



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

"HONGOS ASOCIADOS A ENFERMEDADES DE LAS
PLANTAS SILVESTRES DOMINANTES EN LA
REGIÓN DE ZAPOTITLÁN DE LAS SALINAS,
PUEBLA."

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
B I O L O G O

PRESENTA

CILIA MARTINEZ DUARTE

Director de tesis
Dr. Rodolfo De la Torre Almaráz.

LOS REYES IZTACALA

Abril 2002



IZTACALA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



U.N.A.M. CAMPUS

DEDICATORIAS

No solo quiero dedicar este trabajo si no agradecer todo lo que tengo y lo que soy a lo más grande y maravilloso que Dios me ha dado, mis Padres: Octavio y Celia, por ser el pilar de toda mi vida, por apoyarme y darme todo lo que he necesitado y sobre todo por darme la vida y su amor.

A mis hermanos: Efraín, Octavio y Mauricio, por estar conmigo en todo momento, por su apoyo, su cariño y por darlea mi vida la necesidad de estar siempre al pendiente de ustedes.

A Fabiola y Josefina, por la ayuda recibida para la culminación de este trabajo y por su amistad.

A mis compañeros y amigos: Alejandro, Angélica, Martha, Sandra, Elizabeth, Fernando, Felipe, Veronica, Tavo, Pedro, Alfredo y Joel (sin importar el orden) simplemente por ser mis amigos.

A mis compañeros del Laboratorio de Microbiología de la UBIPRO, por el optimismo y pesimismo que compartimos juntos y por hacer que mi estancia en él fuera amena e inolvidable.

*A Diana Rodríguez Macías†
Por ser un ejemplo de lucha hasta el último momento.*

Y a todas aquellas personas que siempre me motivaron para llegar a la culminación de este trabajo.

Agradecimientos.

A la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) por el financiamiento otorgado para la realización de este trabajo.

AL Dr. Rodolfo De la Torre A. por el apoyo que siempre me brindo.

Ala Dra. Ma. Del Pilar Rodríguez G, del Colegio de Postgraduados por su asesoría y valiosa ayuda.

Al Dr. Saúl Flores, Dra. Silvia Romero, Bióloga Irene Frutis y a la Bióloga. Ma. Elena Huidobro por sus comentarios para enriquecer este trabajo.

Al M en C Alejandro Monsalvo R.... gracias Ale porque nunca te negaste a ayudarme y sobre todo por brindarme tu amistad y estar conmigo en todo momento.

Y a todas aquellas personas que me brindaron su ayuda en el campo ya que sin ellas este trabajo nunca hubiera terminado.

Índice

Página

Resumen		1
1.0. Introducción.		2
2.0. Objetivos.		5
3.0. Antecedentes.		6
4.0. Material y métodos.		
4.1. Selección del área de estudio		13
4.2. Colecta de material.		14
4.3. Aislamiento e identificación de hongos		14
4.3a. Ejecución e cortes de estructuras y cuerpos fructíferos en tejidos enfermos.		15
4.3b. Identificación de los hongos.		15
4.4. Evaluación de la distribución de las enfermedades.		16
4.5. Evaluación de la severidad de las enfermedades		16
4.6. Evaluación del índice de incidencia de las enfermedades.		17
4.7. Registro y almacenamiento de información		17
5.0. Caracterización de la zona de estudio.		
5.1. Caracterización de la zona de muestreo.		18
5.1b. Caracterización fisiográfica, geomorfológica y de uso de suelo, de los sitios de muestreo.		20
6.0. Resultados y Discusión.		
6.1. Colecta de material enfermo		26
6.1. Aislamiento e identificación de organismos patógenos.		29
6.2. Evaluación de la distribución, incidencia y severidad de las enfermedades		45
7.0 Conclusiones.		62
8.0. Bibliografía.		64

Resumen

En recorridos de campo realizados por la región de la Reserva Ecológica del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, específicamente en la Región de Zapotitlán de las Salinas, en el estado de Puebla, se detectaron diversas clases de daños en múltiples especies de la flora silvestre de esta región. Los síntomas más comunes que se lograron observar fueron: pudriciones blandas, manchas, canchales, engrosamiento de corteza y clorosis. De estos daños se logró aislar diversas clases de hongos que sin embargo, la mayoría de ellos aislados de los hospederos reportados en este trabajo, no se encuentran descritos en la literatura nacional, por lo que se consideró que probablemente son especies desconocidas o no descritas para México, como ocurrió con el caso de los hongos *Hysterium sp.*, *Hysteroglyphium sp.*, *Hypoxyton sp.*, *Dydimosphaeria sp.* y *Leptosphaeria sp.* No se pudo demostrar con respecto a los postulados de Koch si los organismos aislados de las lesiones de las plantas afectadas, se consideraron como parásitos ya que los síntomas esperados no se desarrollaron completamente, debido quizás a que las condiciones del invernadero no fueron las más adecuadas para las plantas y patógenos. Las perspectivas para demostrar los postulados de Koch en un futuro son utilizar mejores técnicas de inoculación o aislar las estructuras infecciosas adecuadas para la inoculación en plantas sanas. La información sobre la distribución y severidad indicó que algunos sitios son más afectados por enfermedades que otros, sin embargo no se pudo establecer una correlación entre estos parámetros, para poder así valorar el posible papel que tienen las enfermedades dentro del Valle. No se puede proponer algún método para el control de las enfermedades de las especies vegetales silvestres que se encuentran en la Región de Zapotitlán de las Salinas, Puebla ya que para ello tendríamos que saber y tener bien claro el papel que juegan dichas enfermedades en este ecosistema y comprobar si los hongos aislados son los causantes de ellas y realizar un estudio epidemiológico detallado para saber específicamente en que parte de la planta atacan y en que momento para poder así definir alguna estrategia de control.

1.0. INTRODUCCION.

La riqueza biológica de México ha sido ampliamente reconocida y el territorio mexicano se considera dentro de los 12 países con mayor biodiversidad. La ubicación geográfica de México, su compleja topografía y la gran profusión de tipos de suelo, entre otras causas, han ocasionado que en nuestro país estén representados la mayoría de los ecosistemas. Así podemos encontrar bosque tropical perennifolio, bosque tropical subcaducifolío, bosque tropical caducifolío, bosque espinoso, pastizal, bosque de *Quercus*, bosque de coníferas, bosque mesófilo de montaña, vegetación acuática y subacuática y el matorral xerófilo. (Rzedowski, 1978)

La extensión de las regiones áridas y semiáridas del país abarcan aproximadamente 50% del territorio, estas regiones son ricas en diversidad de formas biológicas, dentro de la enorme gama de biotipos destaca sin embargo como carácter fisonómico, (la altura relativamente baja de la vegetación inferior a los 4 metros) aunque algunas plantas como ciertos cactus columnares, algunas yucas y bucarneas alcanzan alturas mayores (Toledo y Ordoñez, 1993a 1996b); (Conabio 1998).

La flora de los matorrales xerófilos de México es rica en endemismos tanto a nivel específico como genérico y por consiguiente se halla muy bien individualizada como tal, en lo que a la fisonomía y estructura concierne, ello se debe a por un lado a la notable variedad de formas biológicas que ofrecen las especies participantes y por otro al hecho de que las comunidades en cuestión pueden ser en ocasiones muy sencillas en su organización. (Rzedowski, 1978).

Un centro de biodiversidad único en su género es la región del Valle de Tehuacán-Cuicatlán en el estado de Puebla, provincia que es considerada como parte de la región xerofítica mexicana, está localizada al sureste del estado de Puebla y al noreste del estado de Oaxaca. (Meyrán, 1973). El valle tiene una superficie de 490,186 hectáreas (www.tehuacan.com.mx/ecologia/biosfera/biosfera) y representa un complejo mosaico fisiográfico, separado por numerosas cadenas montañosas. Es considerada una región semiárida, con una precipitación anual de 400mm y una temperatura de 21⁰C (Valiente, 1991)

Las comunidades vegetales en el Valle son varias y complejas, sin embargo los registros actuales aún no reflejan el mosaico de los tipos de vegetación existentes en la zona. Las comunidades vegetales dominantes en el Valle de Tehuacán son: Bosque tropical caducifolio, bosque espinoso de *Prosopis* y *Cercidium*, bosque *Quercus*, pastizales y matorral xerófilo. La cubierta xerofítica es especialmente importante, debida a su diversidad y endemismo, regionalmente presenta formas típicas de asociación de *Stenocereus weberii*, *Neobuxbaumia tetetzo*, *Escondria chiotilla*, *Yucca periculosa*, *Rhus*, *Garrya*, *Cercocarpus*. (Dávila,1993)

Este valle lejos de ser un ecosistema aparentemente en equilibrio se han observado diferentes problemas ya que la falta de recursos hace que el hombre que habita en esta región se empeñe más en obtener provecho de la vegetación natural que el que vive en áreas con suficiente agua, de esta manera un gran número de plantas silvestres se utilizan para fines de construcción como cercas vivas, como combustible, como textiles, medicinales y aun como alimenticias sobre todo en época de escasez. Unas cuantas especies en cambio, son objeto de explotación intensiva con fines de comercio e industrialización. En ciertas zonas se observa la practica del desmonte para la creación de nuevas áreas agrícolas. Otros daños tienen que ver principalmente con la modificación o eliminación del ambiente ecológico necesario para el desarrollo de una determinada comunidad biótica, causando la desaparición de esta. (Conabio, 1998)

Otra problemática que se ha observado en la región del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, específicamente en la región de Zapotitlán de las Salinas es la presencia de diversas clases de daños en numerosos individuos de varias especies de estas plantas silvestres, algunas de ellas consideradas como endémicas de la región. Los daños observados van desde pudriciones, manchas cloróticas, puntos negros, manchas de anillos concéntricos, manchas en forma de estrella, carbones, manchas rojas y costras, afectando a partes de la planta o a la totalidad de ellas. Estos daños observados posiblemente son causados por enfermedades cuya importancia en comunidades naturales se debe a que ellas forman parte de los factores que regulan las poblaciones y que por tanto determinan el espectro de especies que prosperan en algún hábitat.

La eficacia en el control de enfermedades y patógenos, presupone un conocimiento sobre la identidad del agente causal, su ciclo biológico, determinar las fuentes y densidad del inóculo, establecer los mecanismos de acción y de inicio de la enfermedad, de las condiciones ambientales que favorecen el ataque, dispersión y sobrevivencia de patógenos, así como evaluar las pérdidas económicas o ecológicas que causan las enfermedades en el ecosistema local.

Sin embargo, en la región de Zapotitlán de las Salinas se desconoce qué patógenos afectan a las especies de plantas dominantes, así como su distribución y los daños que causan. Tampoco se ha encontrado información suficiente sobre reportes de enfermedades de plantas en sistemas silvestres, la única información disponible esta incompleta y es referente a enfermedades de plantas cultivadas sobre todo son fin comercial como por ejemplo géneros de *Opuntia*, *Yucca* y *Agaves*. Ya que la información existente no es suficiente, se presume que las enfermedades que atacan a las plantas del Valle de Tehuacán son semejantes a las que se presentan en especies de plantas cultivadas.

Considerando la importancia que las enfermedades pudieran tener en la sobrevivencia de diversas especies de plantas en la Región de Zapotitlán de las Salinas, Puebla, se realizó el presente trabajo.

2.0.Objetivos.

Objetivos general:

- Realizar un inventario de los hongos que están asociados a las enfermedades observadas en las especies vegetales dominantes en la región de Zapotitlán de las Salinas, Puebla que forma parte del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Objetivos particulares:

-Establecer la distribución de las principales enfermedades que afectan a las especies vegetales dominantes, en la región de Zapotitlán de las Salinas, Puebla.

-Establecer la severidad de las principales enfermedades que afectan a las especies vegetales dominantes, en la región de Zapotitlán de las Salinas, Puebla.

3.0. Antecedentes.

Dentro de los estudios que se han realizado sobre la caracterización e identificación de enfermedades causadas por hongos en especies de plantas de zonas áridas existen muy pocos que se relacionan con plantas que crecen de manera silvestre. Sin embargo, hay diversos estudios para especies cultivadas que se hicieron solo para ellas o en conjunto con especies silvestres las cuales se mencionan por la posible relación que tengan los patógenos que afectan a las especies cultivadas con las silvestres.

Álvarez, en 1976, hace una recopilación de los hongos que afectan a *Opuntia sp.* en la República Mexicana reportando:

Especies	Enfermedad	Estados.
<i>Aecidium sp</i>	Manchas de las pencas.	México.
<i>Alternaria sp</i>	Manchas de las pencas.	Hidalgo, San Luis Potosí Aguascalientes
<i>Capnodium sp</i>	Fumaginas.	Michoacán
<i>Colletotrichum sp</i>	Antracnosis.	Guanajuato
<i>Gnomonia sp</i>	Pudrición de las pecas.	Tlaxcala.
<i>Coniothyrium sp</i>	Mancha radial de las pencas.	Varios estados
<i>Diplodia sp</i>	Pudrición de las pencas.	Aguascalientes
<i>Poma sp</i>	Pudrición de la epidermis.	Guanajuato, Jalisco
<i>Phyllostica sp</i>	Manchas de las pencas.	Hidalgo
<i>Phytophthora sp</i>	Pudrición radicular.	Aguascalientes, Guanajuato.

Esta información es un poco incierta ya que no se menciona a que especies del género *Opuntia* se refiere y tampoco menciona las especies indicadas como patógenos.

García, en 1979, recopila y publica una gran variedad de enfermedades de plantas, el listado incluye enfermedades en la mayoría de las plantas cultivadas o plantas ornamentales entre ellas diferentes especies de cactáceas como *Opuntias*, *Myrtillocactus*, *Mammillarias* que son típicas de las regiones áridas y semiáridas de México así como también de la región de Zapotitlán de las Salinas. e indica que en el Estado de Sonora. en *Cereus schottii*, se aisló al hongo *Fusarium oxysporum* que causa la pudrición de las raíces, en el Estado de Yucatán en *Cereus sp* se aisló al hongo *Colletotrichum cerei* que causa antracnosis, en el Distrito Federal en *Mammillaria sp* se identificó al hongo *Sphaceloma sp* como el causante de la mancha rosada.

Para el género *Opuntia* reporta que en los Estados de Hidalgo y San Luis Potosí se aisló al hongo *Alternaria sp* como causante de la mancha de la penca, en Hidalgo se aisló al hongo *Capnodium sp.* como el causante de las fumaginas, en Guanajuato se aisló al hongo *Colletotrichum sp.* como el causante de la antracnosis y al hongo *Phoma sp.* como el causante de la pudrición de la epidermis.

En los *Agaves* reporta que en el Estado de México se encontró al hongo *Asterina agaves* como el causante del moteado negro o negrilla y a *Stagonospora gigantea* que causa el tizón y la mancha de la penca. En el Estado de México y Tlaxcala se aisló al hongo *Alternaria sp* como el causante del tizón de la penca; en Querétaro se aisló a *Armillaria mellea* como el causante de la pudrición de la raíz, en Michoacán se aisló a *Bacillus sp* como el causante de la pudrición de la corona, en Jalisco se aisló a *Botryodiplodia sp* causante de la enfermedad de secundario, en Tlaxcala se aisló al hongo *Diplodia sp* causante de la pudrición de la penca y a *Fusarium sp* causante de la pudrición de la raíz, en Guerrero se aisló a *Rhizoctonia sp* causante de la pudrición de la raíz y en Querétaro se aisló a *Rosellinia sp* causante también la pudrición de raíz.

