

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Identificación de Patógenos en *Prosopis glandulosa* en la Región del Sureste
del Estado de Coahuila

Por:

JOSÉ VALDEZ MADRIGAL

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Identificación de Patógenos en *Prosopis glandulosa* en la Región del Sureste del Estado de Coahuila

Por:

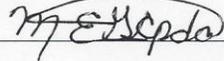
JOSÉ VALDEZ MADRIGAL

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

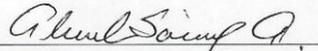
INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Aprobada



Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda

Asesor Principal



M.C. Abiel Sánchez Arizpe

Coasesor



M.C. Jorge David Flores Flores

Coasesor

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación
División de Agronomía
Saltillo, Coahuila, México

Diciembre, 2014

DEDICATORIA

A Dios:

Por darme la dicha de estar aquí, y hacer de mi un hombre de bien.

Por permitirme terminar, salir adelante tanto en mis éxitos como fracasos sin dejarme de la mano.

A mis Padres:

Sr. Pastor Valdez Cortes

Sra. María Madrigal León

Por la grandeza de tenerlos como padres, por su confianza depositada en mí, su esfuerzo, sacrificio y por su cariño y respeto. Y por darme la vida. Gracias.

A mis hermanos:

Ma. Guadalupe Valdez Madrigal

Citlali Valdez Madrigal

Adriana Valdez Madrigal

Lilia Valdez Madrigal

Pastor Valdez Madrigal

Por compartir en los momentos alegres y tristes, por todo su apoyo y por creer en mí. Gracias.

AGRADECIMIENTOS

Con toda gratitud a mi Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, por abrirme las puertas del saber, por permitirme mi formación profesional, y realizar mis sueños a ti mi “ALMA MATER” Gracias.

Con el más debido respeto a la Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda, por su valiosa asesoría y por hacer posible la realización de mi trabajo.

A los M.C. Abiel Sánchez Arizpe y Jorge David Flores Flores, por su valioso apoyo y su participación en la realización de este trabajo.

A todas aquellas personas que de alguna u otra manera participaron en la elaboración del presente trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE GRAFICAS	viii
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	4
Objetivos específicos	4
Justificación	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Distribución Geográfica del Mezquite (<i>Prosopis glandulosa</i>)	5
Mundial.....	5
América	6
México	7
Descripción General de <i>Prosopis glandulosa</i>	8
Clasificación Taxonómica según lineo.....	9
Especies Existentes en México.....	10
Importancia Ecológica.....	10
Importancia Económica	11
Problemática de <i>Prosopis glandulosa</i>	12
Problemas parasitológicos.....	13
Anillados <i>Oncideres cingulata</i> (coleóptera-Cerambycidae).....	13

Barrenador de brotes <i>Dinoderus sp.</i>	
(Coleoptera-Bostrichidae).....	13
Barrenadores de ramas muertas pertenecientes a las familias Buprestidae y cerambycidae	14
Enfermedades Causadas por Hongos y Bacterias	15
Hypoxylon	15
Chancro carbonoso por <i>Hypoxylon mediterraneum</i>	16
Clasificación taxonómica según Linneo.....	17
Pudriciones de la madera	18
Dispersión	19
Cenicilla o mildius en <i>Prosopis glandulosa</i>	20
Cancrosis en tallos y ramas de <i>Prosopis glandulosa</i>	21
Cancrosis de los alamos (<i>Mycosphaerella populorum</i>).....	22
Enfermedades causadas por bacterias en especies forestales	23
Agalla de la corona	23
<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	24
Clasificación taxonómica según	
(Smith & Townsend 1907)	24
Sintomatología	25
Disepersion	25
Agalla por <i>Pseudomonas savastanoi</i> en olivo	26
MATERIALES Y METODOS	27
Lugar de colecta	27
Toma de muestra	27

Incidencia y severidad.....	28
Incidencia	28
Severidad	29
Traslado de muestras.....	29
Aislamiento	30
Purificación de hongos	31
Purificación de bacterias	32
Pruebas de patogenicidad	35
RESULTADOS	36
Incidencia en <i>Prosopis glandulosa</i>.....	37
<i>Alternaría</i> sp.....	40
<i>Phyllosticta</i> sp.....	41
Caracterización de las bacterias	46
<i>Burkholderia gladioli</i>	46
<i>Pseudomonas cichorii</i>.....	51
<i>Pruebas de Patogenicidad</i>	55
RECOMENDACIONES.....	58
CONCLUSIONES	59
ANEXOS.....	60
Incidencia de signos y síntomas	60
BIBLIOGRAFIA	63

INDICE DE FIGURAS

Fig. N° 1: Ubicación mundial del género <i>Prosopis</i> spp. Galera (2000)	5
Fig. N° 2: Ubicación en América del género <i>Prosopis</i> spp. Burkart (1976)	6
Fig. N° 3: Ubicación en México de <i>Prosopis</i> spp. Palacios (2006)	7
Fig. N° 4: <i>Dinoderus</i> spp. Flores (2005)	14
Fig. N° 5: Cuerpos fructíferos de <i>Hypoxylon</i> . Hsieh et al. (2005)	17
Fig. N° 6: Síntomas de <i>Mycosphaerella populorum</i> . Lucero (2011)	23
Fig. N° 7: Aislamiento de hongos patógenos de tejido de una planta infectada. Agrios (1996)	30
Fig. N° 8: Síntomas encontrados en <i>Prosopis glandulosa</i>	37
Fig. N° 9: Muestra vegetativa de <i>Prosopis glandulosa</i> donde se aisló <i>Alternaria</i> spp. Y <i>Phyllosticta</i> spp.	40
Fig. N° 10: <i>Alternaria</i> spp. Proveniente de <i>Prosopis glandulosa</i>	41
Fig. N° 11: <i>Phyllosticta</i> spp. Proveniente de <i>Prosopis glandulosa</i>	44
Fig. N° 12: Síntomas donde se aisló la bacteria <i>Burkholderia gladioli</i> en <i>P.glandulosa</i> (UAAAN,2014)	48
Fig. N° 13: Síntomas donde se aisló la bacteria <i>Pseudomonas cichorii</i> en <i>P.glandulosa</i> .(UAAAN,2014)	52
Fig. N° 14: Inoculación de bacterias en partes vegetativas de <i>P.glandulosa</i> . UAAAN (2014)	55
Fig. N° 15: Presencia de canceres a partir de la inoculación de una cepa de <i>P.cichorii</i> . UAAAN (2014)	56

Fig. N° 16: Prsencia de agallamientos a partir de la inoculación de una cepa de <i>B.gladioli</i> . UAAAN (2014)	57
Fig. N° 17: Testigo de las pruebas de patogenicidad. UAAAN (2014)	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Listas de especies de <i>Prosopis</i> en Mexico.....	11
Tabla N°2: Formato para presencia de síntomas en árboles de <i>Prosopis</i>	19
Tabla N°3: Número de árboles infectados por (<i>Alternaria</i> spp y <i>Phyllosticta</i> spp) de un muestreo de 10 árboles, en los municipios de Saltillo, Arteaga y Ramos Arizpe.....	43
Tabla N°4: Caracterización bioquímica de <i>Burkholderia gladioli</i> aislada de <i>P.glandulosa</i> . UAAAN(2014)	46
Tabla N°5: Número de árboles infectados por <i>B.gladioli</i> de un muestreo de 10 árboles, en los municipios de Saltillo, Arteaga y Ramos Arizpe.....	50
Tabla N°6: Caracterización bioquímica de <i>Pseudomonas cichorii</i> aislada de <i>P.glandulosa</i> . UAAAN(2014)	51
Tabla N°7: Número de árboles infectados por <i>P.cichorii</i> de un muestreo de 10 árboles, en los municipios de Saltillo, Arteaga y Ramos Arizpe.....	53
Tabla N°8: Incidencia de plantas con signos síntomas en una distancia de 200 metros lineales en Saltillo	60

Tabla N°9: Incidencia de plantas con síntomas en una distancia de 200 metros lineales en Ramos Arizpe.	61
Tabla N°10: Incidencia de plantas con síntomas en una distancia de 200 metros lineales en Arteaga	62

ÍNDICE DE GRAFICAS

Grafica N°1: Incidencia de plantas enfermas y sanas en los municipios de Saltillo, Ramos Arizpe y Arteaga.....	39
Grafica N°2: Presencia de plantas enfermas por Hongos (<i>Alternaria</i> spp y <i>Phyllosticta</i> spp) en los diferentes muestreos	44
Grafica N°3: Donde se muestra la media de mayor muestra y presencia de Hongos (<i>Phyllosticta</i> spp y <i>Alternaria</i> spp) en <i>P.galndulosa</i> en el sureste de Coah. (UAAAN,2014)	45
Grafica N°4: Presencia de plantas enfermas de <i>Prosopis glandulosa</i> por <i>B. gladioli</i> en los diferentes muestreos en el sureste de Coah. (UAAAN,2014).	49
Grafica N°5: Promedio de incidencia de <i>B.gladiolii</i>	50
Grafica N°6: Presencia de plantas enfermas por <i>P.cichorii</i> en los diferentes muestreos	53
Grafica N°7: Promedio de incidencia de <i>P.cichorii</i>	54

INTRODUCCIÓN

El género *Prosopis* contiene poco más de 40 especies 6 de ellas nativas de regiones áridas y semiáridas de Norte y Sudamérica, África y Asia, con individuos desde 40 cm hasta 20m de altura, pudiendo crecer en zonas con lluvias menores a los 100 mm anuales y soportando en verano temperaturas máximas promedio superiores a 40 °C.

Según Martínez (2011) el *Prosopis* es un árbol nativo de zonas áridas y semiáridas del mundo, incluyendo México. En estas zonas se ha considerado que el cultivo del mezquite representa una alternativa de desarrollo agropecuario y forestal que podría mejorar los niveles de vida del sector rural, mediante un sistema de producción sustentable.

En algunos países como Argentina y Brasil, se han estudiado las diversas variedades de *Prosopis* con el fin de darle un manejo técnico adecuado para que su producción sea rentable, convirtiéndolo en un cultivo de usos múltiples. Por ejemplo, además de la madera, se puede obtener miel, jalea, polen y cera con las flores de este.

El género *Prosopis* en México se conoce con el nombre común de mezquite, que proviene del náhuatl micuitl, y que probablemente los aztecas le dieron a estas plantas (Granados, 1996).

México posee una extensión de 56 millones de km² de zonas áridas y 23 millones de km² de zonas semiáridas, que representan más de 40% de la superficie total del territorio nacional.

Independientemente de la importancia económica en las zonas áridas y semiáridas, resulta innegable su importancia ecológica, pues es una excelente especie para el control de dunas, la reducción de la erosión del suelo y la captación del agua de lluvia favorecida por sus raíces.

Es un árbol que facilita la recuperación de la fertilidad del suelo, por la aportación de materia orgánica con las hojas y por su capacidad de fijar nitrógeno del aire. Actualmente esta especie se utiliza como ornamental y en sistemas agroforestales como cortinas rompe vientos, también proporciona sombra para el ganado en praderas y agostaderos.

