

Informe final* del Proyecto R013
Inventario fitopatológico de las especies vegetales dominantes en la región de Zapotitlán de las Salinas, Pue.

Responsable: Dr. Rodolfo De La Torre Almaráz
Institución: Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Iztacala
División de Investigación y Posgrado
Unidad de Biotecnología y Prototipos
Dirección: Av. de los Barrios #1, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Mex, 54090 , México
Correo electrónico: drodolfo@servidor.unam.mx
Teléfono/Fax: Tel: 5623 1139 Fax: 5623 1225
Fecha de inicio: Octubre 15, 1998
Fecha de término: Noviembre 30, 2001
Principales resultados: Base de datos, Informe final
Forma de citar el informe final y otros resultados:** De la Torre Almaráz, R. 2001. Inventario fitopatológico de las especies vegetales dominantes en la región de Zapotitlán de las Salinas, Pue. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. R013.** México, D.F.

Resumen:

La riqueza biológica de México ha sido ampliamente reconocida y el territorio mexicano se considera dentro de las siete regiones con la mayor diversidad biológica registrada. La riqueza biológica de México se debe a un complejo mosaico de interacciones bióticas y expresiones físicas, debidas a la variación topográfica, climática y suelos que presenta el territorio nacional. 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. 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. Numerosos trabajos han contribuido al conocimiento florístico de la zona y recientemente se han inventariado un total de 2,116 especies vegetales con el apoyo económico de la CONABIO. Evidencia preliminar recopilada en la región de la reserva ecológica de Tehuacán-Zapotitlán de las Salinas, en el estado de Puebla, demostró la presencia de enfermedades en diversas especies de plantas silvestres, cuyos síntomas más comunes fueron pudriciones blandas, manchas, engrosamiento de corteza y clorosis. Estas enfermedades son causadas probablemente por diversos tipos de microorganismos, entre los que se han identificado preliminarmente a bacterias, hongos y virus. 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 de 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 de 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. Por lo tanto, considerando la importancia que las enfermedades pudieran tener en la sobrevivencia de diversas especies de plantas, los objetivos de la presente propuesta son obtener un inventario y establecer la distribución e incidencia de las enfermedades y patógenos que causan los principales daños en especies vegetales dominantes en Zapotitlán de las Salinas, Pue.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO



CONABIO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**INVENTARIO FITOPATOLÓGICO DE LAS
ESPECIES VEGETALES DOMINANTES EN LA
REGIÓN DE ZAPOTITLÁN DE LAS SALINAS,
PUE.**

PROYECTO CONABIO R013

DR. RODOLFO DE LA TORRE ALMARAZ

Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla Edo. de México, Agosto 2001

INVENTARIO FITOPATOLOGICO DE LAS ESPECIES VEGETALES DOMINANTES EN LA REGION DE ZAPOTITLAN DE LAS SALINAS, PUE.

Rodolfo De La Torre Almaráz¹

Resumen

En recorridos de campo realizados por la región de la reserva ecológica de Tehuacán-Zapotitlán de las Salinas, en el estado de Puebla, se detectaron diversas clases de daños en múltiples especies de la flora silvestres 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, bacterias, virus o fitoplasmas. 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 probablemente son especies desconocidas o no descritas para México, como ocurrió con el caso de los hongos *Hysterium spp.*, *Hysterographium spp.*, *Hypoxyton spp.*, *Dydimosphaeria spp.*, y *Leptosphaeria spp.*, que solo fueron descritos a nivel de género. Los organismos aislados de las lesiones de las plantas afectadas, se consideraron como parásitos de las plantas de donde se aislaron, sin embargo no todos se pudieron utilizar para demostrar estrictamente los postulados de Koch. En los casos en los que se intentó demostrar los postulados de Koch, 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 incidencia y severidad indicó que algunos sitios son más afectados por enfermedades que otros, sin embargo no se pudo establecer una correlación entre el estado de conservación, uso de suelo y severidad por sitio, para valorar el posible papel de las enfermedades el deterioro ambiental observado en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Pue. Las perspectivas de estudio en el área fitopatológica en Zapotitlán son continuar con el inventario fitopatológico de especies menores, establecer mejores métodos de muestreo y evaluación de la incidencia y severidad de los patosistemas silvestres, reconocer e identificar con mayor precisión los distintos elementos de los patosistemas y evaluar con una perspectiva más amplia, el papel ecológico, genético, evolutivo e incluso social de las enfermedades de las plantas en la región.

¹Laboratorio de Microbiología. UBIPRO. Facultad de Estudios Superiores. Campus Iztacala. UNAM.

I.- Introducción

La riqueza biológica de México ha sido ampliamente reconocida y el territorio mexicano se considera dentro de las siete regiones con la mayor diversidad biológica registrada en el Mundo. La riqueza biológica de México se debe a un complejo mosaico de interacciones bióticas y expresiones físicas, debidas a la variación topográfica, climática y suelos que presenta el territorio nacional (Mittermier, 1988).

El territorio mexicano tiene una historia geológica compleja, incluyendo además la confluencia de dos diferentes biotas ancestrales que dieron lugar al componente biogeográfico actual. Por otro lado, existe un número bastante alto de taxas endémicas, las cuales fueron el resultado de la mezcla de procesos evolutivos antiguos y recientes, favorecido por la disponibilidad de una gran variedad de habitats, que permitió la evolución de numerosas regiones con una riqueza biológica única (Flores, 1991).

El estado de Puebla se encuentra ubicado en el altiplano central de la república mexicana y por su ubicación el estado se encuentra rodeado por sistemas montañosos importantes como la sierra nevada que limita al oeste con el estado de México, al noroeste se localiza la sierra de Puebla, al sur la sierra madre que limita con el estado de Oaxaca. En el estado se han donde localizado diferentes regiones con una gran diversidad de climas, con una gran riqueza biológica local y en donde destacan especies de plantas nativas únicas en el mundo y en donde se localizan los centros de origen o de diversificación primaria de cultivos como maíz, frijol, calabaza, chile y tomate (De La Torre, 1986).

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) ha identificado 12 regiones en el mundo, cada una de ellas posee diferentes centros de diversidad que han merecido una atención especial para el desarrollo de actividades de investigación y protección; al mismo tiempo, la IUCN ha identificado 12 centros de

biodiversidad en México. Un centro de biodiversidad único en su género es la región del Valle de Tehuacán-Cuicatlán en el estado de Puebla (Davis, *et al.*, 1997).

La provincia florística del Valle de Tehuacán-Cuicatlán es considerada como parte de la región xerofítica mexicana (Rzedowski, J., 1978) y esta localizada en al sureste del estado de Puebla y al noreste del estado de Oaxaca. El valle cubre una área de casi 10, 000 km² y representa un complejo mosaico fisiográfico, separado por numerosas cadenas montañosas. Es considerada una región semiárida, con una precipitación anual de 400 mm y una temperatura de 21° C (Dávila, *et al.*, 1995).

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 mezquite y *Cercidium*, bosque de encino (*Quercus*), pastizales y matorral xerófilo. La cubierta xerofítica es especialmente importante debida a su diversidad y endemismo, regionalmente presenta formas típicas de asociación, como cardonales, (*Stenocereus weberii*), tetecheras (*Neobuxbaumia tetetzo*), quitillales (*Escondria chiotilla*), izotales (*Yucca periculosa*), chaparrales (*Quercus*, *Rhus*, *Garrya*, *Cercocarpus*, etc.) (Dávila, *et al.*, 1993).

Numerosos trabajos han contribuido al conocimiento florístico de la zona y recientemente se han inventariado un total de 2116 nuevas especies vegetales con el apoyo económico de la CONABIO (Proyectos: Clave PO91 Registro1-6441; Clave FO28 Registro 6442-13952; Clave QO14 Clave 13952-15052).

Por mayor distribución y abundancia, las especies dominantes o características de la región son: *Yucca periculosa*, *Tecoma stans*, *Hechtia podantha*, *Cephalocereus columna-trajani*, *Escontria chiotilla*, *Ferocactus recurvus*, *Myrtillocactus geometrizans*, *Neobuxbaumia tetetzo*, *Opuntia decumbens*, *Pachycereus hollianus*, *Stenocereus*

pruinus, *Caesalpinia melanadenia*, *Cercidium praecox*, *Senna galeottiana*, *Maytenus phyllanthoides*, *Eysenhardtia polystachya*, *Fouquieria formosa*, *Acacia angustissima*, *A. subangulata*, *Leucaena esculenta*, *Karwinskia humboldtiana*, *Zanthoxylum purpusii*, *Turnera diffusa*, *Celtis pallida*, *Lantana camara*, y *Lippia graveolens* entre las más destacadas (NOM-059-ECOL-1994; Dávila, *et al.*, 1995; Arias, 1997).

Este valle lejos de ser un ecosistema aparentemente en equilibrio presenta diferentes tipos de problemas, uno de ellos es la alta presión que ejercen las actividades humanas sobre los recursos en esta región. De esta manera se utiliza un gran número de plantas silvestres para fines de construcción, como cercas vivas, como combustible, como textiles, medicinales y aun como fuente de alimento; Otras plantas son objeto de explotación intensiva con fines de comercio e industrialización a parte de que se observan en ciertas zonas 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 automática (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.

Sin embargo, en la región de Zapotitlán de las Salinas se desconoce que patógenos afectan a las especies de plantas dominantes, así como su distribución y los daños que causan. Por otro lado, no se ha encontrado información suficiente sobre reportes de enfermedades de plantas en ecosistemas silvestres y la poca información disponible esta incompleta y se refiere exclusivamente a enfermedades de plantas endémicas domesticadas, como por ejemplo algunas especies de *Opuntia*, *Yucca* o *Agave*.

Es claro que las enfermedades de las plantas han incrementado su dispersión y daños debido a la erosión genética que han sufrido las distintas especies que cultivamos, ya sea por el manejo artificial de los mecanismos de recombinación genética para la formación de variedades con mayor potencial productivo y por el desequilibrio que implican los cambios naturales o inducidos del suelo, agua y clima, fenómeno que es evidente en las regiones con diversos grados de actividades agrícolas, pecuarias y forestales en donde es evidente el deterioro ambiental. Sin embargo, los daños causados por enfermedades al parecer se han extendido a ecosistemas aparentemente en equilibrio, como es la región de Zapotitlán de las Salinas, lo que probablemente indica la existencia de algún grado de deterioro ambiental.

La eficacia del control y manejo de enfermedades y sus patógenos, presupone un conocimiento sobre la identidad del agente causal, su ciclo biológico, determinar las fuentes y densidad de inóculo, los mecanismos de acción y de inicio de la enfermedad, establecer las condiciones ambientales que determinan el ataque, dispersión y sobrevivencia de patógenos, y finalmente la evaluación de daños económicos que causan los patógenos que justifiquen un programa de combate de enfermedades (Allyb, 1975; Agrios, 1978; Horsfall, 1978; Burdon, 1987; Dickinson, 1987).

En el caso de enfermedades de especies cultivadas se tiene un desarrollo significativo en la tecnología propia para combatir las (agroquímicos, maquinaria, etc), sin embargo se desconoce prácticamente todo sobre las enfermedades que afectan a las especies de plantas que crecen en forma natural en la región de Zapotitlán de las Salinas, así como su distribución y daños que causan.

Tomando en cuenta los daños observados en numerosos individuos de muchas de las especies silvestres en el valle de Zapotitlán de las Salinas, y que al parecer son causados por organismos patógenos de los que se desconoce su identidad, distribución e incidencia, se consideró necesario realizar un inventario de las enfermedades y los patógenos que probablemente estén causando los daños observados en la vegetación del valle de Zapotitlán, y evaluar preliminarmente la importancia relativa de estas enfermedades en la estructura de las poblaciones de las especies del ecosistema silvestre.

II.- Objetivos

Considerando la importancia que las enfermedades pudieran tener en la sobrevivencia de diversas especies de plantas, los objetivos del presente proyecto fueron:

- 1.- Obtener un inventario de las enfermedades y patógenos que causan los daños en especies vegetales dominantes en la región de Zapotitlán de las Salinas, Puebla, que forma parte del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.
- 2.- Establecer la distribución e incidencia de las enfermedades en plantas dominantes de la región de Zapotitlán.

III.- Antecedentes

En el estado de Puebla se ha determinado que diversas enfermedades afectan el rendimiento y en ocasiones son la causa principal de pérdidas en cultivos como frijol, durazno, café, y en diversas especies de hortalizas como tomate de cáscara, jitomate y chile; del mismo modo se han establecido diversos parámetros ecológicos que condicionan la aparición y distribución de diversas enfermedades en varios cultivos, definiéndose los comportamientos epidemiológicos para enfermedades en frijol, maíz, durazno y calabaza. Todas estas características definen al patosistema agrícola (De La Torre, 1987 (a); De La Torre, 1987(b).; De la Torre, 1988(a) y (b); Pacheco, 1989; Pacheco, 1990; De La Torre, 1992; Flores, 1993; Flores, 1994; De La Torre, 1995).

