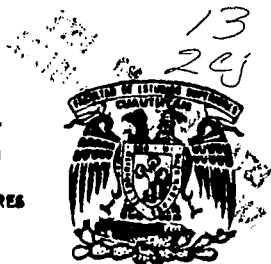




**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**



**"HONGOS ASOCIADOS A *Eichhornia crassipes*
(Mart.) Solms. COMO MICOHERBICIDA
POTENCIAL EN EL VALLE DE MEXICO"**

**U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES-CUAUTITLAN**



T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A :
AGUSTIN RAFAEL FERNANDEZ MARTINEZ

**DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES**

ASESOR: BIOL. GLORIA ZITA PADILLA

CUAUTITLAN, IZCALLI, EDO. DE MEX.

1995

FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES-CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

"Hongos asociados a Eichhornia crassipes (Mart) Solms como
micoherbicida potencial en el Valle de México".

que presenta el pasante: Agustín Rafael Fernández Martínez
con número de cuenta: 8757932-2 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Agrícola

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 13 de enero de 1995

PRESIDENTE M. en C. Ma. del Yazmín Cuervo Usan

VOCAL Biol. Gloria Zita Padilla

SECRETARIO Biol. Marcos Espadas Reséndiz

PRIMER SUPLENTE Ing. Salvador del Castillo Rabada

SEGUNDO SUPLENTE Ing. Angel López Cortés

DEDICATORIAS

A mis queridos padres:

José Luis Fernández Olmos

Martha Martínez Fuentes

Quienes siempre me brindaron su apoyo incondicional otorgándome además su confianza e inculcando en mí el sabio principio de superación.

A mis hermanas:

Teresa Fernández Martínez

Laura Fernández Martínez

Por servirme de ejemplo en ésta vida y aceptarme como soy.

A mis abuelos:

Luisa Fuentes Juárez

Eligio Martínez López

Quienes han sido como mis segundos padres dándome sabios consejos y deseándome siempre lo mejor.

A los profesores:

**M.C. Gloria zita Padilla
M.C. Marcos Espadas Reséndiz**

Por su infinita sabiduría, respeto y paciencia que me brindaron para llevar a buen término mi formación profesional

A mi novia:

Pilar Cruz Martínez

Por aguantar todos mis actos de locura y hacer mantener en mí el interés y el amor hacia su persona.

A toda mi familia, compañeros y amigos que de una u otra forma contribuyeron en mi formación profesional

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por representar un espacio físico en el que logré cristalizar gran parte de mis anhelos personales.

A los profesores que integran mi jurado, por sus atinadas sugerencias y correcciones para este trabajo.

INDICE

| | pág. |
|---|------|
| I. Introducción..... | 1 |
| II. Revisión de literatura..... | 6 |
| III. Objetivos..... | 17 |
| IV. Materiales y método..... | 18 |
| V. Análisis de resultados..... | 26 |
| VI. Descripción de cepas encontradas creciendo sobre lirio acuático en el Valle de México..... | 64 |
| VII. Discusión..... | 89 |
| VIII. Conclusiones..... | 95 |
| IX. Bibliografía..... | 97 |
| Anexo..... | 103 |
| Glosario..... | 111 |

I. INTRODUCCION

Una maleza es una planta que crece donde no se desea; afectando directamente el costo de los alimentos, así como la salud y el bienestar humano (24).

En el caso de vegetación acuática, cuando ésta se encuentra de forma muy abundante crea condiciones desfavorables en el ecosistema lo que repercute en las actividades humanas por:

- 1.- Obstrucción de abastecimientos de agua y obras de irrigación.
- 2.- Interfiere con el funcionamiento de obras hidroeléctricas.
- 3.- Afecta adversamente la industria pesquera.
- 4.- Aumenta drásticamente el grado de evapotranspiración.
- 5.- Disminuye la capacidad de almacenamiento de presas y embalses.
- 6.- Acelera la eutroficación de lagos y lagunas.
- 8.- Dificulta la navegación.
- 9.- Interfiere en el uso de agua para la recreación y el valor estético del ambiente.

Aunque no es posible obtener información precisa en cuanto a la escala, naturaleza, distribución y nivel de daño económico ocasionado por la presencia de maleza en cuerpos de agua se pueden citar algunos ejemplos: En Europa, aproximadamente entre 10, 000 y 20, 000 ha. de drenes y canales se encuentran infestados (32); en el Reino Unido 600

km. de canales navegables presentan problemas de maleza mientras que en Alemania la cifra asciende a 34, 000 km. invadidos (25, 32)

En el Oeste de E.E.U.U. se reporta que la invasión de poblaciones de malezas acuáticas exceden los 100, 000 km., mientras que en Arizona, más de 480 km. del Río Colorado se encuentran infestados lo que ha disminuido el caudal en más del 90% afectando la producción agrícola (2)

En el estado de Texas tan sólo el lirio acuático cubre una superficie de 7, 000 ha., mientras que en Florida asciende a 494, 000 ha. (2)

En la República Mexicana se estima una superficie infestada por maleza acuática de 62,000 ha, que corresponde al 24% de la superficie inundada. De éstos cuerpos 18 tienen una superficie cubierta superior a las 1,000 ha. Este grupo incluye a lagos y presas con la mayor actividad económica y social del país. Siendo el lirio la principal maleza, ya que afecta el 64% de la superficie infestada, le sigue la cola de caballo con un 30%, el tule con el 4% y la hidrila, lechuga de agua y lenteja con un 2% (12). A la fecha, con excepción de las zonas del país carentes de aguas dulces superficiales (California y Yucatán), se puede encontrar el lirio acuático en toda la república (12).

En el Valle de México; sitio de interés para la realización de éste trabajo, la maleza acuática ha llegado a alcanzar hasta el 100% de superficie inundada.

En términos generales las malezas acuáticas más comunes a nivel nacional y que se presentan en el Valle de México son: lirio acuático *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms., *Junco Typha spp.*, *Scirpus spp.*, *Lemna spp.*, *Hydrocotyle spp.*, *Myriophyllum spp.*, *Nymphoides humboldtianum* (H.B.K) Kunth, *Berula erecta* (Hunds.)Coville, y *Polygonum spp.* entre otros (38,39,40).

Actualmente existen tres métodos básicos para el control de maleza acuática: físico-mecánico (uso de maquinaria); químico (mediante el uso de herbicidas) y biológico (mediante el uso de enemigos naturales) (51).

El control de lirio acuático en México para 1994 resultó en los siguientes costos: control químico mediante aplicación aérea de; Glifosato N\$ 2,628/ha; Diquat N\$ 2,318/ha y 2,4-D amina N\$ 2,129/ha, control mecánico mediante cosechadoras, transporte a la orilla con lanchones y transporte a sitios de depósito N\$ 28, 898/ha y N\$ 41, 635/ha sin lanchones, control mecánico mediante trituradores (sin extracción) N\$ 2, 633.3/ha y remoción manual (extracción y transporte) N\$ 12, 362/ha (no se asume costo en la trituración del lirio) (12).

De los diferentes métodos antes mencionados el físico-mecánico y químico demuestran ser los más ampliamente utilizados mundialmente,

sin embargo en cuestión de resultados estos son poco alentadores dado que sólo representan una solución parcial o temporal del problema, mismo que resurge una vez que el programa deja de implantarse.

Un tercer método; el biológico, representa un gran potencial en el control de maleza acuática y es el más económico, seguro y tiene la innegable ventaja de proteger el ambiente; a diferencia del uso de herbicidas que contaminan los cuerpos de agua con los consiguientes riesgos de salud, y de los métodos físicos, que además de haber demostrado su ineficiencia, también contaminan el agua pues dejan restos del aceite y combustible utilizados en el motor de los mismos (51).

La aplicación de productos herbicidas en magnitudes tan grandes resulta costoso; en el caso de Carolina del Sur en donde se destinan de 252 a 417 U.S.D./Ha/año específicamente para el control de *Myriophyllum sp.*, mientras que el costo por control biológico es de 254 U.S.D. El control químico de *Agasicles hygrophilla* es de 198 U.S.D./ha./año y el biológico es de 20 U.S.D. (51).

Ahora bien, para poder implantar este tercer método es necesario conocer los enemigos naturales de la maleza. Esto implica elaborar un inventario de los mismos, no sólo en su centro de origen sino también en el área de distribución, dado que las condiciones ambientales que prevalecen en una u otra zona determinan el grado de control logrado por un organismo vivo.

Considerando lo anteriormente descrito y dado que en México es escasa o nula la investigación encaminada al control de maleza mediante el uso de patógenos, en el presente trabajo se pretende la identificación de las especies fungosas asociadas con lirio acuático así como el establecimiento de la posible presencia de cepas patógenas reportadas en otras regiones del mundo, dentro del Valle de México y la formación de un cepario que será utilizado en investigaciones encaminadas a la formulación de microherbicidas.

II. REVISION DE LITERATURA

1. DESCRIPCION DEL LIRIO ACUATICO

Eichhornia crassipes es originaria de Brasil y de distribución cosmopolita, teniéndose reportadas en México dos especies: *Eichhornia crassipes*, que se encuentra en todo el país y *Eichhornia azurea*, desarrollada en los depósitos de agua de clima cálido (44).