En Oaxaca se aisló al hongo *Aspergillus sp* como el causante de la enfermedad de secundario, en los Estados de México y Puebla, se aisló al hongo *Asterina mexicana* como el

causante del moteado y negrilla, en el D.F y Oaxaca se aisló al hongo *Cladosporium sp* causante de la mancha de la penca, en toda la República pero principalmente en el Estado de México se aisló al hongo *Colletotrichum sp* como el causante de la antracnosis, en el D.F. se aisló al hongo *Fusarium sp* como la causa de la pudrición de raíz, y al hongo *Pleospora sp* como el causante de la mancha de la hoja y nombra al hongo *Didymaria sp* como el causante de la mancha angular de la hoja, pero no menciona el lugar del aislamiento.

En Jalisco en el *Agave sisalana* se aisló al hongo *Alternaria sp* como la causa del tizón de la penca, en los estados de Tamaulipas y Quintana Roo se aisló al hongo *Ascochyta sp* como el causante de la mancha de la penca y en el mismo estado aíslan a *Cephalothecium spp* como el causante de la mancha de la penca, toda la República encontraron al hongo *Asterina mexicana* causante de las negrillas. en Campeche aíslan al hongo *Erwinia sp.* causante de la pudrición de la cabeza, en Tamaulipas se aísla a *Fusarium sp* y en Jalisco se aísla al hongo *Rosellinia sp.* causante de la pudrición de raíz, en Morelos y Yucatán se aísla al hongo *Sphaceloma sp* como causante de la roña. En Jalisco, en *Agave tequiliana* aíslan a *Alternaria sp.* como el causante del tizón de la penca y a *Coniothyrium concentricum* como el causante de la mancha de la penca.

En Oaxaca y en Jalisco aislaron en *Agave wislizeni* a *Aspergillus sp.* como el causante de la enfermedad del secundario, también en Jalisco se aisló a *Capnodium sp* como el causante de las fumaginas, a *Coniothyrium concentricum* causante de la mancha de la penca, a *Didymaria sp.* como el causante de la mancha angular de la hoja y a *Glomerella sp* como el causante de la Antracnosis.

Esta revisión solo se hizo para especies de plantas de zonas áridas o semiáridas, sin embargo la información es también incompleta ya que el autor solo indica los géneros y no las especies de algunos hospedantes, además de ser muy general en algunos de los nombre comunes y no menciona la fuente de donde obtuvo la información. Respecto a la identificación de patógenos esta ha sido muy incierta ya que no están bien caracterizados puesto que queda a nivel genérico o en algunos de los casos taxonómicamente no existen. Cabe mencionar que son los primeros reportes que se realizan para cactáceas y agaváceas.

Osada y colaboradores, en 1991 identifican al agente causal de la mancha negra del nopal (*Opuntia spp*) en San Martín de las Pirámides, México, identificando a *Collectotrichum gloeosporoides* y a su fase perfecta representada por *Glomerella cingulata* como los agentes causales.

Osorio y colaboradores, en 1994 describen la sintomatología de algunas enfermedades que se presentan en el género *Opuntia* y que afectan tanto a especies cultivadas como a especies silvestres en varias regiones áridas de la República Mexicana reportando que la enfermedad de la mancha negra es causada por los géneros de hongos: *Macrophomina sp* o *Glomerella cingulata*. La enfermedad del mal del oro es causada por los hongos *Alternaria sp* y *Hansfordia sp* aunque mencionan que otros autores han reportado a *Alternaria sp* y *Ascochyta sp* como los agentes causantes del daño.

Rebollar y colaboradores, en 1997 publican un documento sobre las características e importancia del cultivo *Stenocereus sp* que se recolecta en zonas de clima cálido seco y mencionan como factores que afectan su producción a las enfermedades, aunque es poca la información y solo se menciona el género y no la especie de los patógenos asociados: por lo que refieren al hongo *Ascochyta sp*, como el causante de la enfermedad de la costra negra o llaga y al hongo *Phoma sp*, como el causante de la enfermedad de la mancha anaranjada. Además de que mencionan la enfermedad del brazo plateado, pero no mencionan al organismo asociado ya que la identificación no se ha realizado.

Granados, en 1997 hace una revisión de la taxonomía del nopal, su genética, fisiología, ecología, cultivo, así como algunas formas de su aprovechamiento e indica algunas enfermedades como factores que afectan la producción mencionando al hongo *Phyllosticta concava* como el causante de hundimientos de los tejidos. sin enfatizar a que especies de *Opuntia* ataca. También menciona que en *Opuntia fulgida*, *O. versicolor* y *Ferocactus wislizenii* en condiciones de invernadero son sensibles a ser atacadas por los hongos *Fusarium solani* y *Fusarium oxysporum*.

Chávez, en 1998 al hacer un estudio sobre la incidencia de enfermedades en el nopal tunero (*Opuntia amyclaea*) en la zona de San Martín de las Pirámides, Estado de México, aisla a *Alternaria sp* como la causante de la mancha café y de la resequeidad y menciona al hongo *Ascochyta sp* sin mencionar a que síntoma está asociado.

La revisión hecha a la página <http://nt.ars-in.gov/> realizada por el Laboratorio de Micología y Botánica Sistemática del Servicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos reporta para México los siguientes hongos: a *Alternaria mellea* en *Agave atrovirens*, y al hongo *Ascochyta sp* en *Agave sisalana*, al hongo *Aspergillus sp* en *Agave spp*, a *Asterina agaves* en *Agave americana* y *Agave atrovirens*, al hongo *Asterina mexicana* en *Agave atrovirens*, *Agave mexicana*, *Agave neomexicana*, *Agave sisalana* y en *Agave spp*, a *Botryodiplodia sp* en *Agave tequilana*, *Botryosphaeria agaves*, *Helminthosporium sp*, *Nectria sp*, *Sphaceloma sp*, *Gibberella sp*, *Gibberella sp*, *Cladosporium sp* y *Cephalothecium sp* en *Agave sisalana*, *Capnodium sp* en *Agave sisalana* y *Agave wislizeni*, *Chalaropsis sp* en *Agave spp*, *Colletotrichum agaves* en *Agave atrovirens* y *Agave sisalana*, *Colletotrichum sp* en *Agave spp* y *Agave tequilana*, *Coniothyrium concentricum* en *Agave atrovirens*, *Agave tequilana* y *Agave wislizeni*, *Coniothyrium sp* en *Agave sp*, *Didymaria sp* en *Agave spp*, *Dydimosphaeria sphaerophora* en *Agave spp*, *Dimerosporium agaves* en *Agave americana*, *Diplodia sp* en *Agave atrovirens*, *Fusarium sp* en *Agave atrovirens*, *Agave sisalana*, *Agave sp* y *Agave tequilana*, *Glomerella sp* en *Agave wislizeni*, *Melogramma egelingii* en *Agave spp*, *Plasmodiosphora spp* en *Agave sisalana* y *Agave wislizeni*, *Pleospora elissii* en *Agave spp*, *Pleospora sp* en *Agave sisalana* y *Agave spp*, *Rhizoctonia spp* en *Agaves atrovirens* y *Agave sisalana*, *Sphaerella spp* en *Agave tequilana*, *Stagospora gigantea* en *Agave americana* y en *Agave atrovirens*, *Thielavia spp* en *Agave spp*, *Vermicularia trichella*.

Para el género *Opuntia* reporta los siguientes hongos:

Aecidium opuntiae, *Alternaria* sp., *Capnodium* sp., *Coniothyrium concentricum*, *Diplodia*, *Gnomonia*, *Phoma* y *Phytophthora*. En esta revisión no menciona que enfermedades son producidas por estos organismos, y la caracterización de los hospedantes es incompleta ya que en algunos casos solo se menciona el género y no la especie de ellos, como tampoco se menciona las especies de algunos patógenos.

En estudios realizados en diversas partes del mundo se reporta lo siguiente:

Henrich, en 1977 recopila información sobre las plagas de flores y de plantas ornamentales y menciona a la enfermedad de la podredumbre húmeda que es debida al hongo *Pythium aphanidermatum*, que fue observado en *Opuntias* de maceta en la India. Al hongo *Helminthosporium cactivorum* que causa la podredumbre húmeda, este hongo se reporta en Europa y ataca principalmente a *Cereus* spp., *Echinocactus* spp., *Mammillaria* spp y *Echinocactus* spp. El autor menciona en plantas del género *opuntia* se presentan unas costras que son causadas por los hongos *Diplodia apuntiae*, *Hendersonia opuntiae*, *Leptodermella opuntiae*, *Melanops* spp (con formas secundarias *Botryodiplodia* spp o *Dothiorella* spp) y a *Phyllosticta concava*, menciona a los hongos: *Ascochyta opuntiae* que causa manchas de color pardo sobre *opuntia* en Italia. *Aspergillus alliaceus* que produce numerosas manchas pequeñas de contorno irregular que aparecen en diversas especies ornamentales de cactus en Texas. *Leptothyrium parasiticum* que produce manchas grises o de color ocre sobre *opuntia* en Texas, *Phyllosticta opuntiae* que produce manchas blanquesinas en *opuntia* y otras especies en Italia y las Bermudas Sin embargo estos datos están incompletos ya que no se menciona en algunos de los casos a que hospederos están asociados los patógenos, ni en que lugar fueron encontrados.

Mitchell, en 1988 en una revisión de bibliografía sobre la comercialización de los cactus reporta las siguientes hongos: el hongo *Phyllosticta melonis* causante de la mancha algodonosa en *Opuntia* spp, el hongo *Mycosphaerella melonis* que causa la gomois del tallo en algunas especies de cactus, el hongo *Phytophthora parasitica* causa la mancha basal del tallo y la pudrición de la raíz en el cactus navidad (*Zygocactus truncatus*), el hongo *Pythium*

aphanidermatum que causa la mancha basal del tallo y la pudrición de la raíz en el cactus navidad, el hongo *Poria carnegia* causa la putrefacción seca en el Saguaro (*Carnegiea gigantea*), el hongo *Fomes robustus* es el causante de la pudrición que ataca al tejido de las especies *Carnegiea*, *Opuntia*, *Canotia*, *Cercidium*, *Cowania*, *Vauquelinia* y *Laurrea*. El hongo *Drecheslera cativora* causa la pudrición del tallo en la especie *Schumbergera truncata* aunque también incluye otras especies como *Mammillaria*, *Echinocactus*, *Echinocereus*, *Cereus*, *Cephalocereus*, *Lophocereus*, *Ferocactus* y *Lemairreocereus*. Y el hongo *Fusarium oxysporum* que se ha identificado como el agente causal de la pudrición basal del tallo en el cactus navidad. El autor no menciona los lugares donde fueron aislados e identificados los agentes causales de las enfermedades.

Como se puede observar son prácticamente nulos los trabajos de investigación relacionados con las enfermedades y los patógenos asociados con plantas silvestres, por lo tanto se desconoce prácticamente todo sobre las enfermedades y patógenos que afectan a las poblaciones de plantas de ecosistemas naturales y de las posibles relaciones ecológicas entre los patósistemas silvestres.

4.0 Materiales y Métodos.

4.1. Selección del área de estudio.

Se seleccionó la zona de Zapotitlán de las Salinas para realizar el presente trabajo: primero por su riqueza florística, considerando la diversidad y el endemismo de muchas especies que son únicas para las zonas áridas de México y el mundo, lo que ha conducido a considerarla como una reserva de la biosfera; segundo porque existen diferentes grados de deterioro del ecosistema local, que ha sido causado en forma directa por procesos climáticos naturales y por la actividad humana, tercero porque se han observado diversos niveles de daños y la destrucción de individuos de diversas especies de plantas nativas de la región, causados probablemente por enfermedades, de las que no se ha identificado el agente causal, ni el nivel de daño ecológico y económico que causan, cuarto porque se desconoce en absoluto el papel que desempeñan las enfermedades en el balance del ecosistema típico de la región y que probablemente estén involucradas en la extinción de algunas especies. (mapa 1)

Se definió el área de estudio utilizando información cartográfica, topográfica y florística de la zona de Zapotitlán de las Salinas y se seleccionaron 31 sitios de muestreo que tuvieran variaciones contrastantes de pendiente, geomorfología, sustrato, suelo, estado de conservación, tipo de vegetación, especies dominantes y uso de suelo que fueron definidos por el Laboratorio de Edafología de la Unidad de Biotecnología y Prototipos de la FES Iztacala. (mapa 2)

En cada sitio se determinó la densidad y variación de especies utilizando un área estadística mínima.

4.2. Colecta de material enfermo.

Se colectaron de 5 individuos solo partes de ellos que mostraran síntomas causados por una probable enfermedad. Se describió a detalle los síntomas de cada enfermedad como: pudriciones, manchas cloróticas, puntos negros, manchas de anillos concéntricos, manchas en forma de estrella. carbonos, manchas rojas y costras y la presencia de posibles signos como: micelio, cuerpos fructíferos y esporas. Se tomó un registro fotográfico en papel y a color de cada enfermedad (Echandi, E. 1971)

Para cada tipo de síntoma se procedió al aislamiento, cultivo o inoculación a hospederas diferenciales de microorganismos utilizando protocolos microbiológicos específicos y para definir a un microorganismo como el causante de la enfermedad se realizaron los postulados de Koch y en caso de probarse, aquellos se definieron como los causantes de la enfermedad respectiva (Király, Z. 1994; De la Isla, Ma. 1984).

4.3. Aislamiento e identificación de hongos.

Se herborizaron y almacenaron en el Laboratorio de Microbiología de Unidad de Biotecnología y Prototipos de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, muestras de plantas con síntomas de enfermedad y signos evidentes de los posibles patógenos. (Lot. A. et al, 1986)

Para evitar que el aislamiento de los hongos se alterara debido a las condiciones que presentara el material, se utilizaron tejidos frescos y se tomó el inóculo del margen de las lesiones. Se realizó la desinfección del tejido vegetal con hipoclorito de sodio al 2%, al aislamiento con la técnica de inducción a la esporulación hasta la aparición de los cuerpos fructíferos de los hongos. (López, 1981)

4.3a. Ejecución de cortes de estructuras y cuerpos fructíferos en tejidos enfermos.

Se realizaron cortes en el tejido fresco o seco:

a) En el material fresco se realizaron directamente, pero para el material seco fue necesario reblandecer los tejidos para facilitar la ejecución agregando una o dos gotas de alcohol al 70%, más una o dos gotas de KOH al 5% sobre el área donde se desarrollaban las estructuras por seccionar y esperar dos o tres minutos para que se seque.

b) Posteriormente se colocó el material bajo el microscopio estereoscópico con el lado de la esporulación hacia arriba, con una navaja de rasurar de filo normal se ejecutaron tres cortes iniciales que limitaron a los cuerpos fructíferos por cortar con el fin de que los siguientes cortes que serían para montaje se obtuvieran libremente.

c) Se colocaron en un portaobjetos con lactofenol para observarlos. Esta técnica fue útil para identificar al agente causal cuando la estructura de los cuerpos fructíferos fueron de tipo apotecios, cleistotecios, pseudotecios, picnidios, acérvulos, etc. (Echendi, 1971, López, 1981)

4.3b. Identificación de los hongos.

Se identificaron y caracterizaron hasta nivel de género a cada uno de los organismos asociados a los síntomas observados en las plantas afectadas, mediante su aislamiento y cultivo en medios específicos, como el caso de la mayoría de los hongos, o cuando el patógeno fue un parásito estricto no cultivable se realizó la observación directa en cortes de tejido fresco o seco. (Bradshaw, 1976)

Para la identificación se analizaron las estructuras de los hongos bajo el microscopio de luz que permitió su ubicación taxonómica, utilizando para tal efecto claves taxonómicas específicas. (Barnetty Hunter 1972 y 1998), (Guzmán, 1979), (Halin, 1997 y 1998), (López, 1981) (Romero, 1993) (Ulloa y Hanlin 1978 y 2000)

4.4 Evaluación de la distribución de las enfermedades.

La distribución de cada enfermedad se determinó para cada sitio de muestreo, registrando la presencia de cada enfermedad por especie vegetal evaluada. Se registró el número total de individuos con alguna clase de enfermedad y el número particular del grado de daño para cada planta, para cada uno de los sitios de muestreo. Se aplicó el Índice de Diversidad de Shanonn (Krebs,1978) en basa a la siguiente fórmula.

$$H' = -\sum p_i \log p_i.$$

Donde $p_i = n_i/n$

N_i =Número de individuos de la p_i

N = Total de individuos de todas las especies.

