

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Hongos Frecuentes de la Hoja de la *Yucca* spp. y Evaluación de la Incidencia y Severidad de Daños en el Sur de Coahuila

Por:

ROSA GLORIA ROCHA FLORES

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGIA

Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Hongos Frecuentes de la Hoja de *Yucca* spp. y Evaluación de la Incidencia y Severidad de Daños en el Sur de Coahuila"

Por:

ROSA GLORIA ROCHA FLORES

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Aprobada



M. C. Abiel Sánchez Arizpe

Asesor Principal



Dr. José Angel Villarreal Quintanilla

Coasesor



Dr. Jesús Valdés Reyna

Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

JUNIO 2012

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por permitirme estudiar en esta institución.

Al M. C. Abiel Sánchez Arizpe por la asesoría y la amistad brindada en la elaboración de este trabajo.

Al Ing. Epifanio Castro del Angel por el apoyo extenuante en la elaboración del proyecto de tesis hasta su culminación y que por burocracia administrativa de la División de Agronomía no pudo ser incluido en mi cuerpo de sinodales, siendo merecedor a ese lugar, frenando el desarrollo de los estudiantes.

Al Dr. José Angel Villarreal Quintanilla, por la atención prestada y revisión del presente trabajo.

Al Dr. Jesús Váldes Reyna por la participación del Comité del cuerpo de Asesores.

DEDICATORIAS

A Dios mi creador, mi fuerza y mi razón de ser.

A mi Mami:

Carmen Flores Quiroz por su amor, sabiduría de la vida que me brinda siempre y por enseñarme que hay que sonreír siempre, a pesar de las adversidades que el camino nos pone, eres y has sido mi motor de vida, a tu lado he sido muy feliz, gracias por educarme con tanto amor y felicidad, eres siempre una luz en mi oscuridad solitaria.

A mi Hermano:

Alexis Alfredo por que me pone la muestra de cómo tomar las cosas que suceden en este truculento viaje.

A mi Papá:

Alfredo Rocha Martínez, por su paciencia y apoyo incondicional y por ser un ejemplo que admiro, por las buenas y malas que hemos pasado, por darme un futuro menos incierto y por el cariño adulante en mi persona pero sobre todo por ser mi papá.

A Nelda:

Nelda Elsa Rodriguez Villarreal, por enseñarme que los problemas se toman como llegan y así se van, y por mostrarme siempre que las injusticias no son buenas y que hay que defenderse. Gracias Nelda eres una excelente persona, siempre estas en mis pensamientos.

A Maty:

Matilde Rodriguez Villarreal, por darme una millonada de fiestas, alegrías y comprensión en todo momento incondicionalmente.

A wiwito:

Epifanio Castro del Angel, por caminos compuestos, experiencias y cariño. Por enseñarme a ser responsable y por regañarme cuando lo necesito.

A Familia Castro del Angel: Yari, Don Alfredo, Doña Rafaela, Alfredo y Ramsés
Por darme calor hogareño, abrirme sus puertas y mostrarme que es una familia nuclear.

Mi Tío Raúl: Raúl Flores Quiroz, por su ejemplo de tenacidad, comprensión, ternura pero sobre todo esfuerzo diario para continuar en el tranvía.

Gary Zamudio Rodríguez: por alegrías sinceras y caminos rupestres.

A mini y pompitos: Mis gatos, mini que me aguanto años aunque a veces había días que no comía nada.

A mis compañeros de carrera gen. CXI y amigos del viaje recorrido: Lucina Gómez Pérez, Rosibel Ramirez Torres, Antonia González Roblero, Gabriel Bonifaz López, Olivia Maria Ordoñez Barbosa, Aida Palacios Rocha, Gloria María Vargas Ramírez, Esthela Guerrero Flores, Noemí García Varela, Mayra Patricia Aguirre Sánchez, Carlos López Pérez, Roció Escorcía Casas, Araceli Sánchez Varela, Enrique Molina Vargas, Abraham Cruz Alonso, Omegar Hernández Bautista, Diana Belén Villa Delgado, Eslit Cortes, Magda Karina Aguilar, Mary Cruz Alonso Martínez, José Manuel Morales, Santo Hilario Pérez Domínguez, Edgar Cárdenas Aguirre, Rosa Ortiz Badillo, Martha Patricia Ibarra, Esmeralda Barrios Aguilar, Angelina Cruz Hernández, Angelina Díaz, Erlan Reyes Hernández, en especial a una familia muy linda que me acogió con mucho cariño en la casita de Xicotencatl, gracias por su calor de hogar Titania Flores Segura, Daliana Flores Segura, Leticia Segura, Alfredo Flores y en general a:

A los que fueron, los que están y los vendrán.

Subyugo cristalizado...

Mirando por la pequeña ventana de cristal, me invaden un sinfín de ideas, lleno mi vacío con esperanzas, ilusiones, sueños a veces tan vagabundos que me carcomen a pedazos cada uno de mis relatos vividos.

No soy capaz de comprender tantas vicisitudes pasadas por la incertidumbre innata de mí ser, y me detengo, sin embargo me detengo.

Camino por las calles, solitaria de todo. Absorta de mí. Cansada de una jovial jornada. El viento sopla mi desliz matutino antes de meterme en cama, después de haber consentido a mi cuerpo.

La vida no es más que lo que formo a mi paso. No me detiene el porvenir.

Y sin embargo el lejano oriente me impide voltear, y sacudirme el polvo que me asemeja a tu espejo lúgubre de mentiras.

El silencio local forma en mí un haz infinito de hojas secas tiradas, dispuestas a ser aplastadas para simplemente escuchar el crujir.

No soy si no existo, no miento si no confundo.

El cristal, absorto de mis pensamientos, me brinda una oleada de imágenes.

Y sin embargo todo se sigue moviendo tan lento, que las estrellas se caen a pedazos cada vez que damos un paso. Sopló en mí el viento Divino y dejó que sintiera las caricias eternas de las memorias.

Es tiempo de mover mi codo del cristal por que ahora me incita a pensar, que va a pasar con la soledad intacta, la agusanada enmienda de mí ser y mi hojarasca seca de tristezas.

Natasha de Vries (R.G.R.F.).

Índice de Contenido

Índice de cuadros	viii
Índice de figuras	viii
Agradecimientos	ii
Dedicatorias	iii
Pensamiento: Subyugo cristalizado	v
Resumen	x
Abstract	xi
1. Introducción	1
1.1 Objetivo general	3
1.1.2 objetivos específicos	3
1.2 Hipótesis	4
2. Revisión de literatura	5
2.1 Descripción de la Zona de estudio	5
2.2 Familia Agavaceae	7
2.2.1 <i>Yucca filifera</i>	8
2.2.2 Taxonomía	8
2.2.3 Descripción morfológica de <i>Yucca</i> spp.	8
2.2.4 Reproducción	9
2.2.5 Polinización	9
2.2.6 Ciclo de vida	10
2.3. <i>Yucca carnerosana</i>	11
2.3.1 Taxonomía	11
2.3.2 Descripción morfológica	11
2.3.3 Distribución geográfica	12
2.3.4 Hábitat	13
2.3.5 Fenología	13
2.3.6 Usos	14
2.4 Quimiotaxonomía del género <i>Yucca</i>	15
2.4.1 Saponinas y hongos	15
2.5 Enfermedades de las plantas	16
2.5.1 Antecedentes	17
2.5.2 Síntomas	18

2.5.3 Signos	19
2.6 enfermedades causadas por hongos	20
2.6.1 Supervivencia de Hongos	21
2.6.2 Diagnóstico de hongos fitopatógenos	22
2.6.3 Identificación	22
2.6.4 Epidemia	23
2.6.4.1 Desarrollo de la enfermedad	24
2.6.4.2.Penetración	25
2.6.4.3 Infección y colonización	26
2.6.4.4 Interacciones del hongo y hospedero	26
2.7 Incidencia y severidad	27
2.8 Principales enfermedades que afectan a <i>Yucca filifera</i> y <i>Yucca carnerosana</i>	28
2.8.1 <i>Botryodiplodia</i> sp.	28
2.8.2 <i>Dothiorella</i> sp.	29
2.8.3 <i>Alternaria</i> sp.	29
2.8.4 <i>Fusarium</i> sp.	30
3. Materiales y Métodos	31
3.1 Descripción del sitio	31
3.2 Características climáticas	33
3.2.1 Procedimiento	34
3.2.2 Incidencia	35
3.2.3 Severidad	36
3.2.4 Identificación de hongos	36
3.2.5 Diseño experimental	38
4. Resultados y Discusiones	39
4.1 Incidencia	39
4.2 Severidad	40
4.3 Identificación del material vegetal y microbiológico	41
5.Conclusiones	48
6.Bibliografía	49
7.Anexos	60

7.1 Tablas	60
7.2 Figuras	61

Índice de cuadros

Cuadro		Página
1	Equipos, Aparatos, Instrumentos y Sustancias utilizadas en la investigación	33
2	Que muestra los valores de la escala propuesta para la severidad de <i>Y. filifera</i> y <i>Y. carnerosana</i>	35

Índice de Figuras

Figura		Página
1	Figura y Mapa del Jardín Botánico Gustavo Aguirre Benavides.....	32
2	Escala pictográfica propuesta para la severidad de <i>Y. filifera</i> y <i>Y. carnerosana</i>	34
3	Hongo creciendo en una parte de tejido infectado de <i>Y. filifera</i> en medio PDA	37
4	Conidias de <i>Botryodiplodia</i> sp. aislado de <i>Y. filifera</i> y <i>Y. carnerosana</i>	42
5	Picnidios en hoja de <i>Y. filifera</i>	43
6	Conidias en cadena de <i>Alternaria</i> sp.	44
7	<i>Fusarium</i> sp.	45
8	Picnidios en tejido de <i>Y. filifera</i>	46
9	Micelio y picnidios en tejido de <i>Y. carnerosana</i>	47

Índice de anexos

Tablas

Tabla		Página
1	Análisis de varianza para determinar incidencia de <i>Botryodiplodia</i>	60
2	Tabla de medias de <i>Y. filifera</i> y <i>Y. carnerosana</i> de incidencia	60

Figuras

Figura		Página
1	Crecimiento micelial de <i>Alternaria</i> sp. y <i>Botryodiplodia</i> sp. en <i>Y. filifera</i>	61
2	Conidias de <i>Botryodiplodia</i> sp. en <i>Y. filifera</i> y <i>Y. carnerosana</i>	61
3	Picnidios y estroma en tejido de <i>Y. filifera</i>	62
4	Escala de severidad	62

Resumen

El presente trabajo fue llevado a cabo en el Jardín botánico “Ing. Gustavo Aguirre Benavides” de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, la parte de laboratorio fue llevada a cabo en el Departamento de Parasitología en el Laboratorio de Fitopatología de la misma institución educativa. Consistió en Identificación y determinación de la incidencia y severidad del hongo asociado a dos especies de *Yucca*. Un Diseño Completamente al Azar fue el utilizado para evaluar la incidencia, mediante el apoyo del programa de la UANL. Se observaron 100 *Yucca filifera* y 62 *Yucca carnerosana*, al azar para detectar síntomas y signos parecidos entre sí y fueron llevadas al laboratorio para su identificación. De la variable incidencia se obtuvo un Coeficiente de Variación de 15.68. en *Y. filifera* se obtuvo una incidencia porcentual de 96 y para *Y. carnerosana* un 90 % de incidencia de *Botryodiplodia* sp. , hongo asociado. Así mismo pero en menor cantidad se encontró a *Fusarium* sp. y *Alternaria* sp. En cuanto a la variable severidad se utilizó un Diseño Estadístico no Paramétrico con la prueba de Friedman, cuyo resultado fue que no se encontró diferencias significativas entre ambas especies de *Yucca*. *Y. filifera* mostró una severidad con un intervalo porcentual de 10, mientras que *y. carnerosana* mostró un intervalo porcentual de 30. Se desplegaron diversas interrogantes a partir de este trabajo, como que tipo de asociación hay entre el *Botryodiplodia* sp. y las *Yucca*, que influencia tiene la radiación solar, el contenido de saponinas respecto a la presencia de los hongos encontrados, dichas cuestiones serán de utilidad en futuras investigaciones.

Palabras Clave: *Botryodiplodia*, *Fusarium*, *Alternaria*, Palmas, Incidencia, Severidad

Abstract

The present research was taken in the Botanical Garden Gustavo Aguirre Benavides of the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, which is located in

Saltillo, Coahuila in the North of Mexico. The laboratory part was done in the lab of plant disease in the Parasitological Department of the University. This work consists in the determination of the incidence and severity of associated fungi of two species of *Yucca*. The statistical part was made by the support of a program of the UANL. There were observed 100 *Yucca filifera* and 62 *Yucca carnerosana* taken with no direction for detection of signs and symptoms with similarity and to be taken to the lab for a identification. Of the variable incidence it was obtained a variation coefficient of 15.68 in *Y. filifera* with a percent incidence of 96 and for *Y. carnerosana* a 90 % of incidence of *Botryodiplodia* sp. the associated fungi. The same way but with less presence was found *Fusarium* sp. and *Alternaria* sp. referring to the variable severity a no parametric statistical design with the test of Friedman and as a result there was no significance difference between both species of *Yucca*. Taking the scale of the severity of *Y. filifera* was located in the category no. 3 with 10 % and *Y. carnerosana* in the category no. 5 with 30 %. In the end emerged many questions taking as base this work, like what kind of association exists between *Botryodiplodia* sp. and the generous yucca, and what influence does it has the solar radiation and if the presence of saponinas take influence of relation with the fungi that were found in this work. This question will be useful for future researches.