Dentro de los estudios que se han realizado sobre la caracterización e identificación de algunas enfermedades en especies de plantas de zonas áridas, existen muy pocos que se relacionan con plantas que crecen de manera silvestre, la mayoría se realizó para especies domesticadas, ahora profusamente cultivadas.

Alvarez, en 1976, hace una recopilación de los hongos que afectan a *Opuntia spp*, en la República Mexicana reportando:

Especies	Síntomas	Estados.
<i>Aecidium sp</i>	<i>manchas de las pencas</i>	<i>México.</i>
<i>Alternaria sp</i>	manchas de las pencas	Hidalgo, San Luis Potosí Aguascalientes.
<i>Capnodium sp</i>	fumaginas	Michoacán
<i>Colletotrichum sp</i>	<i>antracnosis</i>	<i>Guanajuato</i>
<i>Gnomonia sp</i>	<i>podrición de las pecas</i>	<i>Tlaxcala.</i>
<i>Coniothyrium</i>	mancha radial de las pencas	Varios estados.
<i>Diplodia sp</i>	<i>podrición de las pencas</i>	<i>Aguascalientes.</i>
<i>Phoma sp</i>	podrición de la epidermis	Guanajuato, Jalisco.
<i>Phyllostica sp</i>	manchas de las pencas	Hidalgo.
<i>Phytophthora sp</i>	podrición 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 en muchos casos las especies señaladas como patógenos.

García, en 1979, recopila y publica una gran variedad de enfermedades de plantas, el listado incluye enfermedades en la mayoría de 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 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 wislizani* 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 agavaceas.

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

Osorio y Soto 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, aísla a *Alternaria sp* como la causante de la mancha café y de la resequedad y menciona al hongo *Ascochyta sp* sin mencionar a que síntoma esta 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: *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 se menciona el género y no la especie, como tampoco se menciona las especies de algunos patógenos.

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 genero *Opuntia* se presentan unas costras que son causadas por los hongos *Diplodia opuntiae*,

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 los siguientes hongos: el hongo *Phyllosticta melonis* causante de la mancha algodonosa en *Opuntia spp*, el hongo *Mycosphaerella melonis* que causa la gomosis 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 relacionados con plantas silvestres, por lo tanto se desconoce prácticamente todo sobre las enfermedades y patógenos que afectan a las poblaciones de plantas en ecosistemas naturales y de las posibles relaciones ecológicas entre los patosistemas agrícolas silvestres.

Como ya se indicó anteriormente, en la región de la reserva ecológica de Tehuacán-Zapotitlán de las Salinas, en el estado de Puebla, se han observado pudriciones blandas, manchas y engrosamiento de corteza, clorosis y mutilaciones en plantas silvestres de *Neobuxbaumia macrocephala* (tetecho), *Escontria chiotilla*, (jiotilla o padre nuestro), *Echinocactus spp.* (cactus), *Mamillaria viperina* (cactus), *Mamillaria elegans* (cactus), *Stenocereus senilis* (viejito) y *Myrtillocactus geometrizans* (garambullo) la mayoría son consideradas como especies endémicas de gran importancia ecológica y económica en la región. Estos daños o enfermedades son causadas probablemente por diversos tipos de organismos fitopatógenos no descritos aún o incluso desconocidos.

Por la importancia que las enfermedades pudieran tener en la sobrevivencia de diversas especies de plantas en la región de Zapotitlán de las Salinas, Pue., así como su posible papel en la extinción de algunas otras, se presenta el proyecto aquí referido.

IV.- Metodología

IV.1.0-Selección y caracterización del área de estudio.

Se seleccionó la zona de Zapotitlán de las Salinas para realizar el presente estudio: Primero por su riqueza florística, considerando la diversidad y el endemismo de muchas especies que es única 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 actividad humana; Tercero porque se han observado diversos niveles de daño y la destrucción de individuos de diversas especies de plantas nativas de la región, causados probablemente por enfermedades, de las que no se han 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.

El área de estudio se caracterizó y delimitó utilizando la información cartográfica, topográfica y florística disponible para la zona de Zapotitlán de las Salinas, y que se encontró en los bancos de información del INEGI y diversas fuentes bibliográficas, que incluyeron incluso fotografías de satélite.

Considerando la información disponible, se delimitó un área que incluye todo el valle de Zapotitlán y sus límites orográficos. Esta zona es prácticamente la región más rica en diversidad de plantas y animales y en donde en consecuencia se esperaba encontrar la mayor diversidad de enfermedades y patógenos en la vegetación local.

IV.1.1 Caracterización fisiográfica, geomorfológica y de uso de suelo, de los sitios del inventario fitopatológico.

Para realizar el inventario fitopatológico 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 fueron estudiadas y definidas por el Laboratorio de Edafología de la UBIPRO; segundo, definidas las microregiones en todo el Valle, éstas se recorrieron con el objeto ubicar poblaciones representativas de plantas, determinar la posible presencia de enfermedades y seleccionar los sitios más contrastante entre si, considerando todos los criterios anteriores.

IV. 2.0.- Colecta y designación de hospederos.

Para futuras referencias, se colectó y designó un ejemplar de cada hospedero, para herbario o voucher, con síntomas causados por una probable enfermedad y otro ejemplar sin síntomas, con el objeto de caracterizarlos a nivel de género y especie. El material herborizado se depositó el herbario de la FES-Iztacala (Lot, A. 1986).

IV.3.0- Identificación y caracterización de enfermedades

IV. 3.1.- Colecta de material enfermo.

Se colectaron de 5 individuos o partes, de una la misma especie de planta, que mostraran síntomas causados por una probable enfermedad. Para cada enfermedad se describieron los síntomas (pudriciones blandas, manchas, engrosamiento de corteza, clorosis, cáncer de ramas, canchales, etc.) y signos (estructuras de los patógenos, como:

micelio, cuerpos fructíferos, esporas, etc.) en forma clara y concisa. Se tomó un registro fotográfico en papel y a color de los síntomas y signos de cada enfermedad. La colecta de muestras fue en la mayoría de los casos del tipo semidestructivo, ya que se colectaron secciones o partes de las plantas afectadas (Echandi, 1971).

IV. 3.2.- Aislamiento, identificación o caracterización de organismos patógenos.

Los organismos causantes de enfermedad en las plantas pueden ser hongos, bacterias, virus, nemátodos, micoplasmas, viroides o plantas parásitas, por lo que de cada tipo de síntoma, se procedió al aislamiento, cultivo o inoculación a hospederas diferenciales, de los microorganismos asociados a los síntomas en las plantas, utilizando los protocolos microbiológicos específicos, para determinar al agente causal de la enfermedad respectiva (Király, 1974; De La Torre, 1975; De la Isla, 1984).

Se identificó o se caracterizó a nivel de género a los organismos asociados a los síntomas observados en las plantas afectadas, mediante su aislamiento y cultivo en medios específicos, como es el caso de la mayoría de los hongos y las bacterias (Bradshaw, J. 1976; Shaad, W. 1980; Da Silva Romeiro, 1982), o cuando el patógeno era un parásito estricto no cultivable, como algunos hongos, nemátodos y plantas parásitas, se realizaron observaciones directas de cortes al microtomo y bajo el microscopio compuesto de estructuras del patógeno que permitieron su ubicación taxonómica de estos últimos, utilizando claves taxonómicas (Barnet, 1972; Barnet y Hunter, 1998; Ainsworth, 1973, Vol III y Vol.IV; Guzmán, 1979; Streets, 1979; Hatlin, 1997; Hatlin, 1998; Romero, 1993; Ulloa y Hantlin 1978 y 2000). En el caso de virus estos se identificaron por la observación en el microscopio electrónico de transmisión, determinación del rango de hospederas, así como el análisis bioquímico y molecular de ácidos nucleicos y proteínas (CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses. Colección; Hampton, B, 1990).

IV.3.3- Descripción de enfermedades y patógenos.

IV. 3.4.- Designación de patógenos.

Se herborizaron y almacenaron muestras de plantas con síntomas de enfermedad y signos evidentes de los posibles patógenos, con las que se realizaron preparaciones semipermanentes, fijando en azul de bromofenol en cubreobjeto y portaobjeto, de los diferentes patógenos.

IV.4.0- Distribución, incidencia y severidad de 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.

La incidencia de cada enfermedad se determinó con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de incidencia} = \frac{\text{Número plantas enfermas}}{\text{Número plantas totales}} \times 1000.$$

En cada sitio seleccionado para el muestreo de enfermedades se ubicó un cuadro de 50 metros de largo por 10 metros de ancho, con lo que se tuvo una superficie de 500 mts². Dentro de esta superficie se contabilizó el número total de individuos de las especies de plantas con síntomas de probables enfermedades.

Se evaluó la severidad de los daños causados por probables enfermedades por cada hospedero ubicado dentro del cuadrante de evaluación, utilizando la siguiente escala arbitraria de síntomas (James, C. 1971).

Escala arbitraria de síntomas

0=	<i>Tejido sano</i>
1=	<i>1 al 25% de tejido enfermo.</i>
2=	<i>26 al 50% de tejido enfermo.</i>
3=	<i>51 al 75% de tejido enfermo.</i>
4=	<i>76 al 100% de tejido enfermo.</i>

Se determinó el índice de severidad para todas las enfermedades, considerando la siguiente fórmula:

$S = \frac{\text{No de Plantas (intervalo de grado de daño 1)} + \text{No de Plantas (intervalo de Daño 2)} + \dots}{\text{No de plantas totales de la especie}}$

IV. 5.0.- Registro y almacenamiento de información

IV.5.1.- Información computarizada

La información recopilada en el presente trabajo fue ordenada para su incorporación al programa BIOTICA y en los archivos computarizados del programa Windows 2000 de la computadora del Laboratorio de Microbiología de la UBIPRO de la ENEP-IZTACALA.

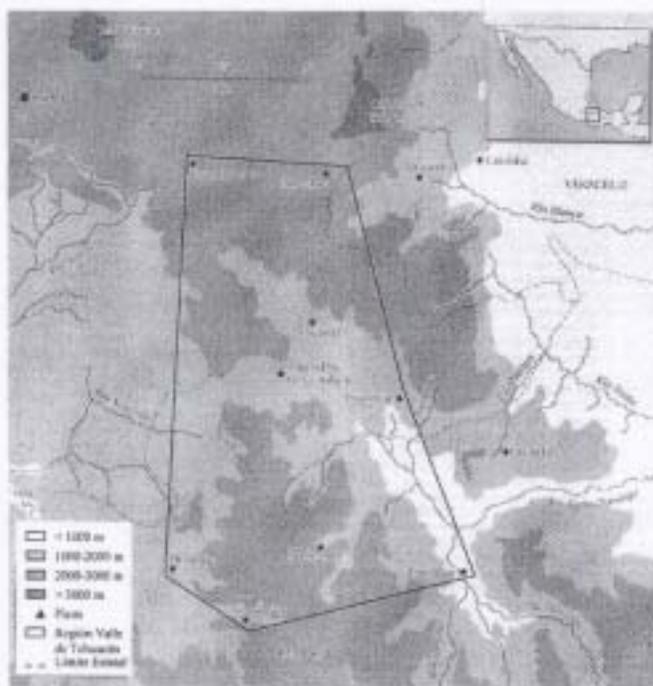
IV.5.2.- Registros fotográficos

Se obtuvieron registros fotográficos en papel de color de: 1.- Sitios de muestreo; 2.- síntomas de enfermedades en plantas en campo; 3.- signos de patógenos en campo; 4.- microfotografías de estructuras somáticas y sexuales de patógenos obtenidas con una cámara Nikon, adaptada a un microscopio Karl Zeiss de contraste de fases (a aumentos de 10x y 40x); en el caso de algunos virus, se obtuvieron fotografías con microscopio electrónico (Jeol 100x).

V.- Resultado y Discusión.

V.1.0-Selección y caracterización del área de estudio.

Localización. La Cuenca de Zapotitlán de las Salinas se ubica en la parte occidental de la Reserva de la Biósfera del Valle de Tehuacán-Cuicatlán y abarca una superficie de 397 km² y junto con el valle de Cuicatlán, constituyen dos unidades fisiográficas de la Provincia de Tehuacán-Cuicatlán (Rzendowski, 1978) (Mapa 1).



Mapa 1. Localización del Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla, en la República Mexicana.

La región se encuentra al sureste del estado de Puebla, entre el Valle de Tehuacán al su parte noreste y la zona limítrofe con el Estado de Oaxaca al sur. La cuenca se ubica entre los 18°12' y 18° 25' de Latitud Norte y los 97°24' y 97°39' de Longitud Oeste, con un gradiente altitudinal que va de los 1400 a los 2650 msnm.

