultor, modificando suelos para poder cultivar, cuando los agentes causantes de las mismas comenzaron a cobrar importancia, incidiendo negativamente en la producción.

Sólo han pasado poco más de 100 años desde que una bacteria fue implicada como agente causal de una enfermedad vegetal. En 1878 se demostró que las bacterias estaban asociadas con el tizón de fuego de las manzanas y peras en Illinois y Nueva York en EEUU (Burril 1878).

El hombre, en su afán de obtener una gran variedad de productos vegetales con fines alimenticios, medicinales, industriales u ornamentales, y poder incursionar en el comercio, desarrollo diversos ejemplares de una misma especie propiciando que las poblaciones de agentes causantes de enfermedades aumentaran. Otro factor fue la introducción de numerosas especies exóticas y con ellas, sus plagas y enfermedades. Al romperse el equilibrio natural entre las plantas y sus enemigos, éstos han proliferado en ocasiones de forma alarmante, obligando al hombre a una continua lucha por combatirlos por medios diversos (Bauer y Agertes, 1987).

Bacterias Fitopatógenas

En la naturaleza el número de bacterias formalmente descritas es de alrededor de 1600 especies (Oku 1994), la mayoría son organismos estrictamente saprófitos y como tales benefician, ya que ayudan a descomponer las cantidades enormes de materia orgánica producida por el hombre. Se considera que alrededor de 200 especies de bacterias son las consideradas como responsables de causar enfermedades en las plantas. No obstante, las bacterias fitopatógenas están ampliamente distribuidas en las regiones agrícolas del mundo, y cuando existen condiciones favorables para su desarrollo, provocan pérdidas económicas tan graves, que llegan a ser catastróficas (Hernández, 2000).

Como sucede con todos los organismos patógenos, las bacterias adquieren importancia económica cuando sus poblaciones alcanzan niveles específicos. En condiciones óptimas las bacterias exhiben un potencial de multiplicación mayor que cualquier otro microorganismo fitopatógeno. La taxonomía de las bacterias es muy compleja y ha sufrido frecuentes cambios, (Goto, 1992). El reconocimiento de las mismas como causantes de enfermedades en plantas, comenzó hace alrededor de 100 años. En una década (1877-1887) Burril y Arthur en Estados Unidos, estudiando el tizón de fuego de las pomaceae; en Holanda Walker investigo la amarillez del Jacinto y el mal negro de la vid, Savastano en Italia, demostraron que dichas enfermedades tenían una bacteria como agente casual. A pesar de estos trabajos, muchas enfermedades vegetales no fueron reconocidas como ocasionadas por las bacterias, y solamente a comienzos del siglo XX las evidencias existentes, permitieron convencer y aceptar universalmente la existencia de enfermedades causadas por bacterias (García, 1994).

Ubicación de las Bacterias Fitopatógenas en la Clasificación de Procariotas

Dentro del Reino PROCARYOTAE, en la División de los GRACILICUTES y en la Clase PROTEOBACTERIA es en donde se encuentran clasificados la mayoría de los géneros de bacterias fitopatógenas de mayor importancia agrícola: *Erwinia, Pseudomonas, Xanthomonas, Agrobacterium* y *Xylella.* Sin embargo, también en la Clase THALLOBACTERIA, de la División FIRMICUTES los géneros *Clavibacter* y

Streptomyces tienen especies que también causan daños graves en cultivos tan importantes como el jitomate y la papa. Los géneros *Bacillus, Clostridium, Arthrobacter* y *Curtobacterium,* también pertenecen a los *Firmicutes,* y poseen especies fitopatógenas, pero de menor importancia, (Schaad, 1980).

Características Morfológicas

La mayoría de las bacterias patógenas de plantas tienen forma de bastón de 1 a 2 um de largo, están en general separados, excepto durante la fase de reproducción, en que se observan agrupadas. Casi sin excepción, son móviles por medio de flagelos; pueden ser aerobias o anaerobias y en ambos casos patógenas obligadas o facultativas; no forman endosporas, excepto *Bacillus* y *Clostridium.* La mayoría es Gram negativas, excepto *Clavibacter, Streptomyces, Clostridium* y *Bacillus* (Sosa-Moss, 1974).

Las paredes celulares de la mayoría de las especies de bacterias están cubiertas por un material viscoso y gomoso que puede ser delgado o denso, formado por una masa relativamente amplia en torno a la célula. La mayoría de las bacterias fitopatógenas poseen delicados flagelos en forma de filamentos que a menudo son considerablemente más largos que las células que formaron. En algunas especies las bacterias presenta un solo flagelo, mientras que otras poseen un ramillete de flagelos en uno de sus extremos, algunas tienen un flagelo simple o un ramillete de ellos en cada extremo y todavía otras poseen flagelos peritricos, es decir, distribuidos sobre toda la superficie (Leben, 1981).

En las especies filamentosas de *Steptomyces*, las células constan de filamentos ramificados cenocíticos (no septados), los cuales a menudo tiene forma espiral y producen conidios en cadena sobre hifas aéreas (Jauch, 1979).

Muchas bacterias fitopatógenas están rodeadas por una capa o cápsula compuesta de diferentes sustancias predominando los polisacáridos (Ferreira y Salgado, 1995). Se conoce que estos exopolisacáridos protegen a las bacterias de la desecación (Leben, 1981), contribuyen en la adherencia a la superficie de las plantas (Wilson et al., 1999) y modifican el ambiente alrededor de la bacteria para favorecer la multiplicación y sobrevivencia en condiciones adversas (Beattie y Lindow, 1995).

Ecología y Diseminación

La mayoría de las bacterias fitopatógenas se desarrollan principalmente como organismos parásitos en las plantas hospedantes y parcialmente en el suelo como saprófitos.

Sin embargo hay grandes diferencias entre especies en cuanto al grado de desarrollo en uno u otro ambiente (Fernández, 1969).

Algunas bacterias patógenas, tales como *Erwinia amylovora* que proboca el tizón de fuego, produce sus poblaciones en la planta hospedera, mientras que en el suelo su número disminuye con rapidez y a menudo no participa en el avance de la enfermedad de una estación a otra. Estos patógenos han desarrollado ciclos de infección sostenidos de planta en planta, con frecuencia a través de insectos vectores, ya sea debido a la naturaleza perenne del hospedero o a la asociación que se establezca entre las bacterias y sus órganos de propagación vegetativa o semilla, han perdido los requerimientos necesarios para sobrevivir en el suelo (Rivera, 1999).

Algunas otras bacterias patógenas, tales como *Agrobacterium tumefaciens*, la cual produce la agalla de corona, forman sus poblaciones en el interior de las plantas hospedantes, pero estas poblaciones sólo disminuyen gradualmente cuando se liberan en el suelo (Rivera, 1995). En caso de que hospedantes susceptibles se desarrollen en ese suelo durante varios años, podrían liberarse una cantidad suficientemen alta de bacterias para causar un incremento neto en su número poblacional de una estación a otra. Otras bacterias patógenas, como *Erwinias* y *Pseudomonas* causantes de pudriciones blandas proceden de sus poblaciones en el suelo (Salli, 1978).

Cuando las bacterias habitan en el suelo, viven principalmente sobre los órganos vegetales y con menos frecuencia libre y/o saprofíticamente o en su mucílago bacteriano natural el cual las protege de factores adversos. Las bacterias pueden sobrevivir en o sobre las semillas, otros órganos de las plantas, insectos, etc., que se encuentran en el suelo. Sobre las plantas, las bacterias pueden sobrevivir epifíticamente en yemas, en heridas, en sus exudados o en el interior de varios tejidos u órganos que infectan (Fernández, 1969).

La diseminación de las bacterias fitopatógenas de una planta a otra parte de la misma planta, se lleva a cabo principalmente a través del agua, los insectos, diversos animales y el hombre. Aún bacterias que poseen flagelos se desplazan sólo a distancias muy cortas. La lluvia por su efecto de lavado o salpicado, lleva y distribuye bacterias de una planta a otra, de uno de sus órganos a otro y del suelo a las plantas inferiores (Dicknson, y lucas, 1987).

Daños Causados por Bacterias

Los síntomas de las enfermedades que producen no son siempre típicos y se pueden confundir con los producidos por enfermedades debidas a los hongos o a otros agentes. Los daños que producen pueden ser tumores, marchitamientos, necrosis secas o podredumbres blandas (Jauch, 1985).

Las bacteriosis se propagan por medio de prácticas culturales, a través de esquejes de plantas contaminadas, o a través del propio suelo, por el uso de sustratos contaminados. También pueden ser transmitidas por insectos y nematodos. Siempre penetran por los estomas o por una lesión existente, pues carecen de órganos diferenciados que les permitan penetrar mecánicamente en los tejidos de la planta. Para luchar contra las bacteriosis son necesarias medidas profilácticas ante todo, pudiéndose recurrir a la lucha química, utilización de material sano, lucha biológica, etc. (Dicknson, y lucas, 1987).

Síntomas Producidos por Bacterias Fitopatógenas

Manchas y tizones: Pueden aparecer sobre hojas, tallos, inflorescencias y frutos como manchas de varios tamaños o como necrosis continuas de rápido avance (tizones). La mayoría de las manchas bacterianas son causadas por bacterias de los géneros *Xanthomonas* y *Pseudomonas* mientras que los tizones verdaderos son causados por especies de *Erwinia* y *Pseudomonas* (González, 1981).

Marchitamientos vasculares: Afectan plantas herbáceas como hortalizas, cultivos mayores y a platas tropicales y ornamentales. Entre los géneros de bacterias que producen este tipo de enfermedad se encuentran especies de los géneros *Clavibacter, Curtobacterium, Erwinia, Pseudomonas y Xanthomonas* (González, 1981).

Agallas y proliferación de raicillas: Las agallas de forman en los tallos y raíces de plantas infectadas, principalmente por bacterias pertenecientes al género *Agrobacterium*. Además está involucrada en esta sintomatología una bacteria del género *Pseudomonas.* La proliferación de raicillas puede ser ocasionada por bacterias también del género *Agrobacterium* y *Rhodococcus* (Hernández, 2000).

Cánceres: Son producidos por bacterias del género *Clavibacter*, *Xanthomonas*, y *Pseudomonas* (Hernández, 2000).

Sarnas: Estos son síntomas ocasionados por bacterias del género *Streptomyces* principalmente (Hernández, 2000).

Principales Géneros de Bacterias Causantes de Enfermedades

Los principales géneros de bacterias fitopatógenas son los siguientes: *Pseudomonas, Xanthomonas, Erwinia, Agrobacterium, Pectobacterium* y el anteriormente llamado *Corynebacterium* que se dividió en cuatro géneros *Rhodococcus, Arthrobacter, Clavibacter* y *Cuitobacterium.* Existen otros géneros que también causan enfermedades, entre ellos *Xilella, Clostridium* y *Bacillus* (Rivera, 1999).

Características del los Géneros *Dickeya, Erwinia* y *Pectobacterium*

Goto, (1994) clasifica a esta bacteria de la siguiente manera, Reino: Procaryotae, División: Gracilicutes, Clase: Protobacteria, Familia: Enterobacteriaceae, La taxonomía del género *Erwinia* es compleja y está constituida por varios grupos. El más relevante es el grupo *carotovora* que se caracteriza por incluir la especie *E. chrysanthemi* y las subespecies *E. carotovora* subsp. *carotovora y E. carotovora* subsp. *atroseptica* (Hauben *et al*., 1998). Este genero se ha dividido recientemente en *Pectobacterium* y *Erwinia*, clasificando a las bacterias actualmente como *P. chrysanthemi*, *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*, *P. carotovorum* subsp. *atrosepticum*, y *E. amylovora*, (Shevchik y Hugouvieux–Cotte–Pattat, 2003); En cuanto a la especie *E. chrisanthemi* Samson *et al.* (2005) propone el cambio del genero de esta especie a *Dickeya*, actualmente el nombre *E. chrisanthemi* tiene prioridad únicamente por la mayor utilización del nombre en la literatura cintifíca.

Estas especies causan enfermedades en vegetales con pérdidas en la producción de frutales (*E. amylovora),* ornamentales y hortalizas entre otros (*P. carotovorum* subp. *carotovorum* [Sin. *Erwinia carotovora* (Jones)], el genero *Pectobacterium*, es representativo de este grupo y comprende especies que ocasionan pudriciones blandas por la degradación enzimática de la pectina estructural de la pared celular vegetal (Shevchik y Hugouvieux–Cotte–Pattat, 2003).

Los síntomas causados por estas bacterias en tubérculos y base de los tallos son la clásica alteración enzimática de los tejidos, que se tornan blandos y húmedos. Asimismo, también como acción bacteriana se puede presentar una errática emergencia de los tallos y la posterior caída de los mismos. Otro síntoma, es el colapso del pedúnculo de la flor ya cortada durante el período de postcosecha. Además, el tejido degradado y macerado por *Erwinias* spp. Bajo condiciones naturales es de consistencia blanda, de aspecto opaco, de color blanco y desprende un fuerte olor a podrido (Welsh, 1991; Dole y Wilkins, 1999).

Smith *et al.* (1992) señalan que *Erwinia* es un género algo heterogéneo de bacterias gram (-), bacilares (0.5-1.0 x 1-3u), que aparecen aisladas, en parejas o a veces en cadenas cortas, las especies de *Erwinia* son anaerobias facultativas. Agrios (1996) reporta, que se desplaza por medio de varios flagelos perítricos.

Algunas especies de *Erwinia* no producen enzimas pépticas y causan marchitamientos o enfermedades necróticas (como el grupo *E. amylovora*), mientras que otras presentan una notable actividad pectolítica y causan pudriciones blandas en las plantas (como el grupo *E. carotovora*).

En este género se distinguen básicamente dos grupos; las bacterias pectolíticas y no pectoliticas (Messiaen *et al.* 1995).

Las *Erwinias* pectolíticas.- También denominadas *Pectobacterium,* que se subdividen en dos especies *E. carotovora* var. *atroseptica,* adaptadas a bajas temperaturas, que es agente de podredumbre de órganos carnosos, y *E. chrysanthemi,* adaptada a temperaturas elevadas de la cual se han manifestado algunos patovares fuera del dominio

de las hortalizas que se expresan en plantas florales, *Diffenbachia*, maíz, etc. (Messiaen *et al.* 1995).

Las *Erwinias* no pectolíticas.- Entre los cuales podemos encontrar verdaderos agentes parásitos de acusada especificidad parasitaria por ejemplo; *E. tracheiphila,* agente de la traqueobacteriosis de las cucurbitáceas y saprófitos corrientes como *E. herbicola,* un agente invasor secundario universal de lesiones de origen fúngico o bacteriano, que no deben confundirse con las *Xanthomonas,* aunque sus colonias de rápido crecimiento se caractericen también por un color amarillo (Messiaen *et al.* 1995).

Epidemiología

Erwinia carotovora es una bacteria que se multiplica muy activamente a temperaturas altas (mayores a 25°C), en las regiones templadas, donde el principal agente la pierna negra es *E. carotovora*, la mayor parte de la papa que se siembra está contaminada por el patógeno.

En ataques graves, prácticamente todos los tubérculos se pudren, permanecen firmes durante una temporada para posteriormente pudrirse en almacén (Perombelon y Kelman, 1980). Adicionalmente, requiere condiciones de alta humedad en el suelo, en algunos casos puede desarrollarse en condiciones anaeróbicas. Es una especie polífaga que ataca a todas las especies hortícolas. Penetra por heridas e invade tejidos medulares, provocando generalmente podredumbres acuosas y blandas que suelen desprender olor desagradable (Perombelon y Kelman, 1980).

Síntomas

En condiciones templado-frescas las plantas a veces pueden morir antes o poco después de que emerjan, con lo que hay fallas en la plantación; sin embargo, los primeros síntomas de la enfermedad se observan en las plantas emergidas que con frecuencia aparecen achaparradas o duras, con un follaje verde pálido o amarillo. Las hojas, sobretodo las superiores, son rígidas y erectas y sus márgenes se enrollan hacia adentro; el cuello de la planta, hasta unos 10 cm por encima y por debajo del nivel del suelo, esta ennegrecido o

pardo oscuro y podrido, pero permanece firme; durante los períodos secos esta podredumbre basal es parda más clara, seca y a menudo escamosa (Davis, 1976).

En una planta pueden o no estar afectadas todos los tallos, pero con frecuencia solo se muestra en uno o dos, y posteriormente se observan lesiones hundidas de color negro. Si los tallos afectados se cortan transversalmente unos 5 cm sobre la raíz, normalmente se puede observar un cambio de coloración a pardo de los haces principalmente de tejido lignificado. El tubérculo usado para siembra casi siempre está podrido. Al avanzar la estación, las hojas de las plantas afectadas empardesen y la planta muere. En las plantas en que aparece la enfermedad tardíamente, cuando el cultivo ya ha cerrado, o durante rachas de tiempo húmedo, la podredumbre basal es más oscura, húmeda y blanda, y a veces pueden observarse extremadamente, más arriba en los tallos se observan estrías negruzcas estas plantas a menudo se marchitan y colapsan con rapidez (Smith *et al.,* 1992).

Importancia Económica

Cartin y Fucikovsky, (1981) menciona que las enfermadedades a causa de *Erwinias* son responsables de la pérdida de muchas cosechas ya que afectan a distintos cultivos especialmente papa criolla. French (1977) señala pérdidas hasta de 29% en rendimientos de cultivos a causa de *Erwinia* sp. Considerando a la enfermedad causada como una de las más importantes en América Latina.

Características del Género *Rhizobium*

El género *Rhizobium* pertenece a la División: Gracilicutes, Orden: Rhizobiales, Familia: Rhizobiaceae, su genero (*Agrobacterium),* agrupa a la bacteria fitopatógena *Rhizobium radiobacter* [Sin. *Agrobacterium tumefaciens*], causante de tumores en cuello y raíces en muchas especies vegetales de interés agrícola y comercial. Recopilando datos de la bibliografía y otros obtenidos en sus propios ensayos, De Cleene y De Ley (1976), concluyeron que en total 643 especies de 331 géneros, pertenecientes a 93 familias, eran susceptibles a esta bacteria.