En esta caso p_i fue el número de individuos vegetales por especie que presentaron a cada uno de los patógenos determinados. en el caso donde a las enfermedades no se les asocio ningún patógeno se incluyó solamente como enfermedad para así obtener la diversidad de patógenos en cada sitio de muestreo.

4.5. Evaluación de la severidad de las enfermedades.

Para evaluar el grado de severidad se cuantificaron todas las plantas que estuvieran en el área definida a las cuales se les asignó un valor de grado de daño tomando en cuenta a todo el individuo, basándonos en la siguiente escala propuesta por James, 1971.

Escala arbitraria de síntomas

Grado de daño	Categoría	Punto medio
1	1 al 25% de tejido enfermo	12.5
2	26 al 50% de tejido enfermo	37.5
3	51 al 75% de tejido enfermo	67.5
4	76 al 100% de tejido enfermo	87.5

Se realizó el índice de severidad para cada una de las enfermedades presentes en cada sitio de muestreo considerando la siguiente fórmula: (Lodwing, 1988)

$n=x$

$S = \frac{\text{No de individuos de la categoría 1} \times \text{punto medio de cada categoría 1} + \dots + n4}{n}$

Número total de individuos de cada sitio.

4.6. Evaluación del índice de incidencia de las enfermedades.

Para evaluar el grado de incidencia y así poder definir el porcentaje de severidad en cada sitio se cuantificó el número total de plantas por especie que se hallara en el área definida, de estas se contó el número total de enfermas y se dividió entre el número total de plantas x 100.

$$\% \text{Índice de incidencia} = \frac{\text{Número total de plantas enfermas.}}{\text{Número total de plantas.}} \times 100$$

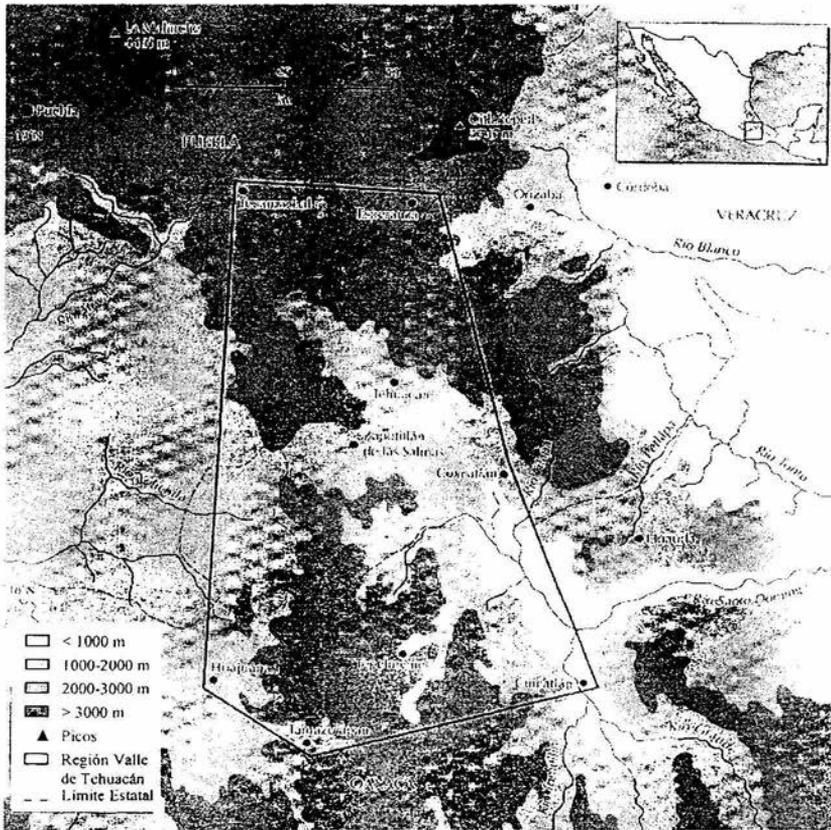
4.7. Registro y almacenamiento de información.

Se obtuvieron registros fotográficos de: síntomas de enfermedades, estructuras somáticas de patógenos. Las muestras, cepas, aislamientos y preparaciones microscópicas de los diferentes patógenos se encuentran en el laboratorio de Microbiología de la Unidad de Biotecnología y Prototipos y en el herbario de la FES Iztacala.

5.0 Caracterización de la zona de estudio.

5.1. Caracterización de la zona de muestreo.

En base a las características físicas y biológicas de las micro regiones que se lograron identificar dentro del Valle de Zapotitlán se ubicaron 31 sitios de muestreo que contrastaran en sus diferencias edáficas, fisiográficas, florísticas y de estado de conservación. (tablas 1,2,3)



Mapa 1: Localización del Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla.

Escala 1: 250,000

Fisiografía: Esta zona es una región de mezquitales y comunidades vegetales localizadas en las terrazas aluviales de la subcuenca del Río Salado entre los 180 10' y 180 23' de latitud norte y los 970 25' y 970 35' de longitud oeste y esta limitado al oeste por los cerros de Yerba, Omotepec, Campanario, La Mesa, Xentile y Yolotepec, así como por el Paso de Agua de Burro. Al noroeste esta limitada por la sierra de Miahuatepec, mientras que al este se encuentra la sierra de Atzingo. Por último, el límite sur de la zona es la Mesa Buenavista y el Cerro Yistepec, mientras que al suroeste lo limita la Sierra de Santiago. (Dávila et al. 1993) y (Meyrán, 1973)

Geología y edafología: Existe una gran diversidad de afloramientos geológicos y tipos de suelo, estos son: someros, pedregosos halomórficos con diferentes estados de alcalinidad y salinidad entre los cuales encontramos: Litosoles, cambisoles cálcicos y xerosoles cálcicos derivados de evaporitas del Cretácico Inferior y Medio, comprendiendo las formaciones Zapotitlán, Miahuatepec, San Juan Raya y Cipiapa. (Dávila et al. 1993)

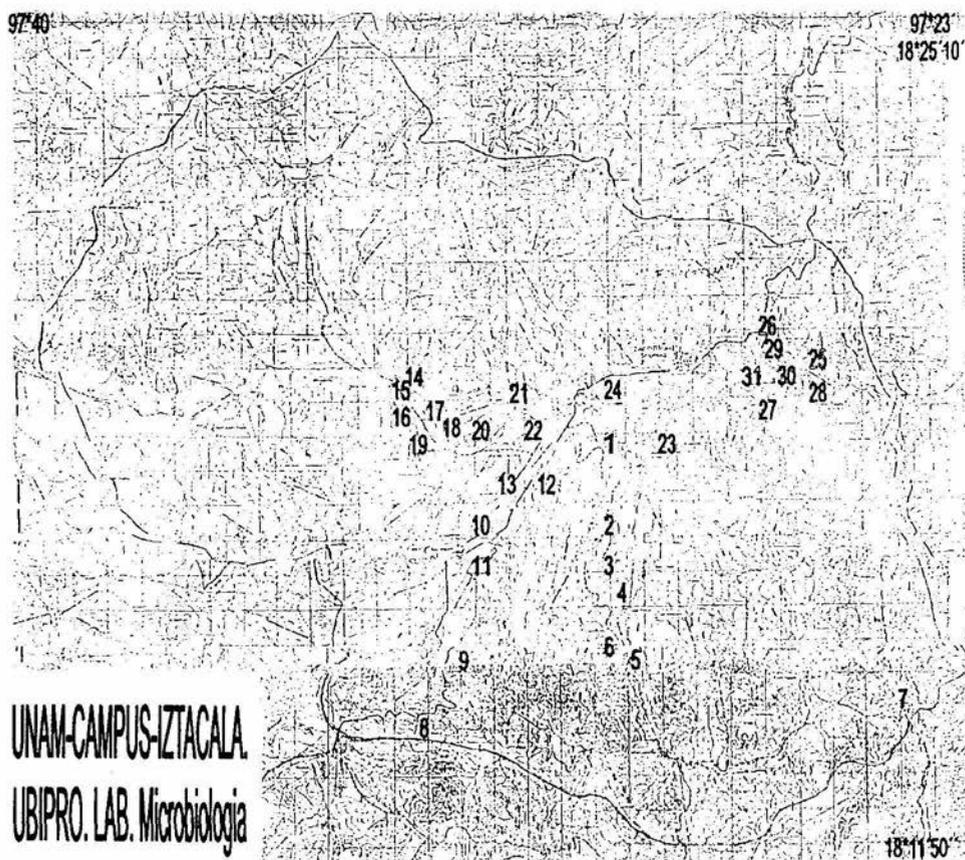
Clima: Climáticamente la región de Zapotitlán de las Salinas está determinado en gran parte por la sierra de Zongolica que detiene los vientos húmedos provenientes del Golfo de México formando una sombra de lluvia sobre el valle. Su clima es cálido y semiárido con una temperatura media anual de 21° C, presentándose una canícula bien definida a mitad del periodo de lluvias; con una precipitación media anual de 400 mm a 450 mm. (Valiente, 1991).

5.1b Caracterización fisiográfica, geomorfológica y de uso de suelo, de los sitios de muestreo.

Para realizar este trabajo se tuvieron que seleccionar sitios para la colecta de plantas enfermas y determinar si algún factor ambiental o geográfico influye en la incidencia, severidad y distribución de patógenos, por lo tanto, primero se realizaron recorridos de campo con el objeto de seleccionar el mayor número posible de regiones diferentes, considerando sus características orográficas, geomorfológicas, tipo de sustrato, suelo, estado de conservación, tipo de vegetación, especies dominantes y uso de suelo. Las características físicas y florísticas de las microregiones del Valle de Zapotitlán de las Salinas fueron estudiadas y definidas por el Laboratorio de Edafología de la Unidad de Biotecnología y Prototipos de las FES Iztacacá; segundo: definidas las microregiones en todo el Valle, éstas se recorrieron con el objeto de ubicar poblaciones representativas de plantas, determinar la posible presencia de enfermedades y seleccionar los sitios más contrastantes entre sí, considerando todos los criterios anteriores.

De los 31 sitios de muestreo se obtuvieron los siguientes datos con el fin de caracterizar edáfica, florísticamente y de tener el estado de conservación de los todos los sitios. Estos datos fueron proporcionados por el Laboratorio de Edafología de la Unidad de Biotecnología y Prototipos de la FES-Iztacala. En la tabla 1 se muestra las características geomorfológicas de los sitios, las cuales fueron muy variables predominando los lomeríos en el 30% y las terrazas aluviales en el 16% de los sitios seleccionados: El resto de los sitios de muestreo se ubican en pequeños valles, sierras o montes. En general los terrenos de los sitios presentaron algún grado de pendiente, que fueron desde planos a inclinaciones ligeras de 10% a 15% y en la mitad de los casos mostraron pendientes del 20% al 30% que no influyeron en la colecta del material enfermo.

Mapa 2. Considerando las características físicas y biológicas de las microregiones que se lograron identificar dentro del Valle de Zapotitlán, se seleccionaron 31 sitios que contrastaron por varias diferencias ambientales importantes como: ubicación geográfica tanto en latitud como en longitud, sus características geomorfológicas y su composición florística. (López, et al. 2001)



Mapa 2: Ubicación de los 31 sitios de muestreo en la zona de Zapotitlán de las Salinas, Puebla.
Escala 1:50,000

Tabla 1: Ubicación, caracterización altitudinal y geomorfología de los 31 sitios de muestreo. (López, et al. 2001)

Sitio	Localización	Rango de altitud msnm	Geomorfología	Pendiente
S1	18°18'18" 97°30'05"	1560	Mesa	0-10%
S2	18°17'05" 97°30'05"	1600	Mesa, Lomerios	0-10%
S3	18°16'40" 97°30'00"	1660	Lomerios	15%
S4	18°16'00" 97°29'45"	1700	Lomerios	30%
S5	18°15'00" 97°29'40"	1800	Cuesta	20%
S6	18°15'05" 97°29'55"	1820	Sierra-Declive	15-30%
S7	18°14'10" 97°25'00"	1920	Lomerios-Mesas	10-15%
S8	18°14'05" 97°33'00"	1900	Cuesta-Declive	30%
S9	18°15'03" 97°32'35"	1800	Domo Volcánico	15%
S10	18°17'10" 97°32'05"	1700	Lomerios	15-20%
S11	18°16'50" 97°31'55"	1600	Terraza aluvial	0-2%
S12	18°17'50" 97°31'05"	1560	Terraza aluvial	0-2%
S13	18°17'55" 97°31'50"	1640	Lomerios	10-15%
S14	18°19'30" 97°33'20"	1700	Cuesta-Piemonte	25%
S15	18°19'27" 97°33'40"	1600	Pie monte	20%
S16	18°19'15" 97°33'20"	1600	Cuesta-pie monte	20%
S17	18°18'50" 97°33'10"	1600	Terraza aluvial	0-5%
S18	18°19'00" 97°33'00"	1660	Pie monte	20%
S19	18°18'30" 97°31'55"	1580	Loma	30%
S20	18°18'45" 97°32'00"	1540	Terraza aluvial	0-5%
S21	18°18'10" 97°32'10"	1620	Loma	20%
S22	18°18'45" 97°31'15"	1540	Valle	0-2%
S23	18°18'10" 97°31'40"	1600	Lomerios	10-15%
S24	18°19'20" 97°29'55"	1520	Lomerios	10-15%
S25	18°21'00" 97°29'45"	1760	Lomerios	20%
S26	18°22'05" 97°31'45"	2000	Declive	30%
S27	18°19'50" 97°31'50"	1600	Lomerios	10-15%
S28	18°19'50" 97°29'20"	1480	Terraza Aluvial	0-5%
S29	18°19'50" 97°27'25"	1460	Lomerios	20%
S30	18°19'30" 97°27'12"	1440	Barranca	20%
S31	18°18'35" 97°29'16"	1540	Terraza Aluvial	15%

Tabla 2. Características de sustrato, tipo de suelo y vegetación de los sitios de muestreo. (López, et al. 2001)

Sitio	Sustrato	Suelo	Vegetación
S1	Conglomerado-lutita	Faeozem calcárico	Matorral crausicaule
S2	Lutita	Leptosol	Matorral crausicaule
S3	Conglomerado	Leptosol-Faeozem	Matorral crausicaule
S4	Caliza	Leptosol	Matorral espinoso
S5	Caliza	Leptosol-Faeozem	Matorral espinoso
S6	Lutita-arenisca	Faeozem háplico	Mat.esp-Sel.Baja
S7	Conglomerado	Leptozol rendzinico	Mat. Rosetofilo
S8	Caliza-lutita-arenisca	Regosol-leptosol	Mat.Subinerme
S9	Basalto	Lept.lítico-Faeozem hap	Matorral crausicaule
S10	Conglomerado	Leptosol-Faeozem	Mat.esp-Sel.Baja
S11	Sedimentos aluviales	Fluvisol-Regosol	Matorral espinoso
S12	Sedimentos aluviales	Fluvisol-Faeozem	Matorral espinoso
S13	Conglomerado	Leptosol-Faeozem	Izotal
S14	Caliza-conglomerado	Leptosol	Mat.Crasic-Roset
S15	Conglomerado calizo	Leptosol	Mat.Crasic-Yucca
S16	Caliza-conglomerado	Leptosol	Matorral crausicaule
S17	Sedimentos aluviales	Fluvisol-Regosol	Matorral espinoso
S18	Caliza-lutita	Leptosol-Faeozem	Matorral crausicaule
S19	Conglomerado-arenisca-lutita	Leptosol-Regosol	Matorral espinoso
S20	Sedimentos aluviales	Fluvisol-Regosol	Mat.Espin-Yucca
S21	Conglomerado-arenisca-lutita	Leptosol	Izotal
S22	Sedimentos aluviales	Faeozem-Regosol	Matorral espinoso
S23	Conglomerado	Leptosol-Faeozem	Izotal
S24	Conglomerado-arenisca	Leptosol	Mat.Espin-Yucca
S25	Conglomerado-caliza	Leptosol	Mat.subinerme
S26	Conglomerado-arenisca	Leptozol rendzinico	Matorral espin-Braea
S27	Conglomerado	Leptosol-Faeozem	Izotal
S28	Sedimentos aluviales	Fluvisol-Regosol	Matorral espinoso
S29	Lutitas	Leptosol	Matorral crausicaule
S30	Lutitas	Leptosol-Regosol	Matorral crausicaule
S31	Sedimentos aluviales	Fluvisol-Regosol	Matorral espinoso

En la tabla 2 se muestra las características de litología superficial, tipo de suelo y vegetación dominante diversidad de tipos de suelo, sustrato y el tipo de vegetación en cada uno de los sitios. Como se puede observar en el 30% de los sitios la lutita es el principal sustrato. Sin embargo predominaron los conglomerados asociados con diferentes tipos de rocas, en especial de calizas. También fueron importantes los sitios con sedimentos aluviales. En cuanto al tipo de suelo, las unidades más frecuentes fueron los leptosoles, especialmente los L.rendzínicos y L.líticos, en el 30% de los sitios, fue común encontrar asociaciones de suelos como Leptosol con Faeozem, Leptosol con Regosol en poco más del 40% de los sitios restantes.