En México hay 10 especies de mezquite: *Prosopis palmeri*, *P. reptans* var. *cineroscens*, *P. pubescens*, *P. articulata*, *P. laevigata*, *P. tamaulipana*, *P. velutina*, *P. juliflora*, *P. glandulosa* var. *tipica*, *P. glandulosa* var. *torreyana* y *P. mexicanum*. En las regiones altas y semiáridas de los valles centrales de México se distribuye principalmente *P. laevigata* (Rzedowski, 1988).

Son pocos los estudios que se han realizado para identificar patógenos que afecten al mezquite. Flores *et al* (2005), realizaron un diagnóstico de los problemas parasitológicos que afectan al mezquite en el desierto de Coahuila evaluando su condición de salud; los autores reportan al anillador de ramas

Oncideres cingulata (Coleoptera-Cerambycidae), al barrenador de ramillas *Dinoderus* sp (Coleóptera-Buprestidae) y al muérdago *Phoradendron tomentosum*, como los principales problemas de este recurso forestal. El estudio fue realizado en los municipios de Cuatro Ciénegas y San Pedro, Coahuila.

Además del anterior trabajo es difícil encontrar otra investigación realizada en el de desierto de Coahuila. Ante tal necesidad se plantea el presente trabajo con los propósitos siguientes:

Objetivos

Identificar patógenos asociados y presentes en el mezquite (*Prosopis glandulosa*) en la región sureste de Coahuila y cuáles de ellos afectan a esta especie para su pleno desarrollo.

Realizando un muestreo dirigido a signos y síntomas en la planta de *Prosopis glandulosa* para posteriormente analizarlos e identificar los agentes causales de los síntomas vistos.

Objetivos específicos

- Obtener e identificar los patógenos causantes de daños en el mezquite en los municipios de Arteaga, Saltillo y Ramos Arizpe.
- Evaluar la incidencia y severidad de los patógenos encontrados.
- Conocer que daños pueden repercutir para el desarrollo y obtención de materia prima en el *Prosopis glandulosa*.

Justificación

Dada la importancia ecológica de esta especie en zonas semiáridas en la región sureste de Coahuila, y la falta de información de los microorganismos asociados a este se recolectaran muestras para su análisis.

REVISION DE LITERATURA

Distribución Geográfica del Mezquite (*Prosopis glandulosa*)

Según *Dávila et al (1993)* el origen fitogeográfico del mezquite (*Prosopis* spp.) se ubica en África, donde persiste como una sola especie; *Prosopis africana*, con características poco especializadas.

Mundial

Según Galera (2000) *Prosopis* es un género de cerca de 45 especies de leguminosas en forma de árboles o arbustos espinosos, de regiones subtropicales y tropicales de América, África y el sudoeste de Asia. Fig: N°1



Fig. N° 1: Ubicación mundial del género *Prosopis* spp. Galera (2000)

América

El género *Prosopis*, según Burkart (1976), comprende 5 Secciones. Las secciones *Prosopis* y *Anonychium* de distribución afroasiática y las otras 3 se distribuyen en las Américas. La Sección *Monilicarpa* (que comprende sólo 1 especie), está restringida a la región centro oeste de Argentina. La Sección *Strombocarpa* (constituida por 7 especies) tiene representantes en Norteamérica y Sudamérica. Las 2 últimas secciones mencionadas incluyen especies bien diferenciadas que no ofrecen dificultades para su identificación. La Sección *Algarobia* tiene una amplia distribución en el sur de Estados Unidos, México, la costa Pacífica de Centroamérica, las costas de Colombia, Venezuela e islas del Caribe, y hacia el sur va desde Ecuador hasta el Sur de Argentina, principalmente en las áreas desérticas o semidesérticas. La sección *Algarobia* comprende unas 30 especies, que en algunas áreas de distribución, cuando ocurre simpatría, pueden encontrarse individuos intermedios, lo que contribuye a dificultar la delimitación de algunos taxones. Fig. N°2



Fig. N° 2: Ubicación en América del genero *Prosopis* spp. Burkart (1976)

México

Según Palacios (2006) el género *Prosopis* sp. se encuentra distribuido en los estados: Baja California Sur, Baja California Norte, Sonora, Sinaloa, Durango, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Zacatecas, san Luis Potosí, Jalisco, Guanajuato, Michoacán, Guerrero, Aguascalientes, Querétaro, Oaxaca, Puebla y Edo. de México. Fig. N° 3



Fig. N° 3: Ubicación en México de *Prosopis* spp. Palacios (2006)

Descripción General de *Prosopis glandulosa*

El mezquite es un arbusto o árbol espinoso de hasta 10 m de altura; su sistema radical puede alcanzar más de 50 m de profundidad y hasta 15 m en sus laterales; los tallos son de corteza oscura y ramas con abundantes espinas axilares o terminales. Las hojas son compuestas, bipinnadas con 12 a 15 pares de folíolos oblongos o lineares, de 5 a 10 mm de largo. Las flores son de color amarillo verdoso, agrupadas en racimos, miden de 4 a 10 mm, son bisexuales, actinomorfas, con 5 sépalos y 10 estambres. El fruto es una vaina de color paja o rojizo violáceo; con forma de lomento drupáceo, alargado, recto o arqueado y espiralado en algunos casos, indehiscente, de 10 a 30 cm de longitud, puede ser plano o cilíndrico en la madurez y contiene de 12 a 20 semillas (CONAZA e INE, 2000).

Estos árboles caducifolios generalmente llegan a medir entre 6 y 9 m de altura, aunque es común encontrarlos como arbustos. Tienen hojas angostas, bipinnadas, compuestas, de 5 a 7,5 cm de largo y con puntas suaves, y ramas con espinas. El fruto que dan estos árboles, en forma de vaina, también es llamado mezquite. (Galera 2000)

Según Martínez (2011) el mezquite es un árbol nativo de zonas áridas y semiáridas del mundo, incluyendo México. En estas zonas se ha considerado que el cultivo del mezquite representa una alternativa de desarrollo agropecuario y forestal que podría mejorar los niveles de vida del sector rural, mediante un sistema de producción sustentable.

Clasificación Taxonómica Según Linneo (Galera, 2000)

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Tribu: Mimoseae

Género: Prosopis

Especie: *P. glandulosa*

Especies existentes en México

En la clasificación del *Prosopis*, se consideran las especies y variedades existentes en México (Burkart, 1976). (Tabla N° 1)

Tabla N° 1: Lista de especies de *Prosopis* en México

Género:	<i>Prosopis</i>
Especie:	<i>Laevigata, articulata, pubescens, palmeri, tamaulipana, glandulosa</i> var <i>glandulosa</i> y <i>torreyana, velutina, juliflora, reptans</i> var. <i>Cinerancens</i> .

Importancia Ecológica

Según Martínez (2011) es una excelente especie para el control de dunas, la reducción de la erosión del suelo y la captación del agua de lluvia favorecida por sus raíces.

Es un árbol que facilita la recuperación de la fertilidad del suelo, por la aportación de materia orgánica con las hojas y por su capacidad de fijar nitrógeno del aire. Actualmente esta especie se utiliza como ornamental y en

sistemas agroforestales como cortinas rompe vientos, también proporciona sombra para el ganado en praderas y agostaderos.

Según Flores (2005) dan protección al suelo y a los mantos acuíferos, abrigan a la fauna silvestre y son fuente de alimento para el ganado.

Importancia Económica

En ecosistemas semidesérticos de México, pocas son las alternativas de producción que pueden derivarse de las especies que se desarrollan de manera natural con baja disponibilidad de agua. De estas especies, el árbol de mezquite fue desde tiempos remotos, uno de los principales recursos naturales para los habitantes de las regiones desérticas, quienes encontraron en esta planta múltiples beneficios (CONAZA e INE,1994).

En la actualidad, el mezquite es un recurso de importancia para los pobladores de las regiones áridas, quienes llevan a cabo su aprovechamiento como una actividad complementaria a la agricultura, la ganadería y la explotación de otras especies silvícolas. Sin embargo, en muchas áreas del país su densidad poblacional a disminuido severamente, por lo que resulta necesario fomentar un aprovechamiento sustentable, que conlleve a generar beneficios económicos

para los poseedores de este recurso, sin el deterioro y desaparición de las poblaciones (Maldonado y De la Garza, 2000).

Según Solís (1997) en las poblaciones rurales la madera la utilizan como fuente energética en forma de leña y carbón, para la elaboración de postes para cercos, construcción de muebles, parket (mezcla o mosaicos de diferentes tipos de maderas, como nogal y cerezo, para hacer un patrón de piso), artesanías, casas habitación, hormas para zapatos, tablas y tablones. De este árbol el ganado consume sus frutos y hojas, además de la producción de su flor con fines apícolas, aprovechamiento de la goma que exuda y sus propiedades medicinales.

Problemáticas del *Prosopis glandulosa*

Según la Flores (2005) el ecosistema ha sido sometido a graves disturbios ecológicos como: incendios, desmontes para cambio de uso de suelo, falta de un plan de manejo, pastoreo desordenado, uso irracional del recurso, aprovechamientos clandestinos y abatimientos de mantos acuíferos; trayendo como consecuencia el debilitamiento y la predisposición al ataque de plagas y enfermedades.

Problemas parasitológicos

Anillador *Oncideres cingulata* (Coleoptera-Cerambycidae)

Según Flores (2005) es la principal plaga en el área de Cuatro Ciénegas y san Pedro de las Colonias Coahuila. El adulto ataca ramillas de 0.5 a 1.2 cm de diámetro de la parte media y superior del árbol, al hacer el corte destruye los tejidos basculares, impide el paso de savia y muere la ramilla. El árbol no muere pero se ve seriamente afectado en su desarrollo potencial. Los ataques son nocturnos desde finales de primavera hasta mediados de otoño.

El *O.cingulata* pone huevos en las ramitas y las corta, la cría desarrolla en las ramitas cortadas sobre el suelo, por lo tanto deben de recogerse y destruir las ramitas cortadas (Billings, 2007).

Barrenador de brotes *Dinoderus* sp. (Coleóptera-Bostrichidae).

Según Cibrián (1995) la familia Bostrichidae son escarabajos barrenadores de madera seca reduciéndola a un polvo similar al talco. Los adultos son de tamaño pequeño a medio, de forma cónica a elongada. La cabeza está

protegida por el protórax, el cual es como una capucha que lo esconde.
Fig.Nº4.

Segunda plaga de importancia; el adulto ataca ramillas tiernas y pequeñas de 15 a 30 cm de largo. Al hacer el orificio de entrada el adulto destruye el sistema vascular y muere el brote o ramilla. La hembra oviposita en el interior de los túneles y las larvas al nacer ahí se desarrollan. Sus poblaciones se observan desde primavera hasta principios de otoño. Sus ataques no matan al árbol pero impactan en su desarrollo normal y potencial (Flores, 2005).



Fig N° 4: *Dinoderus* spp. Flores (2005)

Barrenadores de ramas muertas pertenecientes a las familias Buprestidae y Cerambycidae.

Según Flores (2005) estos insectos viven sobre ramas muertas por la sequía u otra razón. El mezquite al igual que otras plantas del desierto tienen como estrategia fisiológica de sobrevivencia, eliminar una proporción de partes

vegetativas o de no producir frutos, mientras no les favorezcan las condiciones ambientales. Son estas ramas las que aprovechan los insectos de la familia Buprestidae y Cerambycidae, aunque en algunos casos atacan ramas vivas. Su apariencia es muy espectacular y cualquiera podría pensar que estos insectos son los responsables del deterioro del arbolado. Casi el 100% del arbolado presenta esta sintomatología.