Epidemiología

Rhizobium radiobacter penetra por heridas se pasa a las células sanas, e introduce su material cromosómico (induce los tumores), el cual se incorpora al cromosoma de la planta, y codifica la producción de citoquinina y ácido indolacético. Esta bacteria habita en el suelo, cuando hay herida en la raíz es atraída por efecto de las quimiotaxis (Moore y Cooksey, 1981; Mougel, 2000).

Los huéspedes principales pertenecen a la clase Dicotiledóneas de la división Angiosperma y a las Gimnospermas, mientras que solo algunas Monocotiledóneas pertenecientes a los órdenes Liliales y Arales son susceptibles.

Síntomas

El daño se localiza en las raíces donde se forman agallas que afectan a las primeras bifurcaciones, en el cuello y puntos del tallo por encima del nivel del mismo. Estas formaciones son de consistencia dura, impiden a las raíces una adecuada absorción de nutrientes y agua. Si el ataque afecta a muchas raíces próximas al cuello de la planta, este se vuelve muy débil y termina muriéndose (Sullivan *et al.*, 1995).

Importancia Económica

Las especies de interés económico más afectado son los frutales de hueso y pepita, la vid (*Vitis vinifera*), cultivos ornamentales como el rosal (*Rosa* spp.), dalia (*Dahlia* spp.) o crisantemo y especies forestales como el chopo (*Populus nigra*), el aliso (*Alnus glutinosa*) o el sauce (*Salix alba*), (Moore y Cooksey, 1981; Mougel, 2000). En viveros e invernaderos es donde esta enfermedad es más perjudicial ya que afecta gravemente el valor comercial de la produccion provocando importantes pérdidas económicas (Nesme et al., 1990).

Características del Género *Pseudomonas*

Esta especie pertenece al Orden: Pseudomonadales, Familia: Pseudomonadaceae, La clasificación taxonómica del género *Pseudomonas*, se ha estudiado por Palleroni (1984) citado por (Smith *et al*., 1992). Las *Pseudomonas* no constituyen una entidad homogénea, se divide en fluorescentes, según produzcan o no un pigmento fluorescente bajo rayos ultravioleta en medio de King. En las no fluorescentes, se encuentra los parásitos de las plantas *Allium*; *Pseudomonas cepacia* y *Pseudomona gladioli* pv. *allicola*, pero sobre todo destaca *Peudomonas solanacearum*, agente de las traqueobacteriosis de los plátanos y las solanáceas.

Entre las fluorescentes sobresale la especie *Pseudomona syringae*, cuyos patovares provocan numerosas enfermedades específicas en las hortalizas como el *pv. lachrymans* en cucurbitáceas, *pisi, phaseoli, tomato*. También se pueden encontrar especies menos especializadas que se comportan como agente de las podredumbres marginales de las hojas en tiempo cálido y húmedo como: *P. viridiflava, P. cichorii* y *P. marginali*. (Messiaen *et al*. 1995).

Epidemiología

Ohata *et al*. (1982) reportó que el patógeno puede sobrevivir durante el invierno en hojas secas de cultivo enfermo o tejido enterrado durante el verano y en suelo infectado. Existe evidencia de transmisión por semillas, la planta es más susceptible en estado tardío del desarrollo, sus órganos mas suceptibles son las hojas tiernas, nervaduras y peciolos, puede infectar con facilidad a tejidos no heridos y el desarrollo de lesiones tiene lugar de 10 a 30 °C con un óptimo de 25°C (Shirata *et al*., 1982).

Síntomas

Los síntomas varían, pero en lechuga normalmente empiezan como manchas hidrópicas pequeñas de color verde oscuro alrededor de los estomas, de los pelos epidérmicos o de los hidátodos; en condiciones ambientales favorables de condensación de agua y humedad relativa elevada crecen rápidamente y coalescen formando lesiones grandes que se extienden, son de aspecto húmedo y pardo oscuro. Si las condiciones

ambientales se hacen secas normalmente cesa la extensión de las lesiones y pueden secarse y cambiar a una coloración más clara. En muchos huéspedes los síntomas son similares a estos, pero en otros se desarrolla con un halo amarillo, estrecho alrededor de las lesiones (Smith, 1992).

La variación de la expresión de los síntomas provocados por *Pseudomonas* sp. incluye; el desarrollo de manchas pequeñas incoloras que empardasen rápidamente cubriendo toda la inflorescencia en las coliflores (Smith *et al.*, 1992); en gerbera hay formación de anillos concéntricos en las lesiones foliares. En plántulas de café los daños causados por *Pseudomonas* sp. Provocan la defoliación de plantas adultas. En lechuga se observan manchas barnizadas, de color pardo oscuro en las láminas y pecíolos de las hojas (Tsuchiya *et al*., 1979).

Importancia económica

En general, no se dispone de datos sobre las pérdidas causadas por la enfermedad, aunque en Japón se considera de importancia económica para la producción de lechuga. En algunas regiones agricolas de Estados Unidos las enfermedades causadan perdidas en la producción de lechuga, apio y crisantemo. Se han señalado que en Italia también ocasionan daños en la lechuga. En general se considera una enfermedad principal pero dada su naturaleza, la amplia gama de huéspedes y la evidencia de que puede ser la causa primaria para ataques posteriores por bacterias causantes de podredumbres blandas, y de pérdidas económicas importantes es mejor mantener un seguimiento de la enfermedad (Smith *et al*., 1992).

Manejo de las Enfermedades Bacterianas

Las enfermedades de las plantas constituyen uno de los elementos limitantes dentro de la producción de cualquier cultivo. Su control, es un factor a tener presente desde la siembra hasta la cosecha. Sin embargo el correcto diagnóstico del agente causal del problema es la clave para su manejo. A inicios de la agricultura moderna, el control de las enfermedades y plagas de los cultivos era en su totalidad químico, ya que representaba el método más efectivo que el hombre poseía debido a que los beneficios de su aplicación

eran a corto plazo así como el incremento de la producción agrícola (Schumann, 1991; Manners, 1993).

Sin embargo el uso continuo y las aplicaciones excesivas de estas sustancias, no sólo ha causado enfermedades a quienes consumen el producto por envenenamiento a corto y largo plazo (Waterhouse, 1996), si no también ha afectado al medio ambiente, acumulándose por bioconcentración en los distintos eslabones de la cadena alimenticia, en el suelo y en el agua (Bourguet et al., 2000).

Además del efecto que tienen estos componentes químicos sobre el medio ambiente y los enemigos naturales causan la llamada resistencia genética que se produce porque entre los muchos individuos que componen la población de una plaga algunos poseen genes que hacen que el pesticida no sea tóxico para ellos y estos individuos soportan la acción del pesticida sin morir.

Son precisamente estos que no han muerto los que tienen descendencia y forman las nuevas poblaciones de la plaga que heredan el gen de resistencia y la acción del pesticida contra ellas será mucho menor, (Croft, 1977).

Consecuencias al Medio Ambiente

La principal fuente de contaminación del ambiente por el uso de plaguicidas es el residuo que resulta de su aplicación, aunque esta se limite a zonas determinadas, su dispersión es universal. Se han encontrado restos de plaguicidas incluso en locaciones tan remotas como la Antártida. El factor más importante que influye sobre la persistencia de un compuesto es la naturaleza química del mismo, estas propiedades son: solubilidad en agua, volatilidad, estabilidad química y biológica. Dichas propiedades permiten que restos de los productos químicos aplicados se filtren hasta los mantos freáticos, se volatilicen, se incorporen a los suelos y al agua, teniendo como consecuencia el daño directo o indirecto a personas, animales domésticos y a la vida silvestre en general, provocando mutaciones genéticas, enfermedades, e incluso la muerte en algunos organismos (Frank. 1996).

Efecto sobre Enemigos Naturales

Los plaguicidas se usan contra plagas en todo el mundo, pero afectan también a los enemigos naturales, por lo que las plagas resurgen al quedar libres de sus agentes naturales (Aguilera, 1989). Los compuestos de los plaguicidas pueden causar en los enemigos naturales efectos agudos y producirles la muerte, o efectos subletales que alteran su fisiología y comportamiento (González y Viñuela, 2000).

Nuevas Alternativas de Control

Debido al combate de las enfermedades causadas por los organismos patógenos de plantas que amenazan la producción agrícola, el hombre continuamente se ha enfrentado a una serie de problemas sociales y morales de alto costo ecológico y económico, (Agrios, 2001).

El manejo de las enfermedades se ha hecho mundialmente difícil debido a la resistencia de los patógenos a los fungicidas y a los antibióticos que durante muchos años han sido empleados en la agricultura. Es por ello que en las ultimas décadas el enfoque que se le ha dado ha ido cambiando, tomando importancia el concepto de manejo integrado de plagas, el uso de medidas culturales, de controladores biológicos y en último término el empleo de medidas de control químico y físico (Lehmenn-Danzinger, 2004; Agrios, 2001). Una alternativa biológica que ha resultado promisoria por su destacado efecto bactericida ha sido el uso de extractos vegetales.

Extractos Vegetales

De acuerdo con Pitman y Jorgensen (2002) se estima que en el mundo existen entre 310 000 y 422 000 especies de plantas. Dentro de esta vasta diversidad, existen especies vegetales con propiedades de interés para la investigación y el descubrimiento de nuevos productos. Sin embargo, se calcula que menos del 10% de las plantas han sido evaluadas en la búsqueda de actividad biológica (Harvey, 2000).

Como parte de su metabolismo, las plantas producen una diversidad de compuestos orgánicos, de los cuales la mayoría no parece tener participación directa en su crecimiento y desarrollo. A estos componentes se les conoce como metabolitos secundarios (alcaloides,

esteroides, flavonoides, terpenoides, quinonas, entre otras) y sus propiedades químicas se han investigado ampliamente desde mediados del siglo XIX (Croteau et al., 2000).

El reconocimiento de las propiedades de los metobolitos secundarios ha conducido a la búsqueda de nuevos fármacos, antibióticos, insecticidas, herbicidas (Croteau et al., 2000). Constantemente se intenta naturalizar todo compuesto que este en contacto con los animales y los seres humanos para reducir el daño de las sustancias químicas en la salud, por lo que una alternativa de control biológica es el uso de extractos vegetales, que en algunas investigaciones revelan un efecto positivo sobre el control de bacterias fitopatógenas (Ribeiro y Bendendo, 1999; Amorim et al., 2004, McMahon y Purwantara, 2004).

Uso de Extractos Vegetales en el Control de Bacterias Fitopatógenas

La utilización de extractos vegetales para el control de enfermedades representa una alternativa para el manejo integrado de los cultivos, debido a su bajo costo y al menor impacto sobre el ambiente y los alimentos (Amorim et al., 2004).

En trabajos realizados por Lipa y Jarosz (1989) con ajo (*Allium* sativum) preparado como jugo y pulpa, encontraron una inhibición en el crecimiento de *Pseudomonas syringae pv. Lachrymans.*

Diversos autores han señalado la reacción inhibitoria de extractos naturales frente a especies del género *Xanthomonas*. En este sentido, García y Rodríguez (1994) probaron extractos acuosos de diversas plantas frente a cultivos puros de *Xanthomonas campestris p.v. campestris,* y encontraron que los provenientes de la *Ruta graveolens, Jacaranda acutifolia* y *Aloe vera* poseen propiedades bactericidas.

Stauffer et al. (2000) evaluaron los extractos de 98 especies vegetales pertenecientes a 46 familias botánicas (siete monocotiledoneas; 46 dicotiledoneas; una conífera y dos pteridofitas) para determinar su posible efecto fungicida y bactericida, con la factibilidad de ser utilizados en el control de enfermedades en plantas. Nueve de los extractos evaluados, ajo (*Allium* sativum), cebolla (*Allium cepa*), quebracho colorado, (*Schinopsis balansae*), agrial (*Begonia Cuculata*), palo santo (*Bulnesia Sarmientoi*), chirca

(*Dodonaea viscosa*), guayaba (*Psidium guajava*), eucalipto (*Eucaliptus* sp.) y pino (*Pinus* sp.) demostraron inhibición de crecimiento de la bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *campestris.*

Los bioensayos realizados por Loaiza et al. (1996) muestran el potencial biocida de extractos de veinte plantas del bosque tropical de Costa Rica. Dichos autores obtuvieron extractos hidroalcohólicos de diferentes partes de cada planta. Y presentaron efecto contra un cultivo de bacterias desarrollado en el medio PDA; los resultados muestran que los extractos de *Picramia antidesma, Platimicium pleiostachium, Jacquinea pungens, Vatairea lundeli, Ateleia herbert* y *Cassia emerginata* exhibieron los mayores halos de inhibición en comparación a los testigos comerciales para las bacterias evaluadas.

Srivastava (2002) evaluo la actividad antibacterial de aislamientos de *Piper longum* encontrando que es efectivo contra bacterias Gram-positivas y moderadamente activos contra bacterias Gram-negativas.

Mosch y Klingauf (1989) observaron la inhibición de la bacteria *Erwinia amylovora* en pruebas de difusión en agar, con extractos acuosos de *Beta vulgaris, Juglans nigra* y *Rhus typhina* aplicados en concentraciones de 5. 2 y 1.25%. Los extractos de *J. nigra* y *Rhus typhina* no perdieron su actividad cuando fueron almacenados por 11 días a 10 ºC ó 20 ºC; mientras que *Beta vulgaris* redujo su actividad luego de 8 días de almacenamiento.

Mosch et al. (1990) trabajando con la misma bacteria y en pruebas con los mismos extractos vegetales a esas mismas concentraciones, obtuvieron resultados comparables a los que observaron cuando usaron estreptomicina a 17 ppm. Bajo condiciones de campo, los extractos de *Beta vulgaris, Rhus typhina, Mahonia aquifolium* y *Allum sativum*, aplicados como profilácticos a *Cotoneaster salicifolius var. floccosus* lograron 53% de control.

Los extractos de café y té poseen actividad antibacteriana para las razas 1 y 2 de *Pseudomonas syringae* pv. *pisi* y para la raza 1 de *Pseudomonas syringae* pv. *Phaseolicol* (Alstroem, 1992).

Se ha reportado actividad antibacterial del extracto acuoso esterilizado de hojas de *Moringa oleífera* contra *Xanthomonas campestris* (Quintana, 2009).

Rodríguez, (1998) menciona que se ha utilizado con frecuencia plantas como; cebolla (*Allium cepa*), ajo (*Allium sativum*), neem (*Azadirachta indica*), aceitilla (*Bidens pilosa*), espuela de galán (*Delphinium staphisagria*), tomatillo *(Nicandra physolides)*, tabaco (*Nicotina tabacum*), higuerilla (*Ricinus communis*), Sauco (*Sambucus nigra*), Flor de muerto (*Tagetes spp.*), para el control microbiano en cultivos.

Chirinos (2009), logro inhibir el crecimiento *in vutro* de *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*, causante de enfermedades en yuca así como *Erwinias* spp., causante de pudriciones blandas, utilizando extractos acuosos de malojillo (*Cymbopogon citratus*), verdolaga (*Portulaca oleracea*), neem (*Azadirachta indica*), manzanilla (*Matricaria chamomilla*), orégano (*Lippia graveolens*) y mamón (*Carica papaya*). Obteniendo mejores resultados con el extracto de manzanilla (*Matricaria chamomilla*) y malojillo (*Cymbopogon citratus*).

En una investigación conjunta realizada entre los laboratorios de fitopatólogia y productos naturales de la Universidad Nacional de Costa Rica, se determino el potencial biocida de extractos de veinte plantas del bosque tropical, sobre diferentes bacterias fitopatógenas. De los extractos evaluados *Picramia antidesma* subsp. *fessonia, Platimicium pleiostachium, Jacquinea pungens, Vatairea lundeli*, *Cassia emarginata*, exhibieron los mejores halos de inhibición en comparación con los testigos. Los metabolitos secundarios identificados a los cuales se les aduce la acción inhibitoria son de naturaleza antroquinónica y flavonoides de naturaleza catequinica. (Loaiza et al., 1996).

Mosch y Zeller (1989) evaluaron el efecto de los extractos de *Mahonia aquifolium, Berberis vulgaris, Rhus typhina* y *Allium sativum* contra *Erwinia amylovora* en el hospedero *Cotoneaster salicifolius* var. *floccosus*, los extractos vegetales redujeron significativamente los niveles de infección obteniendo entre 25.6 % y 53.2 % de control. Los extractos más efectivos fueron con los extractos de *M. aquifolium* y *Beta vulgaris.*

Zaccheo (1990) informó que extractos, de meristemos apicales de pera (*Pyrus communis*) cv. Bartlett al 1% tuvieron efectos bacteriostáticos in vitro contra *Erwinia amylovora*.

Guevara et al. (2000) observó un efecto bactericida del extracto de yuquilla (*Curcuma longa*), contra *Erwinia sp*. patógeno del cultivo de la papaya (*Carica papaya*), obteniéndo un halo de inhibición de 2 mm. El mismo año Guevara evaluo extractos de cundeamor y cilantro (*Coriandrum sativum*) contra *Erwinia mangiferae* observando que ambos extractos presentaban efecto inhibitorio.

Tambien se ha estudiado la actividad de la alicina, un compuesto básico activo presente en el jugo de ajo y en el liofilizado de ajo, contra *Pseudomonas syringae* obteniendo cierta sensibilidad a este compuesto, (Jaroz y Lipa, 1988).

Alstroem (1992) encontró que los efectos antibacteriales a *Pseudomona. syringae* dependieron de la raza y tipo de prueba utilizada en el laboratorio, Para la bacteria *Pseudomonas* sp., bacteria patógena del banano, hubo buen efecto bactericida con el extracto de mamón.

Gardan et al. (1978) reportan que extractos de plantas de Anjou, 13.5% fueron activos contra 54% de 26 aislantes bacterianos, y el 59 % de estos inhibieron el crecimiento en más de un 90 %, 15 de las 80 familias de las plantas tenían por lo menos 1 representante activo. Entre los aislados bacterianos el 33 % fueron de *Erwinia,* el 19 % de *Corynebacterium*, 13 % de *Pseudomonas*, 3.7 % de *Agrobacterium*.