Key words: *Botryodiplodia*, *Fusarium*, *Alternaria*, Palm., incidence, severity

1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento demográfico, la precaria ganadería existente y el desequilibrio económico del medio rural en México, obliga a buscar alternativas de subsistencia más allá de las regiones fértiles para la agricultura, lo cual nos lleva a interesarnos por el aprovechamiento industrial de la flora xerófita de las zonas áridas o desérticas de nuestro país.

Las palmas del desierto (Género *Yucca*) son recursos renovables de invaluable importancia, no sólo por sus perspectivas comerciales y por ser la fuente tradicional de materiales y de empleo de manutención para la población de estas regiones, sino además por el importante papel que desempeñan en la ecología de las zonas áridas (CIQA,1980).

La palma china (*Yucca filifera*) y la palma samandoca (*Yucca carnerosana*) se consumen por humanos y animales en época de sequía; también es conocida por su alto contenido de saponinas esteroidales como la sarsa sapogenina, brinda materia prima a la industria de los corticoides, además del alto contenido de ácido ascórbico (Román, 1980).

Las familias campesinas, principalmente de los estados de Zacatecas y San Luis Potosí, basan gran parte de su economía en la producción de la fibra extraída de las hojas tiernas o cogollos de *Yucca carnerosana*, y algunas paredes y techos de las habitaciones de campesinos con troncos de *Yucca filifera*, de esta última se obtienen como alimento la flor y fruto (dátil), además de poseer ácido linoléico, convertible en combustible y también *Yucca filifera* posee corpulencia que le permite hacer papel. Siendo, su única limitante el tiempo de crecimiento de las plantas para ser explotadas.

Aunado al tiempo tenemos enfermedades fungosas que pudieran estar interviniendo en el desarrollo vegetativo y reproductivo de la planta, entre los que se han reportado, está *Botryodiplodia* (Morales, 2002).

En cuanto a insectos, las especies del género *Yucca* son entomófilas y su polinización solo es posible mediante la concurrencia de un lepidóptero de los géneros *Pronuba tegeticula* o *Yuccacela* tral. , desarrollado en el interior de los frutos (Renteria y Cantú, 2003).

El cuidado de este recurso natural debe ser persistente en nuestra región, si no queremos enfrentarnos a empobrecimiento de suelos, escasas posibilidades de repoblación y largo tiempo para que la planta alcance su edad adulta y se pueda explotar. Además de que son escasas y casi nulas las investigaciones del género *Yucca* en cuanto a enfermedades por eso se decidió realizar la presente investigación con el objetivo de determinar la incidencia y severidad del principal hongo patógeno y su posterior identificación.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Conocer los hongos que frecuentemente se desarrollan en las hojas de *Yucca* spp y evaluar los daños.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar los hongos asociados que más incidencia tienen en las hojas de *Yucca filifera* y *Y. carnerosana*.

Evaluar la incidencia y severidad de los daños causados por los hongos patógenos en las hojas de *Y. filifera* y *Y. carnerosana*.

1.2 HIPÓTESIS

El género *Yucca* tendrá hongos asociados en las hojas que le causaran daños significativos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Descripción de la zona de estudio

México es un país mega diverso en flora y fauna silvestre, con diferentes tipos de ecosistemas que van desde los muy húmedos hasta los extremadamente secos. Dentro de éstos se encuentran las zonas áridas y semiáridas que por la extensión de su superficie, comprenden diversas comunidades vegetales (Rzedowski, 1986). Es uno de los cinco países que posee mayor diversidad biológica en el mundo (Mittermeier y Goetsch ,1997; SEMARNAT, 2006). Las regiones áridas y semiáridas de México son altamente diversas desde el punto de vista fisonómico (Rzedowski, 2006).

El matorral sub montano considerando como una variante del matorral xerófilo (Rzedowski, 2006) es una formación arbustiva y sub arbórea rica en sus formas de vida, característica de estas regiones (Alanís *et al.*, 1996).

El matorral es el ecosistema más abundante e históricamente más utilizado en las zonas áridas y semiáridas de México (García y Jurado, 2008). A lo largo de la historia se ha visto afectado por actividades antropogénicas, como extracción de especies vegetales para diferentes usos (seto, combustible, textil, medicinal y alimenticio) (Estrada *et al.*, 2004; Rzedowski, 2006; García y Jurado, 2008) de la misma manera ha sufrido de continua deforestación para establecer zonas de uso agrícola, industrial y urbano (Alanís *et al.*, 2008; Arriaga, 2009).

El uso ganadero es la práctica más frecuente, siendo el efecto más notable del pastoreo, la substitución paulatina de las plantas nativas (Rzedowski, 2006; García y Jurado, 2008). Tan sólo en los años de 1993 al 2002 el matorral sufrió una pérdida de 953 mil ha por cambio de uso de suelo, siendo el segundo ecosistema más afectado en México después de las selvas (SEMARNAT, 2006), y

actualmente se ha observado un incremento en el cambio de uso suelo para el establecimiento de zonas urbanas.

Sin embargo los matorrales juegan un papel muy importante al ser uno de los principales tipos de vegetación del país, ya que cubre alrededor del 28,55 % de la superficie del territorio mexicano (Palacio *et al.*, 2000).

El matorral sub montano se encuentra en el noreste de México distribuido a lo largo de la Sierra Madre Oriental (SMO), desde Nuevo León hasta Hidalgo (Rzedowski, 2006), ocupando aproximadamente 11 % de la superficie del estado de Nuevo León (Palacio *et al.*, 2000) albergando gran diversidad de organismos; algunas especies que lo conforman fungen como agentes en el control de la erosión (Foroughbakhch *et al.*, 2003) y efectúa una función primordial como área de transición entre las zonas de matorral desértico en las partes bajas y los bosques de encino-pino existentes en los taludes superiores de la SMO (Alanís *et al.*, 1995; Alanís *et al.*, 1996).

En México se utilizan alrededor de 1,000 productos no maderables (PFNM), cuyo origen son los casi 5,000 taxa de plantas útiles y 240 de hongos que se han identificado en los diferentes ecosistemas presentes en el territorio nacional. En el caso de los ecosistemas áridos y semiáridos su aprovechamiento se distribuye en el altiplano mexicano, incluye los estados de Querétaro, Guanajuato, Aguascalientes, Zacatecas, San Luís Potosí, Durango, Chihuahua, Nuevo León, Coahuila, Sonora y la Península de Baja California. La producción en menor escala se concentra en los estados de Oaxaca, Puebla, Hidalgo Estado de México y Tamaulipas. Se estima que toda el área de distribución cubre una superficie de 58.5 millones de hectáreas, mismas que representan el 30% del territorio nacional (Tejeda *et al.*, 1998).

Respecto a su aprovechamiento durante el año 2005, la producción forestal no maderable total registrada fue de 359,347 ton, en ella sobresalen las fibras 3,299

ton, ceras 2,894 ton, gomas 120 ton, rizomas 17 ton, y el rubro de otros con 53,817 ton integrado por los siguientes productos: hojas, frutos, semillas, tallos, corteza, tintes, esencias y aceites, plantas, pencas, maguey, sotol, hongos, nopal, musgo, heno, etc. (SEMARNAT, 2005).

El género *Yucca* cuenta con cerca de 35 -40 especies, distribuidas en los Estados Unidos, México y Centroamérica (Morín, 2006).

2.2 Familia Agavaceae

Plantas acaules con bulbo o rizoma, o caulescentes con tallo leñoso simple o ramificado; con hojas arrosetadas, delgadas o carnosas, enteras o con espigas en el maguey; flores bisexuales o unisexuales, actinomorfas o zygomorfas, en racimos, espigas o panículas, perianto de seis segmentos libres o basalmente soldados; seis estambres; ovario súpero o ínfero, tricarpelar o trilocular y el fruto es una cápsula o una baya. En este grupo de plantas, se localizan especies de gran valor económico, principalmente como productoras de fibras y para la elaboración de bebidas alcohólicas. Algunas son usadas como ornamento (Villarreal, 2006).

2.2.1 *Yucca filifera*

2.2.2 Taxonomía

Reino Plantae

Phylum Magnoliophyta

Clase Liliopsida

Orden Liliales

Familia Agavaceae

Género *Yucca*

Epíteto específico *filifera*

Nombre Científico *Yucca filifera* Chabaud

2.2.3 Descripción morfológica de *Yucca spp.*

Plantas perennes, suculentas: acaulescentes, arbustivas o arborescentes. Hojas ascendentes, generalmente agrupadas hacia los extremos de los tallos; mas o menos rígidas, planas o convexas, amarillo- verdosas, verdes o glaucas, algunas veces estriadas; márgenes lisos, dentados o fibrosos; ápice agudo. Inflorescencia en panícula erecta o pendular. Flores campanuladas o globosas, con 6 tépalos curvados, libres o ligeramente unidos en su base; color blanco cremoso, algunas veces con tintes rosáceos o morados; 6 estambres libres, insertados en la base de los segmentos; ovario supero, trilocular; óvulos numerosos, con placentación axial. Polen monocolpado, tectado, prolato o sub prolato; algunas veces esferoidal; la exina tiene un grosor de 1.5-3.4, con un táctum muy delgado, la columnela es visible y simple, dándole a la superficie un aspecto reticular o escabroso; colpo 1, longitudinal al cuerpo del grano de polen, generalmente delgado y expandido en el centro. El fruto puede ser indehiscente, tanto carnoso (baya), como seco y

esponjoso; o dehiscente (cápsula). Semilla plana, lisa o rugosa, brillante u opaca; color negro cuando madura, con o sin ala marginal (Piña y Matuda, 1980).

La *Yucca filifera*, es una planta arborescente en la parte superior y su sistema de sostén esta centrado por un tronco recto, el cual presenta gran cantidad de elementos protectores a la planta en general: su altura es variable desde 10 m o más. Hojas. Rígidas, desplegadas con fuerte punta punzante de color verde de 30 cm de largo y 25 mm de ancho, gruesas, planas, cóncavoconvexas y lisas o excepcionalmente rasposas, márgenes delgados color pardo castaño y fibroso (Nava *et al*, 1980).

2.2.4 Reproducción

En el genero *Yucca* se reproducen tanto sexualmente o vegetativamente en *Yucca filifera*, su floración no es uniforme mientras unas partes están en antesis otras apenas la inician es por eso que este periodo dura hasta un mes (Piña y Matuda, 1980).

2.2.5 Polinización

Todas las especies del género son entomófilas, y su polinización solo es posible mediante la participación de una pequeña mariposa cuya larva se desarrolla en el interior de los frutos, el adulto deposita sus huevecillos en el ovario de las flores transportando así el polen desde las anteras hasta el estigma Este insecto pertenece a la familia Prodoxidae y al genero *Tegeticula* (sin. *Pronuba*) (Piña y Matuda, 1980).

Desde el punto de vista biológico, el género *Yucca* reviste gran interés científico, debido a que todas sus especies son polinizadas de manera exclusiva por hembras de palomillas de la subfamilia Prodoxinae (Lepidoptera: Incurvariidae) (Riley 1892; Trelease 1893; McKelvey 1947; Powell y Mackie 1966 en Kiester *et*

al., 1984); siendo considerada esta asociación un ejemplo clásico de mutualismo obligado.

Solamente cuatro especies de polinizadores de *Yucca* son conocidos, tres del género *Tegeticula* y uno en el género mono específico *Parategeticula*, siendo probablemente este último género y dos de las tres especies de *Tegeticula*, específicos al género *Yucca* (Davis, 1967 en Kiestler *et al.*, 1984). La especie *T. Yuccasella* es la más común en varias especies de *Yucca* en diversas localidades (McKelvey, 1947 en Kiestler *et al.*, 1984).