Enfermedades Causadas por Hongos y Bacterias

Hypoxylon

Según Hsieh *et al.* (2005) son hongos que desarrollan un estroma convexo, aplanado, pulvinado o semigloboso, limitado o efuso, errumpente en la corteza o en madera decorticada. Ectostroma de coloraciones varias o negras. Entostroma bien desarrollado o por el contrario reducido, no claramente zonado, de textura carnosa, leñosa o carbonácea. Peritecios embebidos en una capa sencilla en la periferia del estroma, de forma globosa a semiglobosa, con ostiolo claramente visibles.

Ascos cilíndricos, con el aparato apical amiloide por lo general. Esporas uniseriadas u oblicuamente uniseriadas, fusoides, de elipsoidales a anchamente

elipsoidales, de color claro a pardo oscuro, normalmente con un poro germinativo alargado. Crecen sobre numerosas especies de caducifolios.

El *Hypoxylon* causa la muerte descendente y resinosis de las ramas y son particularmente más intensas en sitios con exceso de sombra y húmedos.

Chancro carbonoso por *Hypoxylon mediterraneum*

El síntoma característico de esta enfermedad es la aparición de ramas muertas con placas carbonosas que son visibles a través de grietas que se forman en la corteza que también aparecen en el tronco. Actualmente se sabe que es un hongo que infecta al huésped de forma asintomática y solo cuando el árbol se encuentra muy debilitado se presentan los síntomas, actuando por tanto, como un patógeno secundario o de debilidad. Las medidas de control preventivo recomendadas tradicionalmente son evitar heridas, desinfectar las herramientas y sellar las heridas de poda. (Hsieh *et al.*, 2005) Fig. N°5

Clasificación Taxonómica según Linneo (Hsieh *et al.*, 2005)

Reino: Fungi

División: Ascomycota

Clase: Euascomycotina

Orden: Xylariales

Familia: Xylariaceae

Género: Hypoxylon

Especie: *H. mediterraneum*



Fig N° 5: Cuerpos fructíferos de *Hypoxylon*. Hsieh *et al.* (2005)

Pudriciones en la Madera

La pudrición de madera es uno de los tipos de enfermedades más comunes en los árboles urbanos, y porque la pudrición debilita la madera y puede provocar fracturas en los árboles, es una de las enfermedades más importantes. La pudrición es considerada una enfermedad porque causa un deterioro progresivo de las paredes celulares y de la resistencia de la madera y puede interrumpir el flujo de savia en la albura cuando las células mueren o reaccionan al avance de la pudrición. Algunos hongos xilófagos son conocidos como chancros de pudrición ya que pueden matar la corteza y el cambium tanto como con la madera podrida. (Luley 2006)

Según Luley (2006) toda pudrición de la madera de cualquier consecuencia en los árboles vivos es causada por hongos.

La pudrición blanda la causan, generalmente, los hongos descomponedores de la familia de los ascomicetos, aunque algunos basidiomicetos pueden causar una pudrición similar a la pudrición blanda. Los hongos causantes de pudrición blanda usan un tipo de ataque similar al utilizado por los causantes de pudrición marrón; se degrada preferentemente la celulosa. Los hongos de pudrición blanda atacan la celulosa de las paredes celulares y forman a menudo cavidades microscópicas en la pared secundaria celular (Schwarze *et al.* 2000).

Los árboles afectados por alteraciones en su madera y estructura causados por pudrición blanca son más propensos a manifestar crecimientos adaptativos, o crecimientos activos localizados en respuesta al estrés, que puede resultar en varios grados de hinchazones o cambios en las características de la corteza. El “culo de botella”, que no es más que una hinchazón única en la base del árbol, se atribuye a la pudrición blanca (Schwarze *et al.* 2000).

Dispersión

La mayoría de los hongos xilófagos se dispersan, via basidiosporas, por el aire o ascosporas que son liberadas desde los órganos reproductores localizados en árboles vivos o muertos. Una simple seta puede liberar millones de esporas (Manion, 1981).

Los hongos xilófagos pueden también dispersarse a través de otros mecanismos. Algunos hongos descomponedores de raíz se pueden dispersar via contacto entre raíces de árboles adyacentes. Los insectos también pueden dispersar la descomposición- al menos un hongo descomponedor (*Cerrena unicolor*) se dispersa con una avispa cornuda cuando oviposita en árboles débiles. La dispersión en el suelo desde tocones y raíces infectadas via

crecimiento vegetativo de los rizomorfos es también de sobra conocido con el hongo Armillaria (Shaw y Kile, 1991).

Cenicilla o Mildius en *Prosopis glandulosa*.

Según Agrios (1985) los mildius son principalmente tizones del follaje de las plantas que atacan y se propagan con gran rapidez en tejidos verdes tiernos y jóvenes que incluyen hojas, ramitas y frutos de las plantas. Su desarrollo y severidad, en zonas donde se desarrollan tanto las plantas susceptibles como los mildius correspondientes que las infectan, depende en gran parte de la presencia de una película de agua sobre los tejidos de la planta y de la alta humedad relativa de la atmósfera durante los períodos moderadamente fríos y cálidos pero no de calor intenso. La reproducción y propagación de estos hongos es rápida, de ahí que las enfermedades que ocasionan produzcan pérdidas considerables en períodos cortos.

Según Huang (2000) el oídio es una enfermedad fúngica que afecta a una amplia gama de plantas y son causadas por diferentes especies de hongos del orden Erysiphales. Es una de las enfermedades más fáciles de detectar, ya que sus síntomas son muy distintivos. Las plantas infectadas muestran manchas

pulverulentas blancas en las hojas y tallos. Las hojas inferiores son las más afectadas, pero el moho puede aparecer en cualquier parte de la planta. A medida que la enfermedad progresa, las manchas se hacen más grandes y más densas y se forman un gran número de esporas asexuales, el moho pueden extenderse hacia arriba y abajo de la longitud de la planta. El óidio crece bien en ambientes con alta humedad y temperaturas moderadas.

Cancrosis en Tallos y Ramas de *Prosopis glandulosa*

Según Agrios (1985) los cancrisis son heridas localizadas o zonas muertas de la corteza que con frecuencia están hundidas debajo de la superficie del tallo o ramitas de las plantas leñosas. En algunos de ellos, los tejidos sanos adyacentes al cancro incrementan su grosor y llegan a tener un tamaño mayor a la superficie normal del tallo.

Hay innumerables tipos de patógenos que producen cancrisis en árboles, pero dichas enfermedades pueden deberse también a algunos factores del medio. Sin embargo, la mayoría de ellos tienen muchas semejanzas. Los organismos que con mayor frecuencia producen cancrisis en los árboles incluyen a los ascomicetos, aunque otros hongos (en particular los hongos imperfectos), algunas bacterias y algunos virus producen también dichas enfermedades.

Cancrosis de los alamos (*Mycosphaerella populorum*)

En las hojas: las de las ramas inferiores y las más próximas al tallo principal son las que revelan primeramente, y en forma más intensa, el ataque. Las manchas son necróticas, más o menos delimitadas por las nervaduras. En las hojas más coriáceas, las manchas son redondeadas, a veces angulosas y con frecuencia toman la forma de un ojo, pues el centro se torna grisáceo, son los márgenes más oscuros, rodeado todo esto por una zona amarillenta. Las lesiones del envés de la hoja son más claras, pudiendo observarse con la ayuda de una lupa las fructificaciones asexuales que son pequeñas, negras y esparcidas, cuyo número varía notablemente según hospedante. (Lucero 2011) Fig.N°6.

A medida que la estación avanza, las manchas abarcan mayores extensiones, haciéndose a veces confluentes; luego algunas hojas toman color amarillento y se desprenden.

En los tallos y ramas. Las lesiones sobre las ramitas del año se asemejan, a veces a las típicas que produce el granizo; otras comienzan por la aparición de una mancha con la superficie algo hundida, negra, alargada y extendida en forma de escudo, hasta rodear a veces totalmente la ramita. Las ramas de dos y más años se deprimen y deforman notablemente. Las lesiones de los tallos evolucionan anualmente hasta que algunas terminan en verdaderas estrangulaciones; producen grandes canchales, por lo general, en la mitad inferior

de las plantas. Todas estas alteraciones causan, con frecuencia, la muerte de las partes inmediatamente superiores, sea del tronco o de las ramas. (Lucero 2011)



Fig N° 6: Síntomas de *Mycosphaerella populorum*. Lucero (2011)

Enfermedades Causadas por Bacterias en Especies Forestales

Agalla de la corona

Según Argedas (2009) la "agalla de la corona" es una enfermedad causante de tumores de amplia distribución mundial, capaz de afectar a más de ochenta familias de plantas herbáceas y forestales; es producida por la bacteria *Agrobacterium tumefaciens* de la familia *Rhizobiaceae*.

Agrobacterium tumefaciens

Según Conn (1942) *Agrobacterium tumefaciens* es una bacteria Gram negativa capaz de infectar plantas a través de heridas, e inducir la información de tumores en las plantas infectadas.

Clasificación taxonómica según (Smith & Townsend, 1907) (Conn, 1942)

Dominio: Bacteria

Filo: Proteobacteria

Clase: Proteobacteria alfa

Orden: Rhizobiales

Familia: Rhizobiaceae

Género: *Agrobacterium*

Especie: *A.tumefaciens*

Sintomatología

La bacteria se caracteriza por formar agallas o tumores, principalmente en la base de los tallos a nivel de la superficie del suelo. Inicialmente forma pequeños crecimientos esféricos con la apariencia de callos, los cuales crecen rápidamente hasta constituirse en grupos de protuberancias fácilmente distinguibles. En árboles de dos a tres años, los tumores pueden llegar a alcanzar diámetros superiores al de su hospedero. (Torres, 1993)

Estas agallas son leñosas y mantienen la coloración y la textura del resto de la corteza. Con el tiempo, la superficie se rompe y toma una coloración oscura; en algunas ocasiones las agallas terminan por desintegrarse. (Argedas, 2009)

Dispersión

Según Argedas (2009) la bacteria se dispersa en el suelo por la remoción de éste, el agua de riego, la escorrentía y por la maquinaria utilizada para las labores de manejo (tractores, chapeadoras, etc.). Se ha observado su dispersión en el mismo árbol o entre árboles de la plantación por medio de instrumentos contaminados como cuchillos y podadoras. Las heridas innecesarias causadas por el cuchillo durante las deshijas y las rodajeas, así

como el maltrato de raíces por pisaduras, son los principales sitios de entrada de la bacteria en los árboles.

Agalla por *Pseudomonas savastanoi* en Olivo

La enfermedad de agallas en el olivo, se caracteriza como su nombre lo dice por nudos y agallas en los tallos emergentes, ramas, y de vez en cuando en hojas, fue descrita por primera vez en el siglo IV antes de Cristo por el filósofo griego Teofrasto; *Pseudomonas savastanoi* es la bacteria responsable de la enfermedad (Lacobellis, 2001).