Fisiografía. La región de Zapotitlán queda comprendida en la porción norte de la Provincia del Valle de Tehuacán, que forma parte de la Cuenca Alta del Papaloapan y está limitada al oeste por los cerros Yerba, Ometepec, Campanario, La mesa, Xentile y Yolotepec, así como por el paso Agua del Burro; al norte por los Cerros la Tarántula, Pajarito, Mar Rubio, Chacateca, La Colmena y Volcancillo; al noreste por la Sierra de Mihuatepec; al este por la Sierra de Atzingo; al sur por la mesa de Buenavista y el cerro Yistepec; por último al suroeste por la Sierra de Santiago (Dávila, *et al.*, 1993; Meyrán, 1973).

Geología. La historia geológica de la cuenca de acuerdo a Muelleried, (1933, citado por García,1991) puede resumirse en los cuatro acontecimientos siguientes: la formación del Complejo Basal que data del Paleozoico-Jurásico y que se encuentra representado por esquistos y Gneiss. Durante el principio del Cretácico Inferior, la cuenca sufre una inmersión formándose el Portal del Balsas, creando grandes estratos de calizas y lutitas marinas. A finales del Cretácico Inferior y terminando el Terciario, una serie de plegamientos forman las principales sierras de la cuenca, como las Formaciones San Juan Raya, Zapotitlán y Miahuatepec (Calderón, 1956), con litología dominante de calizas, areniscas y lutitas. Con este último evento tectónico la Formación Cipiapa pierde su conexión con la Depresión del Balsas. A principios del Cuaternario, el Río Santo Domingo, afluente del Río Papaloapan, captura por erosión remóntante al Río Salado y sus tributarios, entre ellos el Río Zapotitlán, drenándose de esta forma hacía la Cuenca del Papaloapan y rellena con sedimentos detríticos

la parte baja de la cuenca formando las Terrazas aluviales que caracterizan la parte media de la región.

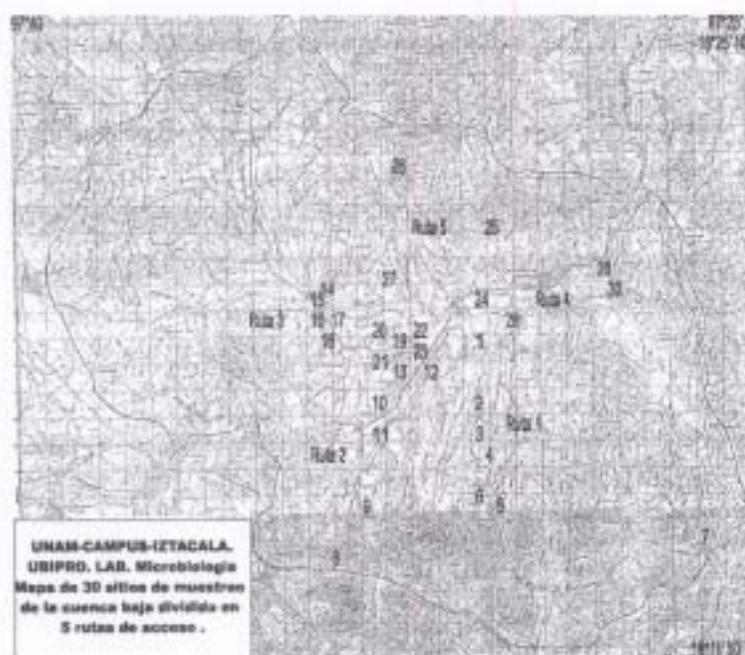
Edafología. Los tipos de suelos dominantes en el área son jóvenes derivados de materiales calcáreos como los Leptosoles líticos, L. réndzicos, y Calcisoles, que en general se distribuyen en las serranías y se caracterizan por presentar un horizonte A delgado de menos de 30 cm, de colores pardos, pardos claros, texturas arenosas y con propiedades alcalinas; en los lomerios es común encontrar suelos de Faeozen calcáricos, con horizontes más desarrollados, de colores pardos a pardos oscuros, ricos en materia orgánica y texturas franco arenosas, alcalinos y ricos en carbonatos. En las vegas aluviales se encuentran Fluvisoles calcáricos y éutricos, asociados a Regosoles calcáricos y éutricos, que son suelos originados por materiales transportados, profundos, con formación de horizontes incipientes, de colores claros y pardos, de texturas arenosas y ricos en materia orgánica.

Climatología. Las condiciones climáticas de la región de Zapotitlán de las Salinas están determinadas en gran parte por influencia de 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). El tipo de clima corresponde a un Bsohw (e) g. definido como semiseco – estepario, con lluvias de verano de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por (García,1988).

Hidrología. La zona de estudio pertenece a la Región Hidrológica (Rh 28) inmersa en la gran Cuenca del Río Papaloapan; en particular, a la subcuenca fluvial del Río Salado. Donde convergen las subcuencas tributarias Zapotitlán de 28,350 ha y la San Juan Raya-Santa Ana de 13,360 ha.

V.1.1 Caracterización ambiental de los sitios del inventario fitopatológico.

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 altitud como en latitud, sus características geomorfológicas y su composición florística (Mapa 2).



Mapa 2. Ubicación de los 31 sitios del muestreo fitopatológico en la cuenca baja, distribuidos en 5 rutas de acceso, en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla.

En el cuadro No 1 se incluyen las coordenadas de localización (altitud y latitud), así como las características geomorfológicas y las pendientes de los 31 sitios seleccionados para el muestreo de enfermedades en la vegetación natural dominante en el Valle de Zapotitlán. Como se puede observar el intervalo altitudinal de los 31 sitios van desde los 1440 msnm hasta los 2000 msnm, que prácticamente cubren todas las alturas comprendidas dentro de la región.

Las características geomorfológicas de los sitios también fueron muy variables, predominando los lomeríos en el 30% y las terrazas aluviales en el 16% de los sitios seleccionados. El resto de los puntos de muestreo se ubican en pequeños valles, sierras o montes. En general los terrenos de los sitios de muestreo 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 sin embargo no influyeron en la colecta de material enfermo.

Cuadro 1. Ubicación y características altitudinales y geomorfológicas de los sitios del muestreo fitopatológico en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla.

Sitio	Localización	Rango de altitud (msnm)	Geoforma dominante	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 Volcanico	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-piemonte	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

En el cuadro 2 se muestran las características de litología superficial, tipo de suelo y vegetación dominante 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 con calizas. También fueron importantes los sitios en sedimentos aluviales. En cuanto al tipo de suelo, las unidades más frecuentes fueron los Leptosoles, especialmente los L. rendzicos y L. líticos, en el 30% de los sitios, fue común encontrar asociaciones de suelos como Leptosol con Faeozem, Leptosol con Regosol, etc., en poco más del 40% de los sitios restantes.

En cuanto al tipo de vegetación encontrada en los diferentes sitios de muestreo, dominó el Matorral, en diferentes formas, siendo el Matorral Crasicaule de Tetecho (25%) y el Matorral Espinoso de Mezquite (25%) los más importantes. Sin embargo, es importante destacar 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 Crasicaule de Tetecho, etc., como se indica en el cuadro 2.

Cuadro 2. Características de litología superficial, tipo de suelo y vegetación de los sitios de muestreo del inventario fitopatológico en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla.

Sitio	Litología Superficial	Unidad de Suelo	Tipo de Vegetación
S1	Conglomerado-lutita	Faeozem calcárico	Matorral Crausicaule
S2	Lutita	Leptosol lítico	Matorral Crausicaule
S3	Conglomerado	Leptosol-Faeozem	Matorral Crausicaule
S4	Caliza	Leptosol rendzico	Matorral Espinoso
S5	Caliza	Leptosol-Faeozem	Matorral Espinoso
S6	Lutita-arenisca	Faeozem háplico	Mat.Esp-Selva Baja
S7	Conglomerado	Leptozol rendzico	Mat. Rosetófilo
S8	Caliza-lutita-arenisca	Regosol-leptosol	Mat.Subinerme
S9	Basalto	Lept.lítico-Faeozem háplico	Matorral Crausicaule
S10	Conglomerado	Leptosol-Faeozem	Mat.Esp-Selva Baja
S11	Sedimentos aluviales	Fluvisol-Regosol	Matorral Espinoso
S12	Sedimentos aluviales	Fluvisol-Faeozem	Matorral Espinoso
S13	Conglomerado	Leptosol-Faeozem	Izotal
S14	Caliza-conglomerado	Leptosol rendzico	Mat.Crasicaule-Rosetófilo
S15	Conglomerado calizo	Leptosol lítico	Mat.Crasic-Yuca
S16	Caliza-conglomerado	Leptosol lítico	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-Yuca
S21	Conglomerado-arenisca-lutita	Leptosol-Faeozem	Izotal
S22	Sedimentos aluviales	Faeozem-Regosol	Matorral Espinoso
S23	Conglomerado	Leptosol-Faeozem	Izotal
S24	Conglomerado-arenisca	Leptosol lítico	Mat.Espin-Yuca
S25	Conglomerado-caliza	Leptosol-Faeozem	Mat.Subinerme
S26	Conglomerado-arenisca	Leptozol rendzico	Matorral Espinoso-Brahea
S27	Conglomerado	Leptosol-Faeozem	Izotal
S28	Sedimentos aluviales	Fluvisol-Regosol	Matorral Espinoso
S29	Lutitas	Leptosol lítico	Matorral Crausicaule
S30	Lutitas	Leptosol-Regosol	Matorral Crausicaule

En el cuadro 3 se incluyen la especie vegetal dominante, el uso del suelo que la población humana realiza y el estado de conservación de cada sitio. Se determinó que el tetecho (*Neobuxbaumia tetetzo*) y el mezquite (*Prosopis laevigata*) son las principales especies dominantes en cerca del 60% de los sitios de muestreo, aunque también se observaron combinaciones de estas dos especies con otras comunidades vegetales.

En cuanto al uso del suelo, se observó que el 47% de los sitios de muestreo se dedican a actividades pecuarias, 30% combinan el uso pecuario con el agrícola y sólo el 23% de los sitios no presentan un uso específico. En cuanto al grado de conservación ecológica de los sitios, se determinó que el 34% de ellos 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. Al parecer existe una cierta correlación positiva entre el uso pecuario y agrícola del suelo con el grado de conservación. Sin embargo, faltan evaluaciones más profundas empleando parámetros más específicos, para determinar si el tipo de uso de suelo tiene un efecto significativo en el grado de conservación ecológica, de los sitios utilizados para el muestreo de las enfermedades en la vegetación dominante.

Cuadro 3. Especie dominante fisonómica, uso de suelo y grado de conservación de los sitios del inventario fitopatológico en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla.

Sitio	Especie dominante	Uso del suelo	Estado de Conservación
S1	<i>Neobuxbaumia tetetzo</i>	Pecuario	Conservado
S2	<i>N. tetetzo</i>	Pecuario	Conservado
S3	<i>N. tetetzo</i>	Pecuario	Medianamente conservado
S4	<i>Mimosa sp.</i>	Pecuario	Perturbado
S5	<i>Mimosa sp.</i>	Pecuario	Muy perturbado
S6	<i>Bursera sp-Leucaena esculenta</i>	Pec-Agri.temp	Perturbado
S7	<i>Dasylirium lucidum</i>	Pec-Agri.temp	Perturbado
S8	<i>Diversas</i>	Pecuario	Conservado
S9	<i>Opuntia spp</i>	Pecuario	Medianamente conservado
S10	<i>Eysenhardtia polystachya-Bursera sp.</i>	Pec-Agri.temp	Medianamente conservado
S11	<i>Prosopis laevigata</i>	Pec-Agri.temp	Perturbado
S12	<i>P. laevigata- Cercidium praecox</i>	Pecuario	Perturbado
S13	<i>Beaucarnea gracilis</i>	Pecuario	Medianamente conservado
S14	<i>N. tetetzo-Hechtia sp</i>	Vida silvestre	Conservado
S15	<i>N. tetetzo-Yuca periculosa</i>	Vida silvestre	Medianamente conservado
S16	<i>N. tetetzo</i>	Vida silvestre	Conservado
S17	<i>P. laevigata-Cercidium praecox</i>	Pec-Agri.temp	Medianamente conservado
S18	<i>N. tetetzo</i>	Pecuario	Conservado
S19	<i>Mimosa sp</i>	Pecuario	Medianamente conservado
S20	<i>P. laevigata- Cercidium praecox</i>	Pec-Agri.temp	Perturbado
S21	<i>Beaucarnea gracilis</i>	Pecuario	Conservado
S22	<i>P. laevigata- B. gracilis</i>	Pec-Agri.temp	Perturbado
S23	<i>Beaucarnea gracilis</i>	Pecuario	Conservado
S24	<i>P.laevigata- Brahea nitida</i>	Pec-Agri.temp	Perturbado
S25	<i>P.laevigata- Mimosa sp</i>	Pecuario	Perturbado
S26	<i>P.laevigata- Brahea nitida</i>	Pec-Agri.temp	Muy perturbado
S27	<i>Beaucarnea gracilis</i>	Vida silvestre	Medianamente conservado
S28	<i>P. laevigata- Cercidium praecox</i>	Vida silvestre	Conservado
S29	<i>N. tetetzo</i>	Vida silvestre	Conservado
S30	<i>N.tetetzo. P.laevigata</i>	Vida silvestre	Muy perturbado

V. 2.0.- Colecta y designación de hospederos.

Se herborizaron individuos sanos y enfermos de todas las especies de hospederos que presentaron alguna clase de daño y que presumiblemente era causada por alguna clase de organismo fitopatógeno. Los ejemplares se depositaron etiquetados en el Herbario de la ENEP-Iztacala para futuras referencias. Todas las especies colectadas de hospederos ya han sido clasificadas por otros autores, por lo que en nuestro trabajo no se registró ninguna nueva especie de hospedero para el Valle de Zapotitlán. Las características completas de estos ejemplares se incluyeron en el programa BIOTICA de la CONABIO, junto con las referencias bibliográficas de los autores de las descripciones originales.