Se evaluó la actividad bactericida de extractos orgánicos contra la enfermedad de la tuberculosis de Mycobacterium, las especies de plantas utilizadas fueron *Artemisa ludoviciana, Chenopodium ambrosioides, Marrubium vulgare, Mnthe spicata,* y *Flourensia cernua* (Molina et al., 2006).

Zalewski y Sequeria (1973) indican que los extractos etanólicos de tubérculos, tallos y tejidos de hojas de *Solanum phureja* y *Solanum tuberosum,* inhibieron el crecimiento de la bacteria *Pseudomona solanacearum,* pero no mostraron efecto alguno

sobre *Erwinia antroseptica* y *Pectobacterium carotovorum* subp. *carotovorum* [sin. *Erwinia carotovora* subp. *carotovorum*].

Guevara et al. (2000) Evaluaron, el efecto bactericida *in vitro* de varios extractos de plantas contra bacterias patógenas del mango, girasol, papaya y plátano; los efectos bactericidas más significativo fueron para el género *Erwinia* se encontraron con el extracto de cilantro (*Coriandrum sativum*), yuquilla (*Ruellia tuberosa*) cundeamor (*Momordica chatia*); por otro lado el extracto de mamón (*Melicocca bijuga*) presento efectos bactericidas sobre *Pseudomonas sp.* en un cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*).

El crecimiento de *Pectobacterium carotovorumm* subp. *carotovorum* [sin *E. carotovora* subp. *carotovora*] y *E. c. subsp antroseptica*, fue inhibido por extractos hidrosolubles de hojas de maíz (*Zea mays*), semillas de soya (*Glycine max*), follaje de algodón (*Gossypium herbaceum*) y semillas de anís (*Pimpinella anisum*), en las concentraciones más alta de los extractos (78, 32, 80, y 67 mg/ml respectivamente) (Ouf et al., 1991).

Krupinski et al. (2001), analizaron la influencia de extractos etanólicos de 30 especies de plantas en el crecimiento de *Erwinia amylovora* encontrando extractos activos en 23 especies; en 13 de ellos las sustancias activas se encontraron por primera vez, el mayor efecto fue registrado por *Aloe arborescens, Juglans regia, Rhus tiphina, Salvia officinaalis* y *Satureja hortensisi.*

Segui (1995) evaluó los extractos de agujas de pino tolerantes el hongo *Lophordium pinastri* sobre *Pseudomona solanacearum* en repollo y col de bruselas, encontrando que el filtrado tóxico al 100 % ofrece una mayor protección contra la bacteria en ambos cultivos.

La resina de gobernadora en su fracción etanólica, manifestó *in vitro* una acción selectiva contra bacterias, ya que en especies de *Erwinia* no presenta efecto alguno; en cambio contra *Pseudomonas solanacearum* presentó un excelente efecto a 250 ppm, siendo similar en efecto al obtenido con el testigo con antibiótico (Velásquez, 1983).

González (1989) determino la persistencia de la actividad bactericida de la resina de *Larrea tridentata* sobre *Pseudomonas solanacearum* en el laboratorio e invernadero, encontrando que esta presentaba acción bactericida por un periodo de 60 días a partir de su extracción, con iguales resultados al OXYTETRACICLINA. Debido a esto se puede decir que la resina de gobernadora (*Larrea tridentata*) presenta propiedades sistémicas para controlar la enfermedad.

Plantas del Semidesierto Mexicano

Característica de la Gobernadora (*Larrea tridentata*)

Larrea tridentata es una especie perenne perteneciente a la familia Zygophyllaceae, ampliamente distribuida en las zonas áridas de los desiertos Mojave, Sonora y Chihuahua (Barbour, 1969). Comúnmente en México se le conoce con el sugestivo nombre de gobernadora por su denominación en las grandes extensiones de las zonas áridas del norte de México. Pero también se le conoce como sonora, tajaso, jarilla y hediondo o hidiondilla por el peculiar olor que tiene, sobre todo después de una lluvia (Brinker, 1993).

Las hojas de este arbusto xerófito están envueltas en una gruesa capa de resina producida por tricomas glandulares durante el desarrollo de las hojas, y puede llegar a formar parte del 20 % del peso seco de las hojas (Rhoades, 1977). La resina tiene la propiedad de hacer menos digestivo el follaje para depredadores, de manera similar al efecto que producen los taninos (Rhoades, 1977); también se comporta como un antitranspirante ideal debido a que forma una barrera en la superficie de las hojas que disminuye la traspiración más que la tasa de asimilación de CO2 (Meinzer et al., 1990; González-Coloma et al., 1994). Se considera que la resina funciona como filtro contra la radiación solar UV, y protege a la planta contra insectos y animales (Barbour et al., 1977).

Los compuestos principales o metabolitos secundarios de la resina de *L. tridentata* reportados en la literatura son los lignanos fenólicos, seguidos por las saponinas, flavonoides, aminoácidos y minerales. El compuesto más importante que se encuentra en la resina de las células cercanas a las capas epidermales superior e inferior de las hojas y tallos es el ácido nordihidroguaiarético (NDGA), uno de los antioxidantes mejor conocido

(Seigler et al., 1974). Además de del NDGA hay más de 20 flavonoides, metil aglyconas que constituyen la otra mitad de la resina. Los posibles efectos de todos los diferentes flavonoides y otros constituyentes son numerosos y variados. Los efectos combinados de estos constituyentes apuntan hacia un sinergismo que amplía el efecto del compuesto activo primario (NDGA), esto sugiere la ventaja de usar un extracto de la estructura entera hoja/ramas en comparación con usar una preparación de NDGA purificada o sintetizada (Lira, 2003).

Muchas sustancias fenólicas son bactericidas por que reaccionan químicamente con los sistemas sensitivos de las enzimas y las vuelve catalíticamente inactivas (Tappel y Marr, 1954). Debido al efecto inhibidor en numerosos sistemas enzimáticos, *Larrea tridentata* y el NDGA tiene un amplio espectro de actividad como agentes antisépticos. Los estudios comparando varios extractos de *Larrea tridentata* mostraron que la fracción de NDGA no era responsable de toda la actividad antimicrobiana (Gisvold y Thaker, 1974; Zamora, 1988).

La resina de gobernadora ha probado tener efectos bactericidas y bacteriostáticos a bajas dosis, como lo demuestra el trabajo de Velásquez (1983) al evaluar *in vitro* diversas dosis del extracto etanólico contra las bacterias fitopatógenas *Erwinia amylovora (Burrill), Erwinia atroseptica* y *Pseudomonas solanacearum (Smith),* sus resultados revelaron que la resina presenta un efecto selectivo contra las tres bacterias evaluadas, al inhibir a una dosis de 2000 ppm el desarrollo de *Erwinia amylovora,* mientras que el crecimiento de *Erwinia atroceptica* fue relativamente mínimo, no así a dosis relativamente bajas (250, 500 y 1000 ppm); además, los extractos de *Larrea tridentata* mostraron una excelente acción bactericida contra *Pseudomona solanacearum* aún a la dosis mínima.

En el trabajo de Brinker *(*1993*)* enfocado a los usos etnobotánicos de *Larrea tridentata,* ha reportado que más de 45 bacterias, 10 levaduras, 9 hongos y 3 parásitos intestinales que son susceptibles a la resina de *Larrea tridentata* o sus constituyentes.

Características del Hojasén (*Flourensia cernua*)

Flourensia cernua (hojasén) es una planta que se distribuye ampliamente en las zonas desérticas del norte de México, con abundancia en la región del desierto de Chihuahua, también en los estados de Coahuila de Zaragosa, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí, y en el sur de Estados Unidos (Estrada et al 2005).

Vines (1974) ubica a la planta en la siguiente clasificación taxonómica.

Familia: Asteraceae, Género: Flourensia, Especie: cernua

A lo largo del territorio de México, el hojasén (*Flourencia cernua*) se utiliza en forma de difusión para el tratamiento de diversas enfermedades gastrointestinales. También se utiliza como purgante y antirreumático (González, 1984 y Mata et al., 2003). Por otra parte, se ha reportado que además de tener efectos benéficos para el ser humano, también puede producir toxicidad (Fredrickson et al., 1994).

Sin embargo, a la fecha no se han encontrado trabajos en los que se haya determinado la toxicidad aguda de extractos de esta planta (Estell, 2001). Esta planta tiene muchos usos en la agricultura, se utiliza como cercas vivas y protección de cultivos, se ocupa en el área rural para la construcción de techos y paredes, además de ser utilizado como remedio para tratar el dolor de estomago (Vines, 1974).

Los componentes químicos presentes en el hojasén (*Flourencia cernua*), son monoterpenoides, sesquiterpenoides (Kingston et al., 1975), poliacetilenos, *p*-acetofenonas, benzofuranos y benzopiranos (Bohlmann y Grenz, 1977) y flavonoides (Dillon et al., 1976; Rao et al., 1970). Los cuales presentan actividad contra microorganismos (Tellez y colaboradores 2001).

A su vez Mata et al. (2003) demostraron que el hojasén tiene compuestos químicos que inhiben el crecimiento de otras plantas como el *Amarantus hypocondriacus* y *Echinochloa crus-galli.* Se evaluó la actividad bactericida de extractos orgánicos contra la enfermedad de la tuberculosis de Mycobacterium, las especies de plantas utilizadas fueron

Artemisa ludoviciana, Chenopodium ambrosioides, Marrubium vulgare, Mnthe spicata, y *Flourensia cernua* (Molina et al., 2006).

Los extractos crudos acuosos obtenidos por la decocción utilizando metanol, acetona y hexano de las partes aéreas de las plantas se evaluaron para conocer su habilidad de matar o inhibir el crecimiento *Mycobacterium tuberculosis* encontrando que hojasén (*Flourensia cernua*) fue extraordinariamente activa, sus extractos de hexano y acetona no sólo inhibieron el crecimiento si no que mataron *Mycobacterium tuberculosis* tuberculosis (López et al., 2005).

Características de Lechuguilla (*Agave lechuguilla*)

El *Agave lechuguilla*, es una planta que pertenece a la familia de las Agavaceae, crece en forma silvestre en zonas áridas y semiáridas desde el sur de Texas y Nuevo México en los Estados Unidos de Norteamérica, hasta los centrales estados de Querétaro, Hidalgo y Guanajuato en México (Silva, 2003 y Reyes et al., 2000).

Es un recurso fundamental en la economía de numerosas familias de las poblaciones áridas del anti plano mexicano, ya que por lo menos durante un tercio del año se exporta para la obtención de la fibra denominada *ixtle* (Pando et al., 2002).

La cual debido a sus características abrasivas y su alto índice de retención de agua (65 %) se utiliza en las industrias de la fabricación de cepillos y de construcción. La fibra se consigue por el tallado de la hoja, constituida por un 15 % de fibra y un 85 % de pulpa (Reyes et al., 2000). La pulpa contiene compuestos bioactivos de interés, entre los que destacan las saponinas que presentan diversas propiedades de aplicación farmacológica (Castro et al., 1995 y Johns et al., 1922).

Las saponinas esteroidales se encuentran por lo general en familias de la clase Monocotiledónea (Hostettmann et al., 1991). En el género agave se han identificado varias sapogeninas como: hecogenina, manogenina, yucagenina, agavogenina, sarsapogenina, taxogenina, esmilagenina, gitogenina, tigogenina y clorogenina (Marker et al., 1943).

La extracción de saponinas a partir de diversos materiales biológicos ha sido reportada, bajo múltiples procedimientos, sin embargo dada la naturaleza en gran manera polar de estos compuestos, sobre salen el uso de metanol, etanol, butanol y mezclas de diferentes proporciones de estos alcoholes y agua (Uribe 1987). En *Agave lechuguilla* se han reportado la extracción con metanol y etanol (Domínguez 1989). La lechuguilla contiene en su composición principalmente sales minerales, saponinas y oxalato de calcio. Por otro lado, se reportó la composición fisicoquímica de la lechuguilla haciendo una diferencia entre las hojas internas y las hojas externas.

La diversidad de aplicaciones que se le ha dado al *Agave lechuguilla* tiene su origen en los compuestos que se extraen principalmente de las hojas que se constituyen en un 85 % de pulpa y un 15 % de material fibroso. La fibra contiene alrededor de 80 % de celulosa, 5 % de hemicelulosa y 15 % de lignina. La pulpa es rica en sustancias bioactivas como timol, cavacrol, xilitol, vitamina C y saponinas (Hernández, 1997).

Los extractos de Lechuguilla tienen propiedades insecticidas, fungicidas y bactericidas. La actividad biocida está asociada a la presencia de varios compuestos fenólicos, timol y cavacrol. Los extractos fueron aplicados para el combate de la barroa, parasito de las abejas (Martínez, 1989). Recientemente se reporto que la infusión etanólica de la lechuguilla (*Agave lechuguilla*) y la gobernadora (*Larrea tridentata*) contra microorganismos patógenos daban resultados positivos (León y Joublanc, 2008).

Características de Nopal (*Opuntia ficus indica*)

El nopal es endémico de América y existen 258 especies reconocidas, 100 de las cuales se encuentran en México quién cuenta con una superficie aproximadamente de 10,000 Ha. De plantaciones especializadas en Nopal para consumo humano, esta planta pertenece a la familia de las Cactáceas, es arbustiva, suculenta y de climas cálidos. Se le conoce como; tuna, nopal, penca, higuera de chumbo, higuera de pala, o chumbera (Villarreal, 1983).

La composición química del nopal en base húmeda es: agua, 91 %, proteínas, 0.66 %; grasas, 0.11%; carbohidratos, 5.50 % celulosa, 1.15 % y cenizas, 1.58 %. Las

características físico-químicas de la fibra de cladodio de nopal de O. ficus indica son: color verde claro, un índice de absorción de agua de 5.6 ml/g, con contenido de fibra dietética total de 43 % (fibra insoluble 28. 45 % y soluble 14. 5 %). En cuanto a la composición mineral, el contenido de calcio es de 80 mg / día y un aporte energético de 145.3 Kcal /100g. (Villarreal, 1983).

Esta planta tiene diversos usos como: los cladodios de nopal son útiles como alimento humano (fruta fresca, puré, mermelada, ensalada y bebida), como forraje para ganado vacuno y ovino, medicinal como agente anti diabético e industrial, para la obtención de alcohol, jabón, pigmentos, pectinas y aceites (Lakshminarayana y Estrella, 1978). Propiedades medicinales: se ha demostrado que el Nopal aparte de sus cualidades nutricionales, posee propiedades medicinales que ayudan a controlar diferentes desordenes del cuerpo tales como: Obesidad, Hiperglicemia, colesterol, arteriosclerosis, ulceras, digestión (Borrego et al., 1990).

Características de Orégano (*Lippia graveolens*)

En México se desarrollan dos especies de *Lippia: L. palmeri* Wats en Baja California, Sonora y parte de Sinaloa y *Lippia graveolens* de mayor distribución en el resto de la República Mexicana.

Por la calidad del aceite esencial contenido en la hoja, su explotación comercial es superior a las 4000 t anuales y más de 90 % de la producción de la hoja se exporta a Estados Unidos de América y Japón (Huerta, 1997).

Además del aceite, la planta contiene flavonoides, sustancias relevantes en el área farmacológica principalmente por su capacidad antioxidante que contrarresta la formación de radicales libres, cuya influencia se revela en propiedades antialérgicas, antivirales o vasodilatadores (Pietta, 1999) también contiene sustancias antimicrobianas, antiinflamatorias, antitumorales, espasmolíticas, estrogénicas, entre otras (Craker y Simon, 1992; Pérez, 2002).

En el mundo se han realizado numerosas investigaciones enfocadas al estudio de la composición química y efectos antimicrobianos del aceite esencial del género *Lippia* (Pascual et al., 2001; Abena et al., 2003; Bassole, et al., 2003; Salgueiro et al., 2003). O con relación a su efecto antihipertensivo y vasodilatador (Guerrero et al., 2002).

Con respecto a los flavonoides Tomas-Barberan et al. (1987) identificaron en *Lippia nodiflora* y *Lippia canescens* a 15 flavonoides, tres agliconas de flavonas y 12 sulfatos de flavona, entre ellos: mono y di sulfatos de nepetina, jaceosidina, hispidulina, 6-hidroxiluteolina y nodifloretina, y sus derivados sulfatados.

El tamizaje fotoquímica de hojas de *Lippia graveolens* contiene: aceite esencial (1.8%), glucósidos saponínicos, taninos, triterpenos, celulosa, pigmento y elementos minerales; la corteza y raíz contienen glucósidos saponínicos, aceite esencial y taninos. Las hojas contienen además flavononas (Cáseres, 1999).

Se identificaron naringenina en *Lippia graveolens* (Domínguez et al., 1989); Además se correlacionaron la presencia de glucósidos en el anillo B en las posiciones 7-O y 3-O, con un aumento de la actividad antimicrobiana del flavonoide contra bacterias Gram positivas y Gram negativas (Hernández et al., 2000).

Otros flavonoides reportados por Costa et al. (2001) en *Lippia* sidoides son: quercetina, luteolina, glucoluteolina y taxifolina, entre otros. En *Lippia alba*, se demostró la actividad sedante y miorelajante del extracto de etanol, posiblemente relacionada con la presencia de flavonoides Zétola et al. (2002). Con respecto a su actividad antioxidante, en la infusión de hojas de *Lippia citriodora*, se encontró actividad antioxidante probablemente debida a la presencia de un feniletanoide y de derivados de luteolina (Valentao et al. 2002).

No obstante, la información acerca de la actividad farmacológica y química de flavonoides disponible en este género es pobre todavía y en particular para *Lippia graveolens*, cuyos tallos son desaprovechados porque se tiran o se queman (Pascual *et al*. 2001).

Estudios antimicrobianos demuestran que la tintura de las hojas de *Lippia graveolens* es activa contra *Escherichia coli, Pseudomona aeruginosa, Salmonella typhy,*

Shigella flexneri, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae* y *Streptococcus pyogene,* la infusión de las hojas demostró actividad contra los mismos microorganismos (Cáseres, 1999).