2.2.6 Ciclo de Vida

En condiciones naturales, cada año existe abundante producción de semillas fértiles, además se reproducen vegetativamente, su reproducción puede ser a base de semillas o mediante hijuelos y en algunos casos por el corte al ras. En ensayos realizados sobre densidad de población, se han logrado colocar hasta mil sujetos por hectárea; sin embargo los niveles óptimos para su desarrollo oscilan entre 400 y 500 individuos por hectárea. Durante la primera etapa de floración las *Yucca* únicamente cuentan con enemigos naturales meteorológicos (hielo, granizo, etc.) además de la utilización que hace de ellas el campesino al cortar la flor para darla como alimento a sus animales o para consumo humano, estos son los únicos obstáculos con los que cuenta dicha planta, hasta terminar su primera etapa de abril a junio. En la segunda etapa, durante la concepción del fruto de julio a agosto se presentan ataques de animales e insectos, habiéndose encontrado variedades de palomillas lepidópteros que se nutren de la *Yucca*, incluso en la primera etapa. Cuando el dátil ha alcanzado su máximo desarrollo, comienza la etapa conocida como rayado de fruto, la cual es preliminar a la madurez en agosto a septiembre, es entonces cuando el ataque de parásitos e insectos (prónubas, hormigas y otros) ocasionan la destrucción parcial de la semilla y pulpa del fruto. La etapa correspondiente a la madurez se inicia desde el mes de octubre y se prolonga hasta diciembre, y excepcionalmente hasta el mes de febrero,

entrando después en las fases de deshidratación, pudrición y caída o consumo del fruto. Como factores bióticos, cabe mencionar de que el crecimiento y desarrollo de estas especies es muy lento, estimándose que las *Yucca* solo crecen de 1.3 a 3 pulgadas anualmente. Es importante resaltar el hecho de que las *Yucca* empiezan a fructificar con una o dos rosetas entre los 20 y 22 años. Grandes extensiones pobladas por *Yucca* tienden a desaparecer por la acción destructora del hombre y a causa de su lento crecimiento (Orta, 1980).

2.3 *Yucca carnerosana*

2.3.1 Taxonomía

Reino Plantae

Phylum Magnoliophyta

Clase Liliopsida

Orden Liliales

Familia Agavaceae

Género *Yucca*

Especie *carnerosana* (Trel.) McKelvey

(<http://132.248.>)

Nombres comunes. Palma carnerosana, palma barreta, palma loca, palma pita.

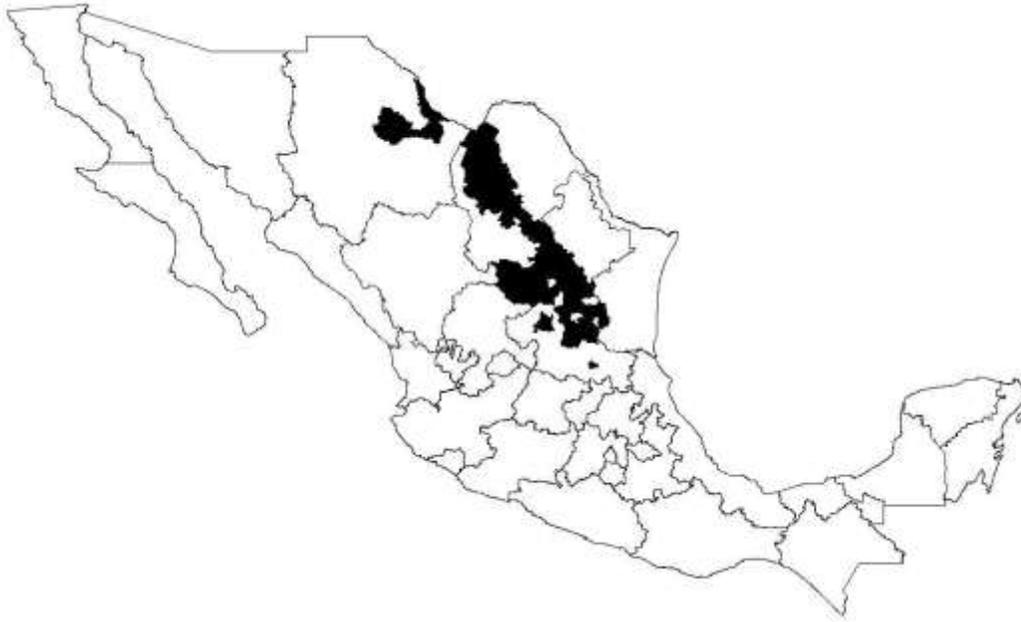
2.3.2 Descripción morfológica

Planta perenne caulescente, simétrica, de crecimiento extremadamente lento y de porte arbustivo o arborescente, que generalmente se distribuye en forma individual, rara vez se le observa formando densas agrupaciones de varios troncos

de diferente tamaño, unidos en su base. Tronco grueso y escamoso con diámetro de 15 a 40 cm y altura promedio de 3.0 m, en ocasiones alcanza más de 10 m; raras veces se ramifica una o dos veces en su parte superior. Hojas de color verde azulado, rígidas de forma cóncavo convexa y se agrupan hacia el extremo del tallo, de 50-100 cm de largo x 5-7.5 cm de ancho y terminan en punta con una fuerte espina de 0.95 a 1.30 cm. Las hojas forman densas cabezuelas o rosetas consistentes y simétricas con un diámetro proporcional a su altura. El escapo floral crece en la parte central de la roseta, es grande y grueso, sobresale por completo del follaje. El escapo se ramifica presentando de 15 a 30 pedicelos con brácteas blancas. Flores campanuladas o globosas con 6 tépalos (3 pétalos y 3 sépalos). Estambres libres y se insertan en la base de los segmentos, las anteras y el pistilo miden 48-63 mm de largo; ovario súpero trilobular 6-9 mm de diámetro. Flor perfumada de color blanco. Fruto indehiscente (abayado) carnosos de 5-7.5 cm de largo x 4 cm de diámetro. Semillas gruesas planas semiredondas color negro con gran cantidad de endospermo de 7 a 100 mm de diámetro (SEMARNAT, 2008).

2.3.3 Distribución geográfica

Sur de Coahuila en los municipios de Saltillo y Arteaga, Sierra de Parras y General Cepeda, Sierra de la Paila en Ramos Arizpe y Municipios de Ocampo y Cuatro Ciénegas, Coahuila; Aldama y Ojinaga, Chihuahua; Arambarri, Dr. Arroyo, Mier y Noriega, Villa García y Galeana, Nuevo León; Cárdenas, Cedral, Guadalcázar, Guadalupe, Matehuala, Real del Catorce, Charcas, Villa de la Paz y Vanegas, San Luis Potosí; Miquihuana Bustamante, Tula y Jaumave, Tamaulipas. San Salvador, Mazapil, Melchor Ocampo y Concepción del Oro, Zacatecas (SEMARNAT, 2008).



Mapa 1. Distribución de *Yucca carnerosana*

Fuente: Herbario Nacional Forestal (INIF) "Biól. Luciano Vela" del INIFAP;
(Matuda y Piña, 1980).

2.3.4 Hábitat

El tipo de vegetación que caracteriza su distribución es el matorral desértico rosetófito-Izotal. Las poblaciones naturales se desarrollan en abanicos aluviales de sierras calizas, encontrándose en laderas, cerros, lomeríos de suelos someros pedregosos bien drenados; en un intervalo altitudinal de 1,000 a 2,200 msnm. En las partes menos altas puede estar mezclada con *Yucca filifera*, formando parte del matorral desértico rosetófilo y micrófilo; mientras que en mayores elevaciones, se intercalan algunos individuos sin formar manchones densos, como parte del bosque de Pinus-Quercus (Matuda y Piña, 1980; Villavicencio, 1993).

2.3.5 Fenología

En Coahuila se observan palmas en floración entre los meses de marzo-abril y a veces se prolonga hasta principios de mayo. En San Luís Potosí el periodo de

floración se inicia más temprano. La inflorescencia posee un característico color blanco y se localiza en un escapo que crece en forma vertical desde el centro de la roseta. Los frutos son dehiscentes y se cosechan de junio a agosto. Época de recolecta. Los cogollos de palma samandoca pueden recolectarse durante todo el año; sin embargo, esta actividad es más común antes de la época de lluvias (SEMARNAT e INIFAP, 2008).

2.3.6 Usos

Textil, de las hojas tiernas o “cogollos” se extrae fibra (“ixtle de palma”) con la cual se produce hilo o tela de diferente calibre y resistencia, para la manufactura de sacos, mantas y forros para empaque; así como cordeles de diferentes dimensiones (Villavicencio, 1994).

Uno de los problemas que afronta la comercialización de los productos elaborados con fibra de palma samandoca es la competencia con materiales sintéticos y la introducción al país de productos similares fabricados con fibras naturales como el sisal y el yute procedentes de India, Indonesia y Bangladesh, a precios muy bajos; lo que provocó desde finales de la década de los 90s una reducción drástica en las ventas de la costalería de palma samandoca. Situación que impactó de manera negativa al sector rural de cinco estados del país, quienes por más de cincuenta años se dedicaron al aprovechamiento de la *Y. carnerosana*. Resultaron afectados de manera directa a más de 33 municipios productores de fibra y 548 cooperativas registradas en la región noreste del país, donde llegaron a producirse hasta 38,766 ton de ixtle de palma samandoca. Actualmente esas cifras se han reducido, de tal suerte que el número municipios con aprovechamientos se redujo a menos del 5%; ya que el precio de garantía del ixtle de palma samandoca sigue siendo el mismo desde hace 15 años cotizándose alrededor de \$ 9.00 por kilo de fibra seca (Villavicencio, 1994).

2.4 Quimiotaxonomía del género *Yucca*

Los crecientes estudios químicos de diversas especies de Liliácea, Amaryllidaceae y Agavaceae, han expuesto diferencias químicas entre las especies incluidas. Lo anterior ha reforzado la clasificación filogenética de Hutchinson (Gibs, 1974, Hegnauer, 1963 citados por Domínguez, 1980).

En las especies de las Agaváceas hay saponinas esteroidales pero no se han encontrado alcaloides, ni antroquinoides, ni en raíces, tallo, hojas, frutos, semillas y flores (Marker, 1947, Wall, 1954 y 1957 citados por Domínguez, 1980).

La *Y. filifera* contiene dos saponinas, la filafirina a y la filiafirina b (Romo, 1974, citado por Domínguez, 1980).

En un estudio de variaciones en el contenido de sarsapogenina y aceite de *Y. filifera* en los Estados de Nuevo León y Coahuila entando los lugares de Las Delicias, Majada, El Rucio, Molina y San Roberto, se encontró que cuando hay mas madurez y mayor humedad el contenido de sarsapogenina aumenta y al haber mas madurez y humedad equilibrada el contenido de sarsapogenina disminuye (Aregullin, 1980).

2.4.1 Saponinas y hongos

Las defensas de las plantas son una compleja y extensa red con diversos niveles de acción, que responden de forma sincrónica ante la presencia de estrés biótico o abiótico. Las plantas presentan defensas físicas, como la pared celular, y químicas, como las saponinas y fitoalexinas. Estos compuestos son bastante anti fúngicos, y la mayoría de los microorganismos que habitan plantas productoras de estas moléculas poseen mecanismos que les permiten tolerar dichas defensas químicas. Tal es el caso de patógenos del tomate como *Septoria lycopersici* y

Fusarium oxysporum, los cuales poseen tomatinasas que detoxifican la saponina tomatina. De forma similar, el hongo patógeno de la avena *Gaeumannomyces graminis* produce una avenacinasa que detoxifica la saponina avenacina. La presencia de esta enzima en *G. graminis* es esencial para la patogenicidad del hongo en las raíces de avena. Las tomatinasas de *S. lycopersici* y *F. oxysporum* tienen una segunda función en la interacción con sus huéspedes: además de detoxificar las saponinas, las defensas de las plantas son suprimidas por los productos de las dos tomatinasas, los cuales son la β 2-tomatina, la tomatidina y la licotetraosa. La tolerancia a las saponinas de sus huéspedes también ha sido observada en hongos endófitos, en hongos descomponedores de biomasa vegetal y en bacterias fitopatógenas (Díaz, 2009).

Una vez dentro de la planta, *Fusarium* entra en contacto con sustancias anti microbiales preexistentes (fitoanticipinas), como las saponinas α - tomatina en tomate y papa, y avenacinas en avena (Agrios, 2005).

2.5 Enfermedades de las plantas

Las enfermedades de las plantas se encuentran entre los factores naturales que más afectan la productividad agrícola (Sosa-Moss *et al.*, 1999). Se clasifican de acuerdo a su efecto sobre el cultivo; es decir, aquellas cuyos daños se manifiestan en la reducción de los rendimientos o bien las que afectan los productos vegetales en sí, aún cuando no ocasionen bajos rendimientos. Las enfermedades aniquiladoras destruyen completamente un cultivo mientras que las enfermedades limitantes hacen incosteable su producción. Las enfermedades devastadoras destruyen cultivos anuales y las debilitantes causan efectos negativos aunque los indicadores son en ocasiones imperceptibles. Finalmente las enfermedades desfigurantes cambian la apariencia de los productos vegetales y en consecuencia su valor comercial, y las enfermedades inhabilitantes imposibilitan a los productos para su consumo (Baver, 1987).

Las enfermedades en las plantas pueden ser causadas por agentes de naturaleza no infecciosa llamados abióticos o bien, por agentes de naturaleza infecciosa o bióticos. Los primeros incluyen factores como temperaturas desfavorables, deficiencia o exceso de humedad en el suelo, desequilibrio de nutrimentos y mala aplicación de pesticidas. Los agentes bióticos son agentes patógenos infecciosos (Díaz, 1993).