V.3.0- Identificación y caracterización de enfermedades

V. 3.1.- Colecta de material enfermo.

En los recorridos realizados en la Región de Zapotitlán de las Salinas, se observaron diversas clases de daños en individuos de varias especies de plantas silvestres. En el Cuadro 4 se incluyen las principales especies de plantas en donde se observaron daños, el síntoma más característico de cada enfermedad, así como el o los microorganismos que se aislaron e identificaron de las lesiones y que pudieran ser los probables agentes causales de los daños observados.

Es importante destacar que prácticamente todas las plantas revisadas presentaron en alguna época del año y en los diferentes sitios de muestreo, un tipo de daño en el que se aisló y asoció a un microorganismo como bacterias, hongos e incluso virus y fitoplasmas. Algunas plantas presentaron más de un tipo de daño, afectando estructuras como tronco, hojas o frutos, de los que se aislaron diferentes clases de organismos. En varios casos no se logró determinar el origen de los daños, registrándose los síntomas encontrados y quedando pendiente la identificación del probable agente causal.

Varias especies de plantas manifestaron diferentes tipos daños, de los cuales se logró aislar e identificar a diferentes microorganismos. Por ejemplo, la especie *Opuntia pilifera* fue afectada por tres distintos enfermedades, de las que consistentemente se logró aislar a un solo tipo de organismo de cada lesión. Por ejemplo, en *O. pilifera* se presentaron las enfermedades y los patógenos siguientes: Mal del oro (*Alternaria spp.*), Mancha gris (*Didymosphaeria spp.*) y Alfombra amarilla (*Nigrospora spp.*).

Otra planta que presentó varias enfermedades y patógenos fue el mezquite (*Prosopis laevigata*). Sin embargo, en esta especie se encontraron tres especies distintas de hongos asociadas con un solo síntoma: La muerte descendente de ramas, en donde se aislaron e identificaron a los hongos ascomycetes y fitopatógenos *Hypoxylon spp.*, *Hysterium spp.* e *Hyterographium spp.*. Situación similar ocurrió con la pudrición del tronco del mezquite, en donde se encontraron dos especies de *Polyporus* como los asociados a este síntoma.

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

Se encontraron muchos síntomas de enfermedades en arbustos y malezas, principalmente durante la época de lluvias, que no fue posible de identificar y cuyos patógenos aún se están caracterizando, por lo que aún se esta colectando material, ya que es probable que no se hayan encontrado todos los patógenos que afectan a las poblaciones de plantas del Valle de Zapotitlán

Cuadro No 4. Síntomas y probables agentes causales en diversas plantas de la región Zapotitlán de las Salinas, Puebla.

Hospedante	Síntomas	Agente causal.
<i>Agave karwinsky</i>	Mancha negra	<i>Asterina sp.</i>
	Mancha roja	<i>Lepthosphaeria sp</i>
<i>Agave macroacantha</i>	Mancha roja	<i>Didymosphaeria sp</i>
	Mancha roja	<i>Lepthosphaeria sp</i>
<i>Agave marmorata</i>	Mancha negra	<i>Asterina sp.</i>
<i>Cercidium praecox</i>	Costra negra	Desconocido
	Resinosis	Desconocido.
<i>Dasylirium lucidum</i>	Anillos concéntricos	<i>Didymosphaeria sp</i>
<i>Hecktia podanta</i>	Mancha negra	Desconocido
<i>Neoboxbaumia macrocephala</i>	Anillos concéntricos	Desconocido
<i>Neoboxbaumia mezcalsensis</i>	Anillos concéntricos	Desconocido
<i>Neoboxbaumia tetetzo</i>	Costras grises	Desconocido
<i>Opuntia pilifera</i>	Mal del oro	<i>Alternaria sp</i>
	Mancha gris	<i>Didymosphaeria sp</i>
	Alfombra amarilla	<i>Nigrospora sp</i>
<i>Opuntia depressa</i>	Mal del oro	<i>Alternaria sp</i>
<i>Pachycereus marginatus</i>	Mancha negra	<i>Lepthosphaeria sp</i>
<i>Pachycereus hollianus</i>	Mancha negra	<i>Lepthosphaeria sp</i>
<i>Prosopis laevigata</i>	Muerte descendente	<i>Hypoxydon,</i> <i>Hysterium,</i> <i>Hysterographium</i>
	Pudrición del tronco	<i>Polyporus versicolor</i> <i>Polyporus sp</i>
	Resinosis del tronco	<i>Botrydipodia</i>
<i>Yucca periculosa</i>	Mancha roja	<i>Lepthosphaeria sp</i>
	Mancha negra	<i>Septoria sp</i>

V. 3.2.- Aislamiento, identificación o caracterización de organismos patógenos.

Como ya se mencionó anteriormente, de los daños o síntomas que se observaron en varias especies de plantas silvestres del Valle de Zapotitlán, se aislaron diferentes tipos de organismos, los cuales se sospecha que pudieran ser los agentes causales de estas enfermedades. El aislamiento e identificación de los microorganismos fitopatógenos no representó ningún problema, ya que se utilizaron técnicas microbiológicas de laboratorio e invernadero para su separación y cultivo en medios específicos. Para la identificación de estos organismos se recurrió a claves taxonómicas que describen las estructuras asexuales o sexuales, por ejemplo de hongos, o técnicas bioquímicas para la identificación de bacterias, virus o fitoplasmas.

Para la ubicación taxonómica de los organismos aislados, se recurrió además a reportes bibliográficos de la presencia de estos patógenos en los mismos hospedantes, ya sea en México o en el mundo. Algunos de los patógenos identificados en ciertas plantas ya han sido registradas en México para especies domesticadas y ampliamente cultivadas en las regiones áridas de nuestro país, como ocurre con el hongo *Asterina mexicana* que se ha encontrado afectando a *Agave amaericana* 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, aunque algunas especies se han descrito de hospederos de grupos taxonómicos diferentes, 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 reporte son descritos solo hasta género.

La identificación hasta el nivel de especie de los patógenos encontrados en el Valle de Zapotitlán tendrá que realizarse a corto plazo, aunque es importante destacar que la descripción de nuevas especies requiere la supervisión de especialistas en el área.

Se determinó que la mayoría de los organismos aislados de las lesiones de las plantas afectadas, se consideran como parásitos estrictos, esto es, no pueden propagarse en medios de cultivo artificiales y en consecuencia no pudieron utilizarse para demostrar estrictamente los postulados de Koch.

En los casos en los que se intentó demostrar los postulados de Koch, inoculando con patógenos cultivados en medios artificiales o con tejidos de plantas dañadas pero con signos de los patógenos, los síntomas esperados no se desarrollaron completamente, debido quizás a que las condiciones del invernadero en donde se inocularon las plantas hospederas, no fueron las más adecuadas. Otra explicación es que probablemente la expresión de síntomas se presente en plantas adultas o en etapas fenológicas muy particulares de la de la planta.

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.

V.3.3- Descripción de enfermedades y patógenos.

En esta sección se describen las principales enfermedades encontradas por hospedero y las características morfológicas de los patógenos identificados y asociados con esos daños.

V.3.3.1.- Mancha negra en *Agave karwinskii*

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 más grande en forma de costra, (Figura 1) de esta mancha se encontró asociado al hongo *Asterina spp.* Este hongo pertenece al Phylum Ascomycota, Clase Loculoascomycetes, Orden Asterinales, Familia Asterinaceae. Tiene astroma con estructura radial y superficial; micelio vegetativo superficial, raramente subcuticular o intracelular. El astroma aparece esparcido en el micelio vegetativo grueso. En cada uno, bajo la cubierta radial ostiolada, se encuentra el himenio formado por ascas, arregladas en posición vertical y remanentes del astroma que semejan pseudoparaficis. En su astroma que semejan pseudoparafisios. El astroma en su mayoría es redondo, pero en algunos casos comprimidos lateralmente. Las medidas del cuerpo fructífero son de $123.7 \times 113.6 \mu$, y de las esporas de $8.27 \times 28.92 \mu$. (Figura 2)



Figura 2: Cuerpo fructífero y esporas de *Asterina spp.*

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* (Ces y De Not) que pertenece al Phylum Ascomycota, Clase Loculoascomycetes, Orden Pleosporales, Familia Leptosphaeriaceae. Tiene un ascoma uniloculado, peritecioseudotecio, disperso o agregado inmerso en el tejido del hospedero pero algunas veces expuesto al madurar, ostiolado, café oscuro, lisos. Cuello ostiolar corto o lanceolado con o sin parafisios. Ascoma con varias células gruesas isodiamétricas. Centrum ancho pseudoparafisios septados. Ascas bitunicadas cilíndricas o clavadas, tallo corto, 4 a 6 esporas. Ascosporas phragmosporas (esporas con dos o más septos transversales), fusiformes, cilíndricas o clavadas, frecuentemente constreñidas o medianamente septadas, células supramedianas frecuentemente más anchas, amarillas o café, planas o raramente equinuladas, frecuentemente con apéndices globosos terminales, algunas veces cubierto con una envoltura gelatinosa. Las medidas del cuerpo fructífero son de $400.6 \times 387.1 \mu$, de las ascas de $11.84 \times 134.2 \mu$, y el tamaño de la espora es de $8.73 \times 21.15 \mu$, (Figura 4)



Figura 3: Mancha roja en *Agave karwinskii*

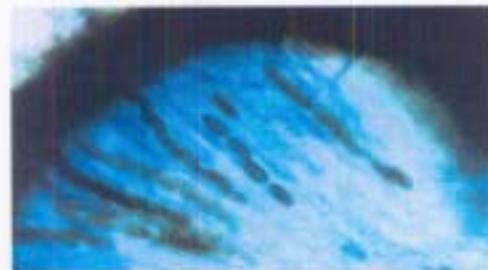


Figura 4: Ascas y ascosporas de *Leptosphaeria spp*

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 marchitez 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 (Fukel.) (Figura 5)

Este hongo pertenece al Phylum Ascomycota, Clase Loculoascomycetes, Orden Pleosporales, Familia Pleosporaceae. Tiene un ascoma uniloculado, peritecio seudotecio separado o agregado en grupos. Inmerso o subepidermal algunas veces con escasos clypeus desarrollado alrededor de un ostiolo, seudotecio café oscuro, subgloboso con papila ostiolar. Ascama compuesto por células angulares pequeñas, que son más oscuras alrededor del ostiolo. Centro con bracteas, filiformes, seudoparaficoides. Ascas bitunicadas cilíndricas o cilíndricas clavadas, subclavadas, el obovoide subclavado o ancho, tallo corto y subsésil 1 a 8 esporas, ascosporas con dos células medianas septadas, ascas oblicuas, lisas o medianamente verrucosas, café oliváceas o café oscuras. (Figura 6)

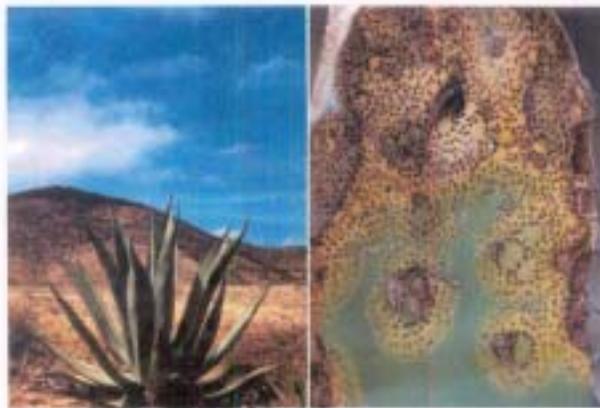


Figura 5: Mancha estrella en *Agave marmorata*.