En cuanto al tipo de vegetación encontrada en los diferentes sitios dominó el Matorral xerófilo, en diferentes formas, siendo el Matorral Crausicaule y el Matorral Espinoso los más importantes. Sin embargo, es importante señalar que dentro de esta vegetación dominante se encontraron otras poblaciones de plantas que resaltaban en los estratos inferiores o superiores del matorral, conformando asociaciones de Matorral con Izotal, Matorral Espinoso con Matorral Crausicaule de Tetetzo.

Las características de especie dominante muestran la especie o especies más representativas de cada sitio. Se determinó que *Neuboxbaumia tetetzo* y *Prosopis laevigata* son las principales especies dominantes en cerca del 60% de los sitios, aunque también se observaron combinaciones de estas dos especies con otras comunidades vegetales, tomando en cuenta solo la abundancia de dichas especies, ya que no se realizaron estudios de dominancia ni de diversidad de especies. En cuanto al uso de suelo, se observó que el 74% de los sitios de muestreo se dedican a actividades pecuarias, el 30% combinan el uso pecuario con el agrícola y sólo el 23% de los sitios no presentaron un uso específico.

En cuanto al grado de conservación ecológica de los sitios, se determinó que el 34% de los sitios se encontraban conservados y son mínimos los procesos de degradación, el 26% medianamente conservados, el 26% se clasificaron como perturbados y el 7% como muy perturbados, donde las características ambientales originales se han perdido en su totalidad. (tabla 3)

Tabla 3. Especie dominante, uso de suelo y estado de conservación de los 31 sitios de muestreo. (López, et al. 2001)

Sitio	Especie dominante	Uso del suelo	Estado de conservación
S1	<i>Neuboxbaumia tetetzo</i> (F.A.C.Weber)Backeb.	Pecuario	Conservado
S2	<i>N. tetetzo</i>	Pecuario	Conservado
S3	<i>N. tetetzo</i>	Pecuario	Medianamente conservado
S4	<i>Mimosa luisiana</i> Brandegec	Pecuario	Perturbado
S5	<i>M. luisiana</i>	Pecuario	Muy perturbado
S6	<i>Bursera aloexylon</i> Engelm	Pec-Agri.temp	Perturbado
S7	<i>Dasylirium lucidum</i>	Pec-Agri.temp	Perturbado
S8	Diversas	Pecuario	Conservado
S9	<i>Opuntia pilifera</i> . (F.A.C. Weber)	Pecuario	Medianamente conservado
S10	<i>B. aloexylon</i>	Pec-Agri.temp	Medianamente conservado
S11	<i>Prosopis laevigata</i> (Hum,&Bonpl.ex.Willd) M.C.Johnston	Pec-Agri.temp	Perturbado
S12	<i>P.laevigata- Cercidium</i> <i>praecox</i> (Ruíz & Pavón) Harms.	Pecuario	Perturbado
S13	<i>Beaucarnea gracilis</i> Lem	Pecuario	Medianamente conservado
S14	<i>N.tetetzo-Hechtia podanta</i> . Mez	Vida silvestre	Conservado
S15	<i>N.tetetzo-Yucca periculosa</i> F.Baker	Vida silvestre	Medianamente conservado
S16	<i>N. tetetzo</i>	Vida silvestre	Conservado
S17	<i>P.laevigata-C. praecox</i>	Pec-Agri.temp	Medianamente conservado
S18	<i>N. tetetzo</i>	Pecuario	Conservado
S19	<i>M.luisiana</i> .	Pecuario	Medianamente conservado
S20	<i>P. laevigata-C. praecox</i>	Pec-Agri.temp	Perturbado
S21	<i>B. gracilis</i>	Pecuario	Conservado
S22	<i>P. laevigata- B. gracilis</i>	Pec-Agri.temp	Perturbado
S23	<i>B. gracilis</i>	Pecuario	Conservado
S24	<i>P.laevigata</i>	Pec-Agri.temp	Perturbado
S25	<i>P.laevigata-M. luisiana</i>	Pecuario	Perturbado
S26	<i>P.laevigata</i>	Pec-Agri.temp	Muy perturbado
S27	<i>B. gracilis</i>	Vida silvestre	Medianamente conservado
S28	<i>P.laevigata C. praecox</i>	Vida silvestre	Conservado
S29	<i>N. tetetzo</i>	Vida silvestre	Conservado
S30	<i>N.tetetzo. P.laevigata</i>	Vida silvestre	Muy perturbado
S31	<i>P.laevigata-C.praecox</i>	Vida silvestre	Conservado

6.0 Resultados y Discusión.

6.1. Colecta de material enfermo.

En los recorridos realizados en la Región de Zapotitlán de las Salinas, se pudo observar en diversas especies vegetales la presencia de diferentes daños considerados enfermedades ya que de algún modo afectaban a la estructura o función metabólica de las plantas, estos fueron causados por factores bióticos dentro de los cuales se identificaron a nueve géneros de hongos. (Tabla 4)

Varias especies de plantas manifestaron diferentes tipos de enfermedades, de los cuales se logro aislar e identificar a diferentes hongos. La especie *Opuntia pilifera* fue afectada por tres distintas enfermedades, de las que consistentemente se logro aislar e identificar a un solo tipo de organismo de cada lesión: Mal del oro (*Alternaria sp*), Mancha gris (*Didymosphaeria sp*) y Alfombra amarilla (*Nigrospora sp*)

Otra planta a la cual se le observaron varias enfermedades fue el Mezquite (*Prosopis laevigatha*) presentando la Muerte descendente asociado a ella el hongo *Hypoxylon sp.* otra enfermedad fue la Pudrición seca de las ramas asociado el género *Hysterium sp* y la pudrición seca del tronco estando presente el hongo *Hysteriographium sp.*

Estos géneros de hongos, (hospedero) la planta huésped (hospedante) y el ambiente; todos en interacción, son los causantes de los diversos daños presentes en la región de Zapotitlán de las Salinas, ya que si uno de estos factores no estuviera presente o en condiciones inadecuadas la enfermedad no se desarrollaría.

Algunos de los patógenos identificados en ciertas plantas ya han sido registrados en México para especies domesticadas y ampliamente cultivadas en las regiones áridas de nuestro país, como ocurre con el hongo *Asterina sp* que se ha encontrado afectando a *Agave americana* en los valles altos de México, tal es el caso también del hongo *Alternaria sp* que fue reportado por Osorio y Soto en 1994 provocando la enfermedad del Mal del oro en el género *Opuntia* el cual coincide con el reportado en este trabajo.

Es importante señalar que se observó la presencia de los hongos ascomycetes *Leptosphaeria sp* y *Didymosphaeria sp* afectando a varias especies de plantas. Estos hongos se aislaron de varias especies de *Agave*, *Yucca*, *Opuntia* y *Pachocereus* causando síntomas distintos y daños considerados como importantes.

Todos estos hongos fueron aislados de las partes superiores de las plantas como hojas, ramas y pencas por lo que afecta en la mayoría de los casos a las funciones metabólicas como la fotosíntesis (Dickinson,1987); esto es debido a la manifestación de síntomas como las clorosis y amarillamientos en diferentes partes de la planta

Tabla 4: Agentes causales de las probables enfermedades que afectan a las diversas especies vegetales en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla.

Hospedante	Enfermedad	Agente causal.
<i>Agave karwinskii</i> . Zucc	Mancha negra.	<i>Asterina sp</i>
	Mancha roja	<i>Leptosphaeria sp</i>
<i>Agave macroacantha</i> Zucc	Mancha roja.	<i>Didymosphaeria sp</i> <i>Leptosphaeria sp</i>
<i>Agave marmorata</i> Roezl	Mancha negra	<i>Asterina sp.</i>
<i>Cercidium praecox</i> (Ruíz y Pavón) (Harms)	Costra negra. Resinosis.	Desconocido. Desconocido.
<i>Dasylirium lucidum</i>	Anillos concéntricos	<i>Didymosphaeria sp</i>
<i>Hechtia podantha</i> Mez	Mancha negra	Desconocido
<i>Neuboxbaumia macrocephala</i>	Anillos concéntricos	Desconocido
<i>Neuboxbaumia mezcalensis</i>	Anillos concéntricos	Desconocido
<i>Neuboxbaumia tetetzo</i> (F.C.A. Weber)Backeb	Costras grises	Desconocido
<i>Opuntia pilifera</i> (F.C.A. Weber)	Mal del oro. Mancha gris. Alfombra amarilla	<i>Alternaria sp.</i> <i>Didymospaheria sp</i> <i>Nigrospora sp</i>
<i>Opuntia depressa</i> Rose	Mal del oro	<i>Alternaria sp</i>
<i>Pachycereus marginatus</i> (D.C) Britton & Rose	Mancha negra	<i>Leptosphaeria sp</i>
<i>Pachycereus hollianus</i> F.C.A. Weber)Buxb	Mancha negra	<i>Leptosphaeria spp</i>
<i>Prosopis laevigata</i> (Hum & Bonpl. Ex Willd) M.C. Johnston	Muerte descendente. Pudrición seca de las ramas Pudrición seca del tronco	<i>Hypoxyton sp</i> <i>Hysterium sp</i> <i>Hysterographium sp</i>
<i>Yucca periculosa</i> . F.Baker.	Mancha roja Mancha negra	<i>Leptosphaeria sp</i> <i>Septoria sp</i>

6.2 Aislamiento e identificación de organismos patógenos.

Basado en las claves taxonómicas utilizadas para la determinación de los patógenos a continuación se describen las características de cada uno de los hongos asociados a las diferentes plantas, así como también se describen las enfermedades asociadas a ellos.

Mancha negra en *Agave karwinskii* IZT.

Esta enfermedad, comienza con un punteado clorótico de forma circular que cubre toda la penca, conforme va avanzando la enfermedad, en el centro de la mancha aparece un punto de color café rojizo en forma de volcán, que va creciendo y cubriendo todo el punteado clorótico; en la mayoría de los casos estos puntos pueden llegar a unirse formando una mancha muy grande en forma de costra. (Figura 1) De esta mancha se encontró asociado al hongo *Asterina* sp. Este hongo pertenece al Phylum Ascomycota, Clase Loculoascomycetes, Orden Microthyriales, Familia Microthyriaceae. Tiene ascostroma con estructura radial y superficial; en su mayoría es redondo, pero en algunos casos comprimidos lateralmente, mide $123.7 \times 113.6 \mu$, micelio vegetativo superficial, las esporas de $8.27 \times 28.92 \mu$. (Figura 2)



Figura 1: Mancha negra en *Agave karwinskii*

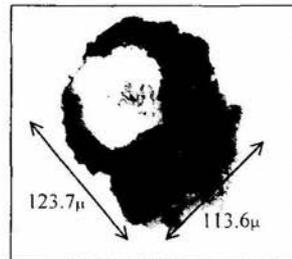


Figura 2: Ascostroma y esporas de *Asterina* sp. A:10x



U.N.A.M. CA&E.P.U.S.

Mancha roja en *Agave karwinskii*

La enfermedad inicia con un moteado clorótico que invade toda la penca, posteriormente sobre el moteado se forma una protuberancia circular color café rojizo en donde se observa las estructuras del hongo, en las lesiones más antiguas se observa una cicatrización de forma irregular que se extiende en toda la epidermis. (Figura 3). De este síntoma se identificó al hongo *Leptosphaeria sp* que pertenece al Phylum Ascomycota, Clase Loculoascomycetes, Orden Pleosporales, Familia Leptosphaeriaceae. Tiene un ascostroma uniloculado, peritecio pseudotecio, inmerso en el tejido del hospedero, café oscuro, liso. Sus medidas son de $400.6 \times 387.1 \mu$. Ascas bitunicadas cilíndricas o clavadas, tallo corto, 4 a 6 esporas. Tamaño de $11.84 \times 134.2 \mu$, Ascosporas fragmosporas (esporas con dos o más septos transversales), fusiformes, cilíndricas o clavadas, y el tamaño de la espora es de $8.73 \times 21.15 \mu$, (Figura 4)



Figura 3: Mancha roja en *Agave karwinskii*

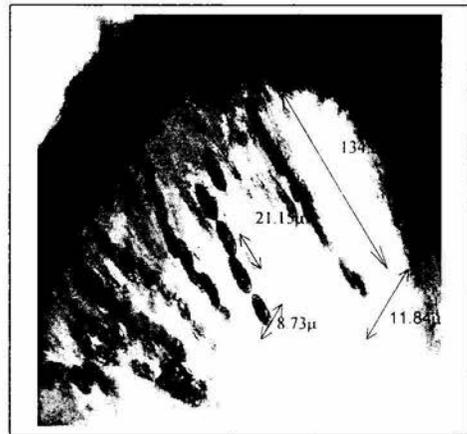


Figura 4: Ascas y ascosporas de *Leptosphaeria sp*
A: 10x

Mancha estrella en *Agave marmorata*.

El aspecto general de los agaves afectados es que presentan un amarillamiento parcial o total en todo el individuo. las pencas presentan decoloración y marchites la cual se da en las partes apicales de la penca. posteriormente se presenta manchas pequeñas cloróticas que van formando círculos concéntricos, cuando maduran y se secan las manchas se arrugan. De estos puntos se encontró asociado al hongo *Didymosphaeria sp* (Figura 5). Este hongo pertenece al Phylum Ascomycota, Clase Loculoascomycetes. Orden Pleosporales, Familia Pleosporaceae. Tiene un ascostroma uniloculado, peritecioseudotecio separado o agregado en grupos. Inmerso o subepidermal. Ascas bitunicadas cilíndricas o cilíndricas clavadas, subclavadas. 1 a 8 ascosporas con dos células medianas septadas, ascas oblicuas, lisas o medianamente verruculosas, café olivacias o café oscuras. (Figura 6)

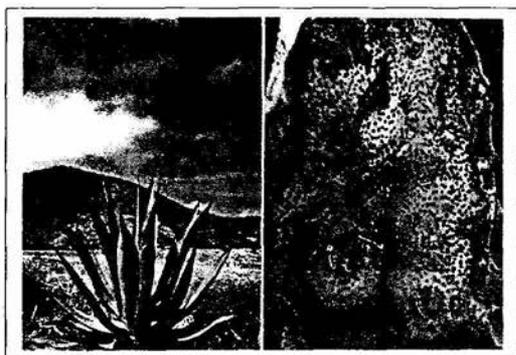


Figura 5: Mancha estrella en *Agave marmorata*.