Según Young (2004) la infección se produce a través de heridas sufridas por la poda o por los fenómenos meteorológicos graves, como la congelación y el granizo. Una amplia gama de síntomas puede ser resultado de una infección, incluyendo la muerte y la decadencia. Otras consecuencias del patógeno incluyen la defoliación, la reducción de las extremidades y el tamaño total de la planta. Las infecciones pueden ser asintomáticas durante un máximo de ocho meses a partir de la exposición. Los nudos generalmente se forman en la primavera durante el periodo de crecimiento más activo.

MATERIALES Y METODOS

Lugar de Colecta

Se recolectaran muestras de partes vegetativas (hoja, vainas, tallo y raíz) de *Prosopis glandulosa* en diferentes predios de los municipios de Arteaga (25°26'43"N 100°50'48"O), Saltillo (25°26'00"N 101°00'00" O) y Ramos Arizpe (25°32'26"N 100°57'02"O), con disturbios urbanos.

El muestreo se realizara en lugares conurbados.

Toma de Muestra

En un transecto lineal de 200 mtos, de 10 árboles se colecto material vegetal con diferentes síntomas como: tizones, agallas, etc. estas muestras se tomaran mediante un muestreo dirigido a sintomatología en los municipios ya mencionados y tomaron muestras 10 plantas de las cuales a cada una de ellas se colectaron partes vegetativas con síntomas; las cuales se llevaran posteriormente al laboratorio de Parasitología ubicado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro para su posterior análisis.

Incidencia y Severidad

Incidencia

Es la cantidad de individuos o partes contables de un individuo (plantas, frutos, hojas, etc.) Afectados por una determinada enfermedad respecto al total analizado expresada en %. (Ej.: 20% de plantas con manchas). Es un valor objetivo. Esta medida es útil para medir el patrón de distribución en el campo de enfermedades donde toda la planta está afectada (Carmona, 2013).

Se contó el número de plantas en 200 metros lineales para determinar la presencia de síntomas. Los resultados se colocaron en una tabla dependiendo el municipio al que pertenecen; colocando el número de planta y si presenta o no presenta sintomatología, como se muestra en la Tabla N°2.

N° de planta	Presencia
1	Si
:	Si
&	&

Tabla N°2: Formato para presencia de síntomas en árboles de *Prosopis*

Severidad

Es una estimación visual en la cual se establecen grados de infección en una determinada planta, sobre la base de la cantidad de tejido vegetal enfermo. Es subjetiva y hace referencia al % del área necrosada o enferma de una hoja, fruto, espiga, etc. Es el parámetro que mejor está relacionado con la gravedad de la enfermedad y con los daños causados (Carmona, 2013).

Se realizó un conteo de las plantas que se encuentren en una área de 200 metros lineales, los árboles se dividirán en tres partes y dependiendo el daño observado se les dará un valor arbitrario de acuerdo a una apreciación visual (25%, 50%, 75%, etc).

Traslado de Muestras

Las muestras fueron tomadas de áreas conurbadas en los municipios de Saltillo, Arteaga y Ramos Arizpe; las cuales posteriormente fueron trasladadas al laboratorio de fitopatología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; para poder procesarlas fitopatológicamente.

Aislamiento

El aislamiento se realizó según Agrios (1996).

El método más común para aislar a los patógenos de las hojas infectadas y de otros órganos de la planta es aquel en el que se seleccionan varios cortes pequeños de 5 a 10 mm a partir del borde de la lesión infectada, a fin de que contenga tejidos enfermos y tejidos al parecer sanos. Fig. N° 7.

Esos cortes se colocan en una de las soluciones esterilizantes de superficie, lo cual asegura que esas superficies se humedezcan y al cabo de 15 ó 30 segundos los cortes se toman asépticamente uno por uno a intervalos regulares de tiempo, a fin de que cada uno de los se esterilice a diferentes tiempos. Posteriormente, los cortes se secan con trozos limpios de papel estéril o se pasan por tres cambios con agua estéril, y por último se colocan sobre el medio nutritivo (por lo común, de 3 a 5 por caja Petri).

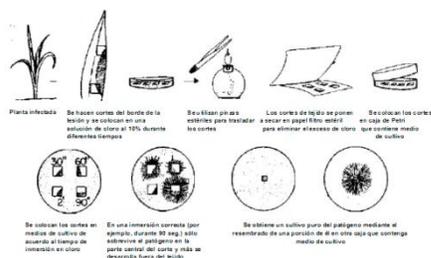


Fig N° 7: Aislamiento de hongos patógenos del tejido de una planta infectada. Agrios (1996)

En este caso se utilizó el método de dilución para poder separar bacterias y hongos patógenos de las partes enfermas de la planta.

Después de haber efectuado la esterilización superficial de los cortes de tejidos enfermos a nivel del margen de la infección, los cortes se muelen asépticamente en un pequeño volumen del agua estéril y posteriormente parte de este homogenizado se diluye serialmente en volúmenes iguales o diez veces más el volumen del agua inicial.

Por último, las placas con agar nutritivo (el cual fue utilizado y remplazado principalmente para que se desarrollaran bacterias como hongos) se siembran con un asa que ha sido mojada en cada una de las distintas diluciones seriadas, a fin de que en ellas se desarrollen tanto micelio del hongo como colonias de bacterias patógenas.

Purificación de hongos

El aislamiento de hongos de las placas sembradas por dilución se llevó a cabo de la siguiente manera.

Una vez desarrollado micelio en la placa sembrada por dilución se tomaron explantes de diferentes micelios y se resembraron en cajas petri con PDA (papa-dextrosa-agar); una vez desarrollado el micelio en las cajas de PDA se prosiguió con hacer montas semipermanentes en porta objetos para identificar morfológicamente al hongo fitopatógeno.

La identificación morfológica se llevó acabo con la ayuda de las claves morfológicas de (Barnett & Barry B. Hunter, 2003).

Purificación de Bacterias

La purificación de bacterias se llevó acabo con el manual de prácticas de bacteriología e introduction to practical phytobacteriology. (Lopez, 2012)

Una vez esterilizado el material y preparado los medios de cultivo específicos KB (B de King) para aislar las bacterias de los hongos, se tomaran colonias y serán resembradas en el medio B de King por medio del método llamado rayado, tomando suspensión bacteriana con una asa esteril, y luego se hace un rayado sobre el medio de cultivo sólido en las cajas de petri, se incubo a 28°C en un lapso de 24-48 horas se observan las colonias.

Para efectuar la separación de las diferentes colonias que se observan en el medio de cultivo se utilizara una asa bacteriológica, teniendo cuidado de esterilizarla a la flama entre la separación de una colonia y otra.

Las diferentes colonias se sembraran por el método de estria multiple en medios de cultivo especifico, incubando a 28°C durante 24-48 horas; para poder realizarle las siguientes pruebas químicas y biouimicas

Morfología colonial: Las características de forma, tamaño, color, aspecto y consistencia de las colonias son variables entre las especies de bacterias fitopatógenas.

Tinción de Gram: Con este método se puede diferenciar organismos gram positivos y gram negativos.

Metabolismo Oxidativo o Fermentativo de los Carbohidratos (Hugh & Leifson): En relación al fenómeno de respiración existen dos grandes grupos de bacterias fitopatógenas, las bacterias aeróbicas que realizan dicha función en presencia de oxígeno y las bacterias anaeróbicas que realizan esta función en ausencia de oxígeno o bien aquellas que se consideran facultativas por realizar ambas funciones.

Fluorescencia: Utilizado para descartar o confirmar presencia de *Pseudomonas* las cuales tienen la propiedad de producir un pigmento denominado fluorescina el cual se detecta utilizando medio de cultivo llamado B de King (KB) e iluminando con luz ultravioleta.

Incubación a 41°C y 4°C

Catalasa: Es una enzima capaz de descomponer el peróxido de hidrogeno en agua y oxigeno libre. Esta enzima se encuentra presente en la mayoría de las bacterias aérobicas y anaeróbicas facultativas.

Pruebas de L.O.P.A.T: Levana, Oxidasa, Peptolisis de papa, Arginina y Tabaco

Reducción de Nitratos: algunas bacterias tienen la capacidad de reducir nitratos, dependiendo de su sistema enzimático.

Licuefacción de Gelatina: La gelatina debido a que es una proteína simple pierde su poder solidificante por el efecto de las enzimas proteolíticas. En algunas fitobacterias se encuentran presentes este tipo de enzimas, las cuales se utilizan con fines de identificación en un medio libre de carbohidratos.

Hidrolisis de Almidón: Existen algunas especies de bacterias fitopatógenas que son capaces de hidrolizar el almidón, mediante presencia o ausencia de enzimas extracelulares como la alfa y beta amilasa que hidrolizan el almidón a maltosa para obtención de carbono y energía.

Citrato: Estudia la capacidad de utilizar el citrato como única fuente de carbono.

Pruebas de Patogenicidad

Las Pruebas de patogenicidad son recomendadas para aquellas bacterias que causan manchas foliares o tizones, porque penetran principalmente por los estomas.

La aspersión puede hacerse manual (usando atomizadores) o con alta presión aplicando la suspensión bacteriana 1.5 ml/cm² de esta manera la suspensión entra a través de los estomas a los espacios intercelulares. Las plantas a inocular se mantuvieron en cámara húmeda por 24 horas antes de la inoculación, hasta después de la aparición de síntomas.

El método que se utilizó para la inoculación artificial de la bacteria fue la punción del tallo, en este caso no se utilizó una planta completa sino que partes vegetativas (ramas) a las cuales se les hizo una punción, con una aguja sumergida previamente en la suspensión bacteriana.

RESULTADOS

De las muestras vegetales de *Prosopis glandulosa* recolectadas en los municipios de Saltillo, Arteaga y Ramos Arizpe se observaron los siguientes síntomas: agallas, canceres, tizones y hojas cloróticas y amarillentas (Fig.N°8); de estos síntomas los cuales se aislaron:

En partes vegetativas del árbol que presentaban agallamientos se encontró asociada la bacteria *Burkholderia gladioli*; las ramas con canceres y partes muertas, estaban asociadas a la bacteria llamada *Pseudomonas cichorii*; por otro lado muestras de hojas que presentaban tizones y amarillamientos se encontraron los hongos *Alternaria spp* y *Phyllosticta spp*.