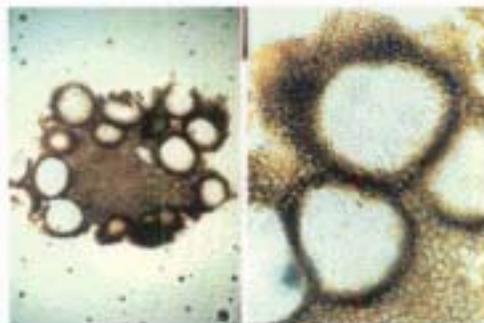


Figura 6: Cuerpo fructífero de *Didymosphaeria* spp

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 spp* (Fückel.) y *Leptosphaeria spp* (Ces y De Not.) (Figura 7)

El primero pertenece al Phylum Ascomycota, Clase Loculoascomycetes, Orden Pleosporales, Familia Pleosporaceae. Tiene un ascoma uniloculado, peritecio seudotecio separado o agregado en grupos. Inmerso o subepidermal algunas veces con escasos clypeus desarrollado alrededor de un ostiolo, seudotecio café oscuro, subgloboso con papila ostiolar. Ascoma compuesto por celulas angulares pequeñas, que son más oscuras alrededor del ostiolo. Centro con bracteas, filimorfes, seudoparafisios. Ascas bitunicadas cilíndricas o cilíndricas clavadas, subclavadas, el obovoide subclavado o ancho, tallo corto y subsésil 1 a 8 esporas, ascosporas con dos células medianas septadas, ascas oblicuas, lisas o medianamente verruculosas, café olivacias o café oscuras.

Leptosphaeria sp (Ces y De Not.) que pertenece al Phylum Ascomycota, Clase Loculoascomycetes, Orden Pleosporales, Familia Leptosphaeriaceae. Tiene un ascoma uniloculado, peritecio seudotecio, disperso o agregado inmerso en el tejido del hospedero pero algunas veces expuesto al madurar, ostiolado, café oscuro, lisos. Cuello ostiolar corto o lanceolado con o sin parafisios. Ascoma con varias células gruesas isodiametricas. Centrum ancho seudoparafisios septados. Ascas bitunicadas cilíndricas o clavadas, tallo corto, 4 a 6 esporas. Ascosporas phragmosporas (esporas con dos o más septos transversales), fusiformes, cilíndricas o clavadas, frecuentemente constreñidas o medianamente septadas, células supramedianas frecuentemente más anchas, amarillas o cafés, planas o raramente equinuladas, frecuentemente con apéndices globosos terminales, algunas veces cubierto con una envoltura gelatinosa. (Figura 8)



Figura 7: Mancha roja en *Agave macroacantha*



Figura 8: Esporas de *Leptosphaeria spp*

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 28) El hongo asociado a este síntoma es *Septoria sp* que pertenece a la clase Deuteromicete, orden Sphaerosidales, familia Sphaerosidaceae; tiene picnidio oscuro, separado, globoso, ostiolado, produce manchas, eruptentes codinioforos cortos; conidia hialina, estrechamente elongados o filiformes, varias células; parásito, causa típicamente manchas en las hojas. (figura 30)



Figura 30: Cuerpo fructífero con esporas de *Septoria spp* en la mancha gris de *Yucca periculosa*.

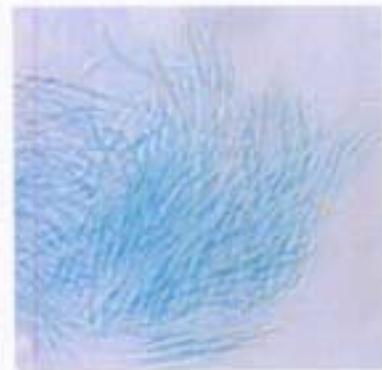


Figura 31: esporas de *Septoria spp*

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 28). De este síntoma se determinó al hongo *Leptosphaeria spp.* (Ces y De Not) que pertenece al Phylum Ascomycota, Clase Loculoascomycetes, Orden Pleosporales, Familia Leptosphaeriaceae. Tiene un ascoma uniloculado, peritecio pseudotecio, disperso o agregado inmerso en el tejido del hospedero pero algunas veces expuesto al madurar, ostiulado, café oscuro, lisos. Cuello ostiolar corto o lanceolado con o sin parafisios. Ascoma con varias células gruesas isodiamétricas. Centrum ancho pseudoparafisios septados. Ascas bitunicadas cilíndricas o clavadas, tallo corto, 4 a 6 esporas. Ascosporas phragmosporas (esporas con dos o más septos transversales), fusiformes, cilíndricas o clavadas, frecuentemente constreñidas o medianamente septadas, células supramedianas frecuentemente más anchas, amarillas o cafés, planas o raramente equinuladas, frecuentemente con apéndices globosos terminales, algunas veces cubierto con una envoltura gelatinosa. (Figura 29)



Figura 28: Mancha roja y Mancha gris en *Yucca periculosa*



Figura 29: Cuerpo fructífero con ascas y ascosporas de *Leptosphaeria spp*

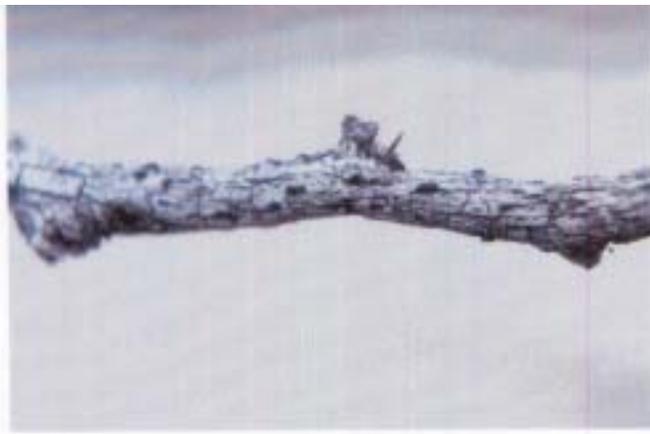


Figura 24: Pudrición seca de las ramas en *Prosopis laevigata*



Figura 25: Cuerpo fructífero de *Hysterium spp.*



Figura 26: Ascas y ascosporas de *Hysterium spp.*

V.3.3- Descripción de enfermedades y patógenos.

En esta sección se describen las principales enfermedades encontradas por hospedero y las características morfológicas de los patógenos identificados y asociados con esos daños.

V.3.3.1.- Mancha negra en *Agave karwinsky*.

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 una protuberancia de 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 más 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 Asterinales, Familia Asterinaceae. Tiene estroma con estructura radial y superficial; micelio vegetativo superficial, raramente subcuticular o intracelular. El estroma aparece esparcido en el micelio vegetativo grueso. En cada uno, bajo la cubierta radial ostiolada, se encuentra el himenio formado por ascas, arregladas en posición vertical y remanentes del estroma que semejan pseudoparafisios. En su estroma que semejan pseudoparafisios. El estroma en su mayoría es redondo, pero en algunos casos comprimidos lateralmente (Figura 2).

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 *Hypoxylon spp* (Bull). Este hongo pertenece al Phylum Ascomycota, Familia Pyrenomicetes, Orden: Xylariales, Familia: Xylariaceae. Tiene un ascoma con peritecio ostiolar inmerso en un estroma compuesto totalmente por tejido del hongo, estroma convexo, aplanado o subgloboso en la superficie del substrato, carnoso, duro leñoso y carbonoso. Interior oscuro, no zonado, superficie café oscura, café rojiza a gris. Peritecio formado por una sola capa en la periferia del estroma, obiliforme con base subglobosa a angular, ascoma compuesto por una pared oscura con células de paredes gruesas, células parenquimatosas achatadas, células interiores hialinas y con paredes delgadas, centrum con parafisios filamentosos, ascas unitunicadas cilíndricas, 8 esporas- ascosporas con una célula, claras o café oscuras, subglobosas o elipsoides, lisas. El tamaño del cuerpo fructífero es de $283.8 \times 337.34 \mu$, el tamaño de las ascas es de $11.51 \times 80.15 \mu$, y 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: Cuerpos fructíferos de *Hypoxylon spp*



Figura 23: Ascosporas de *Hypoxylon spp*

Mancha negra en *Pachocereus 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 *Leptospaeria spp* (Ces y De Not) que pertenece al Phylum Ascomycota, Clase Loculoascomycetes, Orden Pleosporales, Familia Leptospaeriaceae.. Tiene ascoma uniloculado, peritecioseudotecio disperso o agregado inmerso en el tejido pero algunas veces expuesto en la madurez, ostiolo café oscuro, clavado, cuello ostiolar corto o puede no estar presente con o sin parafisios en la pared del ascoma. El tamaño del cuerpo fructífero es de $110.09 \times 112.11 \mu$, y el tamaño de las ascas es de $18.7 \times 80.35 \mu$. (Figura 20)

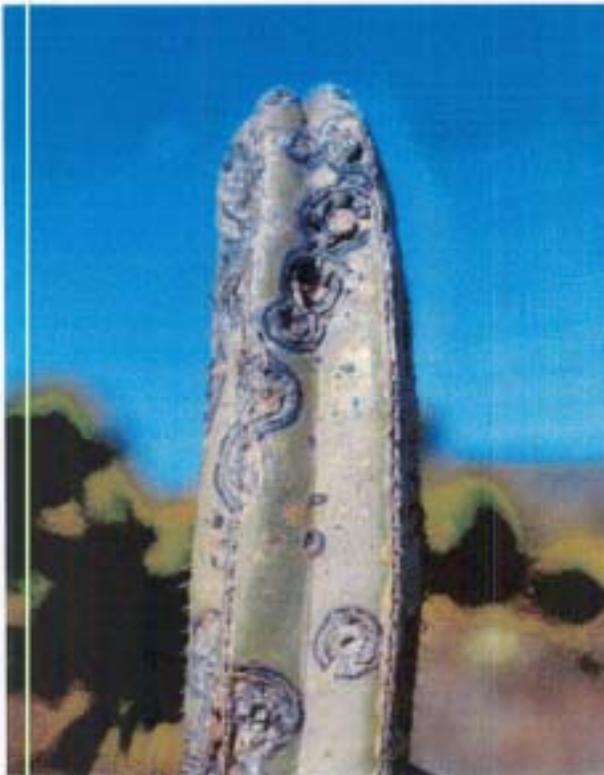


Figura 19: Mancha negra en *Pachocereus marginatus*

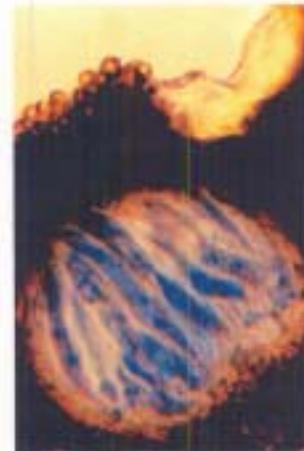


Figura 20: Ascas y ascosporas de *Leptospaeria spp*

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 spp* (Zimm) que pertenece a la Clase Deuteromycetes, Orden Monial, Familia Moniliaceae. 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*

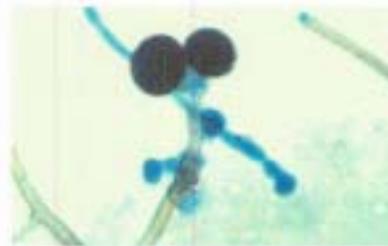
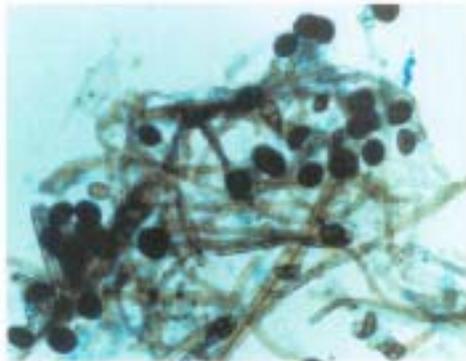


Figura 18: Conidióforos de *Nigrospora spp*

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 *Didymosphaeria spp* (Fuckel) que pertenece al Phylum Ascomycota, Clase Loculoascomycetes, Orden Pleosporales, Familia Pleosporaceae. Tiene un ascoma uniloculado, peritecioseudotecio separado o agregado en grupos. Inmerso y subepidermal algunas veces con escasos clypeus desarrollado alrededor de un ostiolo, pseudotecio café oscuro, subgloboso con papila ostiolar. Ascoma compuesto por células angulares pequeñas, que son más oscuras alrededor del ostiolo. Centro con bracteas, filimorfes, pseudoparaficis. Ascas bitunicadas cilíndricas o cilíndricas clavadas, subclavadas, el obovoide subclavado o ancho, tallo corto y subsésil 1 a 8 esporas, ascosporas con dos células medianas septadas, ascas oblicuas, lisas o medianamente verruculosas, café olivacias o café oscuras. El tamaño del cuerpo fructífero es de 216.14μ , el tamaño de las ascas es de $15.77 \times 92.09 \mu$, y el tamaño de las esporas es de $8.3 \times 22.48\mu$, (Figura 15y 16)