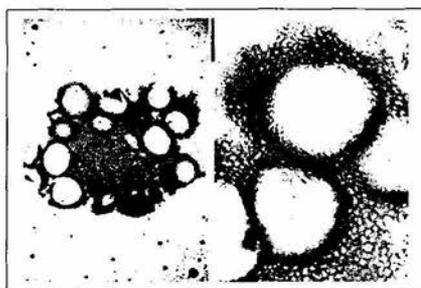


Figura 6: Ascostroma de *Didymosphaeria sp* A: 10X

Mancha roja en *Agave macroacantha*.

El comienzo de esta enfermedad se caracteriza por presentar pequeñas puntos redondos de color café oscuro que esta presente en toda la penca, al ir avanzando la enfermedad estos puntos se tornan de una forma irregular en forma de areola en donde se puede observar la tonalidad de café rojizo y en el centro de ellas se observa un punto abultado de color oscuro que corresponde al cuerpo fructífero del hongo. En esta enfermedad se encontraron asociados son géneros de hongos: *Didymosphaeria sp* y *Leptosphaeria sp* (Figura 7)

El primero pertenece al Phylum Ascomycota, Clase Loculoascomycetes, Orden Pleosporales, Familia Pleosporaceae. Tiene un ascostroma uniloculado, peritecio seudotecio separado o agregado en grupos. Inmerso o subepidermal. Ascas bitunicadas cilíndricas o cilíndricas clavadas, oblicuas, lisas o medianamente verruculosas, café olivacias o café oscuras, 1 a 8 ascosporas con dos células medianas septadas.

Leptosphaeria sp que pertenece al Phylum Ascomycota, Clase Loculoascomycetes, Orden Pleosporales, Familia Lephospaeriaceae. Tiene un ascostroma uniloculado, peritecio seudotecio, disperso o agregado inmerso en el tejido del hospedero pero algunas veces expuesto al madurar, café oscuro, lisos. Ascas bitunicadas cilíndricas o clavadas, tallo corto, 4 a 6 esporas. Ascosporas fragmosporas (esporas con dos o más septos transversales), fusiformes, cilíndricas o clavadas, frecuentemente constreñidas o medianamente septadas. (Figura 8)

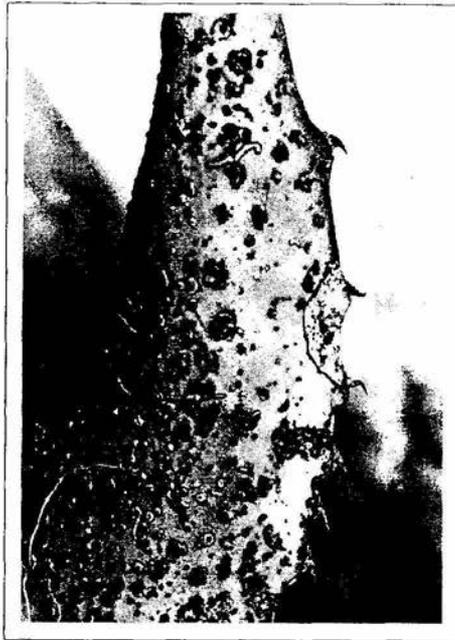


Figura 7: Mancha roja
en *Agave macroacantha*
A: 10x



Figura 8: Ascosporas de *Leptosphæria*
sp. A: 40x

Anillos concéntricos en *Dasytrium lucidum*.

La enfermedad comienza con unas pequeñas manchas negras de aspecto polvoriento, se van agrupando en forma de círculos concéntricos, conforme va avanzando la enfermedad aumenta el diámetro de estos círculos, en el centro de ellos se observa una mancha de forma irregular de color café claro a café oscuro. Estas manchas pueden coalescer e invadir la mayor parte de las hojas (Figura 9). De esta lesión se aisló al hongo *Didymosphaeria sp.* que pertenece al Phylum Ascomycota, Clase Loculoascomycetes, Orden Pleosporales, Familia Pleosporaceae. Tiene un ascostroma uniloculado, peritecio pseudotecio separado o agregado en grupos. Inmerso y subepidermal. Ascas bitunicadas cilíndricas o cilíndricas clavadas, subclavadas, oblicuas, lisas o medianamente verrucosas, café olivacias o café oscuras, 1 a 8 ascosporas con dos células medianas septadas, el tamaño de las ascas es de $52.49 \times 32.12 \mu$, y el tamaño de las esporas es de $30.27 \times 11.49 \mu$, (Figura 10 y 11)

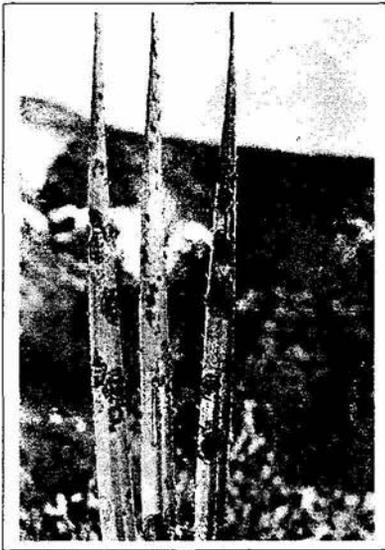


Figura 9: Anillos concéntricos en *Dasytrium lucidum*



Figura 10: Ascostroma y ascosporas de *Didymosphaeria sp* A: 10x

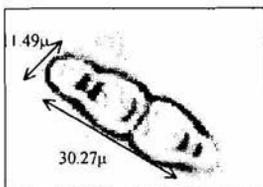


Figura 11: Ascospora de *Didymosphaeria sp* A: 40x

Mal del oro en *Opuntia pilifera*.

Esta enfermedad comienza con un punteado clorótico que está presente en todo el cladodio, posteriormente la enfermedad avanza con un cambio paulatino en la tonalidad del punteado a amarillo oro, de ahí el nombre de la enfermedad. A continuación el punteado invade todo el cladodio y se comienza a observar una cicatrización en dicho punteado en forma de anillos concéntricos de color café a café oscuro debido a las fructificaciones del hongo causando la deshidratación de los cladodios. La importancia de esta enfermedad radica en el hecho de que impide que se realice la fotosíntesis en las pencas afectadas al ser cubiertas por el hongo. (Figura 12)

De esta cicatrización se determinó al hongo *Alternaria sp.* Este hongo pertenece a Clase Hyphomycetes, Orden Moniliales, Familia Dematiaceae. Tiene conidioforos oscuros, micelio simple, bastante corto o alargado, conidias oscuras típicamente con septos transversales y longitudinales formas variadas, subclavadas, elípticas u ovoides frecuentemente emergen en apéndices ramificados o apicales. parásito o saprófito de plantas. (Figura 13)



Figura 12: Mal del oro en *Opuntia pilifera* A:10X

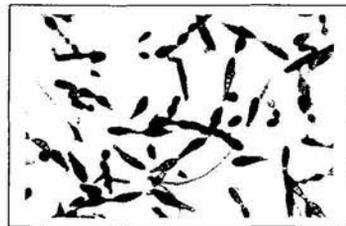


Figura 13: Conidias de *Alternaria sp* A:40X

Puntos negros en *Opuntia pilifera*

Esta enfermedad comienza con un punteado clorótico que está presente en todo el cladodio, al ir avanzando la enfermedad el cladodio se torna de un color gris plateado de aspecto afelpado y en la superficie se pueden observar los cuerpos fructíferos del hongo. (Figura 14)

De las partes dañadas se aisló al hongo *Dydimosphaeria sp* que pertenece al Phylum Ascomycota, Clase Loculoascomycetes, Orden Pleosporales, Familia Pleosporaceae. Tiene un ascoma uniloculado, peritecioseudotecio separado o agregado en grupos. Inmerso y subepidermal, el tamaño es de 216.14 μ . Ascas bitunicadas cilíndricas o cilíndricas clavadas, subclavadas, el tamaño de las ascas es de 15.77 x 92.09 μ ., 1 a 8 ascosporas con dos células medianas septadas, ascas oblicuas, lisas o medianamente verruculosas, café olivacias o café oscuras, el tamaño de las esporas es de 8.3 x 22.48 μ . (Figura 15y 16)

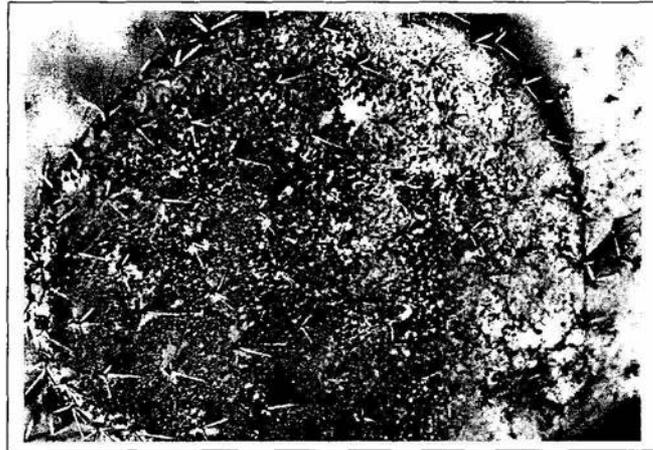


Figura 14: Puntos negros en *Opuntia pilifera*



Figura 15: Ascostroma de *Didymosphaeria sp*



Figura 16: Ascas y ascosporas de *Didymosphaeria sp*

Alfombra amarilla en *Opuntia pilifera*.

Esta enfermedad comienza con un punteado clorótico en todo el cladodio, posteriormente se observa una especie de descapelamiento de la epidermis formando figuras en forma de rombo. (Figura 17). De esta enfermedad se determinó al hongo *Nigrospora sp* que pertenece a los Deuteromicetos, Orden Monialial, Familia Dematiaceae. Tiene conidioforos cortos, micelio simple, conidia (aleurosporas) negro brillante, células globosas, situadas en la parte inferior, vesícula hialina en la parte final de los conidioforos, parásito o saprofito de plantas. (Figura 18)

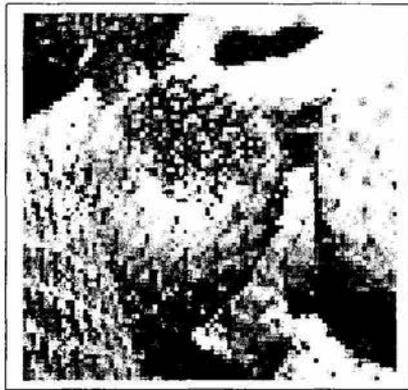


Figura 17: Alfombra amarilla en *Opuntia pilifera*

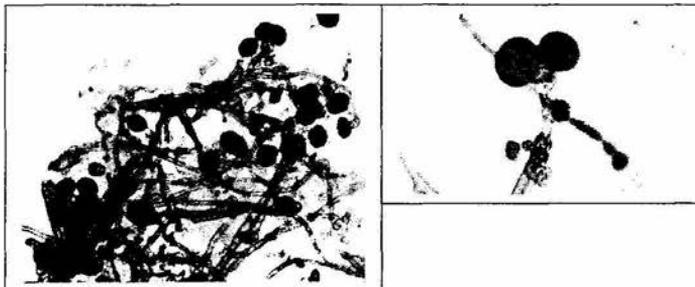


Figura 18: Conidióforos de *Nigrospora sp*
A: 40x

Mancha negra en *Pachicereus marginatus*.

A estas especies se les observó unas manchas grandes y circulares, con anillos concéntricos que se presentan en todo el individuo, estas manchas son de color negro y de aspecto afelpado, cuando la enfermedad esta muy avanzada causa la pudrición total de la planta y posteriormente se colapsa (Figura 19). De este daño se aisló al hongo *Lepthosphaeria sp* que pertenece al Phylum Ascomycota, Clase Loculoascomycetes, Orden Pleosporales, Familia Pleosporaceae. Tiene ascostroma uniloculado, peritecio pseudotecio disperso o agregado inmerso en el tejido pero algunas veces expuesto en la madurez. El tamaño es de 110.09 x 112.11 μ , y el tamaño de las ascosporas es de 18.7 x 80.35 μ ,. (Figura 20)



Figura 19: Mancha negra en *Pachicereus marginatus*



Figura 20: Ascas y ascosporas de *Lepthosphaeria sp*
A: 40x

Muerte descendente en *Prosopis laevigata*.

Esta enfermedad va afectando tanto las ramas verdes como maduras del mezquite de una manera descendente. empieza en las partes superiores de las ramas que posteriormente al ir avanzando la enfermedad se van secando tomando un aspecto leñoso (Figura 21). En las ramas secas del árbol se observa el cuerpo fructífero café oscuro en forma globosa del hongo *Hipoxylon sp.* Este hongo pertenece al Phylum Ascomycota. Orden: Xylariales, Familia: Xylariaceae. Tiene un ascostroma con peritecio ostiolar inmerso en un estroma compuesto totalmente por tejido del hongo. el tamaño del ascostroma es de $283.8 \times 337.34 \mu$, ascas unitunicadas cilíndricas, el tamaño de las ascas es de $11.51 \times 80.15 \mu$, 8 ascosporas con una célula, claras o café oscuras, subglobosas o elipsoides, lisas. el tamaño de las esporas es de $9.61 \times 14.19 \mu$. (Figura 22 y 23)



Figura 21: Muerte descendente de *Prosopis laevigata*

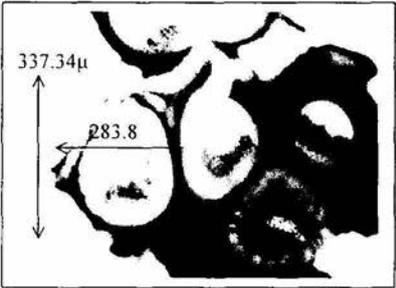


Figura 22: Ascostroma de *Hipoxylon sp A*: 10x

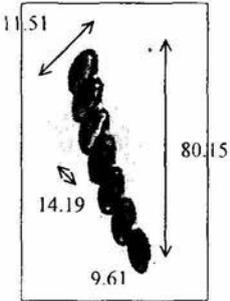


Figura 23: Ascosporas de *Hipoxylon sp A*: 40X

Pudrición seca de las ramas y Pudrición seca del tronco en *Prosopis laevigata*.