El lirio es una hierba acuática flotante o arraigada en el fango, de 15 a 25 cm de altura, con hojas arrosetadas en forma acorazonada reniforme y de color brillante; los peciolo globosos sirven a la planta de flotadores; el limbo es transversalmente elíptico con el ápice ligeramente escotado (40). Bajo condiciones óptimas de crecimiento la planta produce 7.4 a 22.0 g m⁻² de materia orgánica d⁻¹ o bien 200 toneladas ha/año sólo equiparable con caña de azúcar (17, 42).

Experimentalmente 10 plantas de *E. crassipes* produjeron 1610 plantas a los tres meses, lo que explica su propagación tan eficiente en los cuerpos de agua (42).

Esta planta es un organismo con un extraordinario potencial biológico y amplia adaptación a cualquier tipo de agua (ácidas o alcalinas, duras o blandas). Su presencia se torna en una amenaza para las actividades humanas cuando ocurre una alta eutroficación y

acumulación de desechos (aguas negras) en los cuerpos de agua donde se presenta dado que bajo éstas condiciones, sus tallos pueden alcanzar más de un metro de altura (12) mientras que en aguas cristalinas son sólo plantas pequeñas.

2. USO POTENCIAL DEL LIRIO ACUATICO

Existen diferentes estudios que pretenden elaborar metodologías para el aprovechamiento racional de ésta maleza, destacándose los siguientes: remoción de los nutrientes del agua para disminuir su grado de contaminación (48); es decir hacer una purificación de agua reciclándola (4,5). Una hectárea de *E. crassipes* creciendo bajo condiciones óptimas pueden absorber desechos (N y P) de cerca de 800 personas (42), complemento en la alimentación de rumiantes (1,41); sustituto de la melaza en la producción de ensilados (22), substrato para el cultivo de hongos comestibles (35), combustible sólido (3) y como abono verde (36).

3. CONTROL DE LIRIO ACUATICO

El lirio acuático actualmente cubre el 64% de la superficie infestada con maleza acuática (62, 000 ha.) en México (12); en el caso del Valle de México se llegó a cubrir el 100% de la superficie inundada de la Laguna de Zumpango y Presa de Guadalupe (ésta última,

hasta la primavera de 1994) lo que afectó directamente la actividad agrícola y ha provocado serios problemas de salud y recreación.

El complejo de maleza que se asocia de forma constante a éstos cuerpos de agua; se integra por las especies identificadas como lirio acuático *Eichornia crassipes*; junco *Thypha latifolia* y *Berula erecta*. De éstas malas hierbas; el lirio acuático resulta ser la planta más nociva dentro de los cuerpos de agua en que se presenta. En el área lacustre de Xochimilco el grado de infestación es fluctuante dado que periódicamente se realizan prácticas de control manual de dicha maleza, la que ocurre sólo cuando se tienen altos índices de infestación.

Berula erecta y *Thypha latifolia* son especies comunes que infestan por lo general la mayoría de canales de riego y drenes tanto del área lacustre de Xochimilco así como en todo el Distrito de Desarrollo Rural No 002 de Zumpango.

De éstas especies; *Berula erecta* y *Thypha latifolia* se encuentran en proceso de investigación dentro de la FES-C por lo que no se consideró necesaria su inclusión dentro de los objetivos de éste trabajo.

La tecnología generada para el uso de lirio acuático en México; es escasa, siendo hasta el momento inoperable y antieconómica haciéndose necesaria la utilización de métodos de control que

permitan mantener a la población de plantas maleza por debajo del nivel de daño económico.

Ahora bien; si se analizan cada uno de los métodos de control de maleza acuática aplicados en México (químico, mecánico y manual), se verá que aún cuando el método químico es el de uso más extendido por su rapidéz de acción; también trae consigo una degradación del ambiente en perjuicio de la fauna y salud humana. Ante éste dilema surge como perspectiva, la aplicación de programas de manejo integrado de malezas (MIM) dado que como se ha demostrado, un método por sí sólo no es capaz de solucionar el problema. El MIM combina principios, prácticas, materiales y estrategias de control encaminados a mantener las poblaciones de maleza por debajo del nivel en que causan daños de importancia económica. Incluyen un uso mínimo de pesticidas químicos así como el uso de agentes de control biológico (46).

4. CONTROL BIOLÓGICO DE MALEZA ACUÁTICA

Se basa en el uso de enemigos naturales (parásitos, depredadores y patógenos) para disminuir la población de una especie vegetal o animal. Este se basa en el hecho de que existen organismos enemigos que pueden combatir determinadas especies nocivas al hombre respetando el ambiente dado que presenta un espectro de acción específico.

Desde 1970 se ha incrementado por todo el mundo el interés en explotar el potencial fitopatógeno de los hongos como agentes de control biológico para malezas acuáticas (8), resultando más conveniente su uso en comparación con otros mecanismos de control. (9) Por lo tanto los hongos tienden a ser candidatos predominantes en las investigaciones sobre biocontrol de malezas (45).

El control biológico de plantas acuáticas puede definirse como "actividades dirigidas a disminuir la población de una maleza acuática hasta niveles aceptables por medio de organismos vivos o virus ". Existiendo tres diferentes métodos para su aplicación.

- 1) El uso de organismos específicos que atacan una o algunas especies en particular.
- 2) El uso de organismos no específicos, atacando todas a casi todas las especies.
- 3) El uso de especies de plantas competitivas, las cuales compiten con la maleza por uno o varios factores de crecimiento (34).

El uso de organismos específicos conlleva a la separación de dos métodos de control: control biológico clásico y control biológico de incremento. El segundo método implica un aumento de la población del agente de control el cual se encuentra presente en el área donde existe la infestación de maleza (34).

El procedimiento seguido en un programa de control biológico mediante patógenos de plantas incluye las siguientes etapas:

1. Identificación de maleza blanco. Una maleza ideal es aquella que no presente importancia ecológica y/o económica y de distribución amplia.

2. Detección de posibles agentes de control. Implica una amplia revisión bibliográfica sobre la distribución y abundancia de maleza; así como de sus enemigos naturales en los sitios de origen e introducción.

En los casos en que se tengan patógenos nativos o endémicos de regiones específicas cuyo estudio aún no este determinado es necesaria la realización de inventarios de agentes patógenos para poder establecer dichos agentes de control y poder compararlos con otros reportados en sitios diferentes.

3. Pruebas de especificidad. En donde se evalúan bajo estricta cuarentena, plantas cultivadas emparentadas con la maleza para asegurar que el patógeno sea específico.

4. Ensayos de campo, con la consiguiente evaluación de la infectividad del hongo.

5. Registro y Comercialización de la cepa útil como microherbicida.

6. Evaluación de la eficacia del producto micoherbicida.

Los organismos específicos que presentan importancia práctica para el control de maleza acuática son artrópodos y hongos (34).

5. JUSTIFICACION DE USO DEL METODO MICOHERBICIDA

El control por mico-herbi-cidas se define como "uso de hongos patógenos de plantas en estrategias inundativas para control de maleza del mismo modo que ocurre con herbicidas químicos" o como " productos de organismos vivos para el control específico de maleza de manera tan efectiva como ocurre con el uso de productos químicos" (46).

Un patógeno que incide de manera normal como una enfermedad endémica (p.e. una enfermedad que se presenta de forma mas o menos constante año tras año de forma moderada o severa), es un candidato ideal para ser proyectado como agente micoherbicida (46).

La generación de tecnologías bajo la táctica micoherbicida como se ha mencionado se ha venido incrementando desde 1970; con la consiguiente generación hasta la fecha de varios productos comerciales: *Phytophthora palmivora* (DeVINE), micoherbicida comercializado para control de *Morrenia odorata* en cítricos (Florida), *Colletotrichum gloeosporioides f. sp. aeschynomene* (CGA o COLLEGO), micoherbicida para el control de *Aeschynomene virginica*, *Colletotrichum gloeosporioides f. sp. malvae* (BioMal) micoherbicida

para control de *Malva pusilla*, *Colletotrichum gloeosporioides* f. *sp. cuscutae* (Luboa2) para control de *Cuscuta* *sp.* y *Colletotrichum coccoides* (Velgo) para control de *Abutilon theophrasti* (46). Estos resultados satisfactorios han orientado gran parte de la investigación en control de maleza hacia la táctica micoherbida por lo que no es sorprendente encontrarse con infinidad de investigaciones que conforma grandes listados de agentes patógenos (hongos) con potencial de uso micoherbida (34,46). De este gran listado destacan los trabajos que con *Cercospora rodmanii* (AB4-5003) y *Alternaria eichhorniae* sobre control de *Eichhornia crassipes* se están realizando en cuerpos de agua de Florida así como el caso de *Alternaria cassiae* (CASST) para control de la maleza "sicklepod" en soya y cacahuete (46).

Otro punto de interés resulta del hecho de que el costo de investigación y desarrollo de COLLEGO se estimó en aproximadamente \$ 2 millones de dólares mientras que el costo de investigación y búsqueda de un herbicida convencional fué aproximadamente de \$ 30 millones de dólares en el mismo periodo de tiempo (46).

Desde el punto de vista social otra importante ventaja que tienen los micoherbicidas incluye un reducido daño para organismos emparentados, nula toxicidad en mamíferos y fauna en general y no contaminación de suelo y cuerpos de agua (46).

6. HONGOS ASOCIADOS A LIRIO ACUÁTICO EN EL MUNDO

Existen diferentes géneros de hongos fitopatógenos que provocan daño al lirio, reportándose los siguientes trabajos:

Acremonium zonatum.