Cuando los problemas son de tipo abiótico, las plantas quedan debilitadas tornándose menos resistentes frente a los organismos dañinos (Villalva, 2005). Además, las manifestaciones de la enfermedad evolucionan de manera simultánea en toda la planta, pero una vez que el daño completo se ha manifestado no desarrolla más. Cuando se trata de enfermedades de origen biótico las expresiones de la enfermedad van a evolucionar y el daño a aumentar. Este tipo de información permite estimar en qué etapa de daño epidemiológico se encuentra la enfermedad (Durán *et al*, 1998).

Para que una enfermedad infecciosa se desarrolle en una planta deben estar presentes tres elementos básicos: un hospedero susceptible, el agente causal u organismo patógeno y las condiciones ambientales propicias para que se desarrolle la infección (Rivera, 2007).

Los microorganismos que producen enfermedades en las plantas causan disfunciones que disminuyen su capacidad de supervivencia y, por lo tanto, de mantenerse en su nicho ecológico. En algunas ocasiones las enfermedades microbianas de las plantas han causado migraciones de poblaciones humanas afectadas por el hambre al destruir las cosechas (Atlas y Bartha, 2002).

Antecedentes

La Fitopatología es la ciencia que estudia las enfermedades de las plantas y pretende mejorar los cambios para la supervivencia de las plantas, cuando ellas están expuestas a condiciones ambientales desfavorables y a microorganismos

parásitos que causan enfermedades, en sí es el estudio de los organismos y los factores ambientales que causan enfermedades en las plantas. La Fitopatología es una ciencia holística, y una profesión que usa y combina el conocimiento básico de la Botánica, Micología, Bacteriología, Virología, Nematología, Anatomía de Plantas, Fisiología de Plantas, Genética, Biología Molecular, Bioquímica, Horticultura, Agronomía, Cultivo de Tejidos, Ciencias del Suelo, Forestal, Química, Física, Meteorología y una gran cantidad más de ciencias. Como ciencia intenta incrementar nuestro conocimiento acerca de las enfermedades de las plantas, pero al mismo tiempo intenta desarrollar métodos, equipamiento y materiales a través de los cuales las enfermedades puedan ser evitadas o controladas. Las enfermedades de las plantas sin control pueden causar pérdida de comida y altos precios para la comida o bien comida con poca calidad. Las plantas enfermas producen algunas veces veneno y no son aptas para su consumo. Así mismo pueden aniquilar especies enteras de plantas y muchas afectan la belleza y paisajes de nuestro entorno (Agrios, 2005).

2.5.2 Síntomas

A las manifestaciones visibles de una enfermedad infecciosa se les denomina síntomas. Los principales síntomas se agrupan en categorías. La marchitez se presenta cuando la planta pierde turgencia y generalmente muere. Las alteraciones del crecimiento incluyen el enanismo, la deformación, las agallas (protuberancias en raíces o tallos por crecimiento o multiplicación celular acelerada) y las llamadas “escobas de bruja” que son proliferaciones anormales de protuberancias laterales cerca del ápice del tallo. Otros síntomas son la muerte de tejido, la cual se puede presentar en distintas formas como necrosis, pudrición y chancro (tejido muerto hundido en tallos y ramas) y las alteraciones en la coloración (Arauz, 1998).

Los síntomas que producen los hongos en sus hospedantes son de tipo local o general y pueden aparecer por separado en hospedantes distintos, en un mismo

hospedante aparecer uno o después de otro en un mismo hospedante. En general, los hongos producen una necrosis local o general o la muerte de los tejidos vegetales que infectan, hipertrofia e hipoplasia o atrofia de plantas completas o de sus órganos, e hiperplasia o crecimiento excesivo de ellas o de algunos de sus órganos (Agrios, 2005).

2.5.3 Signos

En determinadas enfermedades, además de los síntomas, se presentan signos. Estos pueden ser la producción de estructuras características del agente causal o bien, productos de la enfermedad. Entre las estructuras que producen los agentes causantes de las enfermedades en las partes lesionadas de las plantas y que permiten reconocerlo, se encuentran los esclerocios, clamidiosporas, rizomorfos, estomas y exudados en el caso de bacterias y levaduras o micelio en el caso de hongos. Otras estructuras son reproductivas (sexuales o asexuales) como conidios, conidióforos o basidiocarpos. Como productos de la enfermedad se tiene a las masas bacteriales, producción de resinas, olores característicos y sabores desagradables. Los microorganismos que tienen más importancia en fitopatología son los hongos, bacterias, virus y nematodos (Rivera, 2007).

En muchas enfermedades, el patógeno se desarrolla o produce varias estructuras sobre la superficie de su hospedante. Estas estructuras, que incluyen el micelio, esclerocios, esporoforos, cuerpos fructíferos y esporas, se les denomina signos (Agrios, 2005).

2.6 Enfermedades causadas por hongos

Los hongos causan la mayoría de las enfermedades de las plantas que son importantes para los seres humanos. El efecto de estos hongos en los cultivos es devastador y producen pérdidas económicas considerables en todo el mundo (Audesirk *et al.*, 2003).

Los hongos son predominantemente organismos multicelulares, que carecen de clorofila, tienen paredes celulares que contienen quitina, celulosa o ambos componentes y estructuras ramificadas (hifas) que en conjunto se denominan micelio. Una gran variedad de estructuras reproductivas se encuentran en este reino. La taxonomía de los hongos se basa principalmente en la forma y naturaleza de las esporas sexuales, las conidias asexuales y esporangios, la estructura de las hifas, y otras características físicas (morfología). Los perfiles moleculares y bioquímicos también están siendo incorporados a los esquemas taxonómicos (Koike *et al.*, 2007).

De las 100 000 especies de hongos conocidas, se tiene conocimiento que alrededor de 50 especies de hongos producen enfermedades en el hombre y en los animales y que más de 8 000 especies de estos organismos producen enfermedades en las plantas (Agrios, 2005).

Los hongos pueden ser parásitos obligados, es decir, que viven a expensas de plantas vivas, de tal manera que cuando muere la planta que los hospeda, éstos también mueren. Existe otro grupo de hongos que en parte de su ciclo son parásitos en plantas vivas y cuando éstas mueren, ellos continúan viviendo sobre sus despojos. Estos organismos son los parásitos facultativos. Generalmente esto ocurre con hongos cuyo hábitat natural es el suelo. Los hongos saprófitos sólo viven a expensas del tejido muerto o en proceso de necrobiosis (muerte fisiológica de las células o tejidos) y se desarrollan en el tejido que ya ha sido degradado por otros organismos, que ha sido deteriorado por efecto del medio ambiente o que ha

sufrido lesiones por golpes o desgarraduras durante la manipulación (Ames, 1997).

La mayoría de las plantas pueden ser atacadas por algún tipo de hongo y también se sabe que un mismo hongo fitopatógeno puede infectar a uno o más tipos de plantas aunque sean de diferentes familias (García, 1995).

Los hongos tienen múltiples formas de diseminación. Cuando las esporas son polvosas, el viento, los animales y el hombre pueden transportarlas con relativa facilidad una vez liberadas de la estructura donde se formaron. Si las esporas tienen cubiertas mucilaginosas, las formas de diseminación más eficientes serán el salpique de la lluvia, los insectos y el hombre (Rivera, 2007).

2.6.1 Supervivencia de hongos

La supervivencia y capacidad de infección de la mayoría de los hongos fitopatógenos depende de condiciones tales como temperatura y humedad. La germinación de los micelios por lo general se da solamente entre los -5 y 45°C en condiciones de humedad adecuadas. Las esporas se mantienen viables durante largos periodos en condiciones ambientales que no permitan la germinación. Algunos cambios en las condiciones ambientales pueden afectar al patógeno, al hospedador o a ambos (Atlas y Bartha, 2002).

En relación a la forma de incubación, se identifican a los hongos endófitos o de desarrollo interno en el huésped. Este es el caso de la mayor parte de los hongos, que sólo desarrollan en la superficie del órgano atacado, el micelio fértil asexual o conidióforos. Por otra parte, los hongos epifitos o de desarrollo externo tienen todo su micelio en el exterior de los órganos vegetales atacados como si fuese un fieltro que los recubre y que, para su alimentación, emiten unas pequeñas ventosas o chupadores llamados haustorios que penetran hasta el interior de las células del huésped (Carrero y Planes, 2008).

2.6.2 Diagnostico de hongos fitopatógenos

El diagnóstico de los hongos fitopatógenos puede efectuarse realizando una prueba preliminar en corto tiempo, esto es, inoculando plantas susceptibles y observando el desarrollo del patógeno dentro de sus tejidos. Otras formas de diagnóstico pueden ser la detección y observación del hongo en los tejidos infectados o bien, la siembra del tejido infectado en un medio sintético para obtener cultivos puros y observar las características de los hongos aislados (Brathwaite y Sosa-Moss, 1995).

2.6.3 Identificación

Debido a que cada una de las enfermedades fungosas de las plantas casi siempre se debe a un solo tipo de hongos, la identificación de la especie implica que se encuentra en una planta enferma o en un medio de cultivo, implica que deben excluirse todas excepto una de las especies de hongos conocidos. Las características más importantes de los hongos que se utilizan para su identificación, son sus esporas y sus cuerpos fructíferos (o estructuras portadoras de las esporas) y, hasta cierto grado, las características de su soma (plasmodio o micelio). Estos órganos se examinan en el microscopio compuesto después de haber sido retirados de la planta infectada (Agris, 2005).

Para lograr diseñar estrategias para el control de enfermedades, es necesario comprender la epidemiología vegetal, la cual se refiere a la acumulación en el espacio y en el tiempo de numerosos casos de determinada enfermedad. Para que una epidemia se desarrolle se requieren condiciones por parte de la planta (acumulación de individuos susceptibles a ser atacados, aumento en la predisposición a ser atacada y presencia de huéspedes intermediarios adecuados); por parte del patógeno (la presencia de un patógeno agresivo, facultad de reproducción, facilidad de dispersión y capacidad de adaptación) y por parte del ambiente (Heras *et al*, 2003).

2.6.4 Epidemia

Una epidemia es la consecuencia de procesos biológicos, designados procesos epidemiológicos. Estos procesos son los ciclos de infección o ciclos de patogénesis. Cada ciclo de infección es denominado como proceso mono cíclico. Por lo tanto, una epidemia es una secuencia de procesos mono cíclicos que en conjunto constituyen un proceso poli cíclico. Este ciclo se constituye por dos sub-ciclos (primario y secundario) y cuatro etapas: supervivencia, multiplicación, dispersión e infección. Por lo tanto, en el ciclo vital del patógeno se alternan una fase interactiva con la planta y otra de supervivencia impuesta por la ausencia del huésped o por las condiciones ambientales. En el caso de los hongos, la reproducción sexual suele estar asociada con condiciones ambientales adversas, tales como temperaturas desfavorables o agotamiento del agua o nutrientes (Hernández y Montoya, 1989).

Cuando las condiciones ambientales son favorables y existe disponibilidad de nutrientes, los ciclos que suelen predominar son los secundarios con su producción de esporas asexuales. Estos ciclos secundarios suelen ser los responsables de la mayor parte de los daños económicos. El ciclo primario se inicia después de un periodo de dormancia del patógeno a partir del inóculo producido por las estructuras de supervivencia (inóculo primario). Los ciclos secundarios se inician durante la etapa de actividad del huésped y del patógeno, a partir del inóculo producido tras la multiplicación del patógeno en las infecciones primarias (inóculo secundario). El número de ciclos secundarios, que determina la dinámica de la enfermedad, depende de la estrategia y capacidad reproductiva del patógeno, de la población del huésped y de la favorabilidad del ambiente. Los agentes fitopatógenos se clasifican en dos categorías principales, en relación con los ciclos de patogénesis que originan: monocíclicos y policíclicos. La gran mayoría de los hongos fitopatógenos de suelo son monocíclicos (Hernández y Montoya, 1989).

2.6.4.1 Desarrollo de la enfermedad

El desarrollo de la enfermedad producida por hongos fitopatógenos es el resultado de su interacción con las plantas, de acuerdo a las etapas de la patogénesis. La etapa de la pre-penetración incluye el crecimiento del patógeno antes de introducirse en el huésped. Durante esta fase, tienen lugar dos importantes eventos: la germinación de las esporas y la formación de estructuras de infección (crecimiento). Para que las esporas germinen se requieren condiciones favorables de temperatura, humedad, etc. La espora debe ser producida asexualmente (clamidiospora) o sexualmente (teliospora, oospora, esporangio, etc.), así como también una espora asexual propagativa (de paredes delgadas, de corta duración, con menos nutrientes y de color, forma, estructura y morfología variables). El éxito de la germinación de la espora, está determinada por factores físicos y biológicos. Estos últimos incluyen sustancias secretadas por la superficie de la planta y otros microorganismos presentes en/cercanos a ella. Estos exudados pueden estimular o inhibir la germinación (Sharma, 2004).