Estas enfermedades se caracterizan por la presencia de una pudrición que va secando paulatinamente las ramas y el tronco, observándose en el transcurso de ella que la rama y el tronco van adquiriendo un tono grisáceo. En la superficie a pesar de que debajo de la epidermis todavía de señal de que esta verde, posteriormente se secan completamente (Figura 24) y se observa la presencia de los cuerpos fructíferos de los hongos *Hysterium spp* Pers: que pertenece al Phylum Ascomycota, Clase Loculoascomycetes, Orden Dothideales, Familia Hysteriaceae. El ascostroma es de un color café oscuro a negro. En la parte superior del ascostroma se alcanza a observar un surco que lo atraviesa longitudinalmente, superficial, negro, carbonoso, oval o elongado longitudinalmente, recto o curvo, raramente con bracteas, abierto por un surco longitudinal, en el centro contiene pseudoparaficis, ascas bitunicadas, clavadas o cilíndricas, 8 esporas-ascosporas, fragmosporas (esporas con dos o más septos transversales) de forma alargada, rectangulares, elípticas o cilíndricas, café. El tamaño es de 682.76 x 506.01 μ , el tamaño de las ascas es de 133.4 x 9.36 μ , y el tamaño de las esporas es de 26.79 x 9.08 μ , (Figura 25) y del hongo *Hysteriographium sp* Corda emend,. Pertenece al Phylum Ascomycota, Clase Loculoascomycetes, Orden Dothideales, Familia Hysteriaceae. Este hongo es semejante al hongo *Hysterium sp*, en las ramas secas del árbol se observa el ascostroma de un color café oscuro a negro, la diferencia es que no solamente tiene surco longitudinal si no que también se le observan surcos transversales abierto en la parte apical; usualmente reservado para la formación de ascas bitunicadas, superficial, negro, carbonoso, oval o elongado longitudinalmente, abierto por un surco hundido longitudinalmente, el centro contiene pseudoparaficis, el tamaño del ascostroma es de 579 x 412.3 μ , ascas bitunicadas, en forma de saco, clavadas o cilíndricas, 8 esporas, el de las ascas es de 44 x 5 μ . Ascosporas, dictiosporas que tienen tanto septos transversales como longitudinales de forma larga, elíptica, oval, rectangulares o cilíndricas, café, el tamaño que presentan es de 23.8 x 9.38 μ , el de las ascas es de 44 x 5 μ , (Figura 26)

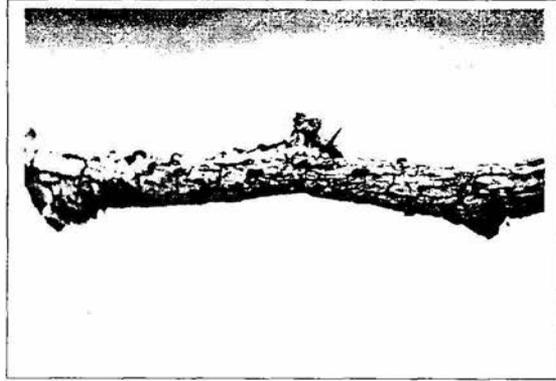


Figura 24: Pudrición seca de las ramas
en *Prosopis laevigata*

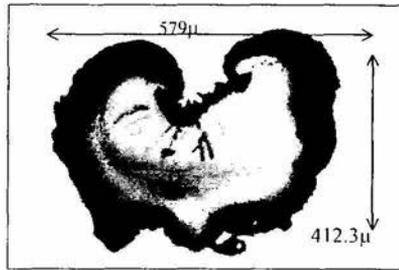


Figura 25: Ascostroma de *Histerium* sp.
A: 10x



Figura 26: Ascas y ascosporas de *Histerium* sp.
A: 40x

Mancha roja en *Yucca periculosa*.

La enfermedad comienza con unas manchas circulares color amarillo que aparecen paulatinamente en las hojas por ambos lados, estas manchas posteriormente se van secando o cicatrizando formando una areola de forma irregular color rojo carmín, en el centro de ellas se observa un punto circular negro perteneciente al cuerpo fructífero del hongo. Conforme avanza la enfermedad la hoja presenta decoloración y marchitez, contrastando notablemente con los sanos. (Figura 27). De este síntoma se determinó al hongo *Leptosphaeria* sp. (Ces y De Not) que pertenece al Phylum Ascomycota. Clase Loculoascomycetes, Orden Pleosporales, Familia Pleosporaceae. Tiene un ascoma uniloculado, peritecioseudotecio, disperso o agregado inmerso en el tejido del hospedero pero algunas veces expuesto al madurar, café oscuro, lisos. Ascas bitunicadas cilíndricas o clavadas, tallo corto, 4 a 6 esporas. Ascosporas fragmosporas (esporas con dos o más septos transversales), fusiformes, cilíndricas o clavadas, frecuentemente constreñidas o medianamente septadas, (Figura 28)



Figura 27: Mancha roja y Mancha gris en *Yucca periculosa*



Figura 28: Ascostroma con ascas y ascosporas de *Leptosphaeria* sp. A: 10x

Mancha gris en *Yucca periculosa*.

La enfermedad comienza con puntos amarillos circulares que están presentes en toda la hoja, esta asociada con la mancha roja de esta misma especie, característicamente en el tejido necrótico aparecen unos puntitos negros, brillantes, que corresponden a los ostiolos de las fructificaciones (picnidios) del hongo. Como consecuencia de la enfermedad, la planta pierde vigor por deficiencia nutricional. (Figura 29) El hongo asociado a este síntoma es *Septoria sp* que pertenece a la clase Deuteromicete. Orden Sphaeropsidales, Familia Sphaeropsidaceae: tiene picnidio oscuro, separado, globoso, ostiolado, produce manchas, eruptentes conidioforos cortos; conidia hialina, estrechamente elongados o filiformes, varias células; parásito, causa típicamente manchas en las hojas. (figura 30)



Figura 29: Picnidio de *Septoria sp* en la mancha gris de *Yucca periculosa*. A: 10x

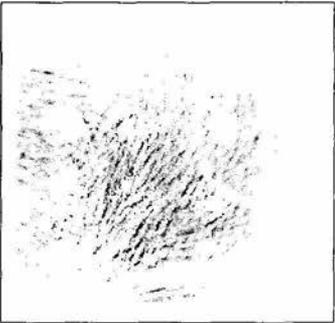


Figura 30: Conidioforos de *Septoria sp* A: 40x

6.2 Evaluación de la distribución, incidencia y severidad de las enfermedades.

Se recurrió a las pruebas estadísticas de Índice de Shannon, Índice de Severidad y Factor de Importancia con el fin de determinar la diversidad, distribución y severidad de los patógenos y las enfermedades.

En la tabla 5 se muestra el número de enfermedades presentes en cada uno de los sitios de muestreo así como los patógenos asociados a ellas observándose que algunos de los patógenos aparecen más de una vez debido a que no solo están asociadas a una si no a varias enfermedades, también se muestra el estado de conservación de los sitios con el fin de relacionar el número de enfermedades con el estado de conservación encontrando así que los sitios con mayor número de enfermedades fueron el 21, 23, 24, 27 y 30 de los cuales 3 están dentro de los sitios conservados tomando en cuenta la abundancia de especies vegetales y 2 en un estado de perturbado a muy perturbado. Es preciso mencionar que los fitopatógenos que se reportan como desconocidos pertenecen a virus o bacterias pero que no se reportan por no ser parte de los objetivos de este trabajo, pero que ya se están caracterizando en otros estudios.

Respecto a la evaluación de la distribución de las enfermedades (tabla 5) esperábamos encontrar una relación entre el número de enfermedades con respecto al estado de conservación de los sitios, el cual aparentemente se encontró ya que los sitios que presentaron mayor número de enfermedades (de 5 a 7) la mayoría fueron sitios que ecológicamente se consideran conservados pero que fitopatológicamente son los más afectados, las posibles causas de la presencia de las enfermedades se debe a que en estos sitios hay mayor número de especies vegetales por lo cual los patógenos pueden dispersarse de un hospedante a otro, además de la disponibilidad de tejido del hospedante susceptible influida por diversos factores como el estado de desarrollo de la planta y las condiciones de nutrición bajo las cuales se desarrolla. (Agrios, 1978)

No se consideraron aspectos temporales relacionados con el clima y sus cambios a distintas horas del día. Tampoco el de las estaciones durante el año ni el aspecto cuantitativo del clima como son la temperatura, la humedad, la luminosidad que pudieran relacionar la presencia de las enfermedades en los sitios de muestreo.

No se encontró una relación en cuanto a la ubicación de los sitios de muestreo ya que difieren en localización unos de otros, pero se presupone que las condiciones ambientales son las favorables ya que el efecto de estas varía desde favorables hasta inhibitorias en el proceso del desarrollo de las enfermedades. En los sitios donde se presento una baja distribución de enfermedades no implica que las condiciones que favorecen al establecimiento de ellas no hayan sido las más adecuadas si no que probablemente se deba a las pocas especies vegetales que fueron muestreadas debido a que solo se consideraron a las especies vegetales que fueron más representativas en cuanto a cobertura y abundancia.

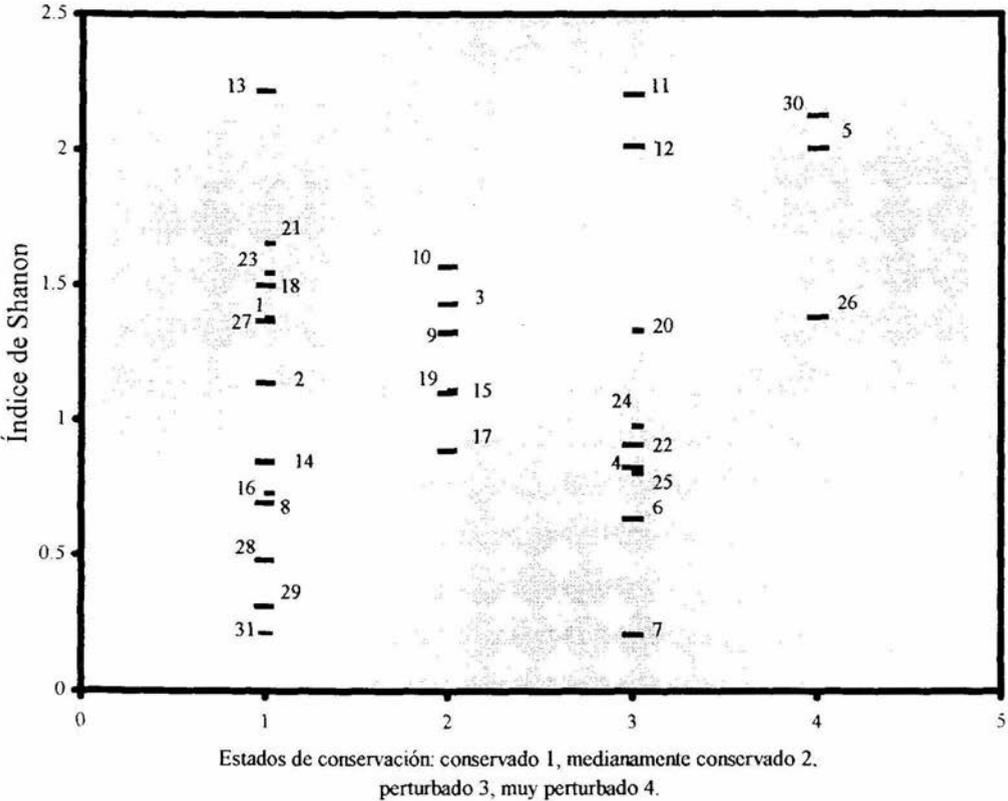
Tabla 5. Número de enfermedades, patógenos asociados en cada sitio de muestreo y diversidad de patógenos.

Sitio	Estado de conservación	No de enfermedades	No de veces que se presenta	Patógenos.	Diversidad de Patógenos (Índice de Shannon)
1	Conservado	5	3	Desconocidos,	1.004
			1	<i>Alternaria sp.</i>	
			1	<i>Asterina sp.</i>	
2	Conservado	4	3	Desconocidos,	1.139
			1	<i>Alternaria sp.</i>	
3	Medianamente conservado	6	3	Desconocidos,	1.43
			1	<i>Asterina sp.</i>	
			1	<i>Alternaria sp.</i>	
4	Perturbado	5	3	<i>Didymosphaeria sp.</i>	0.825
			1	Desconocidos.	
			1	<i>Alternaria sp.</i>	
5	Muy perturbado	6	5	<i>Leptosphaeria sp.</i>	2.003
			1	Desconocidos,	
6	Perturbado	3	1	<i>Didymosphaeria sp.</i>	0.623
			1	<i>Alternaria sp.</i>	
			1	<i>Didymosphaeria sp.</i>	
7	Perturbado	4	3	<i>Leptosphaeria sp.</i>	0.209
			2	<i>Leptosphaeria sp.</i>	
				<i>Didymosphaeria sp.</i>	

8	Conservado	5	3	Desconocidos, <i>Leptosphaeria sp.</i>	0.694
			1	<i>Didymosphaeria sp</i>	
9	Medianamente Conservado	4	1	Desconocido,	1.326
			1	<i>Didymosphaeria sp.</i>	
			1	<i>Leptosphaeria sp.</i>	
			1	<i>Nigropora sp.</i>	
10	Medianamente conservado	5	2	Desconocidos,	1.568
			1	<i>Alternaria sp.</i>	
			1	<i>Didymosphaeria sp.</i>	
			1	<i>Leptosphaeria sp</i>	
11	Perturbado	6	2	Desconocidos,	2.203
			1	<i>Alternaria sp.</i>	
			1	<i>Hipoxilon sp</i>	
			1	<i>Leptosphaeria sp</i>	
			1	<i>Didymosphaeria sp</i>	
12	Perturbado	6	1	<i>Alternaria sp.</i>	2.012
			1	<i>Didymosphaeria sp.</i>	
			1	<i>Asterina sp.</i>	
			1	<i>Histerium sp.</i>	
			1	<i>Histeriograpium sp.</i>	
			1	<i>Leptosphaeria sp</i>	
13	Conservado	6	1	Desconocido,	2.217
			1	<i>Asterina sp.</i>	
			1	<i>Alternaria sp.</i>	
			1	<i>Didymosphaeria sp.</i>	
			1	<i>Hipoxilon spp.</i>	
			1	<i>Leptosphaeria spp.</i>	
14	Conservado	4	2	Desconocido,	0.848
			1	<i>Asterina sp.</i>	
			1	<i>Septoria sp.</i>	
15	Medianamente conservado	5	1	Desconocido,	1.104
			1	<i>Asterina sp.</i>	
			1	<i>Alternaria sp.</i>	
			1	<i>Leptosphaeria sp.</i>	
			1	<i>Didymosphaeria sp</i>	
16	Conservado	3	1	<i>Asterina sp.</i>	0.727
			1	<i>Leptosphaeria sp.</i>	
			1	<i>Didymosphaeria sp.</i>	
17	Medianamente conservado	4	2	Desconocido,	0.889
			1	<i>Alternaria sp.</i>	
			1	<i>Leptosphaeria sp.</i>	
18	Conservado	4	1	Desconocido,	1.499
			1	<i>Alternaria sp.</i>	
			1	<i>Leptosphaeria sp</i>	
19	Medianamente conservado	5	1	Desconocido,	1.112
			1	<i>Alternaria sp.</i>	
			1	<i>Leptosphaeria sp.</i>	
			1	<i>Didymosphaeria sp</i>	
20	Perturbado	6	2	Desconocidos,	1.332
			1	<i>Alternaria sp.</i>	
			1	<i>Asterina sp.</i>	
			1	<i>Didymosphaeria sp.</i>	
			1	<i>Leptosphaeria sp.</i>	
21	Conservado	7	3	Desconocidos,	1.656

			1	<i>Alternaria sp.</i>	
			1	<i>Leptosphaeria sp.</i>	
			1	<i>Didymosphaeria sp.</i>	
22	Perturbado	4	1	<i>Capnodium sp.</i>	
			1	<i>Alternaria sp.</i>	0.913
			2	<i>Leptosphaeria sp.</i>	
23	Conservado	7	1	<i>Capnodium sp.</i>	
			1	Desconocido,	1.544
			4	<i>Leptosphaeria sp.</i>	
			1	<i>Didymosphaeria sp.</i>	
			1	<i>Septoria sp.</i>	
24	Perturbado	7	1	<i>Capnodium sp.</i>	
			3	Desconocidos,	0.98
			2	<i>Alternaria sp.</i>	
			1	<i>Leptosphaeria sp.</i>	
25	Perturbado	3	1	<i>Capnodium sp.</i>	
			2	Desconocidos,	0.806
26	Muy perturbado	4	1	<i>Asterina sp.</i>	
			2	Desconocidos,	1.38
			1	<i>Alternaria sp.</i>	
27	Conservado	7	1	<i>Leptosphaeria sp.</i>	
			5	Desconocidos,	1.38
			1	<i>Alternaria sp.</i>	
28	Conservado	6	1	<i>Asterina sp.</i>	
			1	<i>Alternaria sp.</i>	0.482
			1	<i>Didymosphaeria sp.</i>	
			3	<i>Leptosphaeria sp.</i>	
29	Conservado	5	1	<i>Asterina sp.</i>	
			2	Desconocidos,	0.312
			1	<i>Asterina sp.</i>	
			1	<i>Alternaria sp.</i>	
			1	<i>Didymosphaeria sp.</i>	
30	Muy perturbado	7	2	Desconocidos,	2.124
			1	<i>Asterina sp.</i>	
			1	<i>Alternaria sp.</i>	
			1	<i>Didymosphaeria sp.</i>	
			1	<i>Hipoxilon sp.</i>	
31	Conservado	5	1	<i>Leptosphaeria sp.</i>	
			1	<i>Alternaria sp.</i>	0.214
			1	<i>Didymosphaeria sp.</i>	
			3	<i>Leptosphaeria sp.</i>	

Obteniendo el Índice de Shannon, se realizó una comparación entre el estado de conservación, tipo de vegetación y tipo de vegetación para poder observar si se presentaba una relación en cuanto a los parámetros mencionados; por lo cual, encontramos que el sitio 13 el cual se considera conservado fue el sitio donde mayor diversidad de patógenos presento, seguido del sitio 11 el cual tiene un estado de conservación de perturbado, al analizar estos datos nos damos cuenta que tampoco existe una relación entre los estados de conservación, el número de enfermedades y la diversidad de patógenos ya que los sitios que presentaron mayor número de enfermedades son sitios que no se encuentran en los primeros lugares en cuanto a diversidad de patógenos se refiere. Esto se debe a que los hongos presentes en cada sitio están asociados a una o varias especies vegetales.