Este patógeno se reportó asociado a lirio acuático por primera vez en Australia (19). Las lesiones ocasionadas por *A. zonatum* consisten en manchas foliares zonales, formadas por bandas concéntricas alternadas de coloración café oscuro y café brillante o café grisáceo, los centros tienden a extenderse formando agujeros en la hoja (11). El daño ocasionado por *A. zonatum* se encuentra en estrecha relación con el estado vegetativo de la planta, si ésta es joven se daña seriamente, pero si ésta es adulta, los daños son menores por la continua formación de hojas (29).

Cercospora piaropi

En 1974, se reporta la presencia de *Cercospora piaropi* afectando al lirio acuático en Florida. El tipo de daño se caracteriza por la presencia de manchas foliares ovadas, grisáceo oscuro (quemado al sol) centradas con bordes negro púrpura (morado) algunas veces levantado, necrosis de hojas y debilitamiento general de la planta (18).

Uredo eichhorniae.

Los hongos *Uredo eichhorniae* y *Uromyces pontederiae* son patógenos reportados en Sud América causando daño al lirio acuático manifestando clorosis, manchas necróticas y pústulas (7).

Alternaria eichhorniae.

Se ha reportado que el pigmento metabólico producido por *A. eichhorniae* (bostrycin), parece tener un valor herbicida contra el lirio, debido a la producción de necrosis en la hojas del hospedero, otros autores indican también una fuerte clorosis (33,44).

Rhizoctonia solani.

Trabajos realizados con dos cepas de *Rhizoctonia solani* demostraron cierta diferencia en los efectos tóxicos de estas cuando son aplicadas a plantas nocivas. Una cepa de *R. solani* afectó entre otras especies al lirio acuático (penetración estomática) e *Hidrocotyle unbellata* sólo en la parte aérea. Otra cepa, sin embargo, afectó tanto la parte emergida como la sumergida de ambas plantas. La efectividad de ambas cepas se relaciona con diferentes grados de temperatura encontrándose en una óptima de 28 a 32 °C (21).

La sintomatología se caracteriza por lesiones necróticas, ovales e irregulares en forma, con centro de color café bronceado y márgenes más oscuros, regularmente coalescen dando origen a un tizón (21).

Cercospora rodmanii.

La enfermedad causada por *Cercospora rodmanii* descubierta en 1973 se caracteriza por la presencia de pequeñas manchas café o negruzcas en las hojas y peciolo, punta de la hoja necrótica que culminan con un debilitamiento general de la planta (13).

III. OBJETIVOS

Identificación de los hongos asociados con el lirio acuático.

Establecer la posible presencia de cepas patógenas reportadas en otras regiones del mundo dentro del Valle de México.

Formación de un cepario para uso de futuras investigaciones encaminadas a la posible formulación de un microherbicida.

IV MATERIALES Y METODO

1. Localización del área de estudio

La presente investigación se realizó dentro de la región fisiográfica denominada Valle de México que se enmarca dentro de una cuenca hidrográfica endorreica (Fig. 1), comprendida entre los 19° y 21° de latitud Norte, con una altura superior a los 2000 m.s.n.m. y que se caracteriza por presentar un clima tropical de altura sin estaciones térmicas marcadas que se asemeja a los templados y los fríos por sus valores de temperatura media anual.

La marcha anual de la temperatura señala una diferencia relativa escasa entre el mes más caliente y el mes más frío del año (menor de 5 a 7 °C). Las variaciones diurnas por el contrario son bastante acentuadas presentando valores de 15 a 18°C en promedio anual. La temperatura mínima del mes más frío es de 1 a 5°C y del mes más caliente fluctúa entre 25 a 28°C. (Cuadro No. 1)

En dicha área se localizaron cuatro puntos representativos que muestran actualmente un fuerte incidencia de maleza acuática representada por lirio acuático como principal elemento. Estos cuatro puntos de colecta incluyeron la zona lacustre de Xochimilco, D.F., La Presa de Guadalupe y Laguna de Zumpango así como parte del Distrito de Desarrollo Rural No 002 de Zumpango.

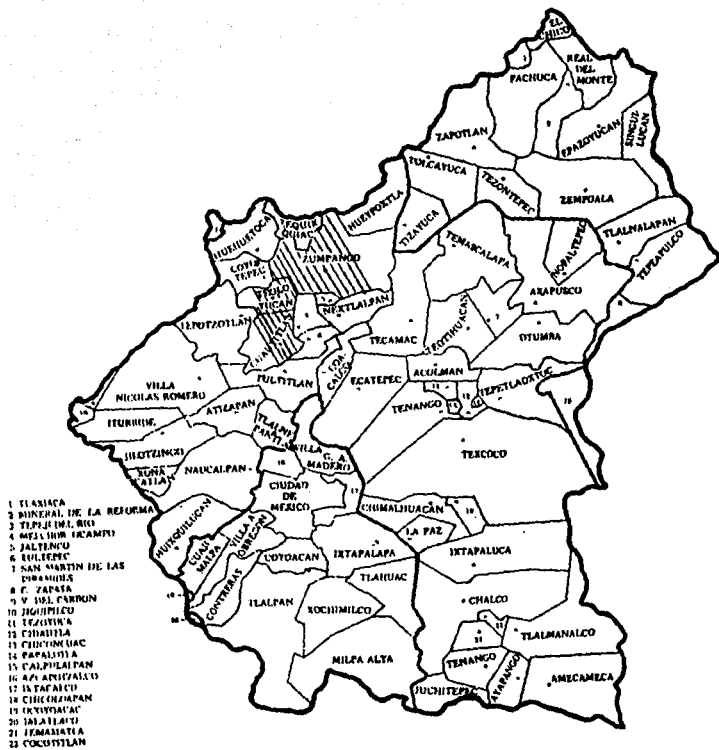
Cuadro No.1 Rasgos climáticos característicos de los diferentes sitios de muestreo dentro del Valle de México.

| SITIO | PRECIPITACION (mm) | TEMPERATURA PROMEDIO (°C) | | | CLIMA |
|--|--------------------|---------------------------|--------|--------|---------------------------|
| | | ANUAL | MINIMA | MAXIMA | |
| Pres de Guadalupe | 712.6 | 15.8 | 12.3 | 18.2 | C(H ₂)(W)b(i) |
| Kochimilco | 1200.3 | 15.9 | 12.0 | 18.7 | C(H ₂)(W)b(i) |
| Zumpango (Teotoyucan) | 630.6 | 15.5 | 12.1 | 18.0 | C(Wo)(W)b(i)g |
| Canales y Drenes dentro del Distrito de Desarrollo Rural No 002, Zumpango. | 664 | 15.0 | 11.7 | 18.3 | C(Wo)(W)b(i) |

La investigación se dividió en las etapas siguientes:

2. Colecta de material

La identificación de las cepas fungosas asociadas con maleza acuática así como la descripción de la sintomatología se realizó desde material colectado a partir de la primavera de 1992 hasta el invierno de 1993, usándose como criterio la sintomatología presentada por la maleza. La colecta se realizó cada dos meses tomándose en cada uno de 2 a 10 muestras de material enfermo durante el período de investigación. Dependiendo el número de muestras de la presencia o ausencia de material enfermo en los cuerpos de agua.



- 1 TLASIACA
- 2 BUREHAL DE LA REFORMA
- 3 TEPIC DEL RIO
- 4 MEXIQUILCO (CAMPE)
- 5 JALTENCO
- 6 TOLTEPEC
- 7 SAN MARTIN DE LAS BARRANQUERAS
- 8 S. ZAPATA
- 9 V. DEL CARRON
- 10 JIQUILTECO
- 11 TOLTEPEC
- 12 CHIHUITLA
- 13 CUICUILTEPEC
- 14 PAPALOTLA
- 15 CALMILALPAN
- 16 A. ANIZAPALCO
- 17 XITLAHUAC
- 18 CHICOMILCO
- 19 CUICUILTEPEC
- 20 SAN JUAN
- 21 TEMASCALTEPEC
- 22 COCUILTEPEC

Figura 1. Sitios de colecta de material enfermo dentro del Valle de México (Adaptado de Rzedowsky (1985). Flora fanerogámica del Valle de México).

3. Manejo del material

Para confirmar la presencia del patógeno sobre material enfermo de los sitios de muestreo, se eliminaron en campo todas las hojas que mostraron estar enfermas por presentar algún tipo de mancha foliar o del peciolo . El material sin daño aparente se trasladó por separado al laboratorio de Fitopatología de la FES-C colocándose en charolas de plástico mismas que se cubrieron con plástico transparente con lo que se logró un aislamiento por espacio. Con esto se pretendió reproducir la enfermedad en condiciones de laboratorio y así poder seguir la secuencia sintomatológica de la misma. Cuando se hubo logrado obtener síntomas, se hicieron observaciones bajo las técnicas de análisis de muestras que se indican en el punto 4.

Por otro lado el material enfermo consistente en hojas y peciolos, se trasladó por separado a las instalaciones ántes citadas para su análisis microscopico en el menor tiempo posible, con el fin de evitar contaminaciones con patógenos secundarios (26). Parte de dicho material se prensó de forma convencional para tener material seco de colecta, y otra parte se mantuvo bajo refrigeración por un período corto de tiempo para tener material fresco de observación.