Fig. N°8: Síntomas encontrados en *Prosopis glandulosa* UAAAN 2014

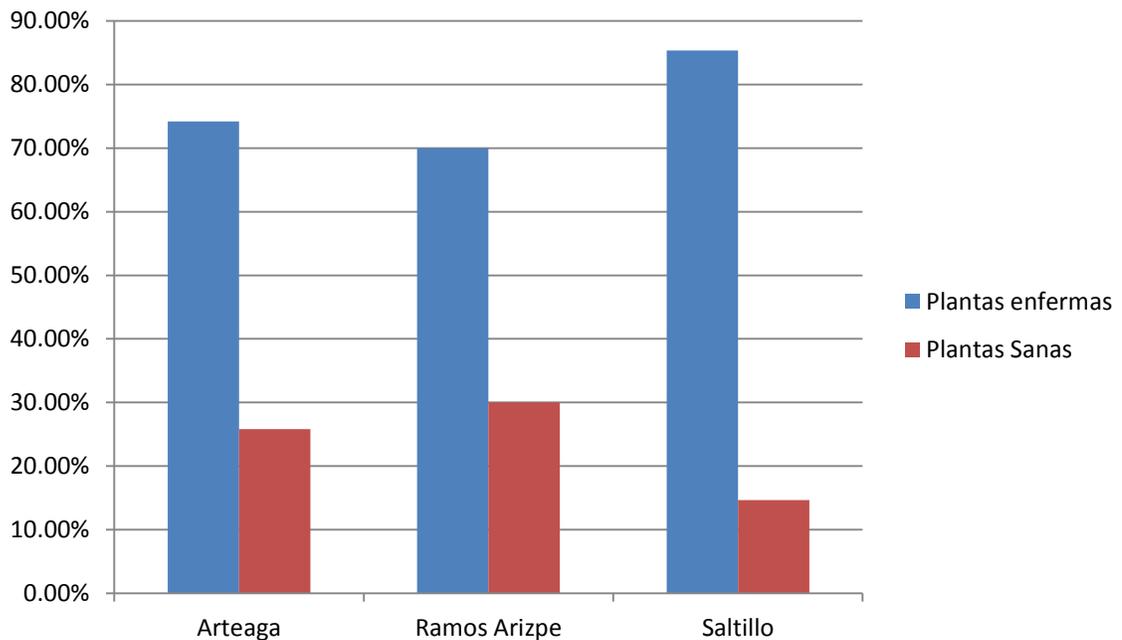
La incidencia y severidad de acuerdo a (Turkey) la cual posteriormente se graficaron los resultados para obtener una visión más clara sobre la incidencia y severidad en los diferentes municipios y en las diferentes fechas en las que se realizaron los muestreos.

Incidencia en *Prosopis glandulosa*

La incidencia de las plantas totales en un muestreo de 200 mts lineales en el sureste de Coahuila fue la siguiente: Saltillo de 41 plantas muestreadas (Plantas enfermas 85.36% y Plantas sanas 14.64%), Ramos Arizpe de 30

plantas muestreadas (Plantas enfermas 70% y Plantas sanas 30%), Arteaga de 31 plantas muestreadas (Plantas enfermas 74.19% y Plantas sanas 25.81%).

Grafica N°1.



Grafica N°1: Incidencia de plantas enfermas y sanas en los Municipios de Saltillo, Ramos Arizpe, Arteaga.

Se observó que un factor para que la incidencia fuera más alta fueron las zonas urbanizadas donde es común que las mismas personas arrojen sus desechos, como es en el caso de Saltillo puesto que en este lugar se muestreo en un lugar sobre carretera, lugar donde la gente acostumbra a tirar sus desperdicios cuando la transitan; los muestreos que se realizaron en los municipios de Arteaga y Ramos Arizpe también fueron en zonas conurbadas pero con un

menor grado de desperdicios y basura, lo que la incidencia de plantas enfermas era menor comparada con la de saltillo. Grafica N°1.

Se indentificaron a los hongos *Alternaria* spp y *Phylosticta* spp. De acuerdo a Barnett & Hunter (2003) a partir de muestras vegetativas (hojas) Fig.N°9.



Fig N° 9: Muestra vegetativa de *Prosopis glandulosa* donde se aisló *Alternaria* spp y *Phyllosticta* spp.

Alternaria sp.

En especies forestales estas especies de hongos han estado presente principalmente en las hojas como es el caso de la enfermedad de brote y hoja en el género *Eucalyptus* el cual era causado por *Alternaria alternata* y *Pestalotipsis guepinii* (Telechea, 2006).

En semillas de *Prosopis chilensis*, Novo, *et al* (1989) encontraron *Alternaria tenuis*, entre otros hongos fitopatógenos. Aunque no se encontraron síntomas ni signos de enfermedad en las plántulas en los ensayos de vivero, pero sí en las semillas. Este comportamiento podría deberse a que los hongos transportados por la semilla de *Prosopis chilensis*, son en su mayoría saprófitos y no producen enfermedades en las plántulas, sólo afectan la semilla reduciendo la calidad de ésta.

Según Raghavendra *et al.* (2009) el extracto alcaloide de las hojas de *Prosopis juliflora* tiene una actividad antifúngica altamente significativa contra el hongo *Alternaria alternata* incluso comparada con fungicidas sintéticos como blitox, captan, dithane M-45 y tiram.

En las muestras recolectadas en los municipios de Arteaga, Ramos Arizpe y Saltillo se en contro a *Alternaria* spp. Fig.N°10.

Es probable que la presencia de *Alternaria* spp en las hojas de *Prosopis glandulosa* no causaba un gran daño fisiológico a la planta, debido a las propiedades antifúngicas mencionadas por Raghavendra.

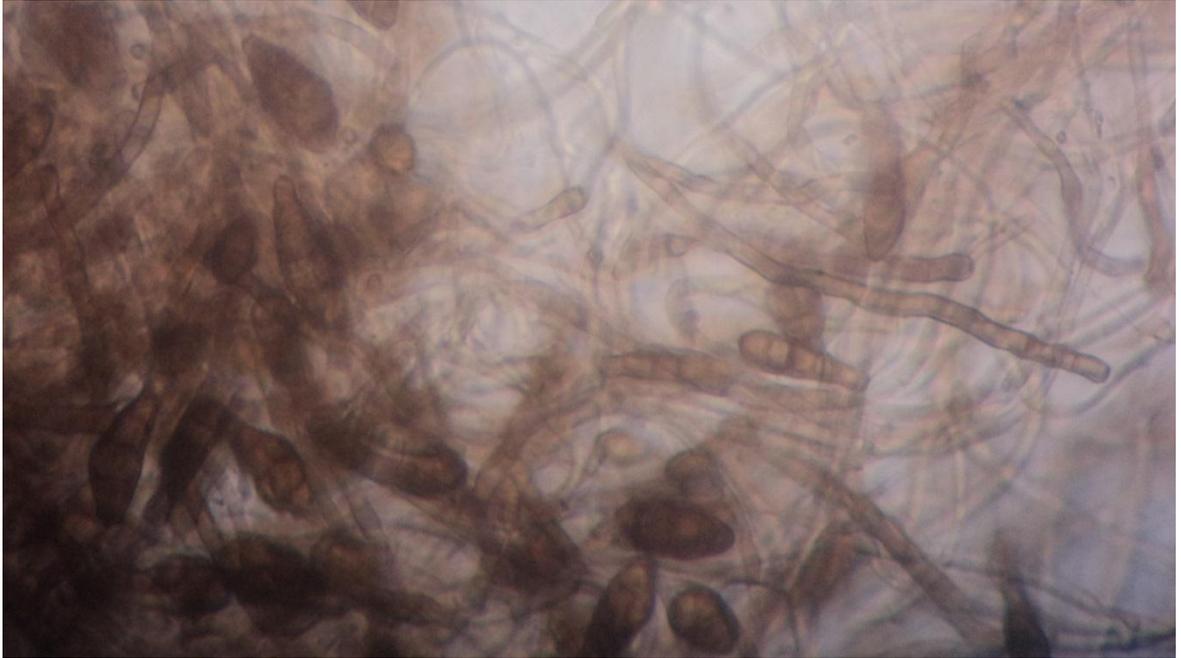


Fig N° 10: *Alternaria* spp proveniente de *Prosopis glandulosa* en el sureste de Coah. (UAAAN,2014).

Phyllosticta sp.

Se encontró al hongo *Phyllosticta* spp en hojas de *Prosopis glandulosa* (mezquite), en el sureste de Coah. este hongo según Morales (2002) ocasiona mancha foliar en las especies forestales de *Phoenix dactylifera* Linn y *Araucaria excelsa* Salisb. en las lesiones se producen numerosos picnidios que son

oscuros, globosos, inmersos en el tejido y con un ostiolo pequeño que sobresale de la epidermis, sus dimensiones son 43 x 58 μm ; conidioforos cortos, hialinos, conidios microscópicos, hialinos y unicelulares redondos que miden 3 x 1.20 μm . Fig. N°11 (Barnett and Hunter, 1972) (Morales, 2002) y esto concuerda con lo que encontramos en *Prosopis glandulosa*.

Los picnidios y conidios sobreviven de una estación a otra en residuos de tallos y hojas, de tal forma que el inoculo siempre es abundante. Las esporas son diseminadas por árboles dañados, por el viento y por agua de lluvia y de riego. El periodo de incubación es bastante largo, de tres a ocho semanas para la infección y de tres a cuatro días más para que se formen los picnidios. La enfermedad es más severa cuando se presenta antes de un periodo de temperaturas altas (Romero, 1993).

Según NAS (1980) normalmente el daño en *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. causado por *Phyllosticta inga-dulcis* y *Colletotrichum* sp. es insignificante; pero pueden quedar afectados por la enfermedad.

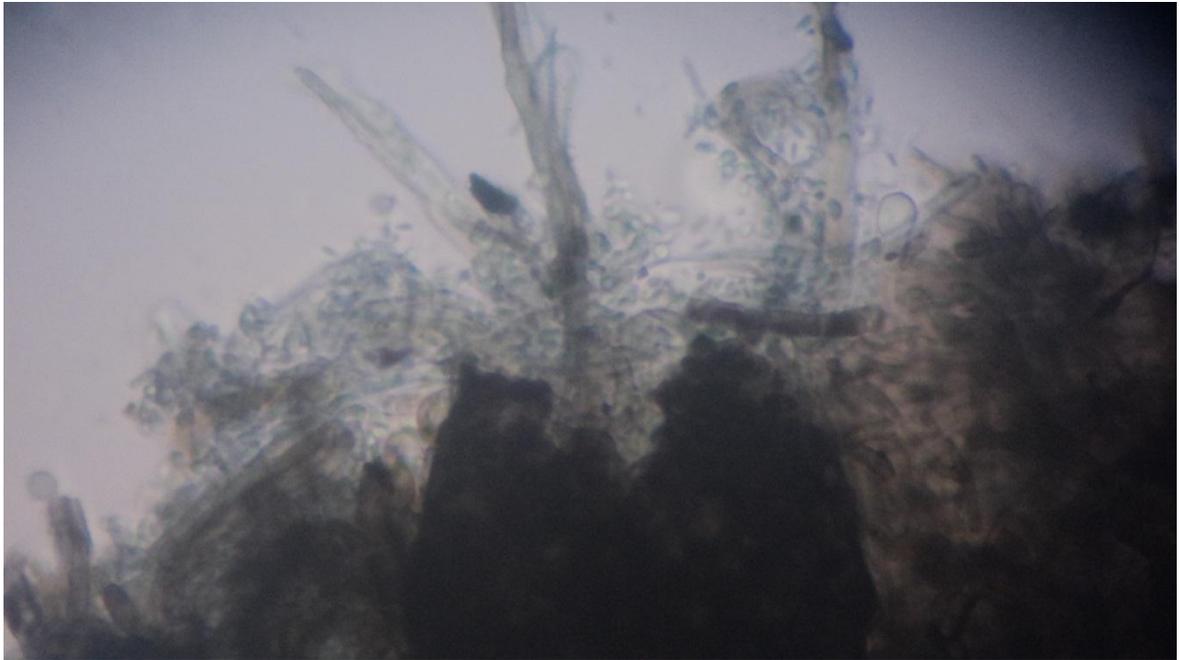
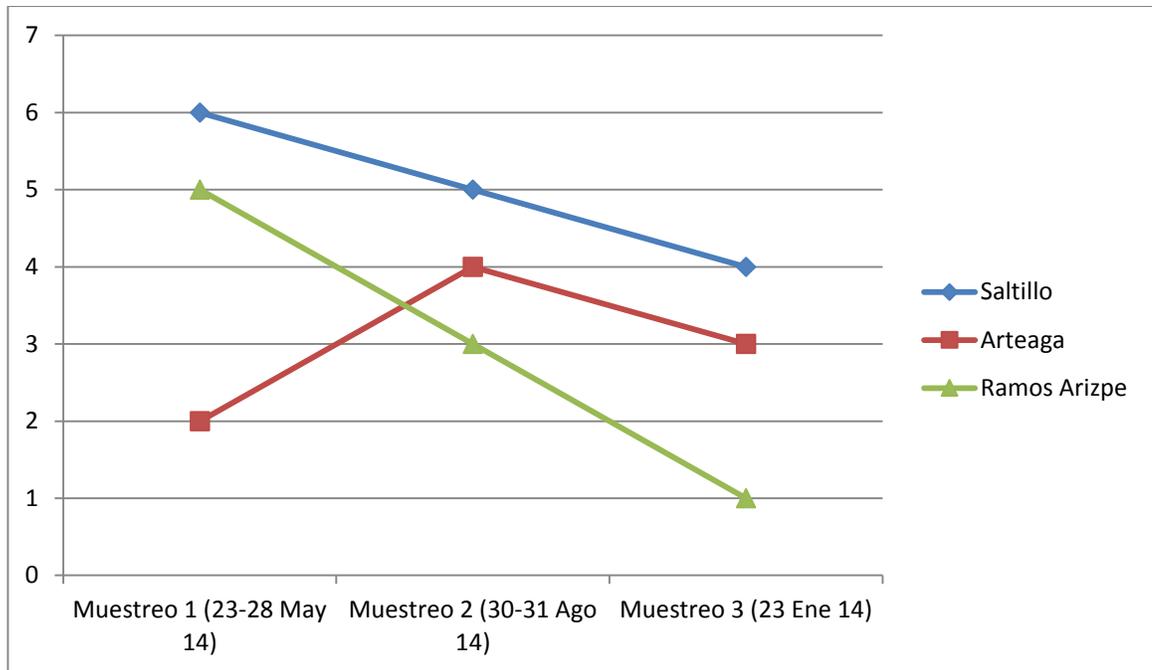