Características de Ruezno del Nogal (*Carya illinoensis)*

Carya illinoensis pertenece a la familia Juglandaceae, se localiza en los estados del norte y en algunos estados del centro de México y casi la mitad del territorio de Estados Unidos. También conocido como nogal liso, nogal pecanero, pecan, hickory. Manchester (1987) indica que la familia Juglandaceae es originaria de Norte América.

Es un árbol de gran tamaño, sus hojas son compuestas, sus frutos son comestibles de agradable sabor y con alto valor nutritivo, de la semilla se obtienen aceites empleados en cosmética, para la fabricación de jabón, como secante de pinturas y con la cáscara de la nuez se realizan infusiones con propiedades astringentes (Martínez, 1979).

Se han realizado estudios respecto a las propiedades químicas de esta planta obteniéndose resultados positivos. Del total de grupos químicos estudiados mediante pruebas químicas coloridas en la hoja y corteza. Aparecen cumarinas solamente en los extractos hexánicos de hoja y corteza (Salinas, 2004).

En las hojas de *Carya illinoensis* se encuentran; ácidos elágicos y gálico, naftoquinonas como la jalona y la plumbagina, flavonoides como ácido ascórbico (0.85-1 %), la juglanina y la quercitina, aceite esencial (0.003 %) y taninos (6 %). En el pericarpio; se encontraron taninos, ácidos orgánicos, hodrojuglona.

En las semillas; se hallaron derivados de polifenólicos, ácidos grasos insaturados, como el ácido linoléico y el alfalinoléico, vitaminas A, B y E, taninos, aceites y sales minerales (Oruz, 2008). En cuanto a los flavonoides se ha identificado quercitina (aproximadamente un 0.2 %), quercitina y kempferol, ácido cafeiloquinico.

Algunos efectos antimicrobianos del extracto de *Carya illinoensis* con acción antibacterial es frente a gram (+) como *Bacillus cereus, Bacillus subtilis* y *Staphylococcus aureus;* frente a gram (-) como *Pseudonomas aeruginosa, Escherichia coli* y *Klebsiella*

pneumoniae, (Salinas, 2004). Se ha demostrado que tanto a las hojas como la corteza tiene capacidad bactericida contra *Mycobacterium tuberculosis.* Parece que todos estos efectos podrían asociarse a la junglona y la plumbagina, las cuales pueden alterar el ciclo redox y provocar citotoxicidad celular en estos microorganismos. Estos efectos también se han observado con el pericarpio o cáscara verde de la nuez (Salinas, 2004).

Características de Yuca (*Yucca filifera*)

Yucca filifera, perteneciente a la familia Agavaceae, es una especie grande y popular, puede llegar a medir unos 30 m (33 ft) de altura. Al principio sus troncos son altos y solitarios y empiezan a ramificarse con el tiempo. Las hojas son lanceoladas en forma de roseta acabadas habitualmente en una espina y con márgenes presentando pequeños dientes o fibras rígidas que forman una corona compacta, sus frutos son capsulas secas y tiernas, flores en forma de campana. Tolera las heladas de suaves a moderadas, y es muy adecuada para áreas templadas cálidas/subtropicales. Se le conoce con diversos nombres como: China, palma corriente, Izote, Mají o Bají y Tambasi (Orta, 1980).

En México se encuentran distribuidos en Coahuila, Nuevo León, Zacatecas, San Luis Potosí, Tamaulipas, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Michoacán y México. La yuca es un cultivo perenne con alta producción de raíces reservantes, como fuente de carbohidratos y follajes para la elaboración de harinas con alto porcentaje de proteínas (Pellmyr, 1999).

Algunos de los compuestos que se ha encontrado son: sapogeninas esteroidales y acido ascórbico (Román, 1980). Se obtienen productos usados como materia prima en industria farmacéutica para la fabricación de hormonas, donde destaca por su cantidad de sarsapogenina empleada para elaboración de anticonceptivos.

Destilando los tallos tiernos se obtiene alcohol, es fuente de combustible como leña para uso domestico, los frutos y las flores son comestibles. Se utilizan sus tallos y hojas para la construcción de viviendas, las hojas son materia prima para la obtención de fibras de buena calidad, se utiliza como alimentos para ganado en ciertas regiones del País (Orta, 1980).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del Sitio Experimental

Esta investigación se realizó en el laboratorio de extractos vegetales de la empresa GBS GLOBAL, S.A de C. V. ubicada en la ciudad de Saltillo, Coahuila y en el laboratorio de Fitopatología del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, como parte del proyecto "Desarrollo de Productos antimicrobianos y reguladores de crecimiento a partir de fitoquímicos de plantas del semidesierto mexicano", con financiamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnologia (CONACYT), Clave 137786.

Extractos Vegetales Utilizados

Los extractos vegetales empleados en el experimento fueron proporcionados por la empresa GBS GLOBAL, S.A de C. V. dichos extractos fueron obtenidos de siete plantas presentes en el semidesierto mexicano con los solventes agua y etanol. En el cuadro 1 se muestra las plantas y el contenido de taninos totales por cada extracto.

Cuadro 1. Extractos vegetales obtenidos de plantas del semidesierto mexicano y contenido de taninos totales (Pérez, 2010)

EXTRACTO	SOLVENTE	TANINOS TOTALES
Larrea tridentata	Agua	25913.4
Larrea tridentata	Etanol	17648.4
Flourensia cernua	Agua	9463.4
Flourensia cernua	Etanol	3834.3
Agave lechuguilla	Agua	42043.3
Agave lechuguilla	Etanol	2843.1
Lippia graveolens	Agua	176623.8
Lippia graveolens	Etanol	232401.7
Yucca filifera	Agua	64924.5
Yucca filifera	Etanol	52783.6

Continua

Cuadro 1. Continuación

EXTRACTO	SOLVENTE	TANINOS TOTALES
Carya illinoensis	Agua	20630.9
Carya illinoensis	Etanol	2004.6
Opuntia ficus-indica	Agua	37753.3
Opuntia ficus-indica	Etanol	2137.2

Bacterias Fitopatógenas

Las bacterias fitopatógenas utilizadas para la realización de la investigación fueron: *Pectobacterium carotovorum* subp. *carotovorum* [Sin. *Erwinia carotovora*], *Dickeya chrycanthemi* [Sin. *Erwinia chrysanthemi*], *Erwinia amylovora*, *Rhizobium radiobacter* [Sin. *Agrobacterium tumefaciens*] y *Pseudomonas* sp.

Efecto de Extractos Vegetales en el Crecimiento y Desarrollo de Bacterias Fitopatógenas

Preparación del Medio de Cultivo Envenenado

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó la técnica del medio envenenado en cajas Petri, utilizando agar nutritivo como medio de cultivo. La distribución entre el extracto y el agar se realizó de manera que la mezcla fuera lo más homogénea posible.

Para determinar la cantidad del extracto vegetal que debía contener el medio de cultivo se consideró la cantidad de taninos totales de cada extracto con su respectivo agente extractante y la cantidad de agar nutritivo que se prepararía de acuerdo a la cantidad de cajas Petri que se inocularían, para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$C1V1 = C2V2$$

Donde:

C1 = concentración de taninos totales

V1 = Cantidad de extracto a añadir

C2 = Concentración a evaluar

V2 = Cantidad de medio de cultivo

Para esterilizar el medio de cultivo envenenado, se utilizo una olla de presión sometiendo el medio a una temperatura de 120°C por 15 minutos, y antes de que el medio solidificara se vació en las cajas Petri, depositando en cada una 20 ml del medio de cultivo envenenado, proceso que se llevo a cabo en una cámara de flujo laminar para evitar la contaminación.

Preparación de la Suspensión Bacteriana

Se utilizaron bacterias liofilizadas, provenientes de la colección de bacterias fitopatógenas del Laboratorio de extractos vegetales de la empresa GBS GLOBAL, S.A de C. V. A partir de un cultivo puro se tomó una azada de la bacteria de interés para inocular un matraz que contenía 50 ml de caldo nutritivo, incubándolo por 24 h.

A partir del caldo nutritivo que contenía la bacteria se realizo una serie de diluciones ajustando hasta la concentración 10^{-6}, que es la que se utilizo para los bioensayos. De dicha dilución se tomo y disperso 100 µL de la suspensión bacteriana sobre la caja petri con su respectivo medio de cultivo y con ayuda de una varilla de vidrio estéril se distribuyo uniformemente, en seguida las cajas petri se incubaron a 28°C por 24 h.

Al cabo de ese tiempo se cuantificó el número de colonias y se estimó el porcentaje de inhibición, considerando el número de colonias del testigo (UFC) (0 ppm) como el 0% de inhibición, para cada evaluación se realizaron 4 repeticiones, el testigo positivo (bacteria) y el testigo negativo (caja Petri con medio de cultivo envenenado pero sin el inoculo de bacteria).

Diseño Experimental

Finalmente para el análisis de datos se utilizó un diseño experimental completamente al azar, aplicando un análisis de varianza y determinando diferencias de medias a través de la prueba de Tukey (0.05), empleando el paquete estadístico SAS versión 8.0.

Efecto del Extracto Etanólico de *Larrea tridentata* y *Flourensia cernua* en la Pudrición Bacteriana en Papa

Se obtuvieron tuberculos de papa comerciales y se lavaron con agua de la llave y jabón, se dejaron secar, y posteriormente se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 5% diluido en agua (tres partes de agua por una de hipoclorito de sodio), se enjuagaron con agua destilada esteril y se dejaron secar sobre papel absorbente esteril bajo condiciones de asepcia.

Los tratamientos se llevaron a cabo en una cámara de flujo laminar, se realizaron cortes del tubérculo procurando formar rodajas uniformes, se utilizaron cuatro rodajas de papa por cada tratamiento para la inoculación de la bacteria se realizo una pequeña incisión a lo largo de la rodaja, colocando esta en una caja petri con dos círculos de papel absorbente, humedecidos con 2000 µL de agua destilada estéril, enseguida se inoculo la rodaja con un aza de siembra tomando la bacteria de un cultivo de 24 h.

Para la aplicación de los extractos de gobernadora (*Larrea tridentata*) y hojasén (*Flourensia cernua*) etanol a 300 ppm, 600 ppm y 900 ppm, se realizo la misma incisión en las rodajas de papa, pero antes del inoculo se depositaron 1000 µL de extracto dentro de la incisión, se espero a que secara y después se inoculo la bacteria. Dichos bioensayos fueron incubados a 28°C por 24h.

La evaluación del daño se realizo considerando la incidencia de acuerdo al número de rodajas infectandas y no infectadas y expresadas en por ciento; la severidad de acuerdo a una escala en donde 0= tejido sano, 1= 1-25%, 2= 26-50%, 3= 51-75%, 4= >del 76% de tejido dañado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la prueba de actividad biológica de los extractos acuosos y etanólicos de las especies: gobernadora (*Larrea tridentata*), hojasén (*Flourensia cernua)*, lechuguilla *(Agave lechuguilla)*, nopal *(Opuntia ficus-indica)*, orégano (*Lippia graveolens)*, yuca *(Yucca filifera)* y ruezno (*Carya illinoensis)*; probada contra cinco bacteria fitopatógenas (*Pectobacterium carotovorum* subp. *carotovorum* [Sinomia *Erwinia carotovora*], *Dickeya chrycanthemi* [Sinomia *Erwinia chrysanthemi*], *Erwinia amylovora*, *Rhizobium radiobacter* [Sinomia *Agrobacterium tumefaciens*] y *Pseudomonas* sp.), mostraron diferencias en cuanto a la inhibición de estos patógenos.

En general el extracto que mayor actividad inhibitoria presentó fue el obtenido de gobernadora (*Larrea tridentata*), seguido de el extracto de hojasén (*Flourensia cernua*), una explicación posible es que la gobernadora y el hojasén presentan una mayor concentración de polifenoles en comparación con el resto de los extractos. En cuanto al solvente el etanól mostro mejor capacidad inhibitoria, puesto que a menor concentración comparada con los acuosos, registro mejores resultados.

En el caso del extracto de Ruezno (*Carya illinoensis)*, solo se obtuvieron resultados con los etanólicos esto porque el extracto acuoso obtenido no contenía la cantidad de taninos necesarios para inhibir a las bacterias por lo que los medios de cultivo que contenían este extracto se contaminaban fácilmente, por lo que se realizo una serie de ensayos para descartar un error en el procedimiento.

El efecto inhibitorio de los extractos de las siete especies fue diferente para cada una de las cinco bacterias fitopatógenas dependiendo de la concentración, el extractante y el extracto vegetal. A continuación se describen los resultados que se obtuvieron por cada bacteria.

Efecto de los Extractos Vegetales en *Pectobacterium carotovorum* subp. *carotovorum*

La inhibición de colonias bacterianas en medio de cultivo varía de 0 a 100% de acuerdo a la especie vegetal, extractante y concentración. El análisis de varianza realizado para la bacteria *Pectobacterium carotovorum* subp. *carotovorum* con las siete especies vegetales muestra que hay diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 1 del Apéndice).

La prueba de medias de Tukey (0.05) muestra que los tratamientos GE 100, GE 200, GE 300, GE 50, GH 1000, GH 1500, GH 2000, GH 500, HE 300, HH 1000, HH 1500, HH 4000, HH 500, HH 300, LE 400, LH 3000, LH 3500, NE 900, NH 7000, OE 1200, OE 400, OE 500, OE 850, OH 6000, RE 2000, RE 600, YE 10000, YH 4300, obtuvieron 100% de inhibición, resultados estadísticamente similares a YE 8000 con 98 % de inhibición. Los tratamientos GE 30, GH 300 y YH 2000 mostraron 45%, 38% y 3% de inhibición siendo diferentes al testigo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de medias sobre el efecto en la inhibición del crecimiento de *Pectobacterium carotovorum* subp *carotovorum*, con diferentes extractos vegetales obtenidos con los solventes agua y etanol.

Tratamiento	Repeticiones	Media	Des. est.	Grupo
GE100	4	100	0	A
GE200	4	100	0	A
GE300	4	100	0	A
GE50	4	100	0	A
GH1000	4	100	0	A
GH1500	4	100	0	A
GH2000	4	100	0	A
GH500	4	100	0	A
HE300	4	100	0	A
HH1000	4	100	0	A
HH1500	4	100	0	A
HH300	4	100	0	A
HH4000	4	100	0	A
HH500	4	100	0	A
LE400	4	100	0	A
LH3000	4	100	0	A
LH3500	4	100	0	A
NE900	4	100	0	A
NH7000	4	100	0	A

Continua

Cuadro 2. Continuación

Tratamiento	Repeticiones	Media	Des. est.	Grupo
OE1200	4	100	0	A
OE400	4	100	0	A
OE500	4	100	0	A
OE850	4	100	0	A
OH6000	4	100	0	A
RE2000	4	100	0	A
RE600	4	100	0	A
YE10000	4	100	0	A
YH4300	4	100	0	A
YE8000	4	98	0.816	A
GE30	4	45.5	4.203	B
GH300	4	38.25	12.842	C
YH2000	4	3	6	D
HE200	4	0	0	D
HE100	4	0	0	D
HE50	4	0	0	D
HE30	4	0	0	D
LE300	4	0	0	D
LE200	4	0	0	D
LE100	4	0	0	D
LH2000	4	0	0	D
LH1500	4	0	0	D
LH1000	4	0	0	D
NE750	4	0	0	D
NE600	4	0	0	D
NE300	4	0	0	D
NH3600	4	0	0	D
NH2500	4	0	0	D
NH1500	4	0	0	D
OE300	4	0	0	D
OE200	4	0	0	D
OH4500	4	0	0	D
OH3500	4	0	0	D
OH3000	4	0	0	D
OH1000	4	0	0	D
RE500	4	0	0	D
RE300	4	0	0	D
RE200	4	0	0	D
RE100	4	0	0	D
YE4000	4	0	0	D
YH3500	4	0	0	D
YE1500	4	0	0	D
YE800	4	0	0	D
TESTIGO	4	0	0	D

G= *Larrea tridentata,* H = *Flourensia cernua,* N = *Opuntia ficus-indica.,* L = *Agave lechuguilla,* O = *Lippia graveolens,* Y = *Yucca filifera,* y R = *Carya illinoensis;* H= Agua y E= Etanol.

En los medios de cultivo se pudo observar que el crecimiento de la bacteria se vio influenciado por el tipo de extracto al que se sometía, por ejemplo; el extracto de yuca y lechuguilla hicieron que las colonias de la bacteria fueran más pequeñas que las colonias en la placa del Testigo. En la Figura 1 se muestran algunos de los extractos a los que se sometió *Pectobacterium carotovorum* subp. *carotovorum*.