Los microorganismos no-parasíticos de la rizósfera (zona del suelo alrededor de las raíces que se caracteriza por presentar una intensa actividad biológica), y de la filósfera (superficie de la hoja y el área inmediata adyacente colonizada por una gran variedad de microorganismos no parasíticos) también influyen en la germinación de las esporas. Los exudados de las raíces contienen azúcares y aminoácidos que sirven de nutrientes para los microorganismos. Muchos de estos microorganismos de la filósfera son inhibidores antagonistas de la germinación de las esporas de importantes patógenos de las hojas. Los exudados de las hojas también pueden contener sustancias inhibitorias, inclusive, a hoja por si misma puede contener algunas sustancias inhibitorias (Sharma, 2004).

2.6.4.2 Penetración

El mecanismo de penetración ha sido discutido por mucho tiempo. La penetración puede tener lugar de forma mecánica o por digestión enzimática a través de enzimas hidrolíticas secretadas por el patógeno. Estudios citológicos y genéticos indican que una presión generada por los apresorios permite al hongo penetrar la cutícula y la pared celular. Estos son estructuras engrosadas especializadas para la penetración producidas al final del tubo germinativo de la espora. Al madurar el apresorio, su pared incorpora melanina, la cual reduce su porosidad, lo que permite el desarrollo de una alta presión de turgencia dentro de él. Del apresorio se produce una hifa fina de penetración que perfora la cutícula. La penetración de las superficies de la planta puede ser realizada a través de la degradación de la cutícula por enzimas como las cutinasas que son sintetizadas y secretadas por el hongo. La cutícula tiene tres componentes principales: cutina (matriz polimérica la cual puede ser despolimerizada al romper los enlaces éster); cutano (matriz polimérica resistente a la despolimerización) y ceras (de tipo intra y epicuticulares). La siguiente barrera después de la cutícula es la pared celular. Su degradación requiere de varias enzimas: como celulasas, xilanasas, pectinasas y proteasas (Struck y Mendgen, 1998).

Los agentes patógenos también pueden penetrar a través de aberturas naturales (como estomas, hidátodos, nectarios o lenticelas) y a través de heridas. Las plantas sufren rupturas de su cutícula o de su epidermis por varias causas como daño mecánico, daño de insectos, nematodos y otros herbívoros, cortes de poda, cosecha y otras prácticas y por el crecimiento mismo de la planta (Arauz, 1998).

2.6.4.3 Infección y colonización

Posterior a la penetración continúa el proceso de infección y colonización. La infección es el establecimiento del patógeno en el hospedante en condición parasítica. Este término no implica la aparición de síntomas, ya que puede haber un intervalo largo entre los dos. La infección continúa mientras el patógeno actúe dentro del hospedante y este reaccione a su presencia. El patógeno puede colonizar apenas unas pocas células, porciones considerables de tejido o la planta entera. Las lesiones pueden localizadas (el área afectada es de tamaño y formas definidas; generalmente son necróticas y de tamaño menor). Las lesiones extensivas se presentan cuando el patógeno avanza por todos los tejidos de uno o varios órganos sin que la lesión se limite a determinada forma y tamaño. Se dice que se tiene una invasión sistémica cuando el patógeno invade todos los órganos de la planta aunque no llegue a los tejidos de cada órgano. Hay dos tipos de enfermedades sistémicas: las virosis y micoplasmosis, en que el patógeno viaja a través del floema y las marchiteces vasculares (por ej. Por *Fusarium*) en que el patógeno se extiende por el xilema. En ambos casos el patógeno alcanza eventualmente tallos, raíces hojas y frutos; puede quedar limitado al sistema vascular o extenderse hacia los tejidos vecinos (González, 1976).

2.6.4.4 Interacciones del hongo y hospedero

Físicamente, un hongo puede vivir e interactuar con su hospedero, ocupando una gama de localización. Los microorganismos que viven externamente al hospedero son denominados epifitos, y los que viven en su interior reciben el nombre de endófitos (Faeth y Fagan, 2002).

Los hongos endófitos son aquellos que habitan mas frecuentemente en el interior de dos tejidos aéreos de sus hospederos, pero al menos durante una fase de su propio ciclo de vida, desempeñan variadas y estrechas relaciones ecológicas sin demostrar síntomas visibles. Esa característica dificulta la identificación de estos

organismos, habiendo ser necesario hacer un aislamiento y un cultivo en laboratorio (Araújo *et al.*, 2002).

Estudios realizados, llevan a creer que gran parte de los organismo en la totalidad de los vegetales se coloniza por hongos endófitos por que sus tejidos pudieran estar siendo dañados por infecciones asintomáticas (Abreu, 2005; Faeth & Fagan, 2002).

2.7 Incidencia y severidad

La medición de la intensidad de una enfermedad (incidencia o severidad), es un requisito indispensable en estudios epidemiológicos básicos, como la caracterización cuantitativa de epidemias, en estudios aplicativos de pronóstico, en la comparación de diversas practicas de manejo de enfermedades, así como para determinar la importancia económica de las mismas por medio de modelos de estimación de pérdidas (Campbell y Madden, 1990; Kranz, 1988).

En el caso de la medición de una enfermedad con base en severidad, constituye un problema complejo ya que se pueden inducir errores graves de precisión, exactitud y reproducibilidad, así como una menor eficiencia con respecto a una medición con base en incidencia. En este sentido, la mayor información que normalmente proporciona una medición de severidad, puede tener un alto costo que debe minimizarse, ya que éste no puede eliminarse totalmente. Una forma de disminuir las inconveniencias indicadas, es seleccionar un sistema de medición que permita aproximar satisfactoriamente el valor de una medición estimada a un valor real del grado de una enfermedad. Para este fin, es necesario considerar las limitaciones que tienen los diversos métodos que se han empleado en la epidemiología (James, 1971; Van Schoonhoven y Pastor, 1987; Cassanello *et al.*, 1989; Campbell y Madden, 1990). Existen diversos métodos automatizados para medir la intensidad de una enfermedad (sistemas remotos, uso de video, entre otros); sin embargo, los métodos visuales son ampliamente utilizados, debido a la

simpleza, sencillez y costo de los mismos (Van Schoonhoven y Pastor, 1987; Jaraba *et al.*, 1999). De estos métodos el uso de escalas es de los más utilizados, a pesar de que la gran mayoría son arbitrarias en cuanto al intervalo seleccionado entre las diversas clases, que usualmente se emplean para categorizar diferentes grados de intensidad de una enfermedad Campbell y Madden, 1990; Jaraba *et al.*, 1999).

Adicionalmente, las escalas en general no cuentan con representaciones fotográficas de la severidad asociada a las diversas clases de forma tal que asistan aun evaluador en la medición de una enfermedad. Esto hace que el sistema de evaluación sea inexacto, impreciso y poco reproducible durante su aplicación práctica (Campbell y Madden, 1990; Jaraba *et al.*, 1999).

2.8 Principales enfermedades que afectan a la *Y. filifera* y *Y. carnerosana*

2.8.1 *Botrydiploidia*

Botrydiploidia Sacc. Picnidios oscuros, ostiolados, eruptentes, estromáticos, confluyente, conidióforos simples, cortos, conidios oscuros y doble celulados al madurar, ovoides, elongados; parasíticos o saprofitos en ramas. Este género es muy parecido a *Macrophoma* o *Dothiorella*, si se presentan conidios inmaduros (Barnett y Hunter, 1998).

Pudrición negra, *Botryodiplodia*, sus síntomas son una infección con área circular y consistencia acuosa que se agranda y se hunde adquiriendo un borde muy definido y una coloración negruzca. Conforme la lesión envejece aumenta su área hasta alcanzar un diámetro que varía entre 7 y 10 cm, a la vez que cambia a color negro intenso, su consistencia se torna muy dura y seca, se desarrollan los signos del patógeno en el centro de la lesión, provocando que esta adquiera un aspecto arrugado, al producirse levantamientos del tejido. En la periferia de la lesión se desarrolla un borde acuoso, color verdoso bastante excesivo (Durán y Mora, 1987).

Botryodiplodia theobromae es un hongo fitopatógeno ascomiceto de zonas tropicales y subtropicales que causa la putrefacción de una amplia gama de plantas y frutas. Es la causa de enfermedades en aproximadamente 280 especies de plantas vasculares, entre las que se destacan aguacate, algodón, cacao, café, caña de azúcar, caucho, cítricos, mango, maní, palma africana, pino, tabaco, yuca, entre otras (Gabr, 1990, Cedeño, 1992 y Alves 2005).

Filamentoso fitopatógeno *Botryodiplodia theobromae*, el cual se encuentra frecuentemente en zonas tropicales y subtropicales donde ocasiona pérdidas económicas significativas en los procesos de post cosecha de frutas, verduras, flores y maderables (Mortuza, 1999; Ponte, 1985).

2.8.2 *Dothiorella* spp.

Dothiorella spp. (telemorfo: *Botryosphaeria*), además de Ser (la pudrición de la punta del tallo) provoca muerte de las ramas, tizón de la floración, tizón de las flores y pudrición del fruto y del pedúnculo de este último (Darvas, 1993).

2.8.3 *Alternaria*

Conidióforos oscuros, mayormente simples, determinantes o simpódicos, pocas veces cortos o elongados, conidias (porosporas) oscuras, típicamente ambos cruzados por una septa longitudinalmente, formas variadas, obclavados a elípticos o ovoides, frecuentemente nacen acropetalmente en formas apicales simples o apéndices ramificados parasíticos o saprofitos en material vegetal (Barnett y Hunter, 1998).

Las enfermedades causadas por *Alternaria*, son las más comunes de la mayoría de las plantas en todas las partes del mundo. Las enfermedades de *Alternaria* aparecen usualmente como puntos en las hojas, pero también pueden causar

marchitamiento fúngico de semillas, marchitamiento de tallos, tubérculos y pudrición de frutos. Los puntos son generalmente café oscuro a negros, algunas veces numerosos y alargados y usualmente desarrollan anillos concéntricos, los cuales dan a los punteados la apariencia de círculos (Agrios, 2005).

2.8.4 *Fusarium*

Fusarium Link. Micelio extensivo y algodonoso en cultivo, algunas veces con tintes rosados, violetas y amarillos en el micelio o medio, conidióforos variables, delgados y simples, o algo amplios, cortos, ramificaciones irregulares o rodeadas casi de fiálides, solos o grupales en esporodoquios; conidios (fialoesporas), hialinos, variables, principalmente de dos formas, algunas veces acomodados en pequeñas cabezas; macroconidias multicelulares, un poco curvadas con las terminaciones no tan largas pero si algo curvas al final, típicamente en forma de canoa; microconidias de una sola célula, ovoides a oblongos, nacen solas o en cadena, algunos conidios intermedios, de 2 o 3 células, oblongos o un poco curvos; parasíticos en plantas grandes o saprofitos cuando caen los vegetales. Un género muy variable y amplio, algunas veces tomado o confundido con *Tuberculariaceae* pro que algunas especies producen esporodoquios. Comúnmente las paredes de clamidioesporas son amplias en algunas especies (Barnett y Hunter, 1998).

El género *Fusarium* es del suelo, necrotrófico, es un hongo patógeno de las plantas, con muchas especies que causan enfermedades serias de las plantas alrededor del mundo. Causa pudriciones marchitez, entre otros síntomas. El hongo puede sobrevivir en el suelo como micelio o como esporas en ausencia de su hospedero. Para que el hongo tenga una infección exitosa en la planta se debe mover en diferentes paquetes de genes para hospedar a una planta, atacando la superficie de la raíz, rompiendo la barrera enzimática físicamente (Agrios, 2005).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del sitio

El presente trabajo fue llevado a cabo en el Jardín botánico “Ing. Gustavo Aguirre Benavides” de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila; localizada a 7 km por la carretera Saltillo, Coahuila-Concha del Oro, Zacatecas. En la entrada norte de la UAAAN al sur de la ciudad de Saltillo, con una localización geográfica de coordenadas 101°00' Longitud Oeste y 25°22'41" Latitud norte con una altura de 1,743 msnm.



Mapa 2. Mapa que muestra a el Jardín Botánico Gustavo Aguirre Benavides, las flechas rojas indican la zonificación de *Yucca carnerosana* y las azules de *Yucca filifera*, donde se muestreo incidencia, severidad y se tomaron muestras para la identificación de los hongos en el laboratorio.

Jardín Botánico Gustavo Aguirre Benavides



Fig. 1 Figura y Mapa que muestra el jardín botánico Gustavo Aguirre Benavides.

Cuenta con una colección de 300 especies, incluyendo 51 familias y 171 géneros.

La parte de laboratorio fue llevada a cabo en el Departamento de Parasitología en el laboratorio de Fitopatología.

3.2 Características climáticas

El clima es cálido, muy seco con invierno seco la temperatura media anual es de 18 ° y 22 ° con temperaturas mínimas de -15 ° y máximas de 38°, Presentando mayor precipitación pluvial en el mes de julio y con menor el mes de marzo.