Fig N° 11: *Phylosticta* spp aislado de *Prosopis glandulosa* de la región sureste de Coahuila UAAAN 2014

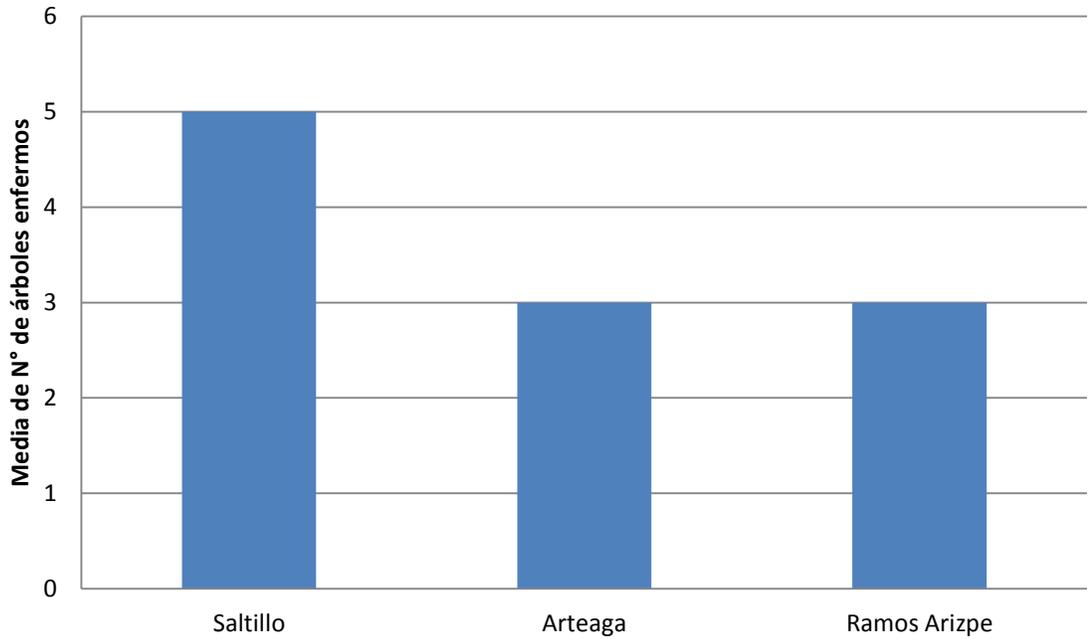
Trat/Rep	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
Saltillo	6	5	4
Ramos Arizpe	5	3	1
Arteaga	2	4	3

Tabla 3: Número de árboles infectados por (*Alternaria* spp. Y *Phyllosticta* spp.) de un muestreo de 10 árboles, en los municipios de Saltillo, Arteaga y Ramos Arizpe.



Grafica N°2: Presencia de plantas enfermas por Hongos (*Alternaria spp.* Y *Phyllosticta spp.*) en los diferentes muestreos.

Las muestras de hojas que se obtuvieron en los municipios de Arteaga, Ramos Arizpe y Saltillo infectadas por *Phyllosticta* muestran una mayor incidencia (Grafica N° 3) en las fechas del 1° muestreo(23 y 28 de mayo) donde el árbol contaba con su mayor área foliar y tenía las condiciones ideales para su pleno desarrollo conforme las temperaturas, el clima y la fisiología vegetal de la planta cambiaba (defoliación en el árbol por cambios de estaciones) la presencia de los patógenos ya mencionados disminuía. Grafica N° 6.



Grafica N°3: Incidencia media de Hongos (*Phylosticta spp* y *Alternaria spp*) en *P.galndulosa* en el sureste de Coah. (UAAAN,2014).

Conociendo que el factor foliar para el desarrollo de las enfermedades era esencial ya que se trataba de hongos foliares y mientras las plantas presentaban mayor área foliar el hongo era más frecuente y disminuía si el área foliar lo hacía. Sabiendo que las temperaturas en los municipios de Arteaga y Ramos Arizpe son más bajas, la presencia de los hongos es menor ya que las temperaturas bajas aceleran la defoliación del *P.glandulosa*.

Caracterización de Bacterias

Burkholderia gladioli

Se aisló a *B.gladioli* de los síntomas de agallas (Fig.N°12), en los muestreos obtenidos en los 3 municipios la cual fue caracterizada bioquímicamente. Tabla N°4.

Prueba	Literatura Citada	Obtenido
Gram	Negativa	Negativa
O/F (Hug-L)	Aerobica	Aerobica
Levana	Positiva	Positiva
Reduccion de nitratos	variable	Positiva
Licuefacción de gelatina	Positiva	Positiva
Arginina	Negativa	Negativa
Crecimiento a 41°C	Positiva	Positiva
Crecimiento a 4°C	Negativa	Negativa
Sucrosa	Positivo	Positivo

Tabla N°4: Caracterización bioquímica de *Burkholderia gladioli* aislada de *P.glandulosa*. UAAAN (2014).

En los años recientes, el género *Burkholderia* ha sido uno de los que mayor interés ha generado por su potencial agrobiotecnológico, esto dado por su capacidad para promover el crecimiento de las plantas y control biológico. Es también un género de amplia distribución en la naturaleza, encontrándose la

mayoría de las especies asociadas a plantas de cultivo o arboles de interés silvícola o forestal y algunas otras como patógenas oportunistas del hombre, particularmente en casos de fibrosis quística o en personas inmunocomprometidas. Otros ambientes en donde especies de *Burkholderia* han sido encontradas son en el suelo, agua, así como formando nódulos en plantas leguminosas. (Estrada, 2008).

Según Gijón (2009) encontró en maíz a *Burkholderia gladioli* causando manchas acuosas, blanco amarillentas en las hojas y algunas de las hojas se tornaron rojizas. La hoja bandera se enrolló y mostró una pudrición semiacuosa. El tallo desarrolló una pudrición semiacuosa en la corona. En la base de la mazorca se observaron necrosis y detención del desarrollo.



Fig N° 12: Síntomas donde se aisló la bacteria *Burkholderia gladioli* en *P.glandulosa*. (UAAAN,2014).

Trat/Rep	Muestreo1	Muestreo 2	Muestreo 3
Saltillo	3	6	4
Ramos Arizpe	2	2	6
Arteaga	2	4	7

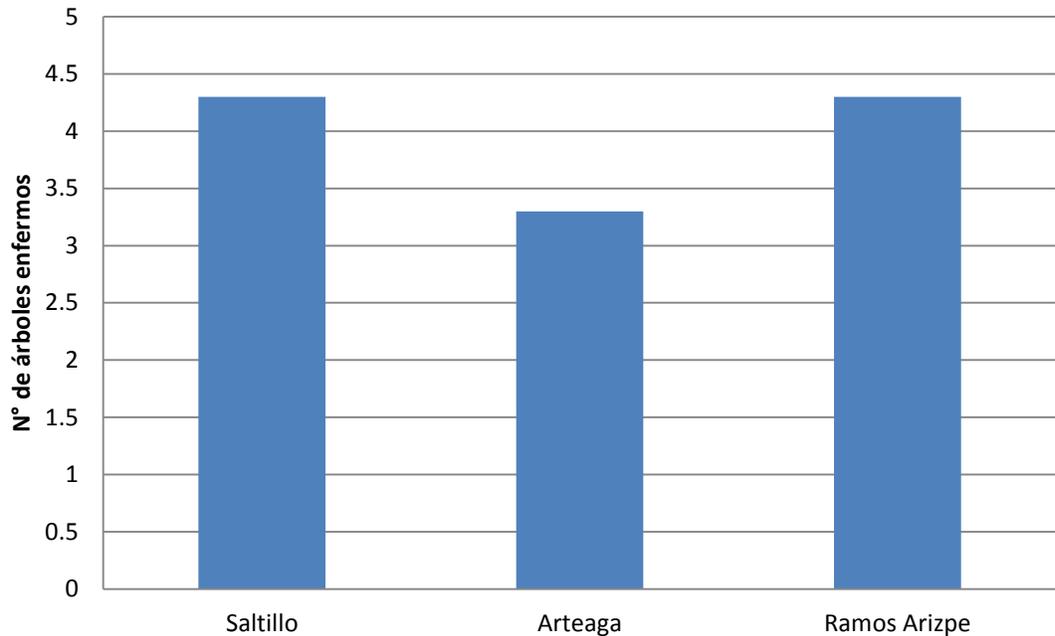
Tabla N°5: Número de árboles infectados por *B.gladioli* de un muestreo de 10 árboles, en los municipios de Saltillo, Arteaga y Ramos Arizpe.

Los muestreos fueron realizados en las fechas: 1 muestreo 23-28 de mayo del 2013, 2 muestreos 30-31 de agosto de 2013 y el 3 muestreo el 23 de Enero.



Grafica N°4: Presencia de plantas enfermas de *Prosopis glandulosa* por *B. gladioli* en los diferentes muestreos en el sureste de Coah. (UAAAN,2014).