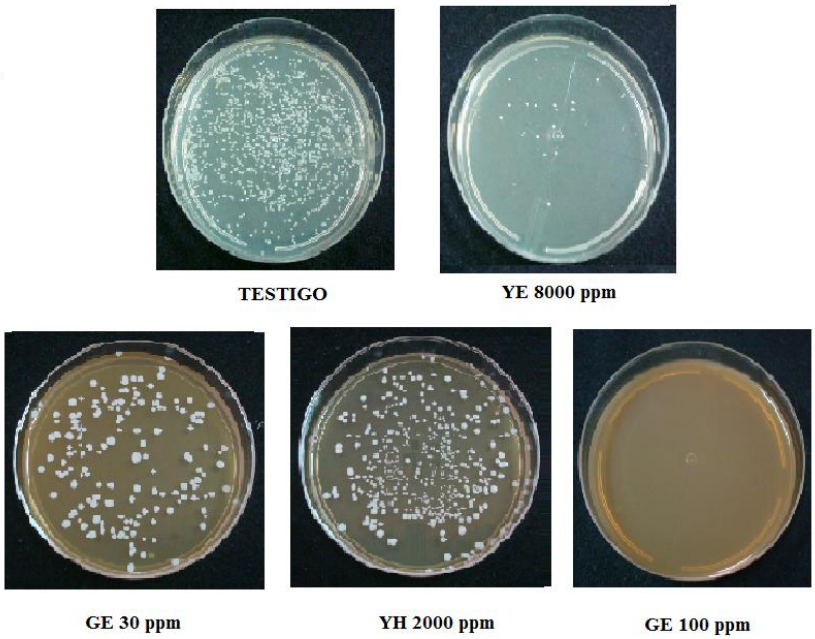


Figura 1. Crecimiento de *Pectobacterium carotovorum* subp *carotovorum* en medios de cultivo envenenado

En la Figura 2, se observa el comportamiento de *Pectobacterium carotovorum* subp *carotovorum* al someterlas a diferentes concentraciones de extracto vegetal, los cambios en la grafica no son variables entre los extractos ya que no presenta resultados graduales esto debido a que la mayoría de las concentraciones utilizadas para los distintos extractos dieron el máximo de inhibición dando como resultado que los diferentes tratamientos aplicados tuvieran el mismo comportamiento; por citar un ejemplo, el extracto de Gobernadora/etanol fue probada a 300 ppm, 200 ppm, 100 ppm, 50 y 30 ppm; presentando inhibición al 100 % en los primeros 4 tratamientos mencionados, el único que se diferencia es la concentración más baja (30 ppm) que tiene 45.5 %. Esto explica porque las líneas que representan a los extractos se sobrepongan en la grafica.

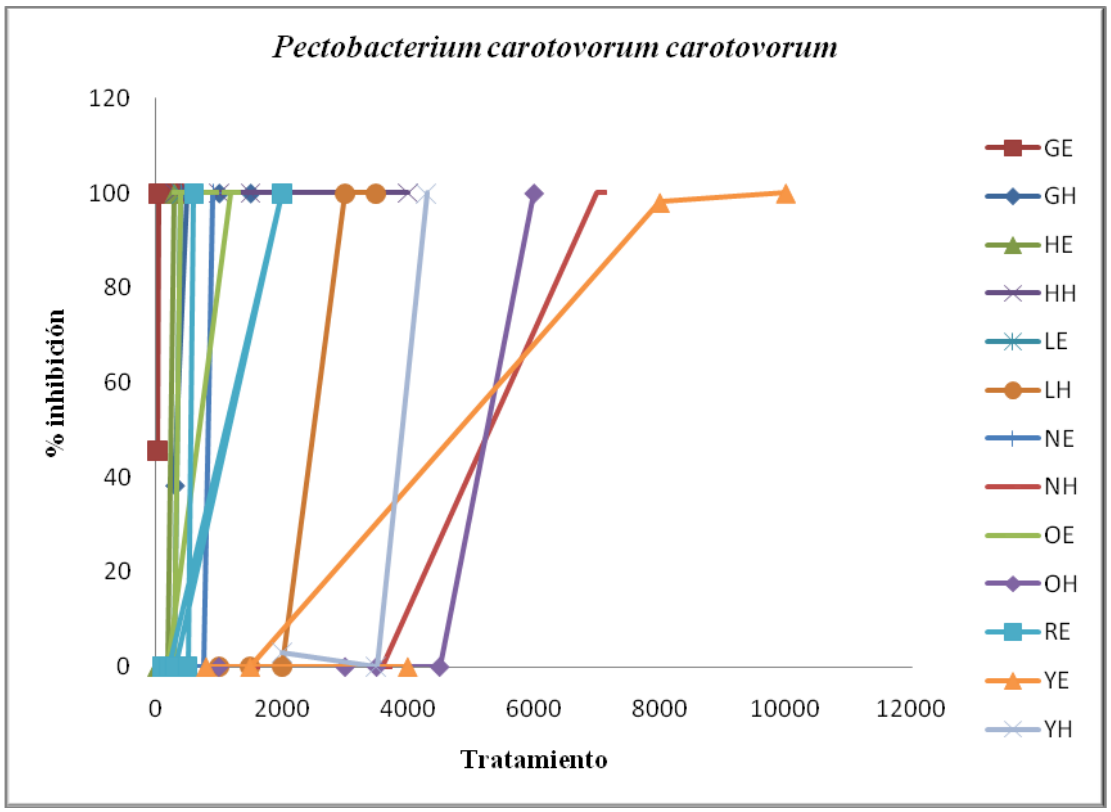


Figura 2. Porcentaje de inhibición de *Pectobacterium carotovorum* subp. *carotovorum* a diferentes concentraciones de extractos vegetales.

En la Figura 2 se puede apreciar que todos los extractos vegetales a diferentes concentraciones indican el 100% de inhibición. En este sentido se puede mencionar que *Pectobacterium carotovorum* subp. *carotovorum* fue una de las bacterias estudiadas más sensibles a la aplicación de los extractos vegetales utilizados en esta investigación. El comportamiento obtenido es similar a los reportados por Ouf et al. (1991) que inhibió el crecimiento de *P. carotovorum* subp *carotovorum* con extractos hidrosolubles de hojas de maíz (*Zea mays*), semillas de soya (*Glycine max*), follaje de algodón (*Gossypium herbaceum*) y semillas de anís (*Pimpinella anisum*), sin embargo los mejores resultados se presentaron con 78, 32, 80, y 67 mg/ml respectivamente. En esta investigación el extracto de gobernadora etanol a 50 ppm fue quien presento el mejor resultado siendo su concentración inhibitoria menor que los demás extractos.

Efecto de los Extractos Vegetales en *Erwinia amylovora*

La inhibición de colonias bacterianas en medio de cultivo varía de 0 a 100% de acuerdo a la especie vegetal, extractante y concentración. El análisis de varianza realizado para la bacteria *E. amylovora*, muestra que hay diferencias altamente significativas entre los tratamientos (Cuadro 2 del apéndice).

E. amylovora presento una inhibición al 100% con los extractos; GE 300, GH 2000, HE 300, HH 1500, HH 4000, LE 1000, LE 400, LH 6000, NE 900, NH 7000, OE 5000, RE 2000, YE 10000 y son estadísticamente similares a los tratamientos HH 1000 con 99.5%, GE 100, GE 200 con 99.2%, HE 200 con 98.7%, GE 50, HE 100 con 97.5%, NE 750 con 96.2%, GH 1500, HE 50 con 94.7%, GH 1000 con 90.5%, HH 500 con 75.5%, GE 30, YE 8000, LE 300, NE 600, NE 300, HE 30, GH 500, LE 200, LE 100, LH 3500, YH 10000, HH 300, GH 300, con 67.2%, 67.2%, 55.5%, 55%, 53.7%, 52.5%, 48%, 43.7%, 42.7%, 34%, 34%, 25.5%, 9.7% de inhibición respectivamente en comparación con el testigo. El comportamiento de esta bacteria bajo las concentraciones aplicadas de extractos vegetales demostró que a mayor concentración de extractos la inhibición también era mayor. Para cada uno de los extractos que alcanzaron su inhibición se aplicaron por lo menos 3 concentraciones más bajas que reducían el crecimiento de la bacteria significativamente con respecto al testigo (Cuadro 3).

Es importante señalar que solo cinco tratamientos de extractos acuosos alcanzaron el 100% de inhibición y a concentraciones relativamente altas (GH 2000, HH 1500, HH 4000, LH 6000, NH7000). En trabajos anteriores se observo la inhibición de *E. amylovora* con extractos acuosos de *Juglans nigra* y *Rhus typhina* (Mosch y Klingauf, 1989). En cuanto a los extractos etanólicos los tratamientos GE 300, HE 300, LE 1000, LE 400, NE 900, OE 5000, RE 2000 y YE 10000 inhibieron al 100%, siendo GE 300, HE 300, LE 400 las concentraciones más bajas. En este sentido Velásquez (1983) señala que el extracto etanólico de gobernadora a 2000 ppm inhibía el crecimiento de *E. amylovora.* Este resultado difiere a los encontrados en esta investigación respecto a que en esta investigación se tuvo el 100 % de inhibición a una concentración de 300 ppm.

De acuerdo a los datos obtenidos (Cuadro 3), podemos mencionar que los mejores resultados se obtuvieron con etanol. Así mismo, Krupinske et al. (2001) reporta la sensibilidad de *E. amylovora* con extractos etanólicos de 23 de 30 especies evaluadas.

Cuadro 3. Comparación de medias sobre el efecto en la inhibición del crecimiento de *Erwinia amylovora*, con diferentes extractos vegetales obtenidos con los solventes agua y etanol.

Tratamiento	Repeticiones	Media	Des. est.	Grupo		
GE300	4	100.000	0.000			A
GH2000	4	100.000	0.000			A
HE300	4	100.000	0.000			A
HH1500	4	100.000	0.000			A
HH4000	4	100.000	0.000			A
LE1000	4	100.000	0.000			A
LE400	4	100.000	0.000			A
LH6000	4	100.000	0.000			A
NE900	4	100.000	0.000			A
NH7000	4	100.000	0.000			A
OE5000	4	100.000	0.000			A
RE2000	4	100.000	0.000			A
YE10000	4	100.000	0.000			A
HH1000	4	99.500	1.000			A
GE100	4	99.250	0.500			A
GE200	4	99.250	0.500			A
HE200	4	98.750	0.500			A
GE50	4	97.500	1.732			A
HE100	4	97.500	1.732			A
NE750	4	96.250	3.775			A
GH1500	4	94.750	4.031		B	A
HE50	4	94.750	2.986		B	A
GH1000	4	90.500	5.260		B	A
HH500	4	75.500	2.646		B	C
GE30	4	67.250	10.145		D	C
YE8000	4	62.000	1.414	D	C	E
LE300	4	55.500	25.723	D	C	E
NE600	4	55.000	1.414	D		E
NE300	4	53.750	13.720	D	F	E
HE30	4	52.500	19.604	D	F	E
GH500	4	48.000	8.756	D	F	E
LE200	4	43.750	33.896	G	F	E
LE100	4	42.750	21.203	G	F	E

Continua

Cuandro 3. Continuación

Tratamiento	Repeticiones	Media	Des. est.	Grupo	
LH3500	4	34.000	4.243	G	F
YH10000	4	34.000	1.414	G	F
HH300	4	25.500	5.508	G	H
GH300	4	9.750	9.430	I	H
LH1000	4	0.000	0.000		I
LH1500	4	0.000	0.000		I
LH2000	4	0.000	0.000		I
LH3000	4	0.000	0.000		I
NH1500	4	0.000	0.000		I
NH2500	4	0.000	0.000		I
NH3600	4	0.000	0.000		I
OE1200	4	0.000	0.000		I
OE200	4	0.000	0.000		I
OE300	4	0.000	0.000		I
OE400	4	0.000	0.000		I
OE500	4	0.000	0.000		I
OE850	4	0.000	0.000		I
OH1000	4	0.000	0.000		I
OH10000	4	0.000	0.000		I
OH3000	4	0.000	0.000		I
OH3500	4	0.000	0.000		I
OH4500	4	0.000	0.000		I
OH6000	4	0.000	0.000		I
RE100	4	0.000	0.000		I
RE200	4	0.000	0.000		I
RE300	4	0.000	0.000		I
RE500	4	0.000	0.000		I
RE600	4	0.000	0.000		I
YE1500	4	0.000	0.000		I
YE4000	4	0.000	0.000		I
YE800	4	0.000	0.000		I
YH2000	4	0.000	0.000		I
YH3500	4	0.000	0.000		I
YH4300	4	0.000	0.000		I
YH6000	4	0.000	0.000		I
TESTIGOS	4	0.000	0.000		I

G= *Larrea tridentata,* H = *Flourensia cernua,* N = *Opuntia ficus-indica.,* L = *Agave lechuguilla,* O = *Lippia graveolens,* Y = *Yucca filifera*, y R = *Carya illinoensis;* H= Agua y E= Etanol;

En general *E. amylovora* fue una de las bacterias estudiadas que más dificultad presento para ser inhibidas por los extractos. En la Figura 3 se muestran algunas fotografías de los bioensayos realizados.

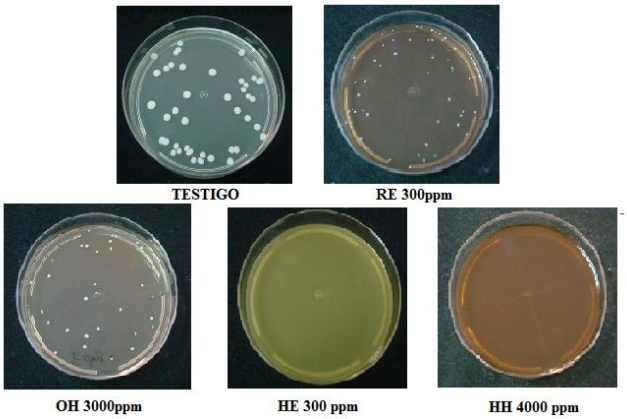


Figura 3. Crecimiento de Erwinia amylovora en medios de cultivo envenenado

La Figura 4 muestra las diferencias en el efecto inhibitorio de los extractos vegetales contra *E. amylovora;* los mejores resultados se observaron con los extractos etanólicos. A medida que la concentración del extracto aumentaba la inhibición era mayor, por lo tanto la inhibicion al 100% en *E. amylovora* se obtuvo con la aplicación de las concentraciones más altas del los extractos tanto acuosos como etanólicos. Los mejores efectos en promedio se observaron con el extracto de gobernadora/etanol y hojasén/etanol.

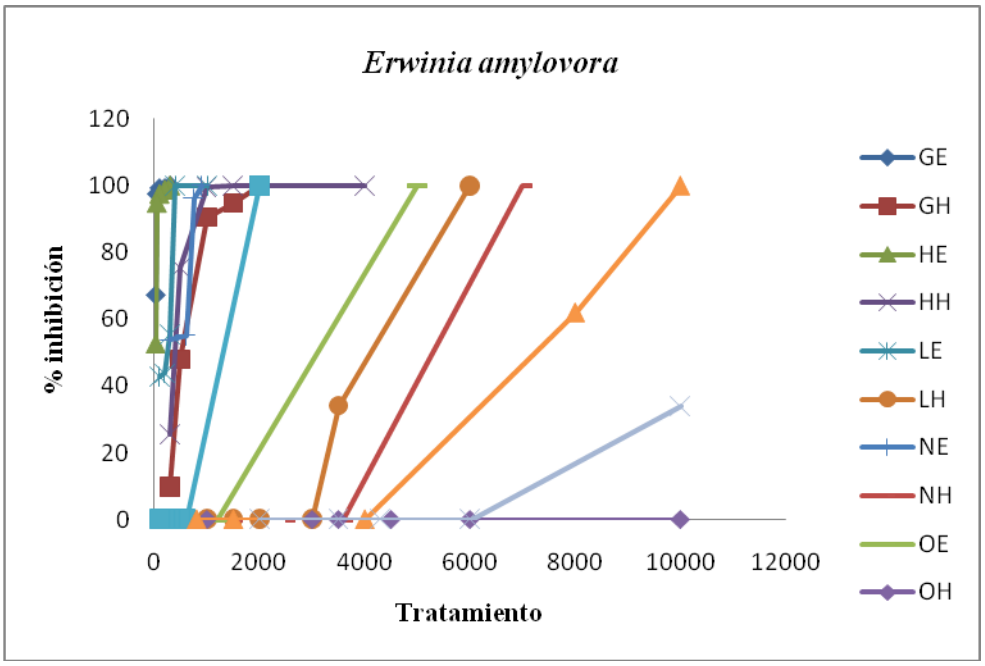


Figura 4. Porcentaje de inhibición de *Erwinia amylovora* a diferentes concentraciones de extractos vegetales.

Efecto de los Etractos Vegetales en *Dickeya chrisanthemi*

La inhibición de colonias bacterianas en medio de cultivo varía de 0 a 100% de acuerdo a la especie vegetal, extractante y concentración. El análisis de varianza realizado para *Dickeya chrisanthemi* muestra que hay diferencias altamente significativas entre los tratamientos (Cuadro 3 del apéndice).

El por ciento de inhibición de colonias bacterianas vario de 0% a 100% en los tratamientos con los extractos, la prueba de medias de Tukey (0.05) muestra que los tratamientos GE 100, GE 200, GE 300, GE 50, GH 1000, GH 1500, GH 2000, HE 200, HE 300, HH 1000, HH 1500, HH 4000, LE 300, LE 400, LH 3500, LH 6000, NE 900, NH 7000, OE 1200, OE 5000, OH 10000, RE 2000, YE 10000, YH 10000 inhibieron en un 100%, y son estadísticamente similares a HE 100, HH 500, HH 300, OE 850, OE 500 con 99.5%, 99.5 %, 99.2%, 93.5% y 91.2% de inhibición en comparación con el testigo (Cuadro 4).

Todos los extractos vegetales evaluados tuvieron efecto bactericida sin embargo gobernadora/etanol y hojasén/etanol inhibieron a concentraciones relativamente bajas. De acuerdo con la revisión bibliográfica no se encuentran referencias del uso de extractos vegetales en la inhibición de esta bacteria

Cuadro 4. Comparación de medias sobre el efecto en la inhibición del crecimiento de *Dickeya chrisanthemi*, con diferentes extractos vegetales obtenidos con los solventes agua y etanol.