4. Métodos de análisis de muestras

El análisis de material enfermo se realizó mediante las siguientes métodos:

1) Análisis de material enfermo inmediatamente después de colectado, material prensado y material conservado en refrigeración por 2 a 3 días.

2) Establecimiento de material enfermo en cámara húmeda sin desinfección (CIMMYT).

3) Establecimiento en charolas de plástico cubiertas con polietileno (microambiente).

En los tres casos se observó el material enfermo directamente bajo microscopio estereoscópico seguido de la ejecución de preparaciones temporales con material vegetal producto de cortes histológicos, disecciones y raspaduras así como cintazos mediante el auxilio de los colorantes Azul de algodón, Lactofenol, Lactofucsina ácida y en algunos casos Medio de Sartory, Anilina azul, Hidróxido de potasio y Safranina.

5. Aislamiento

El aislamiento se hizo desde hojas dañadas con los diversos síntomas reconocidos. Se establecieron fragmentos de aproximadamente 3-5 x 10 mm cortados desde la superficie infectada y desinfectados en una solución de hipoclorito de sodio al 1% a tiempos de desinfección de 30, 60, 90, 120, 180 y 300 segundos colocándose en 6 medios de

cultivo ensayados (Agua Agar (AA), Papa Dextrosa Agar (PDA), Jugo de Verduras Agar (V-8), Extracto de Malta Agar (EMA), Extracto de Lirio Agar (ELA) y Papa Dextrosa Agar + Levadura al 0.5% (PDALev)). El micelio que desarrolló en los medios de cultivo fué trasladado a medios de cultivo específicos de acuerdo al vigor mostrado en cada uno de ellos e incubados a 25°C y sin iluminación.

6. Identificación

La identificación taxonómica se realizó atendiendo primeramente la clave para hongos imperfectos (6), basándose en la morfología de las estructuras reproductivas bajo condiciones naturales y en medio de cultivo. La confirmación del género se hizo mediante los criterios referentes a origen, desarrollo y germinación del conidio y conidióforo (27) ya que el tamaño y forma del conidio se encuentran sujetos a variaciones extremas en cultivo, dependiendo del medio, temperatura, humedad y densidad lumínica.

La identificación se sustentó en las preparaciones temporales realizadas de material vegetal enfermo así como de la ejecución de preparaciones permanentes de estructuras reproductivas crecidas en los medios de cultivo específicos.

La medición de algunas estructuras se hizo mediante el uso de un juego de micrómetros Karl Wess

7. Inoculación

Las plantas sanas de lirio acuático se colectaron de canales y drenes presentes al borde de la ciudad de Cuautitlán manteniéndose para ser inoculadas bajo condiciones de invernadero en la F.E.S-C con temperaturas fluctuantes de 15-45°C. Se utilizó un sólo tamaño de planta comprendido entre 15-40 cm² de superficie de área foliar.

El inóculo fúngico se preparó mediante el raspado del micelio y cuerpos fructíferos desarrollados en los medios especificados para cada cepa después de 10 a 15 días de ser mantenidos en los mismos (PDA (*A. alternata*, *Cephalosporium sp.*, *Cladosporium sp.*, *Fusarium equiseti*, *Cylindrocladium sp.*; *Epiccocum purpurascens* y *Botrytis sp.*); V8 (*Alternaria zinniae* y *Bipolaris sp.*) y PDALev. (*Ascomycete*). Se maceró el material por cinco minutos mediante el uso de un mortero con 0.3% de Agua agar (1:10% v/v masa conidial/agua agar) mas la adición de Tween 20 al 0.5% (13).

Las plantas se inocularon asperjando de forma manual toda la superficie adaxial de cada hoja conteniendo la solución de micelio-conidios-agar esto para asegurar una distribución uniforme sobre cada hoja y mantener un nivel de humedad óptimo para la germinación y penetración de hifas en el hospedante. Después de la inoculación todas las plantas se mantuvieron en charolas de plástico y se cubrieron con polietileno para matener la humedad relativa cercana a saturación. Las plantas testigo se asperjaron con agua agar estéril

al 0.3% y se colocaron bajo condiciones idénticas. La cubierta plástica se removió a los 15 días después de la inoculación. Después de 7, 15 y 30 días de inoculadas las plantas se hicieron las observaciones del daño presentado por la cepa inoculada

8. Conservación

Una vez obtenidas las cepas puras, se colocaron en tubos de ensayo y se mantuvieron en aceite mineral bajo condiciones de baja temperatura a 4°C.

V ANALISIS DE RESULTADOS

1. Descripción de enfermedades observadas sobre lirio acuático en el Valle de México

De los diferentes puntos de colecta dentro del Valle de México (fig.1) se detectaron diferentes tipos de daño sobre el follaje de la planta y en algunas ocasiones cubriendo de forma esporádica el peciolo.

Los diversos tipos de síntomas observados en campo, tal y como se describen en otros trabajos (9, 34, 23) se presentaron con características de daño muy semejantes (tizones y manchas foliares) por lo general sobre la misma planta y en el mismo período estacional. Este hecho aumentó el grado de severidad del daño y confundió la separación de síntomas.

Los métodos de análisis de muestras utilizados para diagnóstico de la enfermedad permitieron detectar el crecimiento de micelio y cuerpos reproductivos que correspondieron a géneros distintos pero que siempre se encontraron presentes en material enfermo sintomáticamente diferente (ver cuadro No 2), por lo que no pudo establecerse de forma rápida la relación síntoma-signo. Sólo el establecimiento de los postulados de Koch permitieron esclarecer dicha relación para algunas de las cepas asociadas. Reportes de presencia de dichas cepas en lirio acuático asociado a las mismas con

material vegetal enfermo en otras regiones del mundo, confirmaron y permitieron definir de forma más precisa el tipo de síntoma y su agente causal.

Para una mejor comprensión de cada una de las enfermedades y sus agentes causales u organismos estrechamente relacionados a éstas, se describen en las siguientes páginas las características sintomatológicas de la enfermedad, el grupo de cepas asociadas a cada uno de ellas y los resultados de inoculación. Posteriormente se incluyen los datos de cada una de las cepas que permitieron su identificación.

Es necesario señalar que éstos tres factores fueron necesarios para establecer la relación síntoma-signo siempre sustentados con revisión bibliográfica.

1.1 Mancha foliar necrótica ocasionada por *Cylindrocladium* sp.

Se encontraron varias cepas del género *Cylindrocladium* sp creciendo sobre material enfermo en los sitios de muestreo comprendidos dentro del Valle de México, sin embargo la sintomatología característica ocasionada por este patógeno sólo se pudo apreciar de forma clara en la Laguna de Zumpango y en el área lacustre de Xochimilco. Dicha caracterización sólo fue posible de establecer mediante la realización de los postulados de Koch.

El establecimiento de la relación síntoma-signo se hizo con base en las características sintomatológicas observadas mediante las técnicas de análisis de muestras, criterios de sintomatología reportada sobre otros hospedantes y establecimiento de los postulados de Koch.

Cylindrocladium sp resultó ser un patógeno que invade fácilmente tejido necrosado por acción de factores bióticos-abióticos siempre que se le somete a condiciones de alta humedad y temperatura.

Junto a *Cylindrocladium sp.* desarrollaron especies que fueron consideradas como agentes secundarios de infección y/o saprófitos con base en los postulados de Koch (*Epicoccum purpurascens*, *Alternaria alternata*, *A. zinniae*, *Phoma sp.* y *Bipolaris sp.*) (Cuadro No 2 y 3).

1.1.1 Sintomatología

El síntoma se presentó como manchas irregulares o bien circulares de color café oscuro o claro, translúcidas con puntuaciones oscuras inmersas dentro de dichas manchas (fig.2 y 3) con frecuencia sobre hojas tiernas y jóvenes. Cuando el daño se presenta sobre hojas jóvenes y principalmente adultas, como se da en Zumpango; el síntoma se presenta como pequeñas manchas punteadas de coloración negruzca oscura cubriendo la lámina de la hoja y ocasionalmente invadiendo el peciolo. Dichas manchas no sobrepasan los 2 mm x 2 mm de extensión. Conforme la hoja envejece ocurre una



Figura No 2. Tipo de daño característico ocasionado en campo por *Cylindrocladium* sp. en la Laguna de Zumpango, México.



Figura No 3. Tipo de daño característico ocasionado en campo por *Cylindrocladium* sp. en Xochimilco, D. F.

coalescencia de manchas misma que inicia en el ápice de la hoja y continúa extendiéndose hacia el peciolo provocándose un atizonado y enroscamiento de la hoja.

En material colectado de Xochimilco se logró reproducir la sintomatología bajo condiciones de laboratorio ocho días después de haber sido trasladadas desde el área de colecta, toda vez que fueron eliminadas las hojas enfermas. De igual manera la incidencia y severidad se vió favorecida sólo que ésta fué manifiesta tan sólo en plantas de porte pequeño y con presencia de hojas muy tiernas.

1.1.2 Signos observados en los métodos de análisis de muestras

El análisis de las muestras con síntomas como el descrito con anterioridad arrojó los resultados que se resumen en el cuadro No 2.

Como se aprecia en dicho cuadro; los tres métodos de análisis de muestras usados así como la elaboración de preparaciones temporales mediante las técnicas que se mencionan en la metodología resultaron adecuados dado que permitieron la aparición del agente causal de la enfermedad (*Cylindrocladium sp.*) así como agentes secundarios de infección o saprófitos (*A. alternata*, *A. zinniae*, *Cladosporium sp.*, y *E. purpurascens*).