Conociendo las fechas cuando se realizaron los muestreos podemos corroborar que mientras mayor humedad había, como en el muestreo 2 que se realizó en las épocas de lluvias la incidencia de *B. gladioli* aumentaba, lo que ocurría en el muestreo 3 era que en Arteaga y Ramos Arizpe son municipios más Fríos pero también más húmedos que Saltillo, es por eso que la gráfica sube en el caso de Arteaga y Ramos Arizpe y desciende en Saltillo. Grafica N°4.



Grafica N°5: Promedio de incidencia de *B.gladiolii*. en *Prosopis glandulosa* UAAAN 2014

En la Grafica N°5 muestra mayor incidencia en los municipios de Saltillo y Ramos Arizpe, ya se mencionó que el factor humedad era relevante para la proliferación de la bacteria, aunque Arteaga haya mantenido una humedad constante en los meses que se realizaron los muestreos no deja de ser el municipio más frío de los muestreados, mientras que Saltillo tuvo un pico alto en el Muestreo 2 donde las condiciones de humedad y temperatura le fueron favorables a la bacteria para su desarrollo.

Pseudomonas cichorii

Se aisló a *P.cichorii* de los síntomas de canceres (Fig.N°13), en los muestreos obtenidos en los 3 municipios la cual fue caracterizada bioquímicamente. Tabla N°6.

Prueba	Literatura Citada (Schaad, 2005)	Obtenido
Gram	Negativa	Negativa
H-L	Aerobica	Aerobica
Flourescencia	Positiva	Positiva
Levana	Negativa	Negativa
Oxidasa	Positiva	Positiva
Peptolisis de papa	Negativa	Negativa
Arginina	Negativa	Negativa
Tabaco	Positiva	Positiva
Manitol	Positiva	Positiva
Sorbitol	Negativa	Negativa
Sucrosa	Negativa	Negativa

Tabla N°6: Caracterización bioquímica de *Pseudomonas cichorii* aislada de *P.glandulosa*. UAAAN(2014).

Según Yu (2012) se observaron síntomas inusuales en plantas de soja en Corea del sur, las lesiones fueron en un primer momento manchas acuosas, y se volvieron de color marrón oscuro a negro, a menudo con anillos blancos concéntricos y, a veces rodeado por un halo de color amarillo brillante. La mayoría de las lesiones eran más o menos circulares a irregulares. Se propuso

el nombre de mancha foliar para esta enfermedad en la soja. Hasta donde sabemos, este es el primer informe de la mancha foliar en soja causada por *P. cichorii*, que se está convirtiendo en un agente patógeno más importante en las regiones subtropicales.

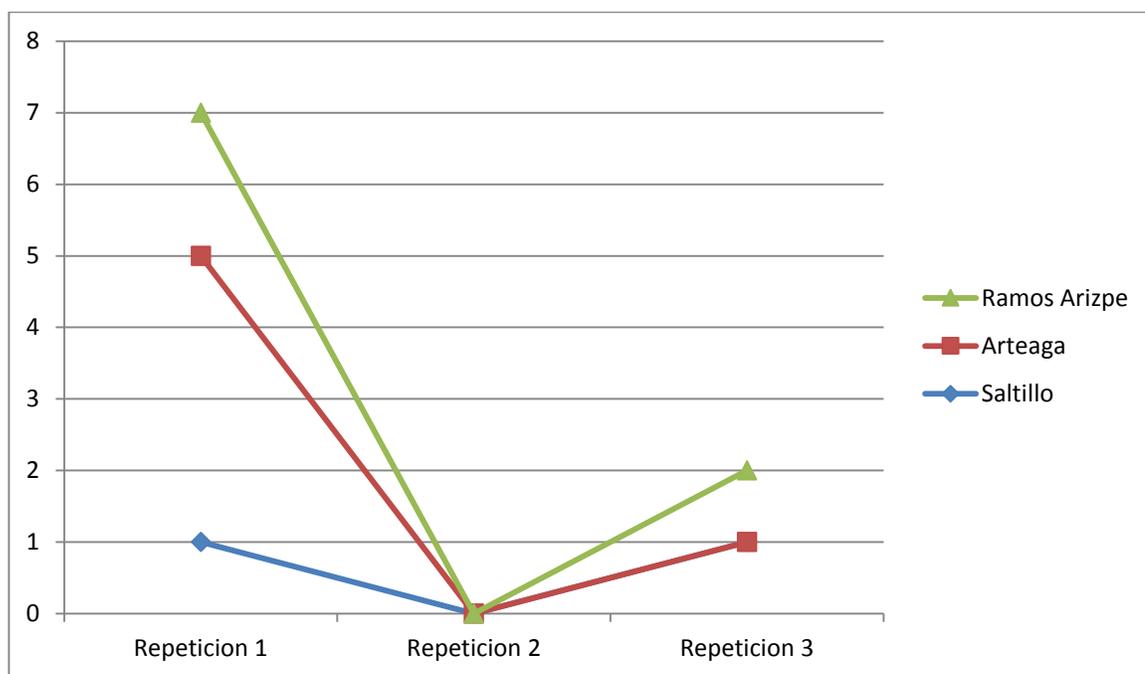
De los muestreos realizados en los diferentes municipios y en diferentes fechas del año se observó que hay un incremento de los patógenos causantes en la especie de *Prosopis glandulosa*.



Fig N° 13: Síntomas donde se aisló la bacteria *Pseudomonas cichorii* en *P.glandulosa*.(UAAAN,2014

Trat/Rep	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
Saltillo	1	0	1
Ramos Arizpe	2	0	1
Arteaga	4	0	0

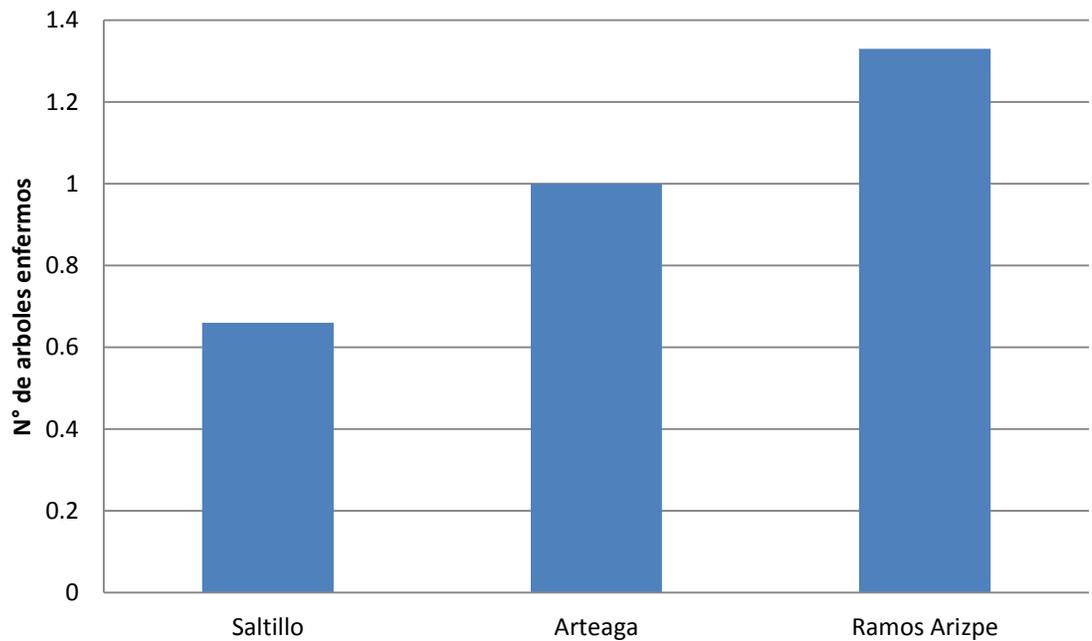
Tabla N°7: Número de árboles infectados por *P. cichorii* de un muestreo de 10 árboles, de *P.glandulosa*



Grafica N°6: Presencia de plantas enfermas por *P.cichorii* en los diferentes muestreos y municipios

Dicho a que hay poca información de *P.cichorii* en géneros forestales especialmente en *Prosopis glandulosa*, aun no se sabe cómo se comporta esta bacteria en especies forestales, solo se puede tomar en cuenta que las bacterias aparecieron cuando se presenta un momento oportuno en el desarrollo de la planta. En la gráfica N° 6, se muestra un descenso en el

segundo muestreo (30-31 de Agosto del 2014) y asciende en el tercer muestreo (23 de Enero 2014) cuando la planta se recuperaba de la defoliación . Esto nos puede decir que la bacteria está presente en el árbol esperando las condiciones adecuadas para hacerse visible en él.



Grafica 7: Promedio de incidencia de *P.cichorii*. UAAAN 2014

Donde se encontró mayor presencia fue en el municipio de Ramos Arizpe (Grafica N°7) en donde los muestreos fueron en áreas con mayor desecho de hogares humanos, conforme descendía la incidencia de desechos de hogares de humanos la incidencia de la bacteria por igual bajaba.

Pruebas de Patogenicidad

Las pruebas de patogenicidad se realizaron en partes vegetativas de *P. glandulosa* (porciones de ramas), se les inoculo la bacteria y se colocaron en cámaras húmedas esperando que aparecieran los síntomas característicos de las bacterias inoculadas. Fig.N°14.



Fig N°14: Inoculación de bacterias en parte vegetativa de *P.glandulosa*. UAAAN (2014).

En el caso de *P.cichorii* los resultados fue la aparición de pequeños canceres en la porción de rama a la cual se le inoculo el patógeno. Fig. N°15.

Mientras que en la inoculación por la cepa de *B.gladioli* el tallo de la rama presento pequeños agallamientos. Fig. N°16.

Y el testigo solo mostro daños mecánicos ocasionados por la punción de la aguja. Fig. N°17.