Tratamiento	Repeticiones	Media	Des. est.	Grupo
GE100	4	100	0	A
GE200	4	100	0	A
GE300	4	100	0	A
GE50	4	100	0	A
GH1000	4	100	0	A
GH1500	4	100	0	A
GH2000	4	100	0	A
HE200	4	100	0	A
HE300	4	100	0	A

Continua

Cuandro 4. Continuación

Tratamiento	Repeticiones	Media	Des. est.	Grupo
HH1000	4	100	0	A
HH1500	4	100	0	A
HH4000	4	100	0	A
LE300	4	100	0	A
LE400	4	100	0	A
LH3500	4	100	0	A
LH6000	4	100	0	A
NE900	4	100	0	A
NH7000	4	100	0	A
OE1200	4	100	0	A
OE5000	4	100	0	A
OH10000	4	100	0	A
RE2000	4	100	0	A
YE10000	4	100	0	A
YH10000	4	100	0	A
HE100	4	99.5	0.577	A
HH500	4	99.5	0.577	A
HH300	4	99.25	0.957	B A
OE850	4	93.5	2.082	B A
OE500	4	91.25	3.304	B A
OE400	4	82	1.826	B C
OE300	4	71	1.633	D C
NE750	4	68	1.826	D C E
NE600	4	61	0.816	D F E
LE200	4	57.5	21.856	D G F E
NE300	4	51.25	2.062	H G F E
NH3600	4	48	0.816	H G F
YH6000	4	42	1.414	H G I
LH3000	4	37.75	22.202	H I J
HE50	4	34	27.773	H K I J
GH500	4	25.5	15.969	L K I J
YE8000	4	21	4.32	L K J
HE30	4	19.75	4.787	L K
GH300	4	19.5	7.326	L K M
GE30	4	12	13.342	L M N
LE100	4	2.25	1.893	M N
LH1000	4	0	0	N
LH1500	4	0	0	N
LH2000	4	0	0	N
NH1500	4	0	0	N
NH2500	4	0	0	N

Continua

Cuadro 4. Continuación

Tratamiento	Repeticiones	Media	Des. est.	Grupo
OE200	4	0	0	N
OH1000	4	0	0	N
OH3000	4	0	0	N
OH3500	4	0	0	N
OH4500	4	0	0	N
OH600	4	0	0	N
RE100	4	0	0	N
RE200	4	0	0	N
RE300	4	0	0	N
RE500	4	0	0	N
RE600	4	0	0	N
YE1500	4	0	0	N
YE4000	4	0	0	N
YE800	4	0	0	N
YH2000	4	0	0	N
YH3500	4	0	0	N
YH4300	4	0	0	N
TESTIGO	4	0	0	N

G= *Larrea tridentata*, H = *Flourensia cernua*, N = *Opuntia ficus-indica.*, L = *Agave lechuguilla*, O = *Lippia graveolens*, Y = *Yucca filifera*, y R = *Carya illinoensis;* H= Agua y E= Etanol.

En la Figura 5 y 6 se puede apreciar el efecto los bioensayos realizados, para *D. chrisanthemi*.

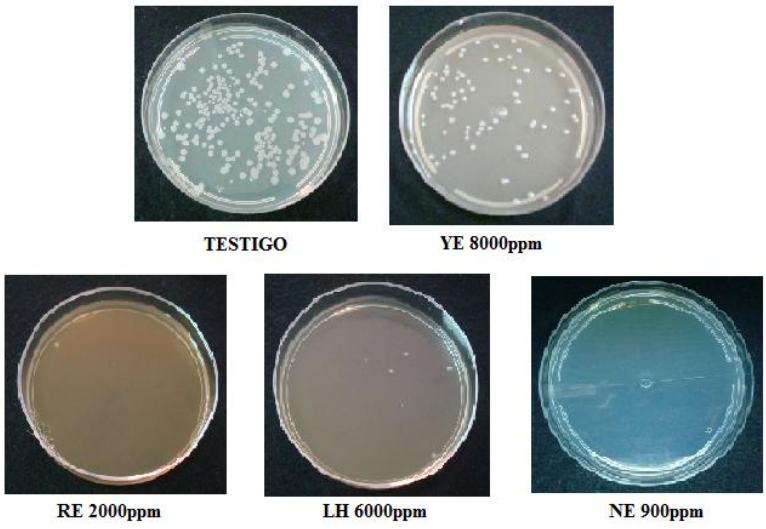


Figura 5. Crecimiento de *Dickeya chrisanthemi* en medios de cultivo envenenado

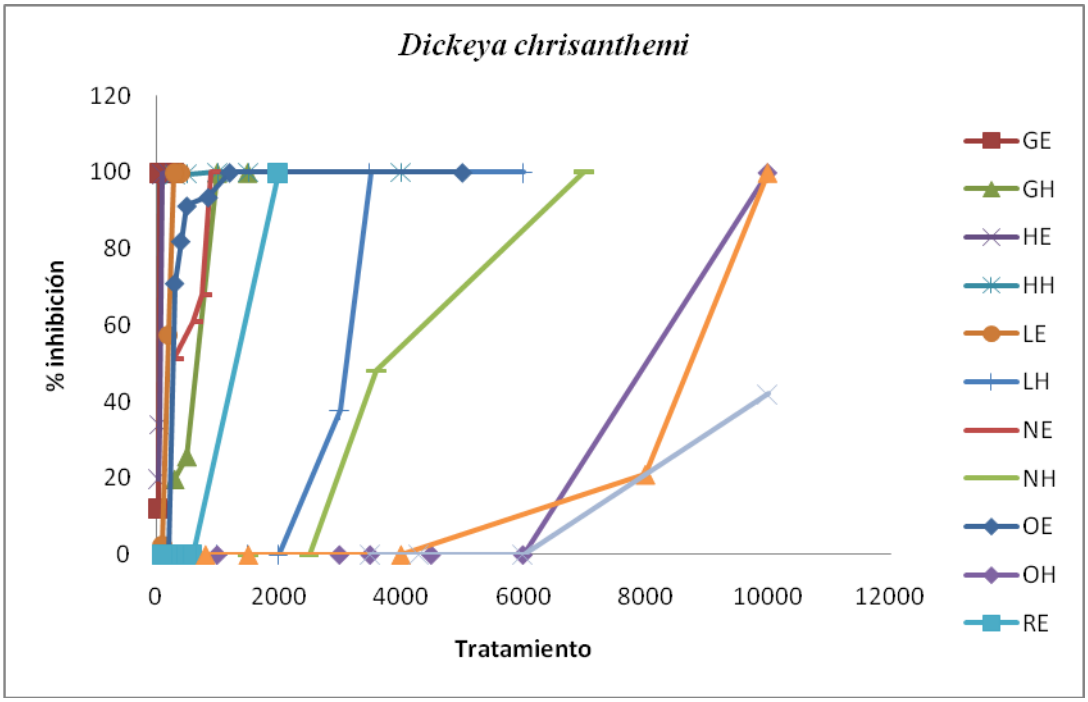


Figura 6. Porcentaje de inhibición de *Dickeya chrisanthemi* a diferentes concentraciones de extractos vegetales.

Efecto de los Extractos Vegetales en *Rhizobium radiobacter*

La inhibición de colonias bacterianas en medio de cultivo varía de 0 a 100% de acuerdo a la especie vegetal, extractante y concentración. El análisis de varianza realizados para *Rhizobium radiobacter* señala que hay diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 4 del apéndice).

La prueba de medias de Tukey (0.05%) muestra que los tratamientos; GE 100, GE 200, GE 300, GE 50, GH 2000, HE 100, HE 200, HE 30, HE 300, HE 50, HH 1000, HH 1500, HH 300, HH 500, LE 300, LE 400, LH 3500, NE 900, NH 7000, OE 1200, OE 850, OH 3000, OH 3500, OH 4500, RE 5000, YE 10000, YH 10000, inhibieron al 100 %, el crecimiento de las colonias bacterianas y son estadísticamente similares a GH 1000, GH 1500, GH 500, OH 1000, GE 30 con 91.5%, 91.5%, 88.7%, 88.7% y 85% de inhibición siendo diferentes al testigo (Cuadro 5).

Los resultados indican que los mejores efectos se obtuvieron con gobernadora/etanol a 50 ppm y hojasén/etanol a 30 ppm ya que son las concentraciones más bajas utilizadas para la inhibición de *Rhizobium radiobacter* (Cuadro 5).

Es importante señalar que en la búsqueda bibliográfica no se encontraron reportes del uso de estas especies vegetales sobre *R. radiobacter*. Sin embargo Gardan et al. (1978) reporta el uso de extractos de *Pyrus comunis* var. *anjou* sobre esta bacteria, inhibiendo un 3.7 % su crecimiento, esto indica que el uso de extractos como la gobernadora y/o el hojasén son mas eficaces.

Cuadro 5. Comparación de medias sobre el efecto en la inhibición del crecimiento de *Rhizobium radiobacter*, con diferentes extractos vegetales obtenidos con los solventes agua y etanol.

Tratamiento	Repeticiones	Media	Des. est.	Grupo
GE100	4	100	0	A
GE200	4	100	0	A
GE300	4	100	0	A
GE50	4	100	0	A
GH2000	4	100	0	A
HE100	4	100	0	A
HE200	4	100	0	A
HE30	4	100	0	A
HE300	4	100	0	A
HE50	4	100	0	A
HH1000	4	100	0	A
HH1500	4	100	0	A
HH300	4	100	0	A
HH500	4	100	0	A
LE300	4	100	0	A
LE400	4	100	0	A
LH3500	4	100	0	A
NE900	4	100	0	A
NH7000	4	100	0	A
OE1200	4	100	0	A
OE850	4	100	0	A
OH3000	4	100	0	A
OH3500	4	100	0	A
OH4500	4	100	0	A
RE5000	4	100	0	A

Continua

Cuadro 5. Continuación

Tratamiento	Repeticiones	Media	Des. est.	Grupo	
YE10000	4	100	0		A
YH10000	4	100	0		A
GH1000	4	91.5	9.815	B	A
GH1500	4	91.5	17	B	A
GH500	4	88.75	7.5	B	A
OH1000	4	88.75	7.5	B	A
GE30	4	85	0	B	A
LE200	4	83	13.88		B
GH300	4	78.5	24.826		B
YE8000	4	57	2.16		C
NE750	4	52	1.414		C
LE100	4	49.5	18.592	D	C
RE2000	4	46	3.742	D	C
LH3000	4	41.25	16.5	D	C
YH6000	4	35	2.16	D	E
NE600	4	20.25	8.5		E
NE300	4	3.5	7		F
LH1000	4	0	0		F
LH1500	4	0	0		F
LH2000	4	0	0		F
NH1500	4	0	0		F
NH2500	4	0	0		F
NH3600	4	0	0		F
OE200	4	0	0		F
OE300	4	0	0		F
OE400	4	0	0		F
OE500	4	0	0		F
RE100	4	0	0		F
RE200	4	0	0		F
RE300	4	0	0		F
RE500	4	0	0		F
RE600	4	0	0		F
YE1500	4	0	0		F
YE4000	4	0	0		F
YE800	4	0	0		F
YH2000	4	0	0		F
YH3500	4	0	0		F
YH4300	4	0	0		F
TESTIGOS	4	0	0		F

G= *Larrea tridentata,* H = *Flourensia cernua,* N = *Opuntia ficus-indica.,* L = *Agave lechuguilla,* O = *Lippia graveolens,* Y = *Yucca filifera,* y R = *Carya illinoensis;* H= Agua y E= Etanol;

La Figura 7 muestra el crecimiento de *Rhizobium radiobacter* en los bioensayos realizados.

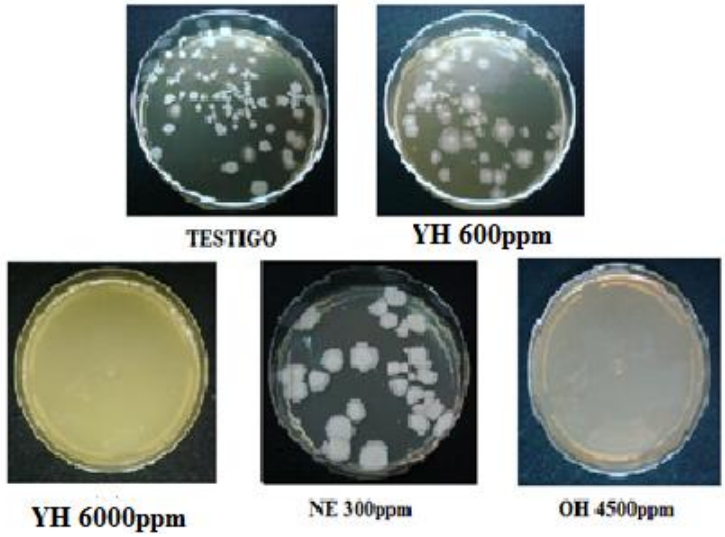


Figura 7. Crecimiento de *Rhizobium radiobacter* en medios de cultivo envenenado

La Figura 8 muestra la respuesta de inhibición de *Rhizobium radiobacter* con las diferentes concentraciones, solventes y extractos vegetales; los mejores resultados se observaron con los extractos etanólicos, especialmente el extracto de gobernadora/etanol que a 30ppm alcazo un 85% de inhibición y el 100% a 50 ppm; el extracto de hojasén/etanol a los 30 ppm obtuvo el 100% de inhibición.

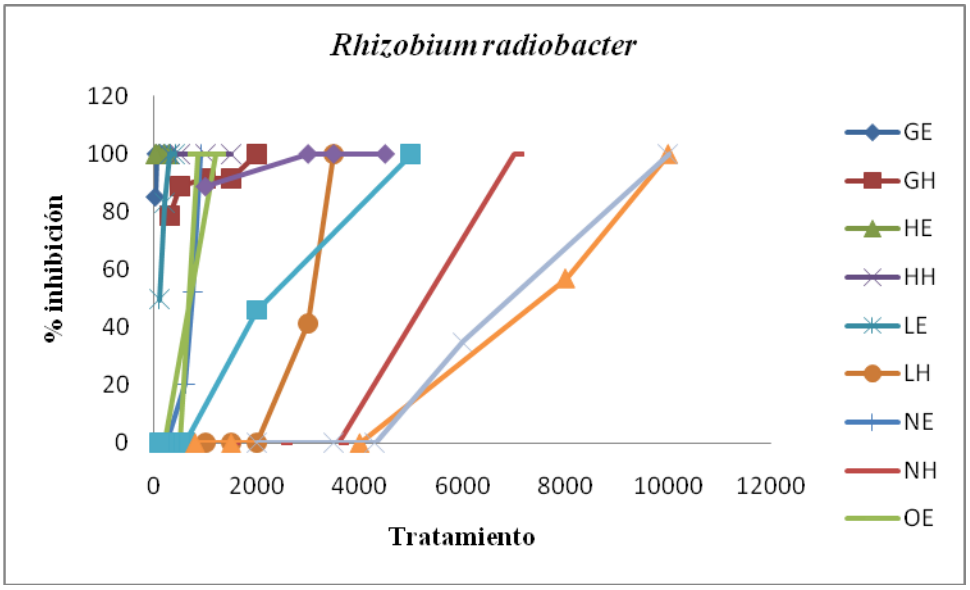


Figura 8. Porcentaje de inhibición de *Rhizobium radiobacter* a diferentes concentraciones de extractos vegetales.

Efecto de los Extractos Vegetales en *Pseudomonas sp.*

La inhibición de colonias bacterianas en medio de cultivo varía de 0 a 100% de acuerdo a la especie vegetal, extractante y concentración. Los resultados del análisis de varianza realizado para *Pseudomonas* muestran que hay diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 5 del apéndice).

La prueba de medias de Tukey (0.05) muestra que los tratamientos GE 100, GE 200, GE 300, GE 50, GH 1000, GH 500, HE 100, HE 200, HE 30, HE 300, HE 50, HH 1000, HH 1500, LE 200, LE 300, LE 400, LH 3000, LH 3500, NE 750, NE 900, NH 7000, OE 5000, OH 10000, RE 2000, YE 10000, YH 10000 inhiben al 100% siendo estadisticamente similares a GE 30, HH 500, GH 300, LE 100, NE 600 con 99.5%, 99.5%, 99.2%, 99.2% y 97% con respecto al testigo (Cuadro 6).

En general, los siete extractos tanto acuosos como etanólicos inhibiendo el crecimiento de *Pseudomonas* sp., sobresaliendo el de gobernadora/etanol a 50ppm, hojasén/etanol a 30 ppm y gobernadora/agua a 500 ppm, ya que fueron las concentraciones más bajas a la que *Pseudomonas* sp. fue inhibida por completo. Al respecto Velásquez (1983) menciona que la resina de gobernadora en su fracción etanólica a 250 ppm presenta una acción selectiva contra *Pseudomona solanacearum.* En general se puede mencionar que en los bioensayos realizados en esta investigación se logro mejorar los resultados utilizando concentraciones mas bajas.

Cuadro 6. Comparación de medias sobre el efecto en la inhibición del crecimiento de *Pseudomonas* sp., con diferentes extractos vegetales obtenidos con los solventes agua y etanol.

Tratamiento	Repeticiones	Media	Des. est.	Grupo
GE100	4	100	0	A
GE200	4	100	0	A
GE300	4	100	0	A
GE50	4	100	0	A
GH1000	4	100	0	A
GH500	4	100	0	A

Continua

Cuadro 6. Continuación

Tratamiento	Repeticiones	Media	Des. est.	Grupo
HE100	4	100	0	A
HE200	4	100	0	A
HE30	4	100	0	A
HE300	4	100	0	A
HE50	4	100	0	A
HH1000	4	100	0	A
HH1500	4	100	0	A
LE200	4	100	0	A
LE300	4	100	0	A
LE400	4	100	0	A
LH3000	4	100	0	A
LH3500	4	100	0	A
NE750	4	100	0	A
NE900	4	100	0	A
NH7000	4	100	0	A
OE5000	4	100	0	A
OH10000	4	100	0	A
RE2000	4	100	0	A
YE10000	4	100	0	A
YH10000	4	100	0	A
GE30	4	99.5	0.577	A
HH500	4	99.5	0.577	A
GH300	4	99.25	0.957	A
LE100	4	99.25	0.5	A
NE600	4	97	0.816	A
HH300	4	86	3.916	B
YH6000	4	80	0.816	C
LH2000	4	76	4.32	D C
NE300	4	76	0.816	D C
RE600	4	73	5.715	D E
YE8000	4	73	2.16	D E
YH4300	4	70	3.367	E
YH3500	4	57.25	10.966	F
YE4000	4	54	1.414	F
YH2000	4	30	0.816	G
LH1000	4	0	0	H
LH1500	4	0	0	H
NH1500	4	0	0	H
NH2500	4	0	0	H
NH3600	4	0	0	H

Continua

Cuadro 6. Continuación

Tratamiento	Repeticiones	Media	Des. est.	Grupo
OE1200	4	0	0	H
OE200	4	0	0	H
OE300	4	0	0	H
OE400	4	0	0	H
OE500	4	0	0	H
OE850	4	0	0	H
OH1000	4	0	0	H
OH3000	4	0	0	H
OH3500	4	0	0	H
OH4500	4	0	0	H
OH6000	4	0	0	H
RE100	4	0	0	H
RE200	4	0	0	H
RE300	4	0	0	H
RE500	4	0	0	H
YE1500	4	0	0	H
YE800	4	0	0	H
TESTIGOS	4	0	0	H

G= *Larrea tridentata*, H = *Flourensia cernua*, N = *Opuntia ficus-indica.*, L = *Agave lechuguilla*, O = *Lippia graveolens*, Y = *Yucca filifera*, y R = *Carya illinoensis;* H= Agua y E= Etanol.