Figura 14: Puntos negros en *Opuntia pilifera*



Figura 15: Cuerpo fructífero de *Didymosphaeria spp*



Figura 16: Ascas y ascosporas de *Didymosphaeria spp*

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 spp* (Ness). Este hongo pertenece a Clase Deuteromicete, Orden Monial, Familia Moniliaceae. Tiene conidioforos oscuros, micelio simple, definitivo o simpodial bastante corto o enlongado, 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*

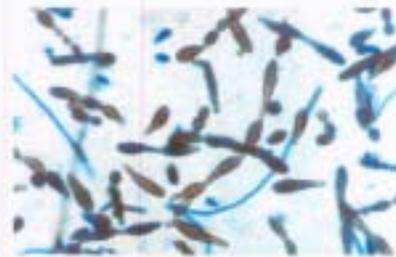


Figura 13: Conidias de *Alternaria sp*

Anillos concéntricos en *Dasylirium 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* spp. (Fukel.) que pertenece al Phylum Ascomycota, Clase Loculoascomycetes, Orden Pleosporales, Familia Pleosporaceae. Tiene un ascoma uniloculado, peritecio seudotecio separado o agregado en grupos. Inmerso y subepidermal algunas veces con escasos clypeus desarrollado alrededor de un ostiolo, seudotecio café oscuro, subgloboso con papila ostiolar. Ascoma compuesto por células angulares pequeñas, que son más oscuras alrededor del ostiolo. Centro con bracteas, filimorfes, pseudoparaficoides. Ascas bitunicadas cilíndricas o cilíndricas clavadas, subclavadas, el obovoide subclavado o ancho, tallo corto y subsésil 1 a 8 esporas, ascosporas con dos células medianas septadas, ascas oblicuas, lisas o medianamente verruculosas, café olivacias o café oscuras. El tamaño del cuerpo fructífero es de $234.32 \times 212.1 \mu$, 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 *Dasylirium lucidum*



Figura 10: Cuerpo fructífero y ascosporas de *Didymosphaeria* spp

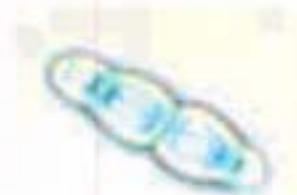


Figura 11: Espora de *Didymosphaeria* spp.

V. 3.4.- Designación de patógenos.

Partes vegetativas de las plantas colectadas en campo y con daños en donde se logró aislar algún organismo fueron herborizados, etiquetados y almacenados en el Laboratorio de Microbiología de la UBIPRO ENEP Iztacala.

De cada organismo aislado se realizaron preparaciones semipermanentes en portas y cubreobjetos, teñidas con azul de bromofenol y señadas con barniz de uñas transparente. Todas las preparaciones se etiquetaron y almacenaron en cajas especiales. De este material se continuaran realizando preparaciones y observaciones para la identificación hasta especies de la mayoría de los organismos patógenos colectados y aislados de las plantas silvestres del Valle de Zapotitlán. Las preparaciones se encuentran clasificadas y almacenadas en el laboratorio de Microbiología de la UBIPRO. Parte de este material se depositará en Herbarios Criptogámicos aún por designar.

Todo el material vegetativo enfermo y preparaciones se encuentra disponible para su consulta.

V.4.0- Distribución, incidencia y severidad de enfermedades

Se determinó la distribución de las enfermedades y sus patógenos por hospedante y por cada sitio de muestreo, encontrándose que la enfermedad con la mayor distribución fue el "mal del oro" en *O. pilifera*, enfermedad que se encontró en el 67.74% de los sitios muestreados, seguida de las enfermedades "mancha negra" en *H. podanta* (51.61%), "mancha roja" en *A. macroacantha* (38.70%), "mancha negra" en *A. marmorata* (35.48%). Otras enfermedades con menor distribución, pero también importantes por los daños observados, fueron: "mancha gris" (29.03%) en *O. pilifera*,

"mancha negra" en *P. hollianus* (22.58%), muerte descendente en *C. praecox* (22.58%), *N. tetetzo* (22.58%) y mal del oro en *O. pilifera* (19.35%) (Cuadro No 5).

Cuadro No 5. Distribución de enfermedades y patógenos por sitio y hospedante en Zapotitlán de las Salinas, Puebla.

Hospedante	Enfermedad	Sitios donde se encuentra	% de distribución en la región
<i>Agave karwinscky</i>	Mancha negra	12	3.2
	Mancha roja	27,28,31	9.67
<i>Agave macroacantha</i>	Mancha roja	4,6,8,9,10,11,16,18,19,20,23	38.70
<i>Agave marmoratha</i>	Mancha negra	1,3,13,14,15,16,19,20,25,29,30	35.48
<i>Cercidium praecox</i>	Costra negra	3,10	6.45
	Muerte descendente	2,3,10,11,12,13,30.	22.58
<i>Dasylirium lucidum</i>	Anillos concéntricos	5,7,8.	9.67
<i>Hecktia podanta</i>	Mancha negra	1,2,3,4,8,10,11,14,15,16,17,18,19,20,21,24.	51.61
<i>Neoboxbaumia macrocephala</i>	Anillos cloróticos	1, 27	6.45
<i>Neoboxbaumia mezcalensis</i>	Anillos cloróticos	26,29,30.	9.67
<i>Neoboxbaumia tetetzo</i>	Costras grises	3,4,5,18,23,24,25	22.58
<i>Opuntia pilifera</i>	Mal del oro	2,3,4,56,9,10,11,12,13,15,17,19,20,21,24,26,27,28,29,30,31.	67.74
	Mancha gris	3,6,9,12,13,24,29,30,31	29.03
	Alfombra amarilla	9,12.	6.45
<i>Opuntia depressa</i>	Mal del oro	1,18,19,20,21,22	19.35
<i>Pachycereus marginatus</i>	Mancha negra	7,22,28,31	12.90
<i>Pachycereus hollianus</i>	Mancha negra	12,13,23,24,28,30,31	22.58
<i>Prosopis laevigata</i>	Muerte descendente	11,12,13	9.67
	Pudrición del tronco	11,12,13.	9.67
	Resinosis del tronco	11,12,30.	9.67
<i>Yucca periculosa</i>	Mancha roja	17,23,24.	9.67
	Mancha negra	15,23	6.45

Se observó que la distribución de estas enfermedades está condicionada evidentemente por la disposición natural de sus hospedantes dentro del Valle de Zapotitlán, esto es, algunas especies de hospedantes están más distribuidas que otras y en consecuencia ocurre lo mismo con sus enfermedades. Por el contrario, algunas enfermedades solo se presentan en pocos sitios, que corresponde también con la distribución limitada de sus hospedantes.

Sin embargo, los datos de severidad de las enfermedades y patógenos identificados permitieron establecer con mayor precisión la importancia relativa que cada enfermedad tiene por sitio de muestreo y finalmente la que tiene en todo el Valle de Zapotitlán. Por el contrario, la información obtenida para incidencia, no permitió establecer diferencias entre sitios, ya que para todas las enfermedades se determinó incidencias de casi el 100 %, esto es, en casi todas las plantas revisadas en los cuadrantes seleccionados por sitio, se encontraron afectadas por alguna clase de enfermedad (Cuadro No 6).

La severidad, el porcentaje de tejido afectado de la planta, permitió establecer con mayor certeza las enfermedades que causan el mayor daño en los hospedantes evaluados, así como los sitios en los que aquellos fueron más severos en el momento del muestreo.

En el cuadro No 6 se incluye el porcentaje de severidad por hospedante evaluado y el intervalo del grado de daño en donde se ubica ese promedio. Como se puede observar, los daños más severos, considerando daños mayores al 50.0% o grado de daño 3 o superior, se registraron en los sitios 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 19, 20, 22, 24, 28, 30 y 31.

Tomando el mayor grado de daño y el número de especies afectadas, los que destacan por mayor severidad fueron los sitios 11, 13, 14, 19, 24, 28 y 30.

Cuadro No 6. Incidencia y severidad de enfermedades por sitio y hospedantes en Zapotitlán de las Salinas, Puebla.

Sitio	Hospedante	Síntomas	% de incidencia	% de severidad (grado de daño)
1	<i>N. macrocephala</i> .	anillos cloróticos	99.98	18.055 = 1
	<i>Agave marmorata</i>	mancha negra	99.98	35.06 = 2
	<i>Agave xilocantha</i>	Moteado clorótico	99.99	28.28 = 2
	<i>Opuntia depressa</i>	mal del oro	100	55 = 3
	<i>H.podanta</i>	mancha negra	99.98	45.97 = 2
2	<i>Agave xilocantha</i>	Moteado clorótico	99.9	43.05 = 2
	<i>Opuntia pilifera</i>	mal del oro	100	47.5 = 2
	<i>Hectia podanta</i>	mancha negra	100	75 = 3
	<i>Cercidium praecox</i>	muerte descendente	100	57.5 = 3
3	<i>Agave marmorata</i>	mancha negra	99.98	51.47 = 3
	<i>Opuntia pilifera</i>	mal del oro	99.99	71.71 = 4
		mancha gris		71.71 = 4
	<i>Cercidium praecox</i>	costra negra	99.98	30.35 = 2
	<i>N.tetetzo</i>	costras grises	99.97	41.28 = 2
	<i>Hectia podanta</i>	mancha negra	99.99	14.35 = 1
4	<i>Agave xilocantha</i>	Moteado clorótico	100	43.75 = 2
	<i>N.tetetzo</i>	costras grises	99.98	25.39 = 2
	<i>Agave marmorata</i>	mancha estrella	99.98	51.38 = 3
	<i>Opuntia pilifera</i>	mal del oro	100	87.5 = 4
	<i>H.podanta</i>	Mancha negra	99.98	26.78 = 2
5	<i>N.tetetzo</i>	costras grises	100	12.5 = 1
	<i>Echinocactus</i>	anillos concentricos	100	12.5 = 1
	<i>platiacantus</i>	costra café		12.5 = 1
	<i>Agave xilocantha</i>	Pudrición	100	27.5 = 2
		Moteado clorótico		27.5 = 2
	<i>Dasylirium lucidum</i>	anillos concentricos	100	43.75 = 2
6	<i>Opuntia pilifera</i>	mal del oro,mancha gris	99.99	56.9 = 3
	<i>Agave macroacantha</i>	mancha roja	99.99	55.5 = 3
7	<i>Dasylirium lucidum</i>	anillos concentricos	99.99	34.2 = 2
	<i>Agave macroacantha</i>	mancha roja	99.98	57.75 = 3
	<i>Agave marmorata</i>	mancha estrella	100	87.5 = 4
	<i>Pachicererus marginatus</i>	mancha negra	99.99	23.61 = 1
8	<i>Agave</i>	mancha roja	100	94.9 = 4

	<i>macroacantha</i>			
	<i>Agave xilocantha</i>	Pudrición	99.98	33.3 = 2
	<i>Dasylirium lucidum</i>	anillos concentricos	99.99	54.16 = 3
	<i>Hecktia podanta</i>	mancha negra	99.97	60.28 = 3
	<i>Echinocactus</i>	costra café	99.99	
	<i>platiacantus</i>			51.38 = 3
9	<i>Opuntia pilifera</i>	Alfombra amarilla	99.99	70.58 = 3
	<i>Opuntia pilifera</i>	mancha gris	99.99	70.31 = 3
	<i>Agave macroacantha</i>	mancha roja	99.98	71.71 = 3
	<i>Stenocereus</i>	Moteado clorotico		
	<i>senilis</i>		99.98	54.5 = 3
10	<i>Opuntia pilifera</i>	mal del oro	99.99	63.46 = 3
	<i>O.pilifera</i>	Mancha gris	99.99	63.54 = 3
	<i>Agave macroacantha</i>	mancha roja	99.99	53.08 = 3
	<i>Cercidium praecox</i>	costra negra	100	37.5 = 2
	<i>Hectia podanta</i>	mancha roja	99.98	37.5 = 2
11	<i>Opuntia pilifera</i>	mal del oro	100	75 = 3
	<i>Agave macroacantha</i>	mancha roja	99.99	59.8 = 3
	<i>Hectia podanta</i>	mancha negra	99.98	50 = 2
	<i>Prosopis laevigata</i>	muerte descendente	100	87.5 = 4
		Pudrición seca de las ramas	100	87.5 = 4
		Pudricion seca del tronco	100	87.5 = 4
	<i>Cercidium praecox</i>	muerte descendente	99.99	45.83 = 2
	<i>Myrtillocactus</i>	costras negras		
	<i>geometrizzans</i>		100	50 = 2
12	<i>Prosopis laevigata</i>	muerte descendente	100	47.5 = 2
		Pudrición seca de las ramas	1000	47.5 = 2
		Pudrición seca del tronco	100	47.5 = 2
	<i>Pachicereus</i>	mancha negra	99.98	56.25 = 3
	<i>hollianus</i>			
	<i>Opuntia pilifera</i>	Mal del oro	100	68.75 = 3
	<i>Opuntia pilifera</i>	mancha gris	99.99	69.35 = 3
	<i>Cercidium praecox</i>	muerte descendente	99.99	33.33 = 2
	<i>Agave karwinsky</i>	mancha negra	99.99	40.17 = 2
13	<i>Opuntia pilifera</i>	mancha gris	100	72.5 = 3
	<i>O.pilifera</i>	Mal del oro	99.97	67.98 = 3
	<i>Pachicereus</i>	mancha negra	99.98	65.81 = 3
	<i>hollianus</i>			
	<i>Cercidium praecox</i>	muerte descendente	100	55 = 3
	<i>Prosopis laevigata</i>	muerte descendente	99.68	54.74 = 3
		Pudrición seca de las	99.68	54.74 = 3