Equipos y aparatos	Instrumentos
Olla de presión	Pinzas de disección
Balanza analítica	Agujas para inyección de insulina
Campana de flujo laminar	Mechero de Bunsen
Cámara Sony Cyber-shot modelo DSC-W310	Mechero de Alcohol
Microscopio compuesto	Sacabocados(0.8, 0.5 mm)
Microscopio de disección	Navaja
Incubadora	
Binoculares Bushnell 10 x 25 300 FT. AT1000 YDS.	
Materiales	Sustancias
Cajas Petri	Lactofenol
Cubre objetos	Cloro al 3%
Porta objetos	Alcohol etílico 96°
Cinta para film	Agua destilada
Papel destraza	Papa Dextrosa Agar (PDA)

Cuadro 1. Equipos, Aparatos, Instrumentos y Sustancias utilizadas en la investigación.

3.2.1 Procedimiento

El desarrollo del trabajo consistió primeramente en el muestreo de las dos especies: *Y. filifera* y *Y. carnerosana* dentro del jardín botánico en lo que se refirió a la incidencia y severidad estas dos variables fueron medidas mediante observación con binoculares y con la ayuda de una escala pictográfica.



FIG. 2 Figura que muestra la escala propuesta por Castro y Rocha de severidad del daño para la *Y. filifera* y *Y. carnerosana*. La escala va de 1 (sin daño) a 8 (severamente dañada).

Dicha escala consistió de los siguientes valores para la severidad de de *Y. filifera* y *Y. carnerosana*:

Categoría	Intervalo %	Descripción
1	0	Sin daño
2	5	Hasta un 5 % de área foliar dañada
3	10	Más de 5 % y hasta 10 % de área foliar dañada
4	15	Más de 10 % y hasta 15 % de área foliar dañada
5	30	Más de 15 % y hasta 30 % de área foliar dañada
6	50	Más de 30 % y hasta 50 % de área foliar dañada
7	75	Más de 50 % y hasta 75 % de área foliar dañada
8	100	Más de 75 % y hasta 100 % de área foliar dañada

Cuadro 2. Que muestra los valores de la escala propuesta por Castro y Rocha para la severidad de *Y. filifera* y *Y. carnerosana*.

En el jardín botánico se contabilizaron 270 *Y. filifera* y 207 *Y. carnerosana*. De las cuales se procedió a muestrear el 30 % de cada especie.

3.2.2 Incidencia

Se observaron al azar un total de 100 *Y. filifera* y 62 *Y. carnerosana*, al azar para detectar síntomas y signos parecidos entre sí para posteriormente tomar hojas con similitud de signos y síntomas y ser llevadas al laboratorio para su identificación.

Se recurrió al uso de binoculares y cámara fotográfica para acercamientos en las plantas más altas.

3.2.3 Severidad

Se muestrearon 82 *Y. filifera*, tomando 4 puntos cardinales de la planta, este muestreo fue estratificado, linealmente, tomando 5 plantas por punto de parada.

De *Y. carnerosana* se tomo a 62 miembros con un muestreo estratificado en w, igualmente tomando los 4 puntos cardinales para una mejor apreciación del daño (Robertson, 2008).

3.2.4 Identificación de hongos

Se tomaron muestras de hojas enfermas de *Y. filifera* y *Y. carnerosana*, que presentaban síntomas de estar enfermas y se llevaron al laboratorio de fitopatología para su análisis, cabe mencionar que ambas se encontraban en etapa vegetativa al momento del muestreo

Para este diagnostico se desinfecto la hoja con cloro al 3 % dos veces y se enjuago en agua estéril y se dejo secar por un día.

Cada caja petri se incubo a 26°C, al cabo de dos días se observo micelio como se observa en la figura 3, se espero un día mas y se tomo una pequeña muestra con sacabocados, del hongo que aparentemente se manifestó en la mayoría de las cajas y se sembró de nuevo en medio PDA para la purificación.

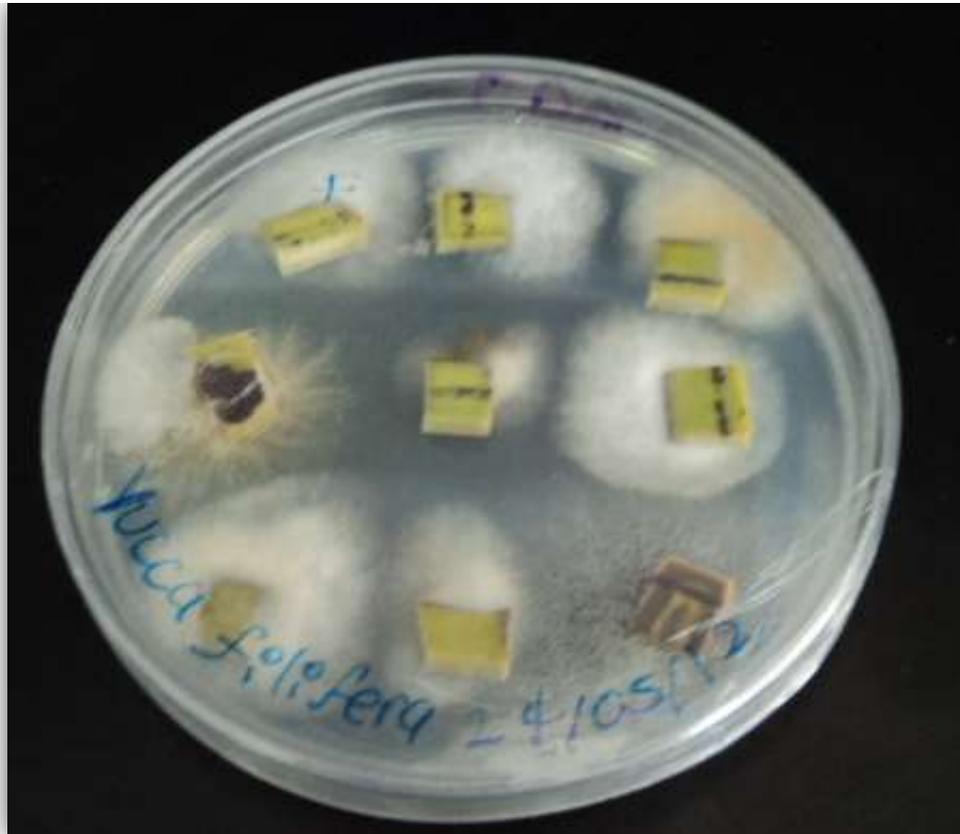


Fig. 3 Hongo creciendo en una parte de tejido infectado de *Y. filifera* en medio PDA.

Al observar suficiente crecimiento de micelio, se procedió a la identificación del hongo auxiliándose de un microscopio compuesto, se tomo una pequeña porción de micelio con una aguja de disección y se fijo en un portaobjeto con lactofenol, colocándole el cubre objetos y se llevo al microscopio para su observación detallada apoyándose de las claves de (Barnett y Hunter, 1998) para la identificación de genero.

3.2.5 Diseño experimental

Se determinó un ANVA mediante un Diseño Completamente al Azar (dos tratamientos con 100 y 60 repeticiones por tratamiento), con un total de 20 unidades experimentales en *Y. filifera*, cada unidad experimental consistió en cinco plantas por punto de parada. En *Y. carnerosana* constó de 60 repeticiones y un total de 12 unidades experimentales. La variable a evaluar fue incidencia, se utilizó el programa estadístico de la Universidad de Nuevo León (UANL) versión 2.5.

Así mismo se recurrió al uso de la siguiente fórmula usado por Ogawa (1986)

$$\frac{\text{No.de individuos}}{\text{Total de individuos}} \times 100$$

Para la variable severidad se uso una estadística no para métrica con la prueba de Friedman (Diseño Bloques al Azar), con un nivel de significancia de 0.5 igualmente con el programa de la UANL (Olivares, 1994).

Variables evaluadas
Incidencia y severidad

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se plantean en cuanto a incidencia y severidad fueron considerando solo a el hongo de mayor presencia *Botryodiplodia* sp., pues los demás, *Fusarium* sp. solo se presentó una vez y *Alternaria* sp. en dos ocasiones en el medio PDA.

4.1 Incidencia

La incidencia de *Botryodiplodia* se obtuvo con un coeficiente de variación de 15.68 %, como se muestra en la Tabla 1 de anexos.

Así mismo se utilizó una fórmula (Ogawa, 1986) y se obtuvieron los mismos resultados:

Del total de plantas muestreadas de *Yucca carnerosana*: 60

Fueron 54 las enfermas.

Entonces utilizando dicha fórmula, quedaría así:

$$54/60 = 0.9$$

Multiplicándolo por 100

Tendremos 90 % de incidencia de *Botryodiplodia* para *Yucca carnerosana*.

Del total de las plantas muestreadas de *Yucca filifera*: 100

Fueron 96 las enfermas.

$$96/100 \times 100 = 96$$

Así tendremos 96 % de incidencia de *Botryodiplodia* para *Y. filifera*

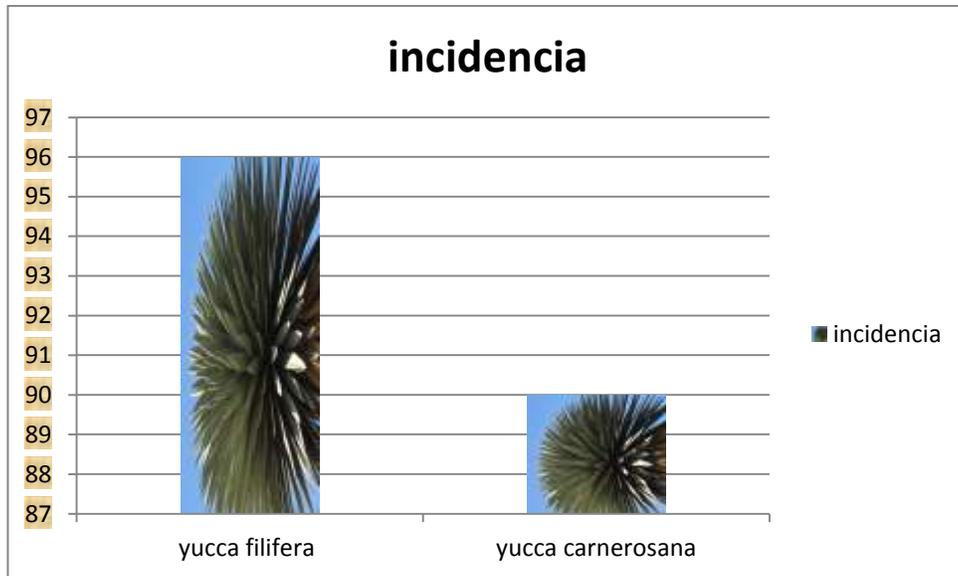


Grafico 1. Incidencia de *Botryodiplodia* sp. en *Y. filifera* y *Y. carnerosana* en valores porcentuales.

4.2 Severidad

Los resultados respecto a la severidad de *Y. filifera* y *Y. carnerosana* nos indican que no existe una diferencia significativa respecto al daño de planta por especie, se considera que no hay una relevancia, es decir el hongo esta presente en ambas especies con una diferencia de severidad no significativa, ver anexos.

En cuanto a la escala propuesta, la severidad de *Y. filifera* se encontró en categoría 3 con un intervalo porcentual de 10.

Y para *Y. carnerosana* se ubicó en la categoría 5 con un intervalo porcentual de 30.

El estado nutricional de la planta y, consecuentemente, el tipo de fertilización puede influir en la incidencia y desarrollo de enfermedades (Marschner, 1998; Huber 1990).

La aplicación de enmiendas orgánicas puede influir en la incidencia y severidad de enfermedades de diversas formas: por el suministro de nutrientes y otras sustancias químicas; por sus efectos en los microorganismos patógenos; por sus efectos en los microorganismos antagonistas a los patógenos que se encuentran en el suelo; y por los cambios que la materia orgánica puede causar en las propiedades físicas del suelo (Chaimsohn, 2005).

Las escalas utilizadas para evaluar la severidad, en general no cuentan con representaciones fotográficas de la severidad asociada a las diversas clases de forma tal que asistan aun evaluador en la medición de una enfermedad. Esto hace que el sistema de evaluación sea inexacto, impreciso y poco reproducible durante su aplicación práctica (Campbell y Madden, 1990; Jaraba *et al.*, 1999).

4.3 Identificación del material vegetal y microbiológico

El material vegetal fue corroborado como *Yucca filifera* y *Yucca carnerosana* en el Herbario de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, unidad Saltillo.

Se identificaron los hongos asociados que manifiestan los síntomas y signos más notables en follaje como son necrosis y amarillamientos de *Y. filifera* y *Y. carnerosana*.

Por otra parte, el microorganismo aislado fue identificado en base a sus características coloniales y de conidias como se aprecia en las figuras 4, 5 ,8 y 9 como perteneciente al genero *Botryodiplodia sp.* , así como por la presencia del estroma en las hojas, donde se encontraron los pincidios.