Fig. N°15: Presencia de canceres apartir de la inoculación de una cepa de *P.cichorii*. (UAAAN,2014)



Fig. N°16: Presencia de agallamientos a partir de la inoculación por la cepa de *B.gladiosi*. (UAAAN,2014)

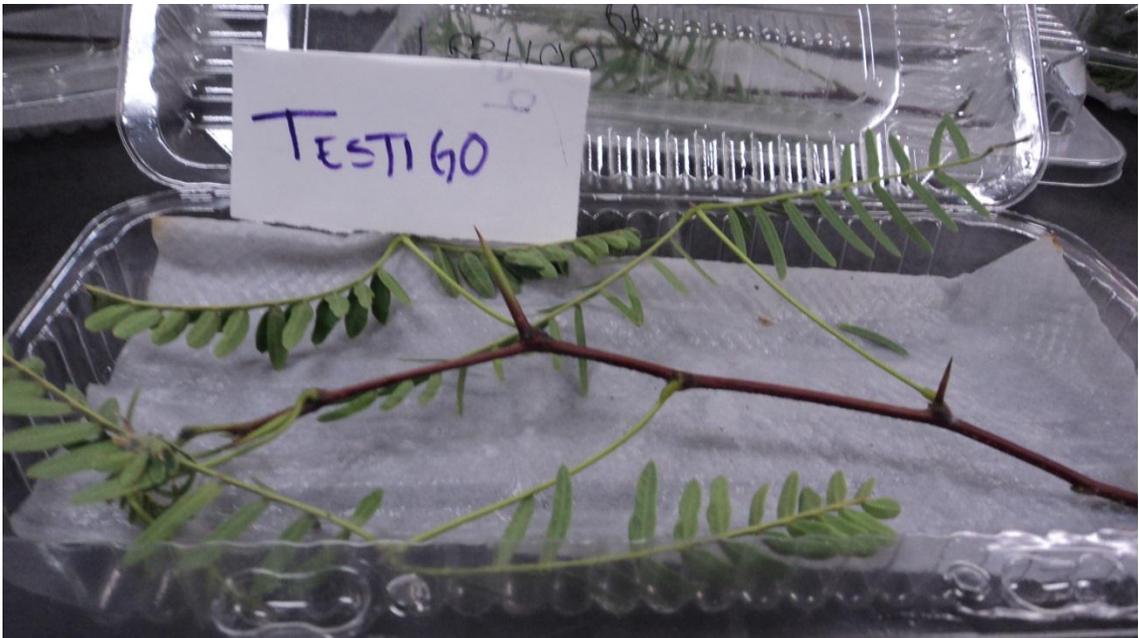


Fig. N°17: Testigo de las pruebas de patogenicidad. (UAAAN, 2014)

RECOMENDACIONES

- Debido al alcaloide presente en las hojas de *P.glandulosa* no hay un daño tan grave y significativo en la planta.
- Es probable que las estructuras de *Phyllosticta* (Picnidios) sobrevivan año con año y se encuentren presentes en el follaje del *P. glandulosa* presentándose pequeños tizones y amarillamientos pero sin causar un daño significativo al árbol.
- La presencia foliar era esencial para el desarrollo de los hongos *Alternaria* spp y *Phyllosticta* spp.
- La presencia y daños de los hongos disminuía conforme la temperatura bajaba.
- Aunque los patógenos encontrados no causen un daño significativo a la planta, es perjudicial para el ser humano ya que lo aprovechable del árbol es su madera; la cual con agallas y canceres pierde su nivel estético.
- En las áreas con mayor disturbios por el humano, se encontró mayor incidencia de los patógenos.
- A mayor humedad la presencia de bacterias aumentaba y disminuía si las temperaturas bajaban.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se asumen las siguientes conclusiones:

- En las hojas con síntomas de tizones se encontró *Alternaria* spp y *Phyllosticta* spp.
- De los síntomas de agallas estuvo presente la bacteria *B.gladioli*.
- En los síntomas de canceres estuvo presente la bacteria *P.cichorii*
- Se encontró que en lugares con mayor disturbio urbano había mayor presencia de bacterias. En los municipios de Saltillo y Ramos Arizpe
- Los hongos estaban en una mayor presencia si la planta contaba con mayor área foliar, si esta disminuía, la presencia de estos hacia lo mismo.

ANEXOS

Incidencia de Signos y Síntomas

Tabla N° 8: Incidencia de plantas con signos síntomas en una distancia de 200 metros lineales en Saltillo.

N° de planta	Incidencia
1	Si
2	Si
3	Si
4	No
5	No
6	No
7	No
8	No
9	No
10	No
11	No
12	No
13	No
14	No
15	No
16	Si
17	Si
18	No
19	No
20	Si
21	No
22	Si
23	Si
24	Si
25	Si
26	Si
27	Si
28	Si
29	Si
30	Si
31	Si
32	Si
33	Si
34	Si
35	Si
36	Si

37	Si
38	No
39	No
40	No
41	Si

Tabla N°9: Incidencia de plantas con síntomas en una distancia de 200 metros lineales en Ramos Arizpe.

N° de planta	Incidencia
1	Si
2	Si
3	No
4	No
5	No
6	Si
7	Si
8	No
9	No
10	Si
11	Si
12	Si
13	No
14	Si
15	Si
16	Si
17	Si
18	No
19	No
20	Si
21	Si
22	Si
23	Si
24	Si
25	Si
26	Si
27	Si
28	No
29	Si
30	Si

Tabla N°10: Incidencia de plantas con síntomas en una distancia de 200 metros lineales en Arteaga.

N° de planta	Incidencia
1	No
2	Si
3	Si
4	Si
5	No
6	No
7	Si
8	Si
9	No
10	No
11	Si
12	Si
13	Si
14	Si
15	No
16	No
17	Si
18	Si
19	Si
20	Si
21	Si
22	Si
23	Si
24	Si
25	Si
26	Si
27	Si
28	Si
29	No
30	Si
31	Si

BIBLIOGRAFIA

- Agrios, G. 1985. Fitopatología. México, 285-288,307,365 p.
- Argedas, M. 2009. La Corona de agallas (*Agrobacterium tumefaciens*). Revista Forestal. Costa Rica. 6 (16). P:2-5.
- Barnett H. L. and Hunter B. B. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. Ed. Burgess Publishing Company. Third Edition. United States of America. 241 p.
- Barnett H.L. and Hunter B.B. 2003. Illustrated Genera of imperfect fungi. Third Edition. APS PRESS. St. Paul, Minnesota . USA.
- Billings. R.F. 2007. Identificación y control de insectos que dañan árboles en Texas. Texas Forest Service.p.33
- Burkart, A. 1976. Materiales para una monografía del género *Prosopis* (Leguminosae). Darwiniana 4:57-128.
- Carmona. M. A. 2013. Métodos de investigación fitopatológica. profesor de fitopatología, FAUBA. <http://nicxongarcia.blogspot.mx/2013/02/tarea-3.html>
- Conaza e INE. 1994. Mezquite *Prosopis* sp cultivo alternativo para las zonas áridas y semiáridas de México. Folleto: www.ine.mx. 31 p.
- Conn H. J. 1942. "Validity of the genus *Alcaligenes*". *Journal of Bacteriology* 44:353–360.
- Davila A.P, Villaseñor J.L, Medina R.R, Ramírez L.A, Salinas R.A, Sanchez T.J y Tenorio P. 1993. Listado florístico de México. X. Flora del

valle de Tehuacán-Cuicatlán. Departamento de botánica . Instituto de Biología. UNAM.Mexico, pp.10-30.

- Estrada S.P.2008. Aislamiento y diversidad de especies de Burkholderia de distintos ambientes de Tamaulipas. CBG-IPN.SIP 20080500. P:1
- Flores F.J.D. 2005. Diagnostico fitosanitario de las poblaciones de mezquite en los municipios de cuatrociénegas y San Pedro de las Colonias, Coahuila. Folleto: www.conafor.gob.mx. 4 p.
- Galera F.M. 2000. Las especies del genero Prosopis (Algorrobos) de America Latina con especial énfasis en aquellos de interés económico. Cordoba, Argentina.
- Gijón H.A.R.2009. Etiología de tres enfermedades bacterianas de maíz (Zea mays) en Veracruz, México. colegio de postgraduados.Montecillo, Texcoco, edo de México. P:8-13.
- Goszczynska.T. 2000. A safrinet manual for phytobacteriology. Introduction to practical phytobacteriology.
- Granados S.D.1996. el MEzquite: El árbol del desierto. Ciencias forestales 1:37-51.p.
- Huang, X.Q. et al. (2000). Molecular mapping of the wheat powdery mildew resistance gene Pm24 and marker validation for molecular breeding. Theoretical and Applied Genetics, 101. Retrieved from <http://www.springerlink.com/content/engc84epbg6feqvqk/fulltext.pdf>.

- Hsieh H.M, Ju Y, Rogers J.D. 2005. Molecular phylogeny of hypoxylon and closely related genera. Lawrence, Kansas,USA: The Mycological Society of America. Vol.97. p:844-865.
- Lacobellis N.S. 2001. Olive knot. In: Maloy OC, Murray TD, eds. Encyclopedia of plant pathology. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, 7143–715.
- López.F.M.C.2002. Manual de prácticas de bacteriología. Universidad autónoma de chapingo.Pp.9-59.
- Lucero, G. S. 2011. Enfermedades de las Salicáceas. Disertación; Facultad de Ciencias Agrarias. UNCuyo; Tercer Congreso Internacional de Salicáceas en Argentina. (Consultado: junio 2013)
URL: http://64.76.123.202/new/00/forestacion/salicaceas/jornadas%20salicaceas%202011/Actas/Trabajos_completos_Formato%20pdf/Lucero_D.pdf.
- Luley C.J. 2006. Identificación del tipo de pudrición de la madera y hongos xilófagos en árboles urbanos (Consultado: Mayo 2013).
<<http://www.isahispana.com/treecare/articles/decay-fungi.aspx>>
- Maldonado A. L.J y De la Garza P.F.E. 2000. El mezquite en Mexico: rasgos de importancia productiva y necesidades de desarrollo. Universidad de Guanajuato, Mexico. P:37-50.
- Manion, P.D. 1981. Tree Disease Concepts. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.

- Martínez A. 2011. EL Mezquite, árbol multipropósito. Especialista de la Dirección de Análisis Económico y Consultoría en FIRA. (Consultado: Marzo 2013) <<http://eleconomista.com.mx/columnas/agro-negocios/2011/04/26/mezquite-arbol-multiproposito>>
- Morales A.L. 2002. Diagnóstico de las enfermedades foliares que afectan árboles del campus de la universidad autónoma de chapingo. Universidad Autónoma de Chapingo. 21-30 p.
- N.A.S. 1980a. Firewood crops. Shrub and tree species for energy production. National Academy of Sciences, Washington, DC.
- Novo, R. J.; Cavallo, A. y C. Cragolini. 1989. Determinación de los hongos patógenos Transportados por semillas de *Prosopis chilensis*. VII Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Salta. Argentina.
- Palacios A.R. 2006. Los Mezquites Mexicanos: Biodiversidad y Distribución Geográfica. Sociedad Argentina de Botanica. #41: 99-121.
- Raghavendra, M.P.; Satish S. and Raveesha K.A. 2009. Alkaloid extracts of *Prosopis juliflora* (Sw.) Dc. (Mimosaceae) against *Alternaria alternata*. Journal of Biopesticides, 2 (1). , pp:56-59.
- Romero C. S. 1993. Hongos Fitopatógenos. Universidad Autónoma Chapingo 347 p.
- Rzedowski, J. 1988. La vegetación de México. Limusa, México.
- Solís G.G. 1997. Evaluacion poblacional actual del mezquite y palo fierro en ambientes aridos sujetos a un aprovechamiento continuo.

CONACYT.3888-N9401. Informe final del proyecto. Hermosillo, Sonora.
86.p.

- Schwarze, F.W.M.R., J. Engels, and C. Mattheck. 2000. Fungal Strategies of Wood Decay in Trees. Springer, New York, NY.
- Shaw III, C.G., and G. Kile. 1991. Armillaria Root Disease. Agricultural Handbook No. 691. USDA Forest Service, Washington, DC.
- Telechea N. 2006. Manual de campo: Plagas y enfermedades de Eucaliptos y pinos en el Uruguay. Representacion de FAO en Uruguay. P: 37.
- Young, J.M. 2004. Olive knot and its pathogens. Australian Plant Pathology 33:33-39.
- Yu.M.S.2012.First Report of Pseudomonas cichorii associated with leaf spot on soybean in south korea.Chobuk National University. Volumen 96, Number1 Pp:142.1.