En material fresco se observó la presencia esporádica del agente causal (*Cylindrocladium sp.*) asociado con *A. alternata*

Con el uso de cámara húmeda por el método propuesto por CIMMYT; se logró obtener un crecimiento muy abundante y de forma dominante sobre las demás cepas, de la especie identificada como *Cylindrocladium sp.* en ambos lados de la hoja.

La colocación de cubierta plástica sobre material enfermo (microambiente) permitió la aparición exclusiva del agente causal de la enfermedad después de 72 horas de incubación. Después de cinco días se presentaron junto a *Cylindrocladium sp.* los hongos *A. alternata*, *Cladosporium sp.* y *Penicillium sp.* lo que indica que no es conveniente su utilización por períodos de tiempo largos dado que se favorece la aparición de agentes de infección secundarios.

1.1.3 Aislamiento

Los medios de cultivo utilizados para el aislamiento del agente causal de la enfermedad aún cuando permitieron su desarrollo (colonias miceliarias y posterior esporulación) no fueron específicos para éste agente, dado que permitieron el desarrollo de cinco especies de hongos no relacionados con la enfermedad. Ver Anexo y Cuadro No 3.

Los géneros *Cylindrocladium sp.* y *Alternaria alternata* crecieron de forma permanente en al menos cinco medios de cultivo, lo que puede indicar que existe una interacción entre ambas cepas en el desarrollo de la enfermedad.

Bipolaris sp. se presentó como una cepa asociada al tipo de síntoma provocado por *Cylindrocladium sp.* como resultado de haber tomado al momento de realizar el aislamiento, fragmentos de material enfermo asociado al tipo de síntoma provocado por la cepa de *Cylindrocladium sp.*

La presencia de *Phoma sp.* en diferentes medios de cultivo y tiempos de exposición a solución desinfectante la sitúa como una cepa con posible potencial patógeno que no pudo ser probada mediante los postulados de Koch debido a que no se logró su reproducción y esporulación en los medios de cultivo ensayados.

1.1.4 Inoculación

Bajo condiciones de invernadero a siete días después de inoculado, se observó una incidencia del síntoma sobre la superficie de las hojas superior al 80%. Las lesiones se presentaron como pequeñas manchas punteadas necróticas oscuras que atraviesan hasta el envés distribuidas de forma homogénea y abundante tanto en la lámina foliar como en el pecíolo. (Fig. 4 y 5)

La asociación medio de cultivo-patógeno ocasionó la presencia prematura de un desecamiento o atizonado en sentido de la nervadura de la hoja como resultado de una gran acumulación de puntos negros característicos del ataque del patógeno. Dichas manchas presentaron

una coloración café oscuro con bordes cloróticos. El daño en cuanto a incidencia fue mayor que para todas las demás cepas inoculadas.

El daño ocasionado por el patógeno fue perfectamente distinguible del que se ocasionó por efecto de ambiente-inoculación.

Después de 15 días se apreció de forma baja la incidencia del patógeno sobre hojas tiernas y principalmente sobre aquellas que mostraron escaso desarrollo. En dichos retoños se creó un cuadro clorótico con manchas translúcidas o café claro con puntuaciones oscuras inmersas dentro de éstas. Dicho síntoma fué idéntico al observado en Xochimilco. Las manchas punteadas tendieron a aumentar de tamaño adquiriendo dimensiones de hasta 2(-2.5)-5 x 3(-4)-10 mm presentando una coloración necrótica oscura homogénea. Presencia de un tizón foliar que inició en el ápice de la hoja como resultado de la coalescencia por aumento de tamaño de las manchas. Un halo clorótico envolvió a dicho tizón.

Después de 30 días se observó un excelente ataque del patógeno tanto en el foliolo como en el pecíolo de la planta. Presencia de manchas ovoides oscuras de hasta 5 x 10 mm. El resto de manchas coalescieron antes de adquirir un mayor tamaño dando origen a un atizonado necrótico café oscuro o negro sobre las hojas. generalmente este atizonado fué mas marcado hacia el centro de la hoja con el consiguiente agrietamiento de la misma. Sobre renuevos existió una tendencia a limitar su desarrollo quedando éstas de porte pequeño y siendo más susceptibles al ataque por el patógeno. Más del



Figura No 4. Daño ocasionado por *Cyindrocladium* sp. después de 7 días de inoculación.



Figura No 5. Daño ocasionado por *Cyindrocladium* sp. después de 30 días de inoculación (hojas que no fueron inoculadas).

50% de hojas inoculadas fueron totalmente necrosadas. En el peciolo

Cuadro No 2 Hongos encontrados creciendo junto a material enfermo fresco mediante los diversos métodos de análisis de muestras.

| ZONA DE COLECTA | MÉTODO DE ANÁLISIS DE MUESTRAS | MANCHA FOLIAR NECROTICA * | TIZON FOLIAR * | MANCHA FOLIAR ZONADA ** | MANCHA FOLIAR ** | TIZON FOLIAR * |
|---|--------------------------------|---|--|--|----------------------|---|
| ROCHIMILCO | 1 | Cylindrocladium sp. * | ***** | ***** | Fusarium equiseti ** | Alternaria alternata Cylindrocladium sp. |
| | 2 | Cylindrocladium sp. | ***** | ***** | ***** | Alternaria alternata Cylindrocladium sp. |
| | 3 | Cylindrocladium sp. Alternaria alternata Cladosporium sp. | ***** | ***** | ***** | Alternaria alternata Cylindrocladium sp. Cladosporium sp. |
| LAGUNA DE ZUMPANGO | 1 | Cylindrocladium sp. * Alternaria alternata | Alternaria alternata Cylindrocladium sp. Epicoccum purpurascens | ***** | ***** | ***** |
| | 2 | Cylindrocladium sp. Alternaria alternata Alternaria zinniae Epicoccum purpurascens | Alternaria alternata Alternaria zinniae Cylindrocladium sp. Cladosporium sp. | ***** | ***** | ***** |
| | 3 | Cylindrocladium sp. | Epicoccum purpurascens Cylindrocladium sp. Alternaria zinniae Alternaria alternata Bipolaris sp. * | ***** | ***** | ***** |
| PRESA DE GUADALUPE | 1 | ***** | Alternaria alternata | Cephalosporium sp. ** | ***** | Alternaria zinniae Cylindrocladium sp. |
| | 2 | ***** | Alternaria alternata Cylindrocladium sp. Phoma sp. | Cephalosporium sp. ** Alternaria alternata Cylindrocladium sp. | ***** | Alternaria alternata Cylindrocladium sp. Phoma sp. |
| | 3 | ***** | Alternaria alternata Phoma sp. | Cephalosporium sp. | ***** | Alternaria alternata Cylindrocladium sp. Cladosporium sp. |
| CANALES Y DRENES DEL DISTRITO DE DESARROLLO RURAL No. 002 DE ZUMPANGO | 1 | ***** | ***** | ***** | ***** | Alternaria alternata |
| | 2 | ***** | ***** | ***** | ***** | Alternaria alternata Cylindrocladium sp. |
| | 3 | ***** | ***** | ***** | ***** | Alternaria alternata Cylindrocladium sp. Cladosporium sp. |

1 Material fresco analizado inmediatamente después de colectado, material prensado y material conservado en refrigeración por 2 a 3 días.

2 Material enfermo establecido en cámara húmeda por el método propuesto por CIMMYT.

3 Material enfermo establecido bajo cubierta plástica (microambiente)

* Patógeno determinado mediante los postulados de Koch.

** Hongo fuertemente asociado con el síntoma

Cuadro No 3 Hongos desarrollados en medios de cultivo de acuerdo al tipo de sintoma encontrado en el Valle de México.