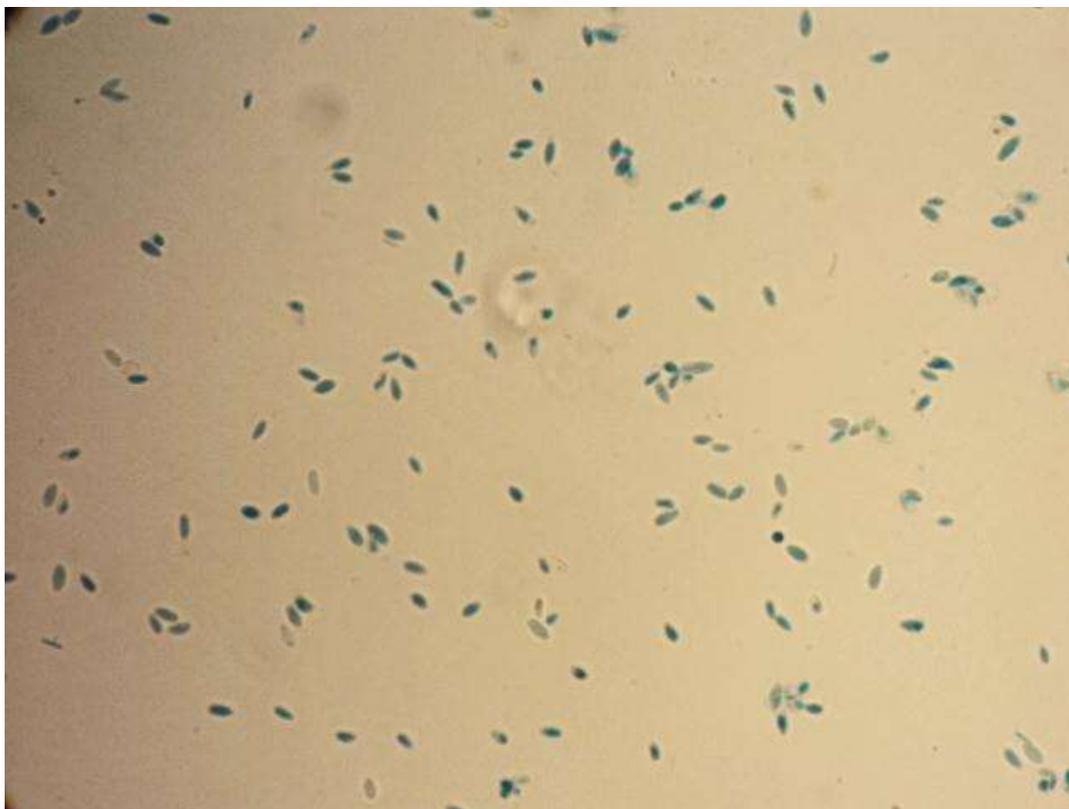


Fig. 4 Conidias de *Botryodiplodia* sp. en *Y. filifera* y *Y. carnerosana*.

En Colombia, *Botryodiplodia theobromae*, es considerado como un patógeno de consideración para la agricultura (Tamayo, 2007).

Las enfermedades que se reportan para *Yucca filifera* en el campus de la universidad de chapingo son mancha foliar siendo su agente causal: *Botryodiplodia* sp. , roña y su agente causal: *Sphaceloma* sp., enfermedad: mancha foliar. Agente causal: *Sordaria* sp. (Morales, 2002).

Las plantas muestreadas presentaron manchas redondas en su follaje, rodeadas por un halo clorótico y en el centro un poco de tejido muerto, se encuentran dispersas en toda la hoja, cada mancha presenta en el centro estructuras oscuras inmersas en el tejido. La hoja pasa por el color amarillento hasta secarse (Morales, 2002).

En un estudio sobre dos plantas ornamentales de Agavaceas, *Yucca elephantipes* y *Dracaena arbórea* se encontraron a los siguientes patógenos *Botryodiplodia theobromae* Pat., *Colletotrichum capsici* Butler Bisby, *Curvularia* sp., *Glomerella cingulata* (Stonem.) Spauld. y Schrenk, *Leptosphaeria agaves* Butl., *Leptosphaeria obtusispora* Speg., *Phomopsis dracaenae*, *Phomopsis dracaenicola*, *Phomopsis yuccae*, and *Phyllosticta yuccae* (XI Pinggen et al, 2005).



Fig. 5 Picnidios en hoja de *Y. filifera*.

Así mismo se encontró *Alternaria* sp. y *Fusarium* sp. en menor cantidad (una caja petri por cada uno).

Las especies del género *Yucca* tienen alto contenido de saponinas, de las cuales se derivan diversos esteroides, el hecho de que se hallan presentado *Alternaria* sp. y *Fusarium* sp. se puede deber a que dichos patógenos poseen la capacidad de detoxificar dichas saponinas y aún así penetrar al hospedero.

En un estudio se observó que *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Alternaria alternata* y *Alternaria solani*, son capaces de detoxificar una α -tomatidina y por lo

tanto desarrollarse con facilidad en su hospedero aunque este presente defensas químicas (Díaz, 2009).

La identificación de *Alternaria* sp. como se muestra en la figura 6, se realizó por la observación a microscopio compuesto de conidias simples, oscuras, cortas y septadas (Barnett y Hunter, 1998).



Fig 6. Conidias en cadena de *Alternaria* sp.

Fusarium sp. presentó un micelio extensivo, y globoso con tintes rosáceos, encontrándose microconidias y clamidiosporas, coincidiendo con las características de las claves de (Barnett y Hunter, 1998).



Fig. 7 *Fusarium* sp. en *Y. filifera* y *Y. carnerosana* a) Clamidosporas, b)

Microconidias en cadena.

La pudrición del tallo en *Agave tequilana* L. Weber es causada por *Fusarium oxysporum*, (Luna, 1996). Entre los fitopatógenos más importantes de este cultivo sin duda alguna destacan aquellos asociados a la marchitez del agave, este síntoma se ha asociado a fitopatógenos tales como *Erwinia* sp. y *Fusarium* sp. o bien por la acción de ambos fitopatógenos (Martínez, 1994 y Velez et al, 1996).

En un estudio sobre el estado micológico de Agavaceas se encontró en *Agave americana* los géneros de *Fusarium*, *Phytium*, *Aspergillus*, *Penicillium*. Y en *Yucca elephantipes* a los géneros *Fusarium*, *Aspergillus*, *Gliocladium*, *Hormiactis*,

Mortierella, *Mucor*, *Penicillium* y *Pythium* con una incidencia porcentual de los hongos de 100 en ambas Agavaceas (Stankieviciene y Lugauskas, 2001).

En un estudio en Nueva Zelanda sobre hongos en *Agavaceas*, *Arecaceae*, *Bromeliaceae*, *Cycadaceae* y *Musaceae* se encontró asociado a *Fusarium* spp. presentándose como punteados en follaje, sin importancia significativa (Braithwaite *et al*, 2006).

A pesar de que la severidad, no presento niveles significativos y que se concluye que el ser de diferentes especies no genera diferencia para la asociación del hongo con la planta, queda en el aire si se extenderá a otras especies de *Yucca* presentes en el Jardín Botánico y que tan grave podrá ser el hecho de las plantas empiecen a morir a causa de el hongo.



Fig. 8 Picnidios en tejido de *Y. filifera*



Fig. 9 Micelio y picnidios en tejido de *Y. carnerosana*.

5. CONCLUSIONES

La incidencia del hongo asociado fue determinada.

Se obtuvo la incidencia del hongo asociado con significancia.

Botryodiplodia sp. es un hongo asociado de *Yucca* spp..

Botryodiplodia sp. se encontró en *Yucca* spp en niveles bajos de severidad y una incidencia alta.

La evaluación de la incidencia y severidad fue obtenida.

Fueron identificados los hongos asociados a las hojas de *Yucca* spp.

6. BIBLIOGRAFIA

- Abreu, L. M. Diversidade de fungos endófitos associados à planta parasita *Phoradendron perrottetti* (DC.) EICHLER e sua hospedeira *Tapirira guianensis* AUBL. 2005. 86 p. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.
- Agrios, G. N. 2005. *Plant Pathology*. Editorial Elsevier Academic Press. USA. 921 p.
- Alanís, G. J.; Guzmán, M. A., González, M., Cano, G. 1995. *Flora Representativa de Chipinque. Árboles y Arbustos 1era. Parte*. Monterrey N. L., México. 40 p.
- Alanís, G. J., Cano, G., Rovalo, M. 1996. *Vegetación y Flora de Nuevo León. Una Guía Botánico-Ecológica*. Impresora Monterrey, S. A. de C. V. México. 251 p.
- Alanís, E., Jiménez, J., Espinoza, D., Jurado, E., Aguirre, O.A. y González, M.A. 2008. Evaluación del estrato arbóreo en un área restaurada post-incendio en el Parque Ecológico Chipinque, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 14(2): 81-87.
- Alves, A .2005. Evaluation of Amplified Ribosomal DNA Restriction Analysis as a Method for the Identification of *Botryosphaeria* Species. *FEMS Microbiology Letters* (245): p.221-229, 2005.
- Ames It. 1997. Enfermedades fungosas y bacterianas de raíces y tubérculos andinos. *Centro Internacional de la papa*. p. 5-7.

- Araújo, W. L., Lima, A., Azevedo, J., Marcon, J., Kublincky-Sobral, J., Lacava, P. 2002. Manual: aislamiento de microorganismos endofíticos. Piracicaba: Calq. 86 p.
- Arauz, C. 1998. Fitopatología: un enfoque agroecológico. Editorial de la Universidad de Costa Rica. Costa Rica. p. 137-139; 166-167.
- Aregullin, M., Dávila, G., Jasso. 1980. Variaciones en el contenido de sarsapogenina y aceite. *Yucca*. Volumen de la serie el Desierto. Centro de Investigación en Química Aplicada. Saltillo, Coahuila, México.
- Arriaga, L. 2009. Implicaciones del cambio de uso de suelo en la biodiversidad de los matorrales xerófilos: un enfoque multiescalar. *Investigación ambiental* 1(1): 6-16.
- Atlas, R.M. y Bartha, R. 2002. Ecología microbiana y Microbiología ambiental. Pearson- Educación. España. 97-137. (p 118).
- Audesirk, T., Audesirk, G. y Byers, B. 2003. Biología. Evolución y Ecología. Pearson-Educación. México, D.F. 125-138.
- Baver L. 1987. Fitopatología. Ed. Limusa. p. 9-12.
- Barnett, H. L. y Hunter, Barry B. 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. Fourth edition. Prentice Hall Inc. 241 p
- Brathwaite, C. y Sosa-Moss C. 1995. Introducción al diagnóstico de las enfermedades de las plantas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. México. p. 39-46.

- Braithwaite, Hill, C., Ganev, S., Pay, J., Pearson, H. y Alexander, B. A survey of sub-tropical nursery plants for fungal diseases in northland. *New Zealand Plant Protection* 59:132-136.
- Campbell, C. L. and Madden, L. 1990. *Introduction to Plant Disease Epidemiology*. John Wiley and Sons. New York, USA. 532 p.
- Carrero J.M y Planes S. 2008. *Plagas del campo*. Mundi-Prensa. España. p.101; 39-42; 180.
- Cassanelo, M. E., Franco, J. Y Mendoza, R. 1989. Escalas visuales para la evaluación de enfermedades en frutilla y coliflor. *Fitopatología* 24: 58-64.
- Cedeño, L. y Palacios-Prü, E. 1992. Identificación de *Botryodiplodia theobromae* como la causa de lesiones y gomosis en cítricos. *Fitopatología Venez* (5): p.10-13.
- CIQA. 1980. *Yucca*. Volumen de la serie el Desierto. Centro de Investigación en Química Aplicada. México.
- CONAZA. 2000. *La Desertificación en el Altiplano Mexicano*. Comisión Nacional de Zonas Áridas y Universidad Autónoma Chapingo. UACH – CONAZA. 76 p.
- Chaimsohn, F.P. 2005. Relaciones entre la fertilidad del suelo y el estado nutricional de las plantas con la incidencia de enfermedades biopatogénicas. San José, Universidad de Costa Rica. Informe presentado al Curso de manejo integrado de suelos y cultivos tropicales. 24 p.
- Darvas, J. 1993. *Dothiorella dominicana* an important Mango Pathogen in South Africa *Acta Hort.* (41):321-28.

- Díaz, F. A. 1993. Enfermedades infecciosas de los cultivos. Ed. Trillas. p 9-15.
- Díaz, P., Luz N. 2009. Interacciones moleculares entre plantas y microorganismos: saponinas como defensas químicas de las plantas y su tolerancia a los microorganismos. Una revisión RET. Revista de Estudios Transdisciplinarios, Fundación Instituto de Estudios Avanzados. vol. 1, núm. 2, julio-diciembre, p. 32-55
- Domínguez, J. A. 1980. Quimiotaxonomía del género *Yucca*. ITESM NL. *Yucca*. Volumen de la serie el Desierto. Centro de Investigación en Química Aplicada. México.
- Durán, Q.A., Mora, A.D. y Ramírez O. L. 1998. Enfermedades y otros problemas de las plantas: reconocimiento de campo. Universidad de Puerto Rico. p. 46-48.
- Durán, J. A. y Mora, D. 1987. Diagnostico de las enfermedades postcosecha de la papaya en costa rica I. pruebas de patogenicidad. Journal Agronomia Costarricense. San José Costa Rica. 12 (1) 1-6.
- Estrada, E., Yen, A. D., Villarreal, J. 2004. Leguminosas del centro del estado de Nuevo León, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 75: 73-85.
- Faeth, S. H. y Fagan, W. Fungal endophytes: common host plant symbionts but uncommon mutualists. Integrated and Composition Biology, v. 42, p. 360-368, 2002.