Gráfica 1: Ubicación de los 31 sitios de muestreo con respecto al índice de Shannon y el estado de conservación.

En la gráfica 1 se observa la distribución de los 31 sitios de muestreo, de acuerdo al Índice de diversidad de Shanonn, donde se aprecia la ubicación de los sitios 13 y 11 como los que presentan mayor diversidad de patógenos, así como los sitios 31 y 7 que son los que tienen menor diversidad de patógenos.

Los datos de los tipos de vegetación de la gráfica 2 corresponden a los datos de la tabla 2 que son los siguientes: matorral crausicaule 1, matorral espinoso 2, matorral espinoso- selva baja 3, matorral rosetófilo 4, matorral subinermes 5, izotal 6, matorral crausicaule-rosetófilo 7, matorral crausicaule-yucca 8, matorral espinoso-yucca 9, matorral espinoso - braea 10.

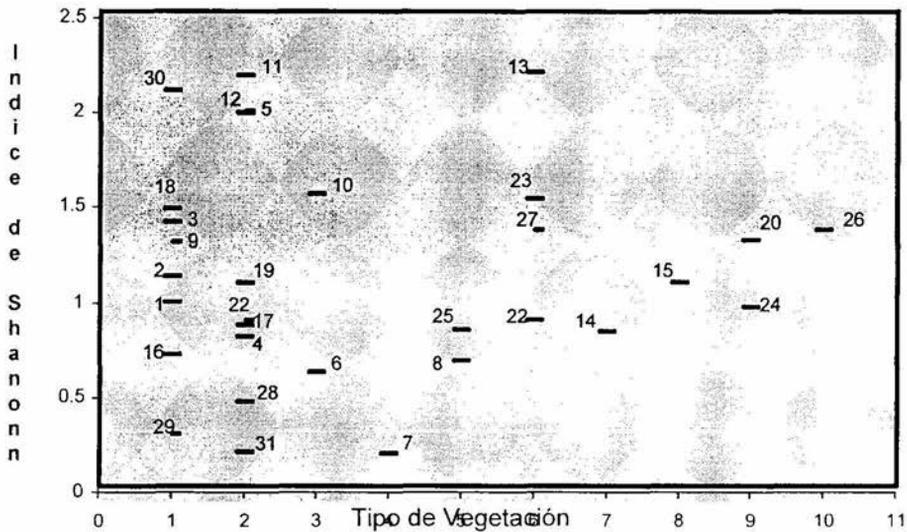


Gráfico 2: Ubicación de los 31 sitios de muestreo con respecto al Índice de Shanonn y el tipo de Vegetación

Esta gráfica se realizó con el fin de relacionar si el tipo de vegetación podría influir en la presencia y diversidad de patógenos pero al parecer la diversidad de patógenos no estuvo influenciada por este factor ya que se puede observar se puede observar que los puntos que representan a los sitios de muestreo se encuentran dispersos y no hay una relación en

cuanto a que los sitios con mayor diversidad de patógenos o de enfermedades (sitio 5,11, 12, 13 y 30) estén en un determinado tipo de vegetación.

Retomando los datos de la tabla 5 se realizó lo siguiente, con el fin de observar el número de sitios en donde se presentaron cada uno de los hongos determinados y así indicar la distribución que tuvo cada patógeno; encontrando que el género *Alternaria sp* asociado al Mal del oro en *Opuntia pilifera* y *O.depressa* y el género *Leptosphaeria sp* asociado a varias enfermedades fueron los que en mayores sitios se presentaron, ya que los dos se ubicaron en 23 de los 31 sitios y el género *Nigrospora sp* fue el que menor distribución obtuvo al encontrarse en solo uno de los sitios.

Tabla 6. Distribución de los hongos fitopatógenos en los diferentes sitios de muestreo.

Hongos fitopatógenos.	No. de sitios donde se localizaron.
<i>Alternaria sp</i>	23
<i>Asterina sp</i>	14
<i>Capnodium sp</i>	4
<i>Didymosphaeria sp</i>	20
<i>Hypoxylon sp</i>	4
<i>Hysterium sp</i>	4
<i>Hysteriographium sp</i>	4
<i>Leptosphaeria sp</i>	23
<i>Nigrospora sp</i>	1
<i>Septoria sp</i>	2

Tomando en cuenta que los hongos se desarrollan generalmente a temperaturas similares a las requeridas por sus hospedantes la distribución de los hongos (tabla 6) fue diversa ya que algunos de los hongos se encontraron asociados a varias enfermedades y estas a su vez a diferentes especies vegetales; encontramos que el género *Alternaria sp* junto con el género *Leptosphaeria sp* fueron los que se presentaron en 23 de los 31 sitios por lo que podríamos decir que estos hongos son los que mayor distribución tienen aunque se ha reportado que muchas especies de *Alternaria sp* son saprófitos y que su fácil dispersión se debe a que sus esporas son cosmopolitas y muchas veces solo se desarrollan sobre tejidos vegetales muertos o en proceso de descomposición y a lo más sobre tejidos

viejos o senescentes pero como ya se había mencionado Osorio y Soto en 1994 encontraron que *Alternaria sp* afectaba a varias especies del género *Opuntia* tanto cultivadas como silvestres causando la enfermedad del Mal del oro, la cual coincide con la enfermedad que se reporta en este trabajo y que es la más distribuida ya que este género estuvo ampliamente disperso en los sitios de muestreo.

Respecto al hongo *Leptosphaeria sp* que estuvo igualmente distribuido que *Alternaria sp* debido a que está asociado a varias enfermedades lo contrario a *Alternaria sp* que solo esta en una sola. Es considerado por Agrios, 1978 y Barnett et al, 1972 un parásito de varias especies vegetales. Las causas de su amplia distribución probablemente se deba a que puede soportar condiciones extremas de humedad y temperatura, así mismo los hospedantes a los que esta asociado (*Agave karwinskii*, *Agave macroacantha*, *Pachocereus marginatus*, *Pachocereus hollianus* y *Yucca periculosa*) se encuentran distribuidos en la mayoría de los sitios por lo que conlleva a que *Leptosphaeria sp* este igualmente distribuido.

Otros hongos que su distribución fue también importante son los géneros de *Didymosphaeria sp* y de *Asterina sp* (tabla 4 y 6) estos hongos son considerados parásitos y se encontraron distribuidos en 20 y 14 sitios respectivamente; *Didymosphaeria sp* afectando a varias especies vegetales y *Asterina sp* a solo dos especies de Agaves (*A.karwinskii* y *A.macroacantha*) lo cual también es reportada por García en 1979 pero no menciona en que especie de Agave es reportado.

Los hongos *Hypoxilon sp*, *Hysterium sp* e *Hysteriographium sp*, su distribución no fue muy amplia y solo se encontró asociado al Mezquite (*Prosopis laevigatha*) en diferentes síntomas. *Hypoxilon sp* es considerado un parásito de árboles forestales por Romero, 1993; en tanto que *Hysterium sp* e *Hysteriographium sp* son saprofitos en ramas secas.

Septoria sp solo se encontró en dos sitios, este hongo es considerado por Agrios, 1978; como un patógeno teniendo a varias especies que afectan a distintas plantas hospedantes y es ampliamente distribuido en todo el mundo, en el caso de su distribución en la zona de muestreo se debió a que solo se encontró asociado a *Yucca periculosa* y su ubicación de ésta dentro de los sitios fue solo en cinco sitios, además de que necesita como los demás hongos condiciones ambientales como tiempo fresco y lluvioso para poder dispersarse.

Nigrospora sp fue el hongo en el que menor distribución se encontró esto es porque en solo uno de los sitios se presentó asociado al síntoma de alfombra amarilla en *Opuntia pilifera*, el cual no se observó en ninguno de los demás sitios de muestreo a pesar de que este hongo es de los géneros importantes desde el punto de vista fitopatológico y que *Opuntia pilifera* esta ampliamente distribuida en ala zona no se encontró que exista una relación entre las características edáficas, florísticas y fisiográficas que pudiera explicar la presencia de este hongos en solo uno de los sitios.

Los resultados obtenidos de acuerdo al índice de severidad para las enfermedades, (tabla 7) nos indican que el porcentaje más alto obtenido del total de los sitios fue el de la enfermedad Mal del oro en *Opuntia pilifera* y *Opuntia depressa*, lo cual nos sugiere que esta enfermedad es la que mayor porcentaje de tejido dañado causo. La enfermedad de la Mancha negra 1 en *Hechtia podantha* fue la que prosiguió en cuanto al porcentaje de severidad de la cual no se pudo asociar ningún patógeno, la enfermedad de acuerdo al índice de severidad que causó menos daño fue la de Puntos rojos en de la cual tampoco se pudo aislar a ningún patógeno. Cabe mencionar que los patógenos que tuvieron una amplia distribución en los sitios de muestreo no necesariamente estuvieron dentro de los que mayor severidad presentaron, esto es debido a que las enfermedades a las que estuvieron asociadas se encontraron distribuidas en diferentes sitios o que el grado de daño que causaron en las diferentes plantas a las cuales afectaban eran valores bajos.

En la tabla 8, muestra la distribución de las enfermedades respecto al número de sitios donde se encuentran independientemente del patógeno asociado. Encontrando que la enfermedad mayor distribuida fue la del Mal del oro encontrándose en 23 de los 31 sitios de muestreo y la menor distribuida fue la Alfombra amarilla y Puntos rojos que solo se encontró en uno de los sitios.

Respecto al grado de daño que causan las diferentes enfermedades en los sitios donde estuvieron presentes, se evaluó el porcentaje de severidad total y el porcentaje relativo de severidad de cada enfermedad con el fin de observar que enfermedad y que patógeno causaron mayor daño, esto es el mayor grado de daño que causa la enfermedad o el porcentaje de tejido dañado con respecto al tejido sano, resultando que la enfermedad Mal del oro con *Alternaria sp* fue el que mayor daño causó encontrándose en 23 de los 31 sitios de muestreo, con un porcentaje de severidad total de 1185.07 y un porcentaje relativo de severidad de 1.53% del 100% esperado y la enfermedad que represento el menor porcentaje fue alfombra amarilla con *Nigrospora sp* como hongo asociado.

El porcentaje de severidad se obtuvo tomando en cuenta que el porcentaje de incidencia de cada enfermedad fue del 100% y que se multiplicó por los 31 sitios de muestreo y esto a su vez por las 25 enfermedades reportadas.

Para poder observar la distribución de los 31 sitios de muestreo con respecto al porcentaje de severidad relativa que causan todas las enfermedades que se identificaron en cada uno de los sitios y tomando en cuenta los estados de conservación de cada uno de ellos, se realizó la gráfica 3, donde se puede observar que la mayoría de los sitios pertenecen a un estado conservado pero que difieren con respecto al porcentaje de tejido dañado que causan la enfermedades en los organismos vegetales que se contaron en cada uno de los sitios, es preciso mencionar que los organismos vegetales que se contaron en cada sitio, fueron especies que consideramos importantes dependiendo de la presencia o no de síntomas o signos de enfermedades.

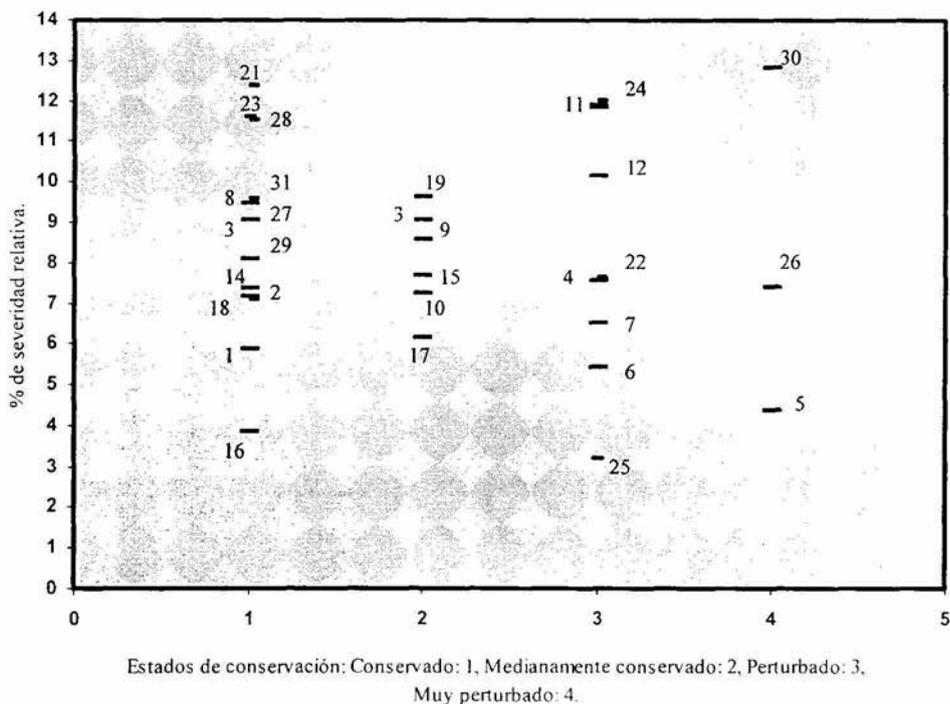


Gráfico 3: Distribución de los sitios de muestreo respecto al porcentaje de severidad relativa y estado de conservación

En la gráfica 3 se puede observar la ubicación de los 31 sitios de muestreo de acuerdo al porcentaje de severidad relativa obtenido de la suma de cada porcentaje del índice de severidad que causó cada enfermedad que fue identificada en cada uno de los sitios a los cuales se les realizó el muestreo.

Tabla 8. Distribución de las enfermedades de acuerdo al % total y % relativo de severidad y factor de importancia de cada enfermedad en todos los sitios de muestreo.