		ramas		
		Pudrición seca del tronco	99.68	57.74 = 3
	<i>Agave marmorata</i>	mancha negra	100	63.30 = 3
14	<i>Agave marmorata</i>	mancha negra	100	60.5 = 3
	<i>Echinocactus platiacanthus</i>	anillos concentricos	99.99	61.30 = 3
	<i>Hecktia podanta</i>	mancha negra	99.98	55.72 = 3
	<i>Yucca periculosa</i>	mancha gris	100	51.56 = 3
15	<i>Agave marmorata</i>	mancha negra	100	27.5 = 2
	<i>Agave macroacantha</i>	mancha roja	99.9	64.42 = 3
	<i>H.podanta</i>	Mancha negra	99.98	33.26 = 2
	<i>Yucca periculosa</i>	mancha gris	99.99	63.85 = 3
	<i>Opuntia pilifera</i>	mal del oro	100	50 = 2
16	<i>Hecktia podanta</i>	mancha negra	99.98	48.48 = 2
	<i>Agave marmorata</i>	mancha negra	100	58.75 = 3
	<i>Agave macroacantha</i>	mancha roja	100	12.5 = 1
17	<i>Hecktia podanta</i>	mancha negra	99	43.75 = 2
	<i>Echinocactus platiacanthus</i>	anillos concentricos	100	50 = 2
	<i>Opuntia pilifera</i>	mal del oro	99.98	59.82 = 3
	<i>Yucca periculosa</i>	mancha roja	100	37.5 = 2
18	<i>Hecktia podanta</i>	mancha negra	99.98	51.66 = 3
	<i>Agave macroacantha</i>	mancha roja	100	48.43 = 2
	<i>Opuntia depressa</i>	mal del oro	100	84.5 = 4
	<i>Neuboxbaumia tetetzo</i>	costras grises	99.99	36.18 = 2
19	<i>Opuntia pilifera</i>	mancha gris	99.98	69.93 = 3
	<i>Agave marmorata</i>	mancha negra	99.99	54.16 = 3
	<i>Hecktia podanta</i>	mancha negra	100	62.5 = 3
	<i>Opuntia depressa</i>	mal del oro	100	62.5 = 3
	<i>Agave macroacantha</i>	mancha negra	99.99	55.35 = 3
20	<i>Opuntia depressa</i>	mal del oro	100	62.5 = 3
	<i>Opuntia pilifera</i>	mal del oro	100	85 = 4
	<i>Agave marmorata</i>	mancha negra	99.98	59.64 = 3
	<i>Hecktia podanta</i>	mancha negra	99.99	11.94 = 1
	<i>Agave macroacantha</i>	mancha roja	100	62.5 = 3
	<i>Myrtillocactus Geometrizzans</i>	costra negra	100	87.5 = 4
21	<i>O.pilifera</i>	Mal del oro	.99.98	37.5 = 2
	<i>H.podanta</i>	Mancha negra	99.99	58.92 = 3
	<i>A.macroacantha</i>	Mancha roja	100	37.5 = 2
	<i>C.praecox</i>	Muerte descendente	100	37.5 = 2

	<i>Pachicereus</i>	puntos negros	100	87.5 = 4
	<i>Hollianus</i>			
	<i>Opuntia depressa</i>	mal del oro	100	37.5 = 2
22	<i>M.geometrizarans</i>	Costra negra	100	37.5 = 2
	<i>P.marginatus</i>	Mancha negra	100	37.5 = 2
	<i>P.hollianus</i>	Puntos negros	100	75 = 3
	<i>O.depressa</i>	Mal del oro	100	87.5 = 4
23	<i>Pachicereus</i>	mancha negra	100	62.5 = 3
	<i>Hollianus</i>			
	<i>Yucca periculosa</i>	mancha gris-mancha roja	100	62.5 = 3
	<i>Neuboxbaumia</i>	costras grises	100	43.75 = 2
	<i>Tetetzo</i>	anillos clorotico	100	43.75 = 2
	<i>Agave macroacantha</i>	mancha roja	100	37.5 = 2
	<i>Myrtillocactus</i>	costra negra		
	<i>Geometrizarans</i>	Cenicilla	99.99	45.83 = 2
24	<i>Opuntia pilifera</i>	mal del oro	100	75 = 3
	<i>Yucca periculosa</i>	mancha roja	99.99	51.6 = 3
	<i>Hectia podanta</i>	mancha negra	99.98	55.3 = 3
	<i>A.xilocantha</i>	Puntos rojos	100	37.51 = 2
	<i>P.hollianus</i>	Mancha negra	99.99	83.24 = 4
	<i>Myrtillocactus</i>	Cenicilla	99.99	33.33 = 2
	<i>Neuboxbaumia</i>	costras grises	100	37.5 = 2
	<i>tetetzo</i>			
25	<i>Opuntia pilifera</i>	mal del oro	100	50 = 2
	<i>Agave xilocantha</i>	Pudricion	100	37.5 = 2
	<i>Agave marmoratha</i>	mancha negra	99.98	15.9 = 1
	<i>N.tetetzo</i>	costras grises	99.97	34.84 = 2
26	<i>Ferocactus</i>	Moteado clorotico	100	12.5 = 1
	<i>latispinus</i>			
	<i>Opuntia pilifera</i>	mal del oro	100	82.5 = 4
	<i>Neuboxbaumia</i>	Anilloscloroticos	99.98	62.5 = 3
	<i>mezcalaensis</i>			
	<i>M.geometrizarans</i>	Costra negra	100	72.5 = 4
27	<i>Echinocactus</i>	anillos concentricos		
	<i>platiacantus</i>		99.98	36 = 2
	<i>Neuboxbaumia</i>	anillos concentricos	99.99	19.44 = 1
	<i>macrocephala</i>			
	<i>Hectia podanta</i>	mancha negra	99.99	31.85 = 2
	<i>Opuntia pilifera</i>	mal del oro	100	50 = 2
	<i>Agave xilocantha</i>	Pudrición	100	33.5 = 2
	<i>Myrtillocactus</i>	Pudrición	100	75 = 3
	<i>geometrizarans</i>			
	<i>A.karwinskii</i>	Mancha roja	99.98	36.02 = 2
28	<i>Agave karwinsky</i>	mancha roja	100	50 = 2
	<i>Pachicereus hollianus</i>	mancha negra	99.98	57 = 3

	<i>Opuntia pilifera</i>	mal del oro	99.99	51.56 = 3
	<i>O.pilifera</i>	Mancha gris	99.99	54.16 = 3
	<i>Pachocereus</i>	mancha negra	99.99	81.8 = 4
	<i>marginatus</i>			
	<i>Myrtillocactus</i>	costra negra	99.99	62.5 = 3
	<i>geometrizzans</i>			
29	<i>Echinocactus</i>	costras negras		
	<i>platiacantus</i>		100	50 = 2
	<i>Neuboxbaumia</i>	anillos cloroticos	99.98	39.01 = 2
	<i>mezcalaensis</i>			
	<i>Agave marmoratha</i>	mancha negra	100	62.5 = 3
	<i>Opuntia pilifera</i>	mal del oro	100	50 = 2
		mancha gris		50 = 2
30	<i>Neuboxbaumia</i>	anillos cloroticos	100	62.5 = 3
	<i>mezcalaensis</i>			
	<i>Agave marmoratha</i>	mancha negra	99.98	62.5 = 3
	<i>Prosopis laevigata</i>	muerte descendente	100	12.5 = 1
		Pudrición seca de las ramas	100	12.5 = 1
		Pudricion seca del tronco	100	12.5 = 1
	<i>Cercidium praecox</i>	muerte descendente	100	62.5 = 3
	<i>Pachocereus</i>	mancha negra		
	<i>hollianus</i>		100	87.5 = 4
	<i>Opuntia pilifera</i>	mal del oro	99.99	55.68 = 3
		mancha gris	99.99	55.68 = 3
31	<i>Opuntia pilifera</i>	mal del oro	100	50 = 2
		mancha gris	99.99	50 = 2
	<i>Pachocereus</i>	mancha negra		
	<i>hollianus</i>		100	62.5 = 3
	<i>Agave karwinsky</i>	mancha roja	99.99	48.21 = 3
	<i>Pachocereus</i>	mancha negra		
	<i>marginatus</i>	puntos negros	100	87.5 = 3

No se observó una relación entre el grado de deterioro ambiental y el uso de suelo de los diferentes sitios muestreado, con el grado de severidad evaluados, ya que los sitios con el grado de severidad igual o superior a 3 (> 50% de tejido afectado), incluyeron sitios con la clasificación desde muy perturbados a conservados (Cuadro No 7).

Cuadro No 7. Sitios con el mayor grado de severidad de enfermedades, igual o superior a 3 (> 50% de tejido afectado), su estado de conservación y uso de suelo.

SITIO	ESTADO DE CONSERVACIÓN	USO DE SUELO
S11	PERTURBADO	PEC.Agri.temp.
S13	MEDIANAMENTE CONSERVADO	Pecuario
S14	CONSERVADO	Vida silvestre
S19	MEDIANAMENTE CONSERVADO	Pecuario
S24	PERTURBADO	Pec. Agri.temp.
S28	CONSERVADO	Vida silvestre
S30	MUY PERTURBADO	Vida silvestre

Sin embargo, la observación "in situ" de la severidad de enfermedades en algunos sitios, indicó que es probable una relación positiva o negativa, del grado de deterioro ambiental y las enfermedades, pero que no pudo ser evaluado con la metodología utilizada en el presente proyecto, 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 el presente proyecto.

V. 5.0.- Registro y almacenamiento de información

V.5.1.- Información computarizada

La información recopilada se incorporó en el programa BIOTICA (versión 3.1 de la CONABIO) y en archivos de los programas Word 2000, Power Point, Excell almacenado en discos compactos (CD's, Zip's) del Laboratorio de Microbiología de la UBIPRO de la ENEP-IZTACALA.

V.5.2.- Registros fotográficos

Se obtuvieron registros fotográficos en papel de color (Asa 100x, 200x y 400x Marca Fuji, utilizando una cámara 50 mm Marca PractiKa) de: 1.- Sitios de muestreo; 2.- síntomas de enfermedades en plantas en campo; 3.- signos de patógenos en campo; 4.- microfotografías de estructuras somáticas y sexuales de patógenos obtenidas con una cámara Nikon, adaptada a un microscopio Karl Zeiss de contraste de fases (a aumentos de 10x y 40x); en el caso de algunos virus, se obtuvieron fotografías con microscopio electrónico (Jeol 100x). Todas las fotografías están clasificadas y almacenadas en folios y en archivos computarizados, utilizando un Scanjet 6200C, para la captura de la fotografía respectiva.

VII.- Conclusiones

En recorridos de campo realizados por la región de la reserva ecológica de Tehuacán-Zapotitlán de las Salinas, en el estado de Puebla, se detectaron diversas clases de daños en múltiples especies de la flora silvestres de esta región. Los síntomas más comunes que se lograron observar fueron: pudriciones blandas, manchas, canchales, engrosamiento de corteza y clorosis. Estas enfermedades que de donde se logró aislar diversos tipos de microorganismos, y que se consideró que eran los probables agentes causales.

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

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 ha encontrado 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 reporte son descritos solo hasta género, como ocurrió con el caso de los hongos *Hysterium spp.*, *Hysterographium spp.*, *Hypoxylon spp.*, *Dydimosphaeria spp.*, y *Leptosphaeria* 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 estrictamente los postulados de Koch. En los casos en los que se intentó demostrar los postulados de Koch, 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 o establecer modelos alternativos de parásito-hospedante que permitan una evaluación de los postulados de Koch o bien de las diferentes propiedades de los patógenos identificados.

Los mejores modelos de estudio de la incidencia y severidad de enfermedades, así como de los que permiten observar su variación espacio-temporal han sido derivados de los patosistemas agrícolas, sin embargo los patosistemas silvestres han tenido un escaso desarrollo, que incluyen el estudio de un solo patosistema, esto es una sola enfermedad y su hospedante.