| ZONA DE COLECTA | MEDIO DE CULTIVO | MANEJA FOLIAZ * METRICA ** | TIZON FOLIAZ * | MANEJA FOLIAZ * ZONADA ** | MANEJA FOLIAZ ** | TIZON FOLIAZ ** |
|---|------------------|---|---|---|---|---|
| ACRIMILCO | AA | Cylindrocladium sp. * Alternaria alternata | ***** | ***** | Alternaria alternata Alternaria sinuata Cylindrocladium sp. Cephalosporium sp. | Alternaria alternata Cylindrocladium sp. Cephalosporium sp. |
| | PDA | Cylindrocladium sp. Alternaria alternata | ***** | ***** | Alternaria alternata Fusarium solani f. sp. | Alternaria alternata |
| | V-B | Alternaria alternata | ***** | ***** | Alternaria alternata | Alternaria alternata |
| | EMA | Alternaria alternata | ***** | ***** | Alternaria alternata | Alternaria alternata |
| | ELA | Alternaria alternata Cylindrocladium sp. | ***** | ***** | Alternaria alternata | Alternaria alternata Ascomycete |
| LAGUNA DE ZUMPANGO | AA | Cylindrocladium sp. Alternaria alternata Alternaria sinuata Phoma sp. | Alternaria alternata Alternaria sinuata Cylindrocladium sp. Phoma sp. | ***** | ***** | ***** |
| | PDA | Cylindrocladium sp. Alternaria alternata Bipolaris sp. Phoma sp. | Alternaria alternata | ***** | ***** | ***** |
| | V-B | Epicoecium purpurescens Alternaria alternata Alternaria sinuata Bipolaris sp. | Alternaria alternata | ***** | ***** | ***** |
| | EMA | Alternaria alternata Cylindrocladium sp. | Alternaria alternata Cylindrocladium sp. | ***** | ***** | ***** |
| | ELA | Cylindrocladium sp. Alternaria alternata Cylindrocladium sp. Alternaria alternata Alternaria sinuata Phoma sp. | Alternaria alternata Cylindrocladium sp. Alternaria alternata Cylindrocladium sp. Phoma sp. | ***** | ***** | ***** |
| PRESA DE CUADALUPE | AA | ***** | Alternaria alternata Alternaria sinuata Cylindrocladium sp. Bipolaris sp. * Phoma sp. | Cephalosporium sp. Cylindrocladium sp. Alternaria alternata | ***** | Alternaria alternata Cylindrocladium sp. Phoma sp. |
| | PDA | ***** | Alternaria alternata | Botrytis sp. | ***** | Alternaria alternata Cylindrocladium sp. Phoma sp. |
| | V-B | ***** | Alternaria alternata Cylindrocladium sp. Phoma sp. | Cephalosporium sp. ** Alternaria alternata | ***** | Alternaria alternata Alternaria sinuata Cylindrocladium sp. Phoma sp. |
| | EMA | ***** | Phoma sp. | ***** | ***** | Alternaria alternata Phoma sp. |
| | ELA | ***** | Phoma sp. | Alternaria alternata Cephalosporium sp. | ***** | Alternaria alternata Cylindrocladium sp. Phoma sp. Botrytis sp. |
| SISTEMO DE DESARROLLO RURAL SO. COZ DE ZUMPANGO | AA | ***** | ***** | ***** | ***** | Alternaria alternata Alternaria sinuata Cylindrocladium sp. Cephalosporium sp. |
| | PDA | ***** | ***** | ***** | ***** | Alternaria alternata Alternaria sinuata Cylindrocladium sp. |
| | V-B | ***** | ***** | ***** | ***** | Epicoecium purpureascens Alternaria alternata |
| | EMA | ***** | ***** | ***** | ***** | Alternaria alternata |
| | ELA | ***** | ***** | ***** | ***** | Alternaria alternata Cylindrocladium sp. |
| PDAlev | ***** | ***** | ***** | ***** | Alternaria alternata | |

AA (Arao Agar), PDA (Papa Destrada Agar), V-B (Arao de Verdura V-B), EMA (Extracto de Maltas Agar), ELA (Extracto de Lirio Agar) y PDAlev (Papa Destrada Agar + Extracto de Levadura al 0.5%).

* Patógeno determinado mediante los postulados de Koch.

** Hongo fuertemente asociado con el sintoma

el patógeno sirvió de vía para la entrada y daño por bacterias saprófitas.

Las condiciones ambientales (15-45°C) resultaron favorables para la manifestación del cuadro sintomatológico observado en campo. Referente a la incidencia de la enfermedad, no hubo diferencia en cuanto a lo mostrado en campo y en laboratorio. Al eliminar la cubierta plástica, la severidad del daño por el patógeno tendió a disminuir marcadamente.

La sintomatología se ajusta con la que se observó en Xochimilco y Laguna de Zumpango.

Atendiendo al cuarto postulado de Koch se obtuvo un crecimiento regular del género *Cylindrocladium sp* a 30'', 60'' y 120'' de desinfección (5:1) en PDA a 25°C. Junto a dicha cepa se encontró esporulando a *Alternaria sp.* con características idénticas a *A. alternata* y *Botrytis sp.*

1.2 Tizón foliar causado por *Bipolaris sp.*

El género *Bipolaris sp.* fué claramente identificado como el agente causal de un tipo de tizón foliar en lirio acuático presente en Presa de Guadalupe y Laguna de Zumpango, México, durante el otoño de 1993.

Sólo con la ejecución de los postulados de Koch se logró establecer de forma adecuada la relación sintoma-signo bajo condiciones de invernadero a temperatura oscilante entre 15-40°C. (Fig 9).

Junto a *Bipolaris sp.* desarrollaron especies (Cuadros No 2 y 3) que fueron consideradas como agentes secundarios de infección y/o saprfitos con base en los postulados de Koch (*Phoma sp.*, *Alternaria alternata* y *A. zinniae*).

Bipolaris sp. ha sido reportada en República Dominicana y Florida sobre un tizón foliar y daño en retoños de lirio acuático (10) encontrándose diferencias entre cepas con referencia a su virulencia en función de la temperatura.

1.2.1 Sintomatología

Bajo condiciones de campo, los síntomas se presentaron de forma aislada o en manchones dentro del cuerpo de agua, iniciando como pequeñas manchas ovoides, circulares e irregulares de color café rojizo u ocre sobre la lámina foliar. Dichas manchas necróticas tienden a aumentar de tamaño adquiriendo una forma ovoide o circular hundidas en el tejido de la hoja, con dimensiones desde 2mm x 2mm hasta 4mm x 13mm (3mm x 6mm en promedio) y con una coloración café claro grisáceo al centro de la mancha con un borde obscuro o negro. Un halo amarillento envuelve a dicha mancha. Conforme el número de manchas aumenta; se origina la coalescencia de éstas desde la punta



Figura No 6. Tipo de daño característico ocasionado en campo por *Bipolaris sp.* en Presa de Guadalupe, México.

Figura No 7. Tipo de daño característico ocasionado en campo por *Bipolaris sp.* en la Laguna de Zumpango, México.

de la hoja (fig. 6 y 7) ocasionando un fuerte atizonado de la misma que culmina con su muerte.

En Laguna de Zumpango dicho síntoma se presentó afectando el peciolo y la hoja, mientras que en Presa de Guadalupe sólo se detectó sobre la lámina de la hoja.

No se logró reproducir dicho síntoma bajo condiciones de laboratorio.

1.2.2. Signos observados en los métodos de análisis de muestras

El análisis de las muestras de material con síntoma característico de tizón foliar arrojó los resultados que se resumen en el cuadro No 2.

En dicho cuadro se aprecia que los métodos de análisis de muestras (a excepción de la cubierta plástica (microambiente)), no fueron adecuados dado que no permitieron que se presentara el agente causal sobre el material enfermo. Dichos métodos sólo permitieron observar el crecimiento de agentes secundarios de infección (*Phoma sp.*, *Alternaria alternata* y *Cylindrocladium sp.*).

La utilización de cubierta plástica fué el único método que permitió la esporulación de *Bipolaris sp.* desde material colectado en Zumpango después de tres días de establecerse. Este método sin

embargo; también permitió el desarrollo de agentes secundarios de infección (*Alternaria alternata*, *A. zinniae* y *Cylindrocladium sp.* para el caso de Laguna de Zumpango y *Cylindrocladium sp.*, *Phoma sp.*, *Alternaria alternata*, *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.* y *Rhizopus sp.* para material de Presa de Guadalupe).

1.2.3 Aislamiento

La dosis de solución desinfectante así como posiblemente los tiempos de desinfección no fueron los adecuados para que se presentara un crecimiento de *Bipolaris sp.* en los diferentes medios de cultivo evaluados. Dichos medios de cultivo no fueron específicos para el desarrollo de *Bipolaris sp.* permitiendo el desarrollo de cuatro especies de hongos no relacionados con la enfermedad (*Phoma sp.*, *Alternaria alternata*, *A. zinniae* y *Cylindrocladium sp.*).

Bipolaris sp. creció exclusivamente en medio de cultivo AA pero presentó una esporulación muy pobre (Cuadro No 3). El jugo de verduras V-8 resultó ser el medio de cultivo mas favorable para su esporulación bajo condiciones de laboratorio a 25°C.

1.2.4 Inoculación

Bajo condiciones de invernadero a siete días después de inoculado, se observó que mas del 80% de las hojas asperjadas presentaron algún tipo de daño ya sea en la lámina foliar o en el peciolo. Las hojas de reciente formación no presentaron ningún daño. Presencia de forma homogénea de pequeñas puntuaciones (gran acumulación en hojas inoculadas) café rojizo o violáceas exclusivamente sobre superficie de la hoja no transpasando al envés. El peciolo presentó daño que se manifiesta como manchas punteadas oscuras (Fig 8)

Después de 15 días no se observó ningún daño sobre las hojas de reciente formación. Las manchas punteadas aumentaron de tamaño volviéndose de una coloración café rojizo y de forma ovoide o circular. En este periodo de tiempo se logró establecer la diferencia entre daño físico ocasionado por el medio ambiente y el resultado del daño por la acción del patógeno. Preparaciones temporales permitieron observar la germinación de conidios y penetración estomática del micelio.

A los treinta días posteriores a la inoculación se apreció de forma clara el daño ocasionado por *Bipolaris sp.* Las hojas inoculadas presentaron manchas necróticas ovoides o ligeramente alargadas e irregulares de aspecto hundido sobre el haz de la hoja, adquiriendo una coloración café claro al centro, con bordes café oscuro a negro o bien rojo ocre oscuro y con presencia de un halo



Figura No 8. Daño ocasionado por *Bipolaris sp.* después de 7 días de inoculación.