- Foroughbakhch, R., Alvarado, M. A., Núñez, A., Hernández, J., Rocha, A. 2003. Structural analysis and performance of *Helietta parvifolia* (Gray) Benth. in southeastern Nuevo Leon, Mexico. *Interciencia* 28(11): 651-655.
- Gabr, M.R. 1990. *Botryodiplodia* fruit rot of pear fruits, some physiological and Pathological Studies. *Annals Agric Sci* (35): p.427-443.
- García, J. y Jurado, E. 2008. Caracterización del matorral con condiciones prístinas en Linares N. L., México. *Ra Ximhai* 4(1): 1-21.
- García V. 1995. Introducción a la Microbiología. Universidad Editorial a distancia. Costa Rica. p. 103-106.
- González, L. C. 1976. Introducción a la Fitopatología. Editorial Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Costa Rica. p. 78-79.
- Heras J., Fabeiro C. y Meco, R. 2003. Fundamentos de agricultura ecológica: realidad actual y perspectivas. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. España. p. 166-167.
- Hernández T., Montoya H. 1989. Epidemiología cuantitativa aplicada al análisis de algunas enfermedades de cultivos tropicales. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. OEA. Costa Rica. p. 11-17.
- Huber, D. 1990. Fertilizers and soil borne diseases. *Soil Use and Management* 6(4): 168 – 173.
- James, W. C. 1971. An illustrated series of assesment Keys for plant disease, their preparation and usage. *Canadian plant disease survey* 51: 39-65.

- Jaraba, N.J., Aguilar, R.G., Gutiérrez, A.H., Chavarin, P. J. y Mora-Aguilera, G. 1999. Elaboración y validación de una escala diagramatizada para la roya blanca del crisantemo (*Puccinia horiana* Henn). En Crisantemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev). Memorias del X congreso Latinoamericano de Fitopatología. Guadalajara, Jalisco, México. p 292.
- Kiester, A.R., R. Lande and D.W. Schemske. 1984. Models of coevolution and speciation in plants and their pollinators. *The American Naturalist* 124:220-243.
- Koike S., Gladders P., Paulus A. 2007. Vegetable disease. A color handbook. Academic Press. London, U. K. p.22.
- Kranz, J. 1988. Measuring Plant Disease. In: J. Kranz and J. Rotem (eds.). *Experimental Techniques in Plant Disease Epidemiology*. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg. pp 35-50.
- Luna, H.G. 1996. Pudrición de tallo de *Agave tequilana* L. Weber en el estado de Jalisco, México. Tesis Profesional. Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- Matuda, E. y e I. Piña. 1980. Las plantas mexicanas del género *Yucca*. Colección miscelánea del Estado de México. Toluca, Edo. de México. México. 145 p.
- Marschner, H. 1998. Mineral nutrition of higher plants. 3 ed. Academic Press, San Diego. 889 p.
- Martínez R. J.L. 1994. Informe sobre el diagnóstico de la marchitez en agave. Tequila Cuervo. Inédito

- Marker, R. E, Wagner, R.B., Ulshafer, P.R., Wittbecker, E.L., Goldsmith, R. J. y Ruof, C.H. 1947. Journal American Chemistry Society. 69, 2167
- Mittermeier, R. A. y Goetsch, C. 1997. Megadiversidad: Los países biológicamente más ricos del mundo. Cemex, Ciudad de México.
- Montaldo, A. 1985. La *Yucca* o Mandioca. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA. San José Costa Rica. 299 p.
- Morales, A. L. 2002. "diagnostico de las enfermedades foliares que afectan árboles del campus de la Universidad Autónoma Chapingo". México. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Chapingo. 49 p.
- Morin, N. 2006. Flora of North America. Editorial Committe eds. Vol 7. New York and Oxford. <http://www.fna.org>
- Mortuza, M.G. y Llag L.1999. Potencial for Biocontrol of *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griff. & Maubl. in Banana Fruits by *Thrycoderma* species. Biol Control. 15: 235-240.
- Nava, R., De Luna R., Reynaga R. y García, R. 1980. Eco cultivo de *Yucca filifera* en las zonas áridas de México. UAAAN. *Yucca*. Volumen de la serie el Desierto. Centro de Investigación en Química Aplicada. México.
- Olivares, E. 1994. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, N. L.
- Orta, A. 1980. Las *Yucca*: recurso natural del desierto. Comisión Nacional de Zonas Áridas. *Yucca*. Volumen de la serie el Desierto. Centro de investigación en química aplicada. México.

- Owaga, J. 1986. Field Test procedures for evaluation of fungicides to control *Monilinia laxa* on stone fruits. In Hickey, Kenneth (Edit). Methods for evaluating pesticides for control of plant pathogens. American Phyto pathological Society Press. p 152.154.
- Palacio, J. L., Bocco, G., Velázquez, A., Mas, J. F., Takaki, F., Victoria, A., Luna, L., Gómez, G., López, J., Palma, M., Trejo, I., Peralta, A., Prado, J., Rodríguez, A., Mayorga, R. y González, F. 2000. La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del Inventario Forestal Nacional 2000. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM 43: 183-203.
- Piña, E. y Matuda, E.1980. Las plantas mexicanas del genero *Yucca*. Toluca, estado de México : gobierno del estado de México. 145 p.
- Ponte, J.1985. Uma nova doença da ateira (*Annona squamosa*) e da gravioleira (*A. muricata*), causada por *Botryodiplodia theobromae*. Fitopatol Bras. 10: 689-691.
- Renteria, L. y Cantú, C. 2003. El efecto de *Tegeticula Yucassella* Ryley (Lepidoptera: Prodoxidae) sobre la fenología reproductiva de *Yucca filifera* Chabaud (Agavaceae) en Linares, Nuevo León, México. Acta Zoologica Mexicana. Nueva Serie. Xalapa, Veracruz, México (89) 85-92 p.
- Rivera, C. 2007. Conceptos introductorios a la fitopatología. Editorial Universidad Estatal a Distancia (EUNED). p. 6-13.
- Rzedowski, J. 1986. Vegetación de México. Limusa, México. 432 p.

Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1ª Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504 p.

Robertson, A. E. 2008. Methods of collecting plant disease. Plant Management Network. Proceedings On Farm Research Conference. Iowa State University. Video 25 min and 57 seconds. Iowa, USA.

Román, A. 1980. Los usos de *Yucca* existentes en el desierto chihuahuense. Centro de Investigación en Química Aplicada. México. p 173.

Romo De Vivar, A., Arreguin, Camacho, R., Guerrero, C., Ortega, A. y Castillo M. J. 1974. revista latinoamericana. Química. 5,240.

SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT). INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS (INIFAP). Manual que establece los criterios técnicos para el aprovechamiento sustentable de recursos forestales no maderables de clima árido y semiárido. México : SEMARNAT. 1 archivo PDF, 110 p. Ilustraciones, fotografías, mapas. 1 archivo electrónico, 6.212 MB.

Sharma, P.D. 2004. Plant Pathology. Printed at Rajsons Printers. New Deli, India. p 40-41.

Stankieviciene, A. y Lugauskas, A. 2001. Mycological state of the imported sick plants of the family Agaceae. Biologija. Vilnius, Lithuania.

Struck, C. y Mendgen K. 1998. Infection strategies. En: Gareth JD. 1998. The epidemiology of plant diseases. Kluwer Academic Publishers. Great Britain. p 110-113.

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT)
2005. Anuario Estadístico de la Producción Forestal. Subsecretaria de
Gestión para la Protección Ambiental. Dirección General de Gestión
Forestal y de Suelos. México, D. F. México. p. 25-40.

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. 2006. El
Medio Ambiente en México 2005: en resumen. México. 91 p.

Sosa-Moss C, Perdomo R., Brathwaite C., Salazar C. Manual de técnicas para
diagnóstico de las enfermedades de la plantas. 1999. Instituto
Interamericano de Cooperación para la agricultura. Agencia de Cooperación
Técnica. IICA. México. p .11:162-186.

Tamayo, P.J. 2007. Enfermedades del Aguacate. Revista Politécnica. 1: 51-70.

Tejeda G. C., Zamora-Martínez, M.C. y Sánchez, R. 1998. Recursos forestales no
maderables, situación actual y perspectivas. In: Memorias Reunión de la
Comisión Forestal para América del Norte, Mérida, Yuc. México. Junio p.
35-49.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO (UNAM). 2010. Instituto de
Biología. "*Yucca filifera* Chabaud - IBUNAM:MEXU:PVsn29053". UNIBIO:
Colecciones Biológicas. 2010-05-27. Consultada en: 2012-3-10.
Disponible:<<http://unibio.unam.mx/collections/specimens/urn/IBUNAM:MEXU:PVsn29053>.

Van Schoonhoven, A. y Pastor-Corrales, M. A.1987. Sistema estándar para la
evaluación de germoplasma de frijol. Publicación especial. Centro
Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 56 p.

- Velez, G.C., Álvarez de la C. y Rodríguez. G. 1996. Aislamiento de *Erwinia* del grupo carotovora como patógeno del Agave tequilana. Resumen XXIII Cong. Nal., Fitopatología, Guadalajara, Jal. México.
- Villarreal, J. A. 2006. Introducción a la botánica forestal. 3ª. Edición. México. Trillas. UAAAN. 151 p.
- Villalva QS. 2005. Plagas y enfermedades de jardines. Mundi-Prensa. España. p. 27.
- Villavicencio G., E. E. 1993. Palma samandoca (*Yucca carnerosana* Trel.) una especie nativa del Desierto Chihuahuense. Folleto Divulgativo No. 3. SARH. INIFAP. Centro de Investigación Regional del Noreste.
- Villavicencio G., E. E., 1994. Determinación del turno de corte para el aprovechamiento de palma samandoca (*Yucca carnerosana* Trel). Primer Simposio Internacional sobre Agavaceas. México D.F. p. 31.
- Wall, M. E., Krider, M. M. Krewson, C. F., Eddy, C.R., Willaman, J. J., Correll, D. S. y Gentry, H. S. 1954. Journal American pharm. Assoc. sci. Ed. p 43, 1.
- Wall, M. E., Eddy, C.R Willaman, J. J., Correll, D. S. Schrubert, B. G. Gentry, H. S. 1954. Journal American pharm. Assoc. sci. Ed. p 43, 503.
- Wall, M. E., Fenske, C. S., Kenney, H. E. ,Willaman, J. J., Correll, D. S. Schrubert, B. G. Gentry, H. S . 1957. Journal American pharm. Assoc. sci. Ed. p 46, 653.
- XI Pinggen, JIANG Zide,QI Peikun. 2005. Identification on the pathogenic fungi of two ornamental plants of Agavaceae. Journal of Guangxi Agricultural and Biological Science. College of Natural Resources and Environment, South China Agricultural University, Guangzhou, China.
- <http://132.248.13.9/collections/specimens/urn/IBUNAM:MEXU:AGA945653>

7. ANEXOS

7.1 Tablas

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	270.000000	270.000000	1.2500	0.272
ERROR	30	6480.000000	216.000000		
TOTAL	31	6750.000000			
C.V.	15.68 %				

Tabla 1. Análisis de varianza para determinar la incidencia de *Botryodiploidia sp.* en *Y. filifera* y *Y. carnerosana*.

TABLA DE MEDIAS		
TRATAMIENTO	REPETICIÓN	MEDIA
1	20	96.000000
2	12	90.000000

Tabla 2. Tabla de medias de *Y. filifera* y *Y. carnerosana* en cuanto a incidencia de *Botryodiploidia sp.*

Resultados prueba de Friedman para severidad

De acuerdo al análisis no paramétrico con la prueba de Friedman se obtuvo el siguiente resultado:

Donde el

Estadístico de prueba:

$$h = 17.5645$$

$$ji\text{-cuadrada}(0.05) = 3.8415$$

$$ji\text{-cuadrada}(0.01) = 6.6349$$

Donde h es el número de elementos o bloques (hileras). al nivel de significancia de 0.05

7.2 Figuras



Fig 1. Crecimiento de micelial de *Alternaria* sp. y *Botryodiplodia* sp. en *Yucca filifera*.



Fig 2. Conidias de *Botryodiplodia* sp. en *Yucca filifera* y *Yucca carnerosana*.



Fig 3. Picnidios y estroma en tejido de *Yucca filifera*.



Fig. 4 Escala para severidad.