El estudio de los patosistemas silvestres como el de Zapotitlán implican precisamente una disección y caracterización particular de cada patosistema agrícola y después una integración de todos los patosistemas identificados, para evaluar su papel en el ecosistema, principalmente en determinar su efecto sobre el deterioro ambiental observado en la región.

Las alternativas de estudio de los patosistemas silvestres de Zapotitlán de las Salinas son muy amplias y sumamente interesantes, desde el punto de vista ecológico, genético y evolutivo, que puede incluir una orientación incluso de aplicación en las comunidades humanas que habitan en el Valle.

Sin embargo, en principio se consideró necesario reconocer e identificar a los patosistemas en la región, considerando la nula información en este aspecto para el sitio, por lo que el presente proyecto tuvo como objetivo principal el realizar un inventario de las enfermedades y sus patógenos en las plantas que dominan el escenario en el valle, inventario que inevitablemente condujo al establecimiento de los diferentes patosistemas silvestres; un segundo objetivo fue el determinar la distribución e incidencia de las enfermedades en los diferentes microambientes que se lograron caracterizar, en colaboración con los Laboratorio de Edafología y Recursos Naturales de la UBIPRO, por sus propiedades geomorfológicas, tipo de sustrato, tipo de vegetación y uso de suelo por las comunidades humanas de la región.

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 del Valle de Zapotitlán. La mayoría de los patógenos fueron identificados a nivel de género y otras están en proceso de identificarlas hasta especie.

El inventario fitopatológico se continuará considerando que se han observado algunas enfermedades, en plantas no tan conspicuas como las incluidas en el presente reporte, en las que no se pudo determinar su etiología ni su incidencia. La caracterización de las especies de los patógenos también se continuará ya que algunas evidencias preliminares indican la posible presencia de nuevas especies o subespecies, utilizando incluso tecnología de DNA recombinante.

La experiencia en la recopilación de la información sobre incidencia y severidad, se utilizará para diseñar métodos de evaluación de estos parámetros y aplicarlos en la determinación del papel ecológico de los patosistemas silvestres en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Pue.

VIII.- Literatura citada

- 1.- Agrios, N.G. Plant Pathology. 1978. Plant Pathology. Edit: Academic Press, New York.
- 2.- Ainsworth, G.C., and Sussman, S.A. 1961. The Fungi. An Advanced treatise. Vol.I. The fungal cell. Edit: Academic Press, New York.
- 3.-Ainsworth, G.C., and Sussman, S.A. 1966. The Fungi. An Advanced treatise. Vol.I.I The fungal organism Edit: Academic Press, New York.
- 4.- Ainsworth, G.C., and Sussman, S.A. 1968. The Fungi. An advanced treatise. Vol. III. The Fungal Population. Edit: Academic Press, New York.
- 5.- Ainsworth, G.C., and Sussman, S.A. 1973. The Fungi. A Taxonomic review with keys: Ascomycetes and Fungi Imperfecti.
- 6.- Ainsworth, G.C., Sparrow, K.F., and Sussman, S.A. 1973. The Fungi. An advanced treatise. Vol. IV B. A taxonomic review with keys: Basidiomycetes and lower fungi.
- 7.- Alexopoulos, C.J. 1962. Introductory mycology. Edit: John Wiley & Sons.
- 8.- Alvarez, M.G. 1976. Fitofilo.Secretaria de Agricultura y ganadería.169pp
- 9.- Allyn, A.C. 1975. Disease of tropical and subtropical fruits and nuts. Edit: Hafner Press, New York.
- 10.- Arias, M.S., Gama, L.S., Guzmán, C.L.U. 1997. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Fascículo 14. Cactaceae. Edit: Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México.
- 11.- Barnett, H.L. and Hunter, B.B. 1972. Illustrate genera of Imperfect Fungi. Third Edition. Edit: Burgess Publishing Company pp 241.
- 12.- Barnett, H. L. y Hunter, B. B. 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. cuarta edición. Burgess Publishing Company. U. S. A. 218pp
- 13.- Bhattacharyya, G.H. and Johnson, R.A. 1977. Statistical Concepts and Methods. Edit: John Wiley and Sons.
- 14.- Bird, F.A. 1971. The structure of nematodes. Edit: Academic Press, New York.
- 15.- Bradshaw,L.J. 1976. Microbiología de Laboratorio.Edit: El Manual Moderno, S.A. México. 146pp
- 16.- Burdon, J.J. 1987. Diseases and plant population biology. Edit: Cambridge University Press. London.

- 17.- 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
- 18.- Christie, R.J. 1976. Nematodos de los vegetales. su ecología y control. Edit: Limusa.
- 19.- Clements, E.F. and Shear, L.C. 1973. The genera of fungi. Edit: Hafner Publishing Company, New York.
- 20.- Conabio, 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de país, 1998. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. México.
- 21.- Cummins, B.G. 1978. Rust fungi. Edit: University of Arizona Press.
- 22.- Guzmán, G. 1978. Hongos. Edit: Limusa.
- 23.- Guzmán, G. 1979. Identificación de los hongos. Comestibles, venenosos y alucinantes. Edit: Limusa
- 24.- Dávila, A.P., Villaseñor, R.J.L., Medina, L.R., Ramírez, R.A., Salinas, T.A., Sánchez, K.J., y Tenorio, L.P. 1993. Listado Florístico de México. X. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Edit: Departamento de Botánica. Instituto de Biología. UNAM.
- 25.- Davila, A.P., Medina, L.R., Ramírez, R.A., Salinas, T.A., y Tenorio, L.P. 1995. Análisis de la flora de Tehuacán-Cuicatlán. Endemismo y diversidad pp 33-42 En: Conservación de plantas en peligro de extinción: Diferentes enfoques. Edit: Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología.
- 26.- Da Silva Romeiro, R. 1982. Identificación de bacterias Fitopatógenas. Edit: Universidad Autónoma Chapingo. Depto. Parasitología Agrícola.
- 27.- Davis, O.K. 1983. Polen Frecuencias reflect vegetation patterns in a great basin (USA) mountain range. Review of Paleobotany and palynology 40: 295-315.
- 28.- De la Isla, Ma. 1984. Fitopatología. Edit. Colegio de Postgraduados. Texcoco, México. 346pp.
- 29.- De La Loma, J.L. 1982. Experimentación Agrícola. Edit: UTHEA, México.
- 30.- De La Torre, G.G., Juárez, J.C. y Figueroa, H.H. 1975. Técnicas biológicas selectas de laboratorio y de campo. Edit: Limusa, México.
- 31.- De La Torre, A.R. 1986. El marco de referencia: Herramienta metodológica para definir problemas fitopatológicos en el estado de Puebla. Memorias del Congreso Nacional de Fitopatología. Tuxtla Gutierrez, Chiapas. Res. 86;

- 32.- De La Torre, A.R. 1987(a). Situación fitopatológica de los frutales cultivados en el estado de Puebla. Memorias del Congreso Nacional de Fitopatología. Morelia, Mich. . Res. 116.
- 33.- De La Torre, A.R. 1987(b). Enfermedades de hortalizas en la región de Cholula, Pue. Memorias del Congreso Nacional de Fitopatología. Morelia, Mich. . Res. 117.
- 34.- De la Torre, A.R. 1988 (b). Situación fitopatológica de los cultivos en el estado de Puebla. Memorias de la Primera Reunión Científica del INIFAP-Puebla. Res. 35.
- 35.- Dickinson, C. H. 1987. Patología vegetal y patógenos de plantas. Editorial. Limusa. México.312pp.
- 36.- Domsch, K.H. and Gams, W. 1972. Fungi in agricultural soils. Edit: Longman.
- 37.- Echandi, E. 1971. Manual de Laboratorio para Fitopatología General. Edit: Herrero Hermanos, Suc. , México.
- 38.- Flores, V.O. 1991. Análisis de la herpetofauna de México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 260 p.
- 39.- Flores, R.C. 1993. Alternativas de control para algunas enfermedades del frijol (*Phaseolus vulgaris*) en Huejotzingo, Pue. Revista Mexicana de Fitopatología 11: 64-68.
40. - García,A. M. 1979. Enfermedades de las plantas en la República Mexicana. Ed. Limusa. México.
- 41.- Granados, S. D. 1997. El nopal. Editorial Trillas. México.227pp
- 42.- 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.
- 43.- Hampton, R., Ball, E., De Boer, S. 1990. Serological methods for detection and identification of viral and bacterial plant pathogens. Edit: American Phytopathological Society.
- 44.- Halin, T.R. 1997. Illustrated Genera of Ascomycetes. Vol: I. The American Phytopathological Society. USA 263pp
- 45.- Halin, T.R. 1998. Illustrated Genera of Ascomycetes. Vol: II. The American Phytopathological Society. USA. 263pp
- 46.- Henrich, P. 1977. Plagas de las flores y de las plantas ornamentales. Edit. Orkus tau. Barcelona, España.

- 47.- [http:// www.tehuacan.com.mx/ecologia/biosfera/biosfera](http://www.tehuacan.com.mx/ecologia/biosfera/biosfera)
- 48.- <http://nt.ars-in.gov/>
- 49.- Horsfall, C.J. and Cowling, B.E. 1978. Plant Disease: an advanced treatise. Vol. II. Edit: Academic Press, New York.
- 50.- James, C. 1971. A manual of Assessment keys for Plant Diseases. The American Phytopathological Society. USA. 70pp
- 51.- Király, Z., Klement, Z., Solymosy, F., and Vörös, J. 1974. Methods in plant pathology. Edit: Elsevier Scientific Publishing Company. 347pp
- 52.- León, G.M.H. y Cummins, B.G. 1979. Descripción de uredinales (royas) de México en las Compuestas. Edit: SARH. INIA.
- 53.- López, A.G. 1981. Manejo de hongos fitopatógenos. Departamento de enseñanza investigación en parasitología agrícola. UACH. México. 135pp
- 54.- Lot. A. y Chiang. F. 1986. Manual de herbario. Departamento de Botánica. Instituto de Biología. UNAM. México. 103-111 pags.
- 55.- Mai, W.F. and Lyon, H.H. 1960. Pictorial key to genera of plant-parasitic nematodes. Edit: Comstock Publishing Associates.
- 56.- Meyrán, García. Jorge. 1973. Guía botánica y otras suculentas del Valle de Tehuacán. Sociedad Mexicana de Cactología. México. D. F 3-19.pags
- 57.- Manners, J.G. 1982. Principles of plant pathology. Edit: Cambridge University Press, London.
- 58.- Mettermeier, R.A. 1988. Primate diversity and the tropical forest: case studies from Brazil and Madagascar and the importance of megadiversity countries. In: Wilson, E.O. (Edit). Biodiversity. Nat. Acad. Press. Washington D.C. 145-154 p.
- 59.- Mitchell, J.K. 1988. Disorders of natural and commercially grown cacti: a literature review. Cactus y Succulent Journal. (U.S), Vol 57. 227-231 pags
- 60.- Müller, E. and Loeffler, W. 1976. Micología. Edit: Omega, Barcelona.
- 61.- 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.
- 62.- 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
- 63.- Osorio, et al. 1996. Tipos de vegetación y diversidad β en el Valle de Zapotitlán Salinas, Puebla. Boletín Sociedad Botánica. México 59:35-58 pags.

- 64.- 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
- 65.- Robles, G, P.1994. Diversidad de Flora mexicana. Ed. Cemex, S.A. México.191pp
- 66.- Romero, C. S. 1993. Hongos fitopatógenos. UACH. México.345pp
- 67.- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México.432pp
- 68.- Schaad, N. W. 1980. Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria. Edit. American Phytopathology Society, Minnesota. E.U. 345pp
- 69.- Pacheco, P.R. 1990. Epidemiología del tiro de munición *Coryneum beijerinckii* Oud del durazno, en Acajete, Pue. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitopatología. Culiacán, Sin. Res. 42.
- 70.- Schaad, N.W. 1980. Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria. Edit: American Phytopathology Society, Minnesota.
- 71.- Sharville, G.E. 1979. Plant Disease Control. Edit: AVI Publishing Company.
- 72.- Streets, B.R. 1979. The diagnosis of plant diseases. Edit: The University of Arizona Press.
- 73.- Ulloa, M. y Hanlin, R.T. 1978. Atlas de Micología básica. Editorial. Concepto. México.158pp
- 74.- Ulloa, M. y Halin, T.R. 2000. Illustrated Dictionary of Mycology. The American Phytopathological Society. U. S. A.158pp
- 75.- Valiente, B. L. 1991. Patrones de precipitación en el valle semiárido de Tehuacán, Puebla. Tesis licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM 65pp
- 76.- Webster, J. 1980. Introduction to Fungi. Edit: Cambridge University Press.
- 77.- Zadoks, J.C. and Schein, D.R. 1979. Epidemiology and Plant Disease Management. Edit: Oxford University Press, New York.