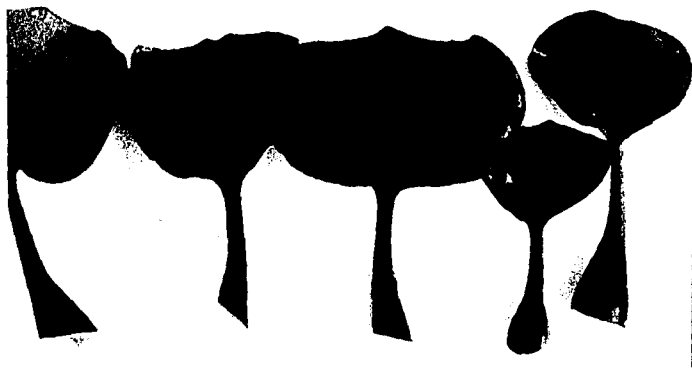


Figura No 9. Daño ocasionado por *Bipolaris sp.* después de 30 días de inoculación.

amarillento envolviéndola. Dichas manchas atraviesan hasta el envés, teniendo como medidas de 2 x 6mm hasta 3 x 6mm; al reverso, coloración café claro o paja. Con la coalescencia de dichas manchas lo que ocurre de forma esporádica, se origina un fuerte atizonado y enroscamiento de la hoja. El porcentaje de daño en hojas disminuyó drásticamente dado que no todas las puntuaciones desarrollaron en manchas foliares (fig 9).

El patógeno no fué capaz de infectar a nuevas hojas formadas. El peciolo tampoco fué dañado. El daño físico producto de la asociación altas temperaturas-medio de cultivo se vió favorecido fuertemente por la presencia del patógeno.

La asociación medio de cultivo aplicado-patógeno ocasionó la presencia de manchas irregulares generalmente alargadas, oscuras o café oscuro con borde amarillento o clorótico que atravesaron hasta el envés. Además se presentó como tizones café claro o naranja con manchones oscuros irregulares al interior de la misma.

Las condiciones ambientales (15-45°C) fluctuantes aunque no fueron las adecuadas; si permitieron que se manifestase la sintomatología observada en campo.

La sintomatología se ajustó perfectamente con la observada en Presa de Guadalupe y Laguna de Zumpango.

Atendiendo al cuarto postulado de Koch, se obtuvo un crecimiento favorable del género *Bipolaris* sp. bajo todos los tiempos de

exposición. A 30 y 90'' esporularon además los generos *Rhizopus sp.* y *Penicillium sp.* Utilizando la técnica de cámara húmeda por el método de CIMMYT se observó de forma muy escasa la presencia de micelio y condios de *Bipolaris sp.* así como de una cepa de *Alternaria alternata*.

El daño del patógeno se vió favorecido por un aumento de la humedad relativa y temperatura.

1.3. Mancha foliar zonada asociada con *Cephalosporium sp.*

Cephalosporium sp. fué frecuentemente asociado durante varios aislamientos con un tipo de mancha foliar zonada observada de forma exclusiva en Presa de Guadalupe, México durante el otoño de 1993. En este trabajo, no se logró establecer la relación sintoma-signo aún cuando se ejecutaron los postulados de Koch.

El hecho de que este patógeno se haya presentado sólo en Presa de Guadalupe y casi exclusivamente sobre este tipo de síntoma así como el que halla presentado crecimiento miceliar en casi todos los medios de cultivo y tiempos de desinfección apoya esta relación sintoma-signo.

Junto a *Cephalosporium sp.* desarrollaron agentes de infección secundarios de los cuales; la presencia de *Botrytis sp.*, como agente de infección primario es discutible dado que mediante los postulados

de Koch, no se logró diferenciar los posibles síntomas ocasionados por ambas cepas.

1.3.1. Sintomatología

La sintomatología se caracteriza por la presencia de manchas ovoides y/o alargadas formadas por bandas alternas más o menos concéntricas de color café oscuro y café amarillento o gris cafésáseo distribuidas de forma homogénea en la lámina foliar. Estas inician como pequeñas manchas punteadas café oscuro sobre la lámina; tendiendo a adquirir un tamaño promedio de 3mm x 7(8)mm. Dichas manchas tienden a coalescer provocando un atizonado de la planta. Cuando esto ocurre se forma un halo café amarillento o simplemente clorótico alrededor de dicha área infectada (Fig. 10).

Este tipo de síntoma se reprodujo de forma abundante bajo condiciones de laboratorio.

1.3.2 Signos observados en los métodos de análisis de muestras

El análisis de muestras con síntoma denominado como mancha foliar zonada presentó los signos que se enlistan en el cuadro No 2.

En dicho cuadro se puede apreciar que los métodos de análisis de muestras usados; fueron adecuados dado que permitieron la



Figura No 10. Tipo de daño característico ocasionado en campo por *Cephalosporium sp.* en Presa de Guadalupe, México.



Figura No 11. Tipo de daño característico ocasionado en campo por *Alternaria spp.* en el Distrito de Desarrollo Rural No 002 de Zumpango, México.

esporulación del agente asociado con la enfermedad (*cephalosporium sp.*). *A. alternata*; agente secundario de infección se vió también favorecido con éste método.

Las técnicas utilizadas para la ejecución de preparaciones temporales fueron adecuadas dado que permitieron la identificación del agente asociado con la enfermedad y agentes de infección secundarios.

1.3.3 Aislamiento

La dosis de desinfección, tiempos de exposición a solución desinfectante y medios de cultivo fueron adecuados dado que permitieron el crecimiento y esporulación del hongo asociado con la sintomatología ántes descrita (Ver Cuadro No 3 y Anexo)

En el cuadro No 3 se aprecia que *Cephalosporium sp.* presentó crecimiento miceliar en los medios de cultivo AA, V-8, ELA y PDAlév. *Cylindrocladium sp.*, *A. alternata* y *Botrytis sp.* se presentaron también en dichos medios de cultivo.

1.3.4 Inoculación

Bajo condiciones de invernadero a siete días después de inocular se observó que cerca del 60% de las hojas asperjadas presentaron

algún tipo de daño. este se expresó como pequeñas manchas punteadas necróticas rojo oscuro, que atravesaron hasta el envés de la hoja. El daño apareció de forma muy ténue en hojas recién emergidas. El daño fué mayor que el mostrado por las demás especies a excepción de *Cylindrocladium sp.* y *Fusarium equiseti.* (Fig. 12)

La asociación medio de cultivo-patógeno ocasionó la presencia de un fuerte atizonado bordeado por un halo clorótico. Inserto en dicho atizonado se encontraron puntuaciones necróticas como las encontradas de forma aislada sobre el material inoculado.

Después de quince días no se apreció ningún daño en hojas tiernas. Algunas manchas aumentaron de tamaño hasta 3 x 4 mm siendo oscuras y poco marcadas en cuanto a color zonado, característica de este género; dichas manchas atravesaron hasta el envés. Se intensificó el daño físico ocasionado por la técnica de inoculación la cual se mostró como manchones irregulares de coloración café claro con halo amarillento e insertas puntuaciones oscuras.

Después de treinta días; la mayoría de hojas inoculadas presentaron un fuerte atizonado y enroscamiento, con una coloración que fué desde naranja con bordes amarillentos o cloróticos hasta café claro. Dicho atizonado inició principalmente en el ápice dirigiéndose hacia el pecíolo. Las manchas no aumentaron de tamaño siendo de forma ovoide a circular.

Las manchas punteadas presentes de forma abundante al principio, no fueron capaces de desarrollar en algún cuadro sintomatológico, esto indica que posiblemente las condiciones ambientales (15-45°C) no fueron adecuadas para lograr una infección del hongo en el tejido del hospedante.

No se logró reproducir bajo condiciones de invernadero la posible sintomatología mostrada en campo.

No se obtuvo variación en la incidencia de la enfermedad cuando se hubo removido la cubierta plástica.

Atendiendo el cuarto postulado de Koch; sólo se logró el reisolamiento de *Cephalosporium sp.* a 60 segundos de desinfección en una solución al 1% de hipoclorito de sodio en medio de cultivo PDA. *Penicillium sp.* se asoció con dicha cepa en medio de cultivo.

1.4 Mancha foliar asociada con *Fusarium equiseti*

Fusarium equiseti fué frecuentemente asociado con un tipo de mancha foliar observada en el área lacustre de Kochimilco y Laguna de Zumpango, durante el verano de 1994. No se logró establecer de forma clara la relación síntoma-signo aún cuando se ejecutaron los postulados de Koch.

La relación síntoma-signo se realizó con base en los resultados de la inoculación (Fig.13). No se logró reproducir de forma clara el síntoma observado en campo pero sí se obtuvo dicha cepa al realizar el reaislamiento. Las altas temperaturas influyeron de forma negativa para el desarrollo del síntoma en la planta bajo condiciones de inoculación. Por otra parte; se ha demostrado, que *Fusarium equiseti* no es capaz de competir con el rápido crecimiento de la maleza (33), lo que puede explicar parcialmente los resultados poco satisfactorios obtenidos en la inoculación.

1.4.1 Sintomatología

El síntoma se caracteriza por presentarse como pequeñas manchas puntadas necroticas; ovoides, circulares o elípticas, de coloración café oscuro u ocre y sin presencia de clorosis del tejido o halo amarillento. Sus dimensiones promedio son de 0.4mm x 0.5mm. En algunos casos dichas manchas coalescen en cuyo caso llega a formarse al centro un decoloramiento café claro grisáceo que puede ser confundido fácilmente con el tipo de daño ocasionado por *Bipolaris sp.* (descrito con anterioridad) o con el tipo de tizón asociado con el género *Alternaria sp.*

No se logró reproducir dicho síntoma en hojas nuevas bajo condiciones de laboratorio.