Enfermedad	Patógeno asociado	Número de sitios en los que se encuentran.	Estados de conservación	% total de severidad x enfermedad en todos los sitios de muestreo	% relativo de severidad en todos los sitios de muestreo	Factor de importancia.
Mal del oro	<i>Alternaria sp</i>	23	9 conservados, 7 perturbados, 5 medianamente conservados y 2 muy perturbados.	1185.07%	1.53%	35.19
Mancha negra 1	Desconocido	16	8 conservados, 4 medianamente conservados y 4 perturbados.	713.26%	0.92%	14.72
Mancha gris 1	<i>Didymosphaeria sp</i>	11	4 conservados, 4 medianamente conservados, 2 perturbados y 1 muy perturbado	684.12%	0.88%	9.68
Mancha negra 2	<i>Asterina sp</i>	14	6 conservados, 3 medianamente conservados, 3 perturbados y 1 muy perturbado.	550.83%	0.71%	9.94

Costra negra 2	<i>Leptosphaeria sp</i>	6	3 perturbados, 2 conservados y 1 muy perturbado.	355.83%	0.45%	2.7
Muerte descendente 1	Desconocido	6	3 conservados, 2 perturbados y 1 muy perturbado	291.66%	0.37%	2.22
Mancha roja 1	<i>Leptosphaeria sp</i>	16	6 conservados, 5 medianamente conservados, 5 perturbados.	263.69%	0.34%	5.44
Cenicilla	<i>Capnodium sp</i>	4	2 conservados y 2 perturbados.	241.66%	0.31%	1.24
Costras grises	Desconocido	7	3 perturbados, 2 conservados, 1 medianamente conservado y 1 muy perturbado.	231.44%	0.30%	2.1
Mancha negra 3	<i>Leptosphaeria sp</i>	10	5 conservados, 4 perturbados, 1 muy perturbado	230.42%	0.30%	3.0
Anillos cloróticos	Desconocido	5	3 conservados y 2 muy perturbados.	201.5%	0.26%	1.3
Anillos concentricos 2	Desconocido	4	2 conservados, 1 medianamente conservado y 1 muy perturbado	159.98%	0.20%	0.68
Muerte descendente 2	<i>Hipoxilon sp</i>	4	2 perturbados, 1 conservado y 1 muy perturbado	154.74%	0.20%	0.8
Pudrición	Desconocido	4	2 conservado, 1 perturbado y	144.33%	0.18%	0.72

Moteado clorótico	Desconocido	6	1 muy perturbado 2 conservados, 2 muy perturbados, 1 medianamente conservado, 1 perturbado.	142.58%	0.18%	1.08
IZT.						
Mancha estrella	<i>Leptosphaeria sp</i>	2	2 perturbados	138.88%	0.17%	0.34
Anillos concentricos 1	<i>Didymosphaeria sp</i>	3	1 medianamente conservado, 1 perturbado y 1 conservado.	132.13%	0.17%	0.6
Costra negra 3	Desconocido	2	1 perturbado y 1 conservado.	125%	0.16%	0.32
Mancha gris 2	<i>Septoria sp</i>	2	2 conservados 1 conservado y 1 perturbado	114.06%	0.14%	0.28
Alfombra amarilla	<i>Nigrospora sp</i>	1	Medianamente conservado	70.58%	0.09%	0.09
Costra negra 1	Desconocido	2	2 medianamente conservado.	67.85%	0.08%	0.16
Costra café	Desconocido	2	1 conservado y 1 perturbado.	63.88%	0.08%	0.16
Pudrición seca de las ramas	<i>Hysterium sp</i>	4	2 perturbados, 1 conservado y 1 muy perturbado	47.5%	0.06%	0.24
Pudrición seca del tronco	<i>Histeriographium sp</i>	4	2 perturbados, 1 conservado y 1 muy perturbado	47.5%	0.06%	0.24
Puntos rojos	Desconocido	1	1 muy perturbado 1 perturbado	37.5%	0.04%	0.04



El factor de importancia, (tabla 8) se realizo para saber cuales enfermedades son las mas significativos dentro de la zona de muestreo dependiendo del porcentaje relativo de severidad de cada una de ellas y del número de sitios donde están presentes, observando que hay enfermedades que su porcentaje relativo de severidad es alto pero que su distribución en los sitios de muestreo no fue tan amplia; en los valores de la tabla coincide que las enfermedades Mal del oro y Mancha negra 1 que son las que mayor porcentaje de severidad relativa presentan sean la más altas de acuerdo al factor de importancia, sin embargo enfermedades como Costra negra 2 y Muerte descendente 1 que son de las que se encuentran como principales en cuanto a su porcentaje de severidad respecto al factor de importancia no lo sean debido a que su distribución es limitada a muy pocos sitios.

Tabla 9. Severidad total de las enfermedades por cada sitio de muestreo.

Sitio	Severidad total	Estado de conservación.
30	398.46	Muy perturbado
21	383.92	Conservado
13	379.33	Conservado
24	373.5	Perturbado
20	369.08	Perturbado
11	368.17	Perturbado
23	360.41	Conservado
28	357.5	Conservado
12	315.35	Perturbado
19	299.44	Medianamente conservado
31	298.21	Conservado
8	294.11	Conservado
27	281.99	Conservado
3	280.87	Medianamente conservado
9	267.14	Medianamente conservado
10	225.08	Medianamente conservado
29	251.51	Conservado
15	239.03	Medianamente conservado
22	237.5	Perturbado
4	234.8	Perturbado
26	230	Muy perturbado
14	228.63	Conservado
2	223.05	Conservado
18	220.77	Conservado
7	203.08	Perturbado
17	191.07	Medianamente conservado
1	182.36	Conservado
6	169.43	Perturbado
5	136.25	Muy perturbado.
16	119.73	Conservado
25	100.74	Perturbado

En la tabla 9, se muestra los valores de mayor a menor porcentaje de severidad del total de enfermedades que se presentaron e identificaron en cada sitio de muestreo. (Tomando en cuenta la tabla 6 donde se muestra el número total de enfermedades identificadas) Así como el estado de conservación de cada uno de ellos, encontrando que el sitio más afectado por todas las enfermedades fue el sitio 30 con un 398.46% y el sitio menos afectado fue el sitio 25 los cuales presentaron un estado de conservación de perturbado a muy perturbado.

En cuanto al sitio que más afectado estuvo por las enfermedades (tabla 9) encontramos que el sitio 30 fue el que mayor porcentaje de severidad presentó, el cual tiene un grado de conservación ecológica de muy perturbado, nosotros esperábamos encontrar una relación entre el estado de conservación y el porcentaje de severidad aludiendo a que los sitios más perturbados serían los que más afectados estarían por las enfermedades puesto que también el sitio que presentó menor severidad fue el sitio 25 que también presenta un estado de conservación de perturbado el cual tampoco coincide con una mayor severidad-perturbación. Por lo que no se observó una relación entre el grado de deterioro ambiental de en los diferentes sitios muestreados con respecto al grado de severidad.

Por esta razón los resultados no indican una clara tendencia de a mayor porcentaje de severidad es relacionado con un estado de conservación de perturbado a mayor perturbado si no más bien esta tendencia se encuentra nivelada entre sitios conservados y perturbados.

Sin embargo, la observación in situ de la severidad de enfermedades en algunos sitios, indicó que es probable que exista una relación positiva o una negativa del grado de deterioro ambiental y las enfermedades, pero no pudo ser evaluado con la metodología utilizada en este trabajo, lo que conduce a plantear el diseño de una metodología más adecuada para la evaluación de la incidencia y severidad de enfermedades en ambientes silvestres como el estudiado en este trabajo.

7.0 Conclusiones.

En recorridos de campo realizados por la región de Zapotitlán de las Salinas, en el estado de Puebla, se detectaron diversas clases de daños en múltiples especies de plantas silvestres. Los síntomas más comunes que se lograron observar fueron: pudriciones blandas, manchas cloróticas, pudriciones secas, manchas negras. Estas enfermedades de donde se logró aislar diversos géneros de hongos, que se consideraron como probables agentes causales de dichos síntomas.

El aislamiento e identificación de los microorganismos fitopatógenos no representó ningún problema y mediante técnicas microbiológicas de laboratorio y claves taxonómicas, se identificaron y asociaron a los daños de las plantas a diversas clases de hongos.

Existen reportes sobre la presencia de fitopatógenos en México para especies domesticadas y ampliamente cultivadas en las regiones áridas de nuestro país, como ocurre con el hongo *Asterina mexicana* que se encontró afectando a *Agave americana* en los Valles altos de México. Sin embargo, la mayoría de los patógenos aislados de los hospederos reportados en este trabajo, no se encuentran descritos en la literatura nacional, por lo que se consideró que los organismos aislados de los daños de las plantas del Valle de Zapotitlán, son probablemente especies desconocidas o no descritas para México, por lo tanto todos los organismos incluidos en este trabajo son descritos hasta género, como ocurrió con el caso de los hongos *Hysterium sp.*, *Hysteriographium sp.*, *Hypoxylon sp.*, *Dydimosphaeria sp.* y *Leptosphaeria sp.*, en los que no existen reportes de estos hongos afectando a las plantas en las que logramos aislarlos.

Se determinó que la mayoría de los organismos aislados de las lesiones de las plantas afectadas, se consideran como parásitos de las plantas colectadas, sin embargo, no pudieron utilizarse para demostrar los postulados de Koch, debido diversos problemas que surgieron para poder demostrarlos. Las perspectivas para demostrar los postulados de Koch en un futuro son utilizar mejores técnicas de inoculación o aislar las estructuras infecciosas adecuadas para la inoculación en plantas sanas o establecer modelos

alternativos de parásito-hospedante que permitan una evaluación de los postulados o bien de las diferentes propiedades de los patógenos identificados.

Los objetivos se lograron ampliamente ya que se tiene un inventario de las enfermedades y sus patógenos y se logró determinar su incidencia y severidad en las plantas más importantes así como la distribución de las enfermedades del Valle de Zapotitlán.

El inventario fitopatológico se continuará considerando que se han observado algunas enfermedades las cuales no dejan de ser importantes en cuanto al grado de daño que causan a sus hospedantes y que son causadas por otros fitopatógenos como virus y bacterias pero que no fueron determinadas en este trabajo.

Por todo esto, podemos decir que las enfermedades son uno de los muchos factores que regulan las poblaciones y por lo tanto determinan el número de especies que prosperan en algún hábitat además de que puede acelerar el cambio de las comunidades vegetales establecidas.

No se puede proponer algún método para el control de las enfermedades de las especies vegetales silvestres que se encuentran en la Región de Zapotitlán de las Salinas, Puebla ya que para ello tendríamos que saber y tener bien claro el papel que juegan dichas enfermedades en este ecosistema y comprobar si los hongos aislados son los causantes de ellas así como realizar un estudio epidemiológico detallado para saber específicamente en que parte de la planta atacan y en que momento para poder así definir alguna estrategia de control.

Como tampoco se puede establecer una relación clara entre el grado de deterioro ambiental con la presencia de las enfermedades ni con el grado de daño causado por cada una de ellas en los diferentes sitios de muestro.

8. 0 BIBLIOGRAFIA.

- Álvarez, M.G. 1976. Fitofilo. Secretaria de Agricultura y ganadería. 169pp
- Agrios, G. N. 1978. Plant Pathology. Academic press. E. U. 361pp
- Barnett, H. L. y Hunter, B. B. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. Tercera edición. Burgess Publishing Company. U. S. A. 241pp
- Barnett, H. L. y Hunter, B. B. 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. cuarta edición. Burgess Publishing Company. U. S. A. 218pp
- Bradshaw, L.J. 1976. Microbiología de Laboratorio. Edit: El Manual Moderno, S.A. México. 146pp
- Chavez, A. A.M. 1998. Incidencia de enfermedades en el nopal tunero (*Opuntia amyoclaea*) en la zona de San Martín de las Pirámides, edo de México. Tesis de licenciatura. UNAM-ENEP Iztacala. 93pp
- Conabio, 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de país. 1998. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. México.
- Dávila, A. P., Villaseñor, R.J.L., Medina, L.R., Ramírez, R.A., Salinas, T.A., Sánchez, K.J. y Tenorio, L.P. 1993. Flora del Valle de Tehuacán Cuicatlán. Listados florísticos de México X. Instituto de Biología. UNAM, México. D.F. 195pp
- Dickinson, C. H. 1987. Patología vegetal y patógenos de plantas. Editorial. Limusa. México. 312pp
- Echandi, E. 1971. Manual de Laboratorio para Fitopatología General. Edit: Herrero hermanos, Suc. Mexico.

-García, A. M. 1979. Enfermedades de las plantas en la República Mexicana. Edit. Limusa. México.

-Granados, S. D. 1997. El nopal. Edit. Trillas. México. 227pp

-Guzmán, G. 1979. Identificación de los hongos fitopatógenos. Departamento de enseñanza e investigación en parasitología agrícola. UACH. Chapingo, México. 105, 112-115, 121-122 pags.

-Halin, T.R. 1997. Illustrated Genera of Ascomycetes. Vol: I. The American Phytopathological Society. USA 263pp

-Halin, T.R. 1998. Illustrated Genera of Ascomycetes. Vol: II. The American Phytopathological Society. USA. 263pp

-Henrich, P. 1977. Plagas de las flores y de las plantas ornamentales. Edit. Orkus-tau. Barcelona, España.

[http:// www.tehuacan.com.mx/ecologia/biosfera/biosfera](http://www.tehuacan.com.mx/ecologia/biosfera/biosfera)

<http://nt.ars-in.gov/>

-Kiláry, Z. Et.al. 1974. Methods in plant pathology. Edit. Elsevier Scientific Publishing Company. 347pp

-Krebs, J. C. 1978. Ecology y (the experimental) Analysis of Distribution and Abundance. Edit: Harper International. U.S.A. 677 pp.

-López, A.G. 1981. Manejo de hongos fitopatógenos. Departamento de enseñanza e investigación en parasitología agrícola. UACH. México. 135pp

- López, F., Muñoz, I., Hernández, M y Soler, M. 2001. Evaluación del Estado actual de degradación de las tierras de la Subcuenca Zapotitlán, Salinas, Puebla. Laboratorio de Edafología. Simposio Interno. UBIPRO. FES-IZTACALA. UNAM.
- Lot. A. y Chiang. F. 1986. Manual de herbario. Departamento de Botánica. Instituto de Biología. UNAM. México. 103-111pags.
- Ludwing, R. 1988. Statistical Ecology. (A primer on methods and computing). Edit. Wiley inter ciencia. 337 pp
- Meyrán, García. Jorge. 1973. Guía botánica y otras suculentas del Valle de Tehuacán. Sociedad Mexicana de Cactología. México. D. F 3-19,pags
- Mitchell, J.K. 1988. Disorders of natural and commercially grown cacti: a literature review. Cactus y Succulent Journal. (U.S), Vol 57.227-231pags
- Oliveros, G. O. 2000. Descripción estructural de las comunidades vegetales en las terrazas fluviales del Río El Salado en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla., México. Tesis Licenciatura. FES Iztacala. UNAM. México. 67 pp
- Osada, et al. 1991. Etiología de la mancha negra del nopal. en Avances de investigación del Instituto de Fitosanidad del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco. México.
- Osorio, A.F y Soto, E.A. 1994. Enfermedades del nopal. En: Aportaciones técnicas y Experiencias de la producción de tuna en Zacatecas. Memoria. Morelos, Zacatecas. México. 95pp
- Osorio, B.O., Valiente-B, A., Dávila, P. y Medina. R. 1996. Tipos de vegetación y diversidad β en el Valle de Zapotitlán Salinas, Puebla. Boletín Sociedad Botánica. México 59:35-58pags.

-Rebollar, A.A. 1997. El cultivo de la pitaya (*Stenocereus spp*). una alternativa para el trópico seco del estado de Michoacán. UACH. Centro Regional Universitario Centro Occidente. Texcoco Edo de México. 71pp

-Romero, C. S. 1993. Hongos fitopatógenos. UACH. México.345pp

-Rzendowski, J. 1978. Vegetación de México. Edit. Limusa. México.432pp

-Ulloa, M. y Hanlín, R.T. 1978. Atlas de Micología básica. Edit. Concepto. México.158pp

-Ulloa, M. y Halin, T.R. 2000. Illustrated Dictionary of Mycology. The American Phytopathological Society. U. S. A.158pp

-Valiente, B. L. 1991. Patrones de precipitación en el valle semiárido de Tehuacán. Puebla. Tesis licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM 65pp