En la Figura 9 se muestran el efecto de algunos extractos sobre el desarrollo de *Pseudomonas* sp.

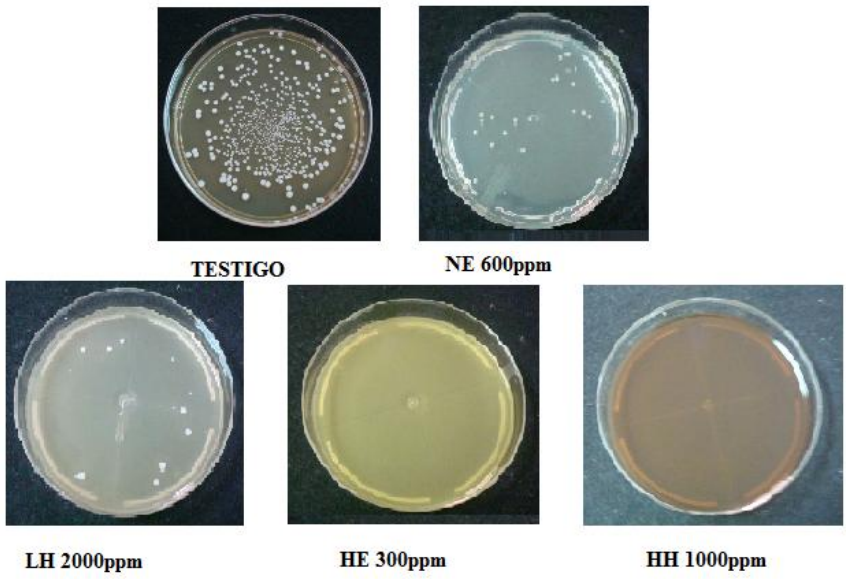


Figura 9. Crecimiento de *Pseudomonas* sp. en medios de cultivo envenenado

En general el efecto de las concentraciones de los diferentes extractos evaluados sobre *Pseudomonas* fue positivo sin embargo los extractos de hojasén/etanol y gobernadora/etanol, presentan los mejores resultados debido a que su inhibición requirió de menor concentración en comparación con el resto de los extractos vegetales (Figura 10).

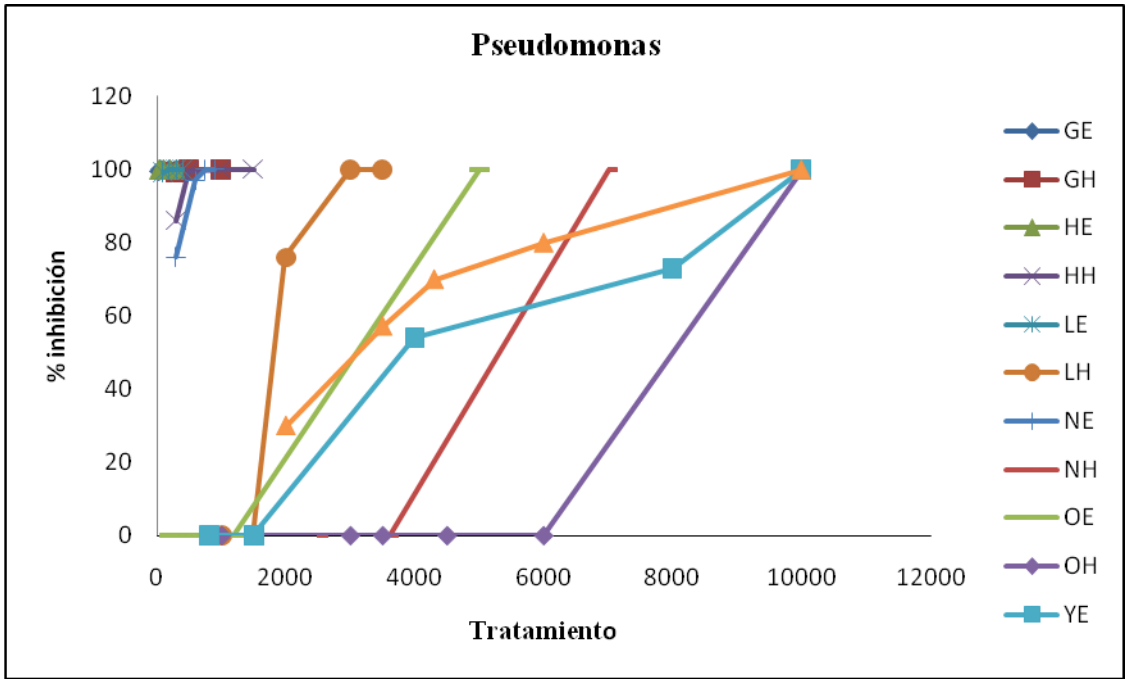


Figura 10. Porcentaje de inhibición de *Pseudomonas* sp. a diferentes concentraciones de extractos vegetales.

Efecto del Extracto Etanólico de *Larrea tridentata* y *Flourensia cernua* en la Pudrición Bacteriana en Papa

Los resultados obtenidos muestran diferencias tanto en la incidencia como en la severidad de la pudrición bacteriana por efecto de los extracos vegetales. La incidencia varía de 0 en el testigo absoluto y los tratamientos a 100 en el testigo inoculado (Cuadro 7).

Cuadro 7. Incidencia y severidad de los tratamientos en los extractos acuosos y etanólicos de *Larrea tridentata y Flourensia cernua* en la pudrición bacteriana en papa.

Extracto	Solvente	Tratamiento	Incidencia %	Severidad
Testigo (+)	--------	0 ppm	100	3.75
Testigo (-)	--------	0 ppm	0	0
Hojasén	Etanol	300 ppm	50	0.5
Hojasén	Etanol	600 ppm	0	0
Hojasén	Etanol	900 ppm	0	0
Gobernadora	Etanol	300 ppm	50	0.5
Gobernadora	Etanol	600 ppm	0	0
Gobernadora	Etanol	900 ppm	0	0

Escala promedio obtenida de cuatro repeticiones, donde 0= tejido sano, 1=1-25% tejido dañado, 2=26-50% tejido dañado, 3=51-75% tejido dañado, 4=>del 76% de tejido dañado.

Las rodajas a las que se le aplico extracto de hojasén etanol a 300 ppm, presentaron hasta un 25% del tejido dañado, considerando el promedio de las cuatro repeticiones se obtuvo 0.5 de severidad en una escala de 0 a 4; sin embargo, en los tratamientos con HE, a 600 ppm y 900 ppm no se observaron daños en el tejido por lo que en la escala de severidad se obtuvo 0 (Cuadro 7; Figura 11).

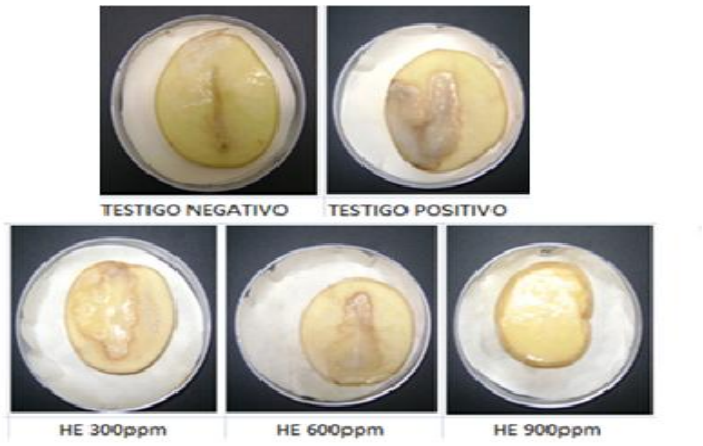


Figura 11. Efecto de los extractos de hojasén etanol en rodajas de papa inoculadas con *Pectobacterium carotovorum* subp. *carotovorum*

Las rodajas a las que se le aplico extracto de gobernadora etanol a 300 ppm, presentaron hasta un 25% del tejido dañado considerando el promedio de las cuatro repeticiones se obtuvo 0.5 de severidad en una escala de 0 a 4; sin embargo, en los tratamientos con GE a 600 ppm y 900 ppm no se observaron daños en el tejido por lo que en la escala de severidad se obtuvo 0 (Cuadro 7; Figura 12).

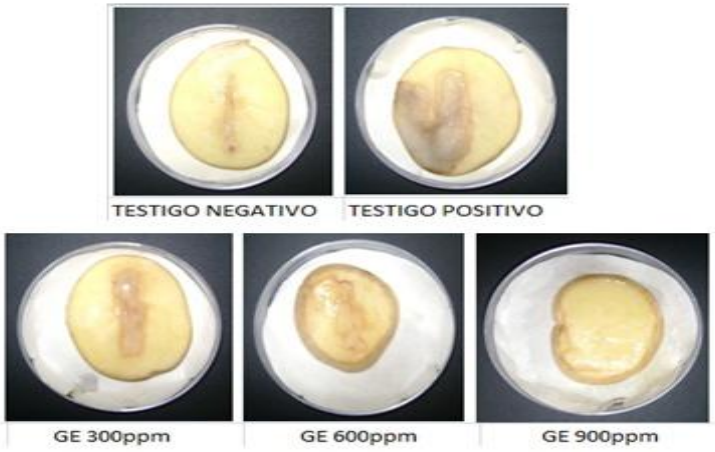


Figura 12. Efecto de los extractos de gobernadora etanol en rodajas de papa inoculadas con *Pectobacterium carotovorum* subp. *carotovorum*

Es importante mencionar que en las rodajas de papa a las que se les aplico extracto a concentraciones altas (600 y 900 ppm) se pusieron blandas pero no tenían los síntomas de pudrición causados por *P. carotovorum* subp *carotovorum.* Es decir estas rodajas no expedían ningún olor y el color no cambio, sin embargo su consistencia era blanda, una posible explicación puede ser que los componentes naturales del solvente (etanol), puedan ser la causa de dicho suceso.

CONCLUSIÓNES

Bajo las condiciones experimentales en las que se desarrollo la presente investigación, podemos concluir que:

1. Todos los extractos vegetales presentan actividad inhibitoria sobre el crecimiento de las cinco bacterias fitopatógenas.

2. Los extractos acuosos y etanolicos con mayor efecto bactericida fueron los de *Larrea tridentata* y *Flourensia cernua* inhibiendo el desarrollo de las cinco bacterias fitopatógenas a concentraciones bajas.

3. El solvente etanol mostro ser más eficas en cuanto a sus propiedades antimicrobianas.

4. Las bacterias que fueron más sensibles a los extractos vegetales son *Pectobacterium carotovorum* subp *carotovorum y Pseudomonas* sp.

LITERATURA CITADA

Abena, A., Diatewa, M., Gakosso, G., Gbeasson, M. 2003. Analgesic, antipyretic and anti-inflammatory effects of essential oil of Lippia multiflora. Fitoterapia 74:231-236.

Agrios, N. G. 1996. Fitopatología. 1ª Edición. Editorial Limusa. México D.F. pp 532-533.

Alstroem, S. 1992. Antibacterial activity of tea and coffee wastes against some plant pathogenic *Pseudomonas syringae* strains. J. of Phytopathology 136 (4): 329-334.

Amorim, A., Cardoso, M., Pinto, J., Souza, P., Filho, N. 2004. Fungitoxic activity evaluation of the hexane and metanol extracts of copaiba plant leaves *Copaifera langsdorffi* Desfon. Ciencia e Agrotecnologia 28(2):316-324.

Aponte, A. 1989. Enfermedades del girasol detectadas en Venezuela. FONAIAP Divulga (Venezuela) Julio-diciembre:23-27.

Aranda O S. 2002. Enfermedades Bacterianas en Ornamentales. In: Manejo fitosanitario en Ornamentales. N. Bautista M., Alvarez L. J. C. Chavarria, P, H. Sánchez A ed. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado de México. 156. pp.

Arsejevic, M., Venete, R., Mascrevic, S. 1994. *Pseudomonas syringae*, pv. *helianthi* (Kawamura 1934) (Dye Wilkie et. Young 1978) a pathogen of sunflower (*Helianthus annus* L.). Phytopathology 142:199-208.

Bauer, J., Agerter, C. 1987. Isolation of bacteria pathogenetic for the sea urchin *Diadema antillarum* (Echinodermata: Echinoidea). Bulletin of Marine Sciences 40 (1):161-165.

Beattie, G.A. and S.E. Lindow. 1995. The secret life of foliar bacterial pathogens on leaves. Annual Review of Phytopathology 33: 145-142.

Borrego, E., Murillo, S., Parga, V. 1990. Fomento a las plantaciones de nogal tolerantes a heladas, por coordinación institucional en el Norte de México. *In:* IV Reunión Nacional e Internacional sobre el Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Zacatecas, Zac. México.

Bourguet, D., Genissel, A., y Raymond, M. 2000. Insecticide resistance and dominance levels. J. Econ. Entomol. 93, 1588-1595.

Brinker, F. 1993. *Larrea tridentata* (D. or Creosote Bush.) Coville (Chaparral). British Journal of Phytotherapy 3:10-30.

Brinker, F. 1993. *Larrea tridentata* (D.C.) Coville (Chaparral or creosote bush). British Journal of Prytotherapy. 3: 10-30.

Burrill, T. 1878. Pear blight. Trans Ill. State Hort. Soc. 114-116.

Cáceres A. 1999. Plantas de Uso Medicinal en Guatemala. Guatemala: Editorial Universitaria, USAC. 402pp.

Cartin, L. F. y Fucikovsky, L.1981. Distribución de la pierna negra de la papa en México y la supervivencia de las bacterias causales. Fitopatología. 16(20):55-59.

Castro, C. E. F. 1995. Helicônia para exportação: Aspectos técnicos da produção. Brasília: (FRUPEX. Publicações Técnicas, 16). 44p.

Chirinos J.2009. Uso de extractos naturales como una alternativa ecológica para el control de enfermedades en plantas. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas: 40-43.

Costa S., Lemos, T., Pessoa, O., Pessoa, C., Montenegro, R., Braz-Filho, R. 2001. Chemical constituents from *Lippia sidoides* and cytotoxic activity. J. Nat. Prod. 64:792-795.

Craker. L., Simon. J. 1992. Herbs, Spices and Medicinal Plants. Recent Advances in Botany, Horticulture and Pharmacology, Vol.3. Food Products Press, New York. pp:103-144.

Croft, B. A. 1977. Susceptibility surveillance to pesticides among arthropod natural enemies modes of uptake and basis responses. Zealand Weed and Pest Control Conference, 256-258.

Croteau, R., Kutchan, T., Lewis, N. 2000. Natural products (secondary metabolites). *In:* Biochemistry and Molecular Biology of Plants. Buchanan, B.B.; Gruissem, W.; Jones, R.L.(Editors). American Society of Plant Physiologists. Rockville, US. pp. 1250-1318.

Davis, J.R. 1976. "Influence of soil moisture and fungicide treatments on commonscab and mineral content of potatoes". Phytopathology. 66:228-233.

Dicknson, C. y Lucas, J. 1987. Patología vegetal y patógenos vegetales, Versión española de Manuel Guzmán Ortiz. México. Editorial LIMUSA. 312 p.

Dillon, M.O., Mabry, T.J., Besson, E., Bouillant, M.L., y Chopin, J. 1976. New flavonoids from *Flourensia cernua.* Phytochemistry 15:1085-1086.

Dole, M.J., and H.F. Wilkins. 1999. Floriculture, principles and species. Prentice Hall, New Jersey, USA. 613 p.

Domínguez, X., Sánchez, A., Suárez, M., Baldas, J., González, M. 1989. Chemical constituents of *Lippia graveolens*. Planta Medi-ca 55:208-209.

Estell, R., Tellez, M., Fredrickson, E., Anderson, D., Havstad, K., Remmenga, M. 2001. Extracts of *Flourencia cernua* reduce consumption af alfalfa pellets by sheep. Journal of Chemical Ecology.27(11):2275-2285.

Estrada E., Villarreal J.A., Jurado E.2005.Leguminosas de Norte del Estado de Nuevo León, México. Acta Botánica Mexicana, 7(3):1-18.

Estrado, N. 1982. Pérdidas durante y después de la cosecha en 15 hortalizas en Costa Rica. Tomo I, San José, Costa Rica, Ministerio de agricultura y Ganadería 282 p.

Fernández, S., Hurtado, L.M., and Hernández, F. 1979. Fungicidal components of creosote bush resin. In: Geissbuhhler H. Advances in Pesticide Science. Pergamon Press Oxford and New York. U.S.A. Pp 351-355.

Ferreira, L., Salgado, C. 1995. In: Manual de fitopatología-Princípios e Conceptos. Coord.: Bergamin, A.F.; Kimati, H.; Amorim, L. 3° ed. Sao Paulo: Agronomica, Ceres, 919 p.

Frank, T.1996. Molds, mycotoxins and feed preservatives in the feed industry. Departmente of Poultry science Nort Carolina State University. Raleigh, Norh Carolina, U.S.A 25 p.

Fredrickson, E., Thilsted J., Estell R., Havstad K.1994. Effect of chronic ingestion of tarbush (*Flourencia cernua*) on ewe lambs. Veterinary and Human Toxicology, 36(5):409-415.

French, E. 1977. Enfermedades bacterianas de la papa en Latinoamérica. Fitopatología. 12(2):87-96

Gallegos, M., Cepeda, S., y Olayo, P. 2003. Entomopatógenos. Ed. Trillas, México, 9-10 pp.