1.4.2 signos observados en los métodos de análisis de muestras

El análisis de muestras con el signo descrito con anterioridad arrojó los resultados que se enlistan en el cuadro No 2.

En dicho cuadro se aprecia que los métodos de análisis de muestras usados (a excepción del análisis de material inmediatamente después de colectado) no fueron adecuados dado que no permitieron el crecimiento del patógeno en el material enfermo. La nula efectividad de los métodos de análisis de muestras se relaciona con el efecto de alta temperatura.

Sólo el análisis inmediato de material después de colectado permitió reconocer la presencia de *F. equiseti* en el envés de las hojas enfermas. Ver descripción en Cuadro No 5.

1.4.3 Aislamiento

El aislamiento de *Fusarium equiseti* mediante el establecimiento de material enfermo en medios de cultivo permitió su crecimiento en los medios de cultivo PDA y EMA. ver cuadro No 3 y anexo.

A excepción del medio de cultivo AA; todos los medios de cultivo fueron adecuados para el aislamiento de *F. equiseti* dado que en éstos no se presentó crecimiento de agentes secundarios de infección.

Sólo en el caso del medio de cultivo AA; se presentaron los géneros *Alternaria sp.*, *Cylindrocladium sp.*, *Cladosporium sp.* mismos que no guardaron relación con la enfermedad a que se le atribuyó como posible agente causal a *F. equiseti*.

1.4.4 Inoculación

Bajo condiciones de invernadero a siete días después de inoculado se observó que cerca del 80% de hojas asperjadas presentaron algún tipo de daño. este se expresó como pequeñas manchas punteadas necróticas café rojizo o violáceas distribuidas de forma homogénea sobre el haz de la hoja. Manchas de mayor tamaño traspasaron hasta el envés. Dicho tipo de síntoma se presentó de forma esporádica en el pecíolo (Fig. 13).

La asociación medio de cultivo-patógeno ocasionó la presencia esporádica de decoloraciones violáceas sobre la hoja.

Después de 15 días no se observó ningún daño sobre hojas tiernas. Las manchas punteadas aumentaron de tamaño adquiriendo forma ovoide de 1.5(-2) x 2(-3) mm. Se mantuvo la tonalidad de coloración observada al principio.

Después de treinta días la manchas no aumentaron de tamaño adquiriendo una tonalidad rojo oscuro u ocre. No se presentó ningún tipo de daño en renuevos.

En otro experimento realizado a temperaturas más frescas (12-25°C) se observó que *Fusarium equiseti* actuó como agente primario causante de la enfermedad haciendo susceptible al hospedante para el ataque de otros organismos como *Alternaria sp.* *Cladosporium sp.* y bacterias.

Al eliminar la cubierta plástica se detuvo el daño ocasionado por el patógeno lo que se manifestó como un detenimiento en el aumento de tamaño de las manchas necróticas. Esto indica que la humedad ambiental influyó de forma drástica sobre la patogenicidad de dicha cepa.

Aún cuando el tipo de mancha se presentó de forma abundante ésta no culminó con un daño total sobre la planta debido a las altas temperaturas alcanzadas en invernadero.

Atendiendo al cuarto postulado de Koch, se logró reaislar a *F. equiseti* a partir de material enfermo establecido en medio de cultivo PDA a 90 segundos de exposición a una solución desinfectante de hipoclorito de sodio al 1%.

1.5 Tizón foliar asociado con *Alternaria spp.*

Dos especies del género *Alternaria* (*Alternaria alternata* y *A. zinniae*) fueron aisladas de forma constante a partir de material enfermo caracterizado como un tipo de tizón foliar ampliamente distribuido en cuerpos de agua del Valle de México. A excepción de la

Laguna de Zumpango, dicho síntoma es característico para todo el Valle de México, presentándose durante todo el año y sólo tendiendo a decrecer en cuanto a severidad durante el invierno. El hecho de que no se observara el síntoma característico en la Laguna de Zumpango no implica que la cepa no se presenta en dicha zona.

La presencia de una amplia gama de cepas de hongos creciendo sobre este tipo de tizón foliar (Cuadros No 2 y 3), no fué dificultad para establecer la posible relación síntoma-signo ya que varias de éstas se han podido asociar de forma experimental o mediante literatura con otros tipos de daños presentes en lirio acuático. Además; *A. alternata* ya ha sido reportada como patógeno de lirio acuático (34).

Junto al género *Alternaria* desarrollaron especies que fueron considerados como agentes secundarios de infección y/o saprófitos (*Cylindrocladium sp.*, *Cladosporium sp.*, *Phoma sp.*, *Botrytis sp.*, *Epicoccum purpurascens* y una cepa de la clase ascomycete).

1.3.1 Sintomatología

En campo se presenta de forma abundante y homogénea (mayor frecuencia y abundancia que los demás síntomas) sobre la lámina y peciolo de las plantas.

Se caracteriza por presentarse como pequeñas manchas punteadas necróticas hundidas y de coloración rojo oscuro a negro, de forma

ovoide, circular con dimensiones que van desde los 0.2mm x 0.4mm hasta 5mm x 20mm (0.5mm x 0.5mm hasta 3mm x 7mm de forma mas común). Conforme estas aumentan de tamaño se tornan en manchones concéntricos ovoides, elípticos a piriformes alargados, cuya coloración va de café oscuro o negro, o rojizo oscuro en el margen de la misma. Un halo amarillento envuelve comunmente a dicha mancha. El tamaño de la lesión como se mencionó con anterioridad es variable y depende del grado de avance del daño en la planta así como el porte de la misma. Varias manchas llegan a coalescer formando manchones alargados o de forma irregular que llegan a cubrir principalmente la punta de la lámina y bordes provocando con ésto un fuerte atizonado y enroscamiento de la misma (fig. 11).

El síntoma no se logró reproducir en material vegetal producto del rebrote de hojas cuando se hubo mantenido en charolas de plástico bajo condiciones de laboratorio.

1.5.2 Signos observados en los métodos de análisis de muestras

El análisis de las muestras con síntomas como el descrito; asoció a los hongos que se enlistan en el cuadro No 2.

Los métodos de análisis de muestras fueron adecuados para que se presentara el agente causal asociado con el tizón foliar bajo estudio. Por otra parte; las técnicas de análisis fueron adecuadas para identificar al patógeno y agentes de infección secundarios dado



Figura No 12. Daño ocasionado por *Cephalosporium* sp. después de 7 días de inoculación.



Figura No 13. Daño ocasionado por *Fusarium equiseti* después de 7 y 30 días de inoculación.



Figura No 14. Dano muy grave causado por *A. zinniae* después de 30 días de inoculación.



Figura No 15. Efecto nulo de inoculación con *Alternaria alternata*

que facilitaron la observación de estructuras somáticas y reproductivas.

Con el uso de cámara húmeda por el método propuesto por CIMMYT; se logró una esporulación abundante de *Alternaria alternata*, *A. zinniae* y *Cylindrocladium sp.*

Cladosporium sp., *Penicillium sp.* y *Aspergillus sp.* aparecieron en material enfermo colocado bajo cubierta plástica después de cinco días de incubación, lo que indica que éstos hongos se presentan como agente secundarios de infección.

1.5.3 Aislamiento

Como se aprecia en el cuadro No 3; todos los medios de cultivo permitieron el crecimiento y una esporulación adecuada del género asociado con el tipo de tizón foliar (*Alternaria spp.*). Dichos medios de cultivo así como la dosis de desinfección usada no permitieron el crecimiento exclusivo de dicho patógeno. *Cylindrocladium sp.*, *Cladosporium sp.*, *Phoma sp.*, *Botrytis sp.* *E. purpurascens* y una cepa de la clase ascomycete crecieron en los medios de cultivo ensayados.

1.5.4 Inoculación (*A. alternata*)

No se logró obtener ningún tipo de sintomatología perfectamente esclarecido después de haberse planteado cumplir con el tercer

postulado de Koch. A sólo siete días después de inoculado se detectaron de forma esporádica manchas punteadas negras que no fueron capaces de desarrollar en algún tipo de síntoma (fig 15).

No se logró establecer el cuarto postulado de Koch dado que no se obtuvieron síntomas claros.

1.5.5. Inoculación (*Alternaria zinniae*)

Bajo condiciones de invernadero a siete días después de la inoculación se observó una incidencia menor del 20% de posibles síntomas ocurridos por la penetración del patógeno en el tejido de la planta. Daños esporádicos se presentaron como manchas necróticas ovoides, negras o rojo oscuro distribuidas de forma uniforme sobre la lámina de algunas hojas. No hubo daño en peciolo (Fig.14).

La interacción medio de cultivo-inóculo ocasionó la presencia de quemaduras violáceas sobre algunas hojas inoculadas.

Después de quince y treinta días no se obtuvo ningún cuadro sintomatológico que pudiese asociarse con la penetración de hifas u otra estructura de *Alternaria zinniae*. Al realizar la inoculación bajo condiciones ambientales más frescas (12 -25°C) en laboratorio; dichos puntos desarrollaron esporádicamente en manchas café claro con borde café oscuro muy semejante al observado en campo. Este hecho indica que las condiciones ambientales prevalecientes en invernadero



Figura No 16. Daño ocasionado por *Botrytis* sp. después de 30 días de inoculación.