García, R., Juaréz, R., Carrillo, F., Allende, M., Márquez, Z., y Muy, R. 2000. Marchitez bacteriana en Chile bell causada *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora.* Revista Mexicana de Fitopatologia. 18(2):120-124.

García, B., y Rodríguez, M. 1994. Control de la vena negra de las crucíferas (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*) en col (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) con extractos vegetales e incorporación de tejido foliar al suelo en Chapingo, Estado de México, México. Revista Chapingo, Serie Protección Vegetal, 1:35-38.

García, R. 1994. Estudio de enfermedades bacterianas causadas por *Pseudomonas y Erwinias* en el cultivo de papa. Informe de Gestión. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Mimeografiado. P. 42.

González E.M. 1984. Las plantas medicinales de Durango. Cuadernos de Investigación Tecnológica 1(2):1-115.

González, L. 1981. Introducción a la Fitopatología. IICA. San José Costa Rica. 12-13 p.

González, A., Wisdom, C., Sharfi, M., Rundell, P. 1994. Water and nitrogen manipulations of the desert shrub *Larrea tridentata* subsp. *tridentate* (Zygophillaceae). Journal of Arid Environment. 28:139-146.

Gonzalo C.1994. Atlas Agropecuario de Costa Rica. Instituto Florica. Universidad Estatal a distancia. San José, Costa Rica.

Goto, M. 1992. Fundamentals of bacterial plant patjology. Academic Press, inc. San Diego, California, U.S.A.

Guevara, Y., Maselli, A., Sánchez M. 2000. Efecto de Extractos Vegetales sobre Bacterias Fitopatógenos. Manejo Integrado de Plagas. Venezuela.

Guevara, Y., Rondón, A., Solórzano, R. 1980. Bacteriosis del mango (*Mangifera indica* L.) en Venezuela. I- Sintomatología e identificación. Agronomía Tropical (Venezuela) 30(1-6):65-76.

Harvey, A. 2000. Strategies for discoverin drugs from previously unexplored natural products. Drug Discovery Today 5(7): 294-300.

Hauben, L., Moore, M., Vauterin, M., Steenackers, L., Mergaert, M., Verdonck, J., Swing, L.1998. Phylogenetic position of phytopathogens within the Enterobacteriaceae. Systematic and Applied Microbiology, 21:384-397.

Hernández N., Tereschuk, L R Abdala (2000) Antimicrobial activity of flavonoids in medicinal plants from Tafí del Valle (Tucumán, Argentina). J. Ethnopharm. 73:317-322

Hernandez Y.2000. Bacterias Fitopatógenas. Revista de la Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela (Caracas). 26(1): 3-23.

Hooker, W. J.1980.Compendio de enfermedades de la papa. Centro internacional de la Papa. Lima-Perú. Pp.37-42.

Huerta, C., 1997. Orégano mexicano: Oro vegetal. Biodiversitas. Bol. CONABIO 3:8-13.

Jauch, C. 1979. Patología Vegetal. Ed. El ateneo. Segunda Edición. Buenos Aires, Argentina. 280 p.

Johns, C.O., Chernoff, H.L., Viechoever, A. 1922. A saponin from *Agave lechuguilla* Torrey. J. Biol. Chem. 52:335-47.

Kingston, D.G.L., Rao, M.M., Spittler, T.D., Pettersen, R.C., y Cullen, D.L. 1975. Sesquiterpenes from *Flourensia cernua*. Phytochemistry 14:2033-2037.

Lakshminarayana, S.; Estrella, I.B. 1978. Postte promisoria de colorantes naturales (Stintzing et al.harvest espiratory behaviour of tuna (prickly pear) fruit1999 citados por Stintzing et al. 2000). En compara-(*Opuntia robusta* Mill.) Journal of Horticultural Scienceción con la remolacha, donde se pueden encontrar tam-53:327-330.

Leben, C. 1981. How Plant-Pathogenic bacteria survive. Plant Disease 65(8):633-637.

Lehmann, D. 2004. Introduction to integrated pest management of plant diseases and pests in the tropics/subtropics. University of Göttingen, Germany. 396 pp.

León, J., Ramírez, E., Esquivel, G., Esparza, S., Martínez, H., Iliná, A. 2008. Potential of Mycolytic Enzymes Encapsulated on Soya Lecithin Liposomes as Biocontrol Agents against *Fusarium oxysporum.* 3eds. International Congress on food

Science and Food Biotechnology in Developing Countries, 14-17 October, 2008, Querétaro. p. 358-360.

Lipa, J., Jarosz, J. 1989. Inhibitory and bactericidal action of garlic preparations on *Pseudomonas lachrymans* SM et B. carsner an etiological agent of angular spot of Cucumber *P. fluorescens migula* and *P. aeruginosa.* Schroeter migula Prace Naukowe Instytutu Ochrony Roslin (Poland) 30 (1-2): 7-14.

Lira-Saldivar, R. 2003. Estado actual del conociemiento sobre las propiedades biocidas de la gobernadora (*Larrea tridentata* (D. C.), Cobille. Revista Mexicana de Fitopatología. 21(2):214-221.

Loaiza, J., Rivera. G., Barrios, M., y Castro, O. 1996. Evaluación in-vitro del efecto de extractos vegetales sobre las bacterias *Erwinia carotovora, Xanthomonas campestres* y *Pseudomonas solanacearum*. PP. 118. En: Memorias de III Congreso de Fitopatología San José, Costa Rica.

López A., López S., Vázquez M., Rodriguez S., Mendoza M., Padrón E.-2005.- Inhibición del crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum* Schlechtend. F. sp. *Lycopersici* (Sacc.) Snydery Hansen, *Rhyzoctonia solani* Kühn *y Verticillium dahlia* Kleb. Mediante extractos vegetales acuosos. *Revista Mexicana de Fitopatologia.* 23(2):183-190.

Manners, J.G. 1993. Principles of Plant Pathology. 2nd. Ed. Cambridge University Press, Cambridge, England. 343 pp.

Martínez, M. 1989. Las plantas medicinales de México. 6°. Ed. Botas, México, pp. 412-488.

Maselli, A. 1997. Tizón bacteriano del girasol (*Helianthus annuus* L.) en Venezuela: caracterización del agente causal, reacción de híbridos comerciales y transmisión del patógeno por semilla. Tesis de MSc. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía (Maracay). 72 p.

Mata, R., Bye, R., Linares, E., Macías, M., Rivero, I., Pérez, O., Timmermann, B. 2003. Phytotoxic compounds from *Flourencia cernua.* Phytochemistry. 64:285-291.

McMahon, P., Purwantara, A.2004.Diversity and management of cocoa in Asia: *Phytophthora* on cocoa. *In:* Diversity and Management of *Phytophthora* in southeast Asia. Drenth, A., Guest, D. (Editors). Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR). Monograph, 114. Canberra, AU. P. 104-115.

Meinzer, F.C., Widsom, C.S., Gonzalez-Coloma, A., Rundel, P.W., and Shultz, L.M. 1990. Effects of leaf resin on stomatal behavior and gas echange of Larrea tridentate (D.C) Cov. Functional Ecology 4:579-584.

Messiaen, C., Blancard, M., Rouxel, F. y Lafon, R. 1995. Enfermedades de Hortalizas. Ed. Mundi-prensa. 3a Ed. Madrid, España. pp 50-54.

Molina G., Ramos M., Vargas J., Mata B., Becerril P., Said S.2006. Bactericidal activity of organic extracts for *Flourencia cernua* DC against strains of *Mycobacterium tuberculosis,* Archives of Medical Research. 37(1):47-49.

Moneral, P. 2001.Importancia de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en la región de Navidad, Nuevo León. Tesis Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 83p.

Moore, L. W., and D. A. Cooksey. 1981. Biology of *Agrobacterium tumefaciens*: plant interactions, p. 15-46. *In* K. L. Giles and A. C. Atherly (ed.), Biology of *Rhizobiaceae*. Academic Press, New York, NY.

Mosch, J. y Zeller, W. 1989. evaluaron el efecto de los extractos de Mahonia aquifolium Nutt., Berberis vulgaris L., Rhus typhina L. y ajo contra Erwinia amylovora (Burill) en el hospedante altamente susceptible

Mosch, J; Klingauf , F.1989. Los estudios in vitro de la eficacia de extractos de plantas contra el patógeno fuego bacteriano, *Erwinia amylovora* (Burill) . Winslow et al. des Deutschen Narichtenblatt Pflanzenschutzdienstes 41 (8-9): 121-123.

Mosch, J., Klingauf, F., Zeller, W. 1990. On the effect of plant extracts against fire blight (*Erwinia amylovora*). Acta Horticulturae 273:355-361.

Mougel, C. 2000. Structure génétique des populations d'*Agrobacterium* spp.: effet sélectif de la plante et implication dans la diffusion conjugative du plasmide Ti. Ph.D. thesis. University of Lyon, France.

Nesme, X., Bennedra, T., Collin, E. 1990. Importance du crown gall chez les hybrids *Populus tremula* L. x *P.alba* L. en pépinipere forestiére. Agronomie 10:581-588.

Ohata K., Serizawa S. y Shirata A. 1982. Infección source of the bacterial rot lettuce by *Pseudomonas cichorii.* Bolletin of the National Institute of Agriculture Sciences. 36:75-80.

Oku, H. 1994. Plant phatogenesis and disase control. Lewis Publishers. 193 p.

Orte, A. 1980. Las Yucca: recurso natural del desierto. Serie El Desierto. Ed. Centro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo, Coah. México. Vol 3. pp. 135-143.

Pando M., Eufrasio O., Jurado E., Estrada E. 2002. Post-harvest growth of lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr., Agavaceae). In northeastern México. Econ. Bot. 58(1):78-82.

Pascual, M., Slowing, K., Carretero, E., Sánchez, D., Villar, A.2001. *Lippia:* traditional uses, chemistry and pharmacology: A review. J. Ethnopharm. 76:201-214.

Pellmyr, O. 1999. A sistematic revisión of the tucca moths in the Tegeticula yuccasella complexnorth of México. System. Entomol. 24:243-271.

Pérez, G. 2002. Compuestos Aislados de Plantas con Actividad An-tiinflamatoria, Antiviral e Hipoglucemiante. Instituto Politécnico Nacional, México. 192 p.

Perombelon, M. y Kelman, A.1980.Ecology of soft rort *Erwinia*, Annual Rewiew of Phytopathology. 18:361-387.

Pietta, P.G.2000 Flavonoids as Antioxidants. J. Nat. Prod. 63:1035-1042.

Pitman, N., Jorgensen, P.2002. Estimating the size of the world´s threatened flora. Science 298(5595):989.

Reyes, A.J., Aguirre, R.R., Peña, V.C. 2000. Biología y aprovechamiento de *Agave lechuguilla* Torrey. Bol. Soc. Bot. México. 67:75-88.

Ribeiro, L. F., Bendendo, I. P.1999. Efeito inibitório de extratos vegetais sobre *Colletotrichum gloeosporioides*-agente causal da podridao de frutos de mamoeiro. Scientia Agricola 56(4):1267-1271.

Rivera, G.1999. Conceptos introductorios a la fitopatología. Universidad estatal a Distancia san José, Costa Rica. 308 pp.

Salgueiro, L., Cavaleiro, C., Goncalves, M., Cunha, A.2003 Antimicrobial activity and chemical composition of the essential oil of *Lippia graveolens* from Guatemala. Planta Medica 69:80-83.

Salinas, N.2004. Analisis de la Actividad de Extractos Crudos de *Juglans regia L., Juglans mollis y Carya illinoensis* contra *Mycobacterium tuberculosis.* Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de maestro de ciencias con especialidad en Química de productos Naturales. Universidad Autonoma de Nuevo León, facultad de ciencias biológicas, división de estudios de postgrado.

Schaad, N.W. 1980. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. American Phytopathol. Soc. St. Paul, MN. 72 pp.

Shevchik, V.E., and Hugouvieux–Cotte–Pattat, N. 2003. PaeX, a second pectin acetylesterase of Erwinia chrysanthemi 3937. Journal of Bacteriology 185:3091–100.

Shirata A., Ohata, K., Serizawa S., y Tsuchiya Y.1982. Relationship between the lesión devolopment by *Pseudomonas cichorii* and growth estage and leaf position of lettuce and its infection mechanism. Bulletin of the National Institute of Agricultural Science. 36,61-73.

Shumann, G. 1991. Plant diseases: their biology and social impact. The American Phytopathological society. Saint Paul, Minnesota, USA. 397 pp.

Silva M., Eguiarte L.2003. Geographic patterns in the reproductive ecology of *Agave lechuguilla* (Agavaceae) in the Chihuahua desert. I. Floral characteristics, visor and fecundity. Am. J. Bol. 90 (3):377-387.

Smith, I. M., Dunes, J., Lelliot R. A., Phillips, D. H., Archer, S. A. 1992. Manual de enfermedades de las plantas. Ed. Mundiprensa. Madrid, España. pp 170-228.

Sosa, M.C., Perdome, R. F., Branthwaite, W. D. C., Salazar, C. J.J. 1997. Manual de Técnicas para el Diagnostico de las Enfermedades de las Platas Instituto Internacional de Cooperación para la agricultura. 1ª ed. México. Pp 68-71.

Srivastava, L. 2002. Plant Growth and Development. Hormones and Environment. Academic Press. Canadá.

Stauffer, B.A., Orrego, F.A. y Aquino, J.A. 2000. Selección de extractos vegetales con efecto fungicida y/o bactericida Revista de Ciencia y Tecnología, 1(2):29-33. Universidad Nacional de Asunción.

Sullivan J., Meek L., Carroll K., Das A., Ream W. 1996. VirE1 protein mediates export of the single-straded DNA-binding protein VirE2 from *Agrobacterium tumefaciens* into plant cells. J Bacteriol 178:1207-1212.

Tellez, M., Fredrickson, J.W. Powell, K.D. Schrader, Kobaisy, M. 2001. Extracts of *Flourensia cernua* (L): volatile constituents and antifungal, antiagal. And antitermite bioactivities. Journal Chem Ecol. 27(1):2263-2285.

Valentao P., Fernández, E., Carvalho, F., Branquinho, A., Bastos, M. 2002. Studies on the antioxidant activity of *Lippia citriodora* infusión: scavenging effect on superoxide radi-cal, hydroxyl radical and hypochlorous acid. Biol. Pharm. Bull. 25:1324-1327.

Velásquez, M. J.L. 1983. Evaluación del poder bactericida o bacteriostático de la fracción etanólica de la resina de gobernadora contra las bacterias fitopatógenas *Erwinia amylovora, E. antroséptica,* y *Pseudomona solanacearum.* Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, Máxico. 57 p.

Villarreal Q., J. A. 1983. Malezas de Buenavista, Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. 269 pp.

Vines R.A. 1974. Trees, shrubs and woody vines of the soothwest. University of Texas Preess. United States of America. 1104 p.

Welsh, T. 1991. The New Zealand cala. Combined Proceedings International Propagators Society 41:478-484.

Wilson, C.L., Ghaouth, A.E., and Wisniewski, M.E. 1999. Prospecting in nature´s storehouse for biopesticides. Revista Mexicana de Fitopatología 17:49-53.

Zamorá, J.M. 1988. Cytotoxic, antimicrobial and phytochemical properties of *Larrea tridentate* Cav. Doctoral dissertation. Aubum University, Aubum, Alabama, USA. 82 p.

APÉNDICE

Cuadro 1. Análisis de varianza sobre la inhibición del crecimiento de *Pectobacterium carotovorum* subp *carotovorum* con diferentes extractos vegetales acuosos y etanolicos.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Trat	62	606951.4365	9789.5393	2803.54	<.0001
Error	186	649.4841	3.4919		
Total	251	607609.1865			

Coeficiente de Variación: 3.94%

Cuadro 2. Análisis de varianza sobre la inhibición del crecimiento de *Erwinia amylovora* con diferentes extractos vegetales acuosos y etanolicos

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Trat	68	538039.1522	7912.3405	168.05	<.0001
Error	204	9605.2536	47.0846		
Total	275	547751.4022			

Coeficiente de Variación: 16.17%

Cuadro 3. Análisis de varianza sobre la inhibición del crecimiento de *Dickeya chrisanthemi* con diferentes extractos vegetales acuosos y etanolicos.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Trat	67	550409.4853	8215.0669	240.15	<.0001
Error	201	6875.7794	34.2079		
Total	271	557331.9853			

Coeficiente de Variación: 11.24%

Cuadro 4. Análisis de varianza sobre la inhibición del crecimiento de *Rhizobium radiobacter* con diferentes extractos vegetales acuosos y etanolicos

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Trat	63	531384.7344	8434.6783	263.81	<.0001
Error	189	6042.7344	31.9721		
Total	255	537598.7344			

Coeficiente de Variación: 10.02%

Cuadro 5. Análisis de varianza sobre la inhibición del crecimiento de *Pseudomonas* con diferentes extractos vegetales acuosos y etanolicos

FV	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Trat	63	539452.3086	8562.7351	2642.00	<.0001
Error	189	612.5508	3.2410		
Total	255	540080.5586			

Coeficiente de Variación: 3.05%

Cuadro 6. Escala promedio obtenida de cuatro repeticiones señalando la Incidencia de extractos vegetales acuosos y etanólicos de *Larrea tridentata y Flourensia cernua* en la pudrición bacteriana en papa.

			INCIDENCIA				
Extracto	Solvente	Tratamiento	R1	R2	R3	R4	Tejido dañado
Testigo (+)	--------	0 ppm	3	4	4	4	100%
Testigo (-)	--------	0 ppm	0	0	0	0	0%
Hojasén	Etanol	300 ppm	1	1	0	0	25%
Hojasén	Etanol	600 ppm	0	0	0	0	0%
Hojasén	Etanol	900 ppm	0	0	0	0	0%
Gobernadora	Etanol	300 ppm	0	1	1	0	25%
Gobernadora	Etanol	600 ppm	0	0	0	0	0%
Gobernadora	Etanol	900 ppm	0	0	0	0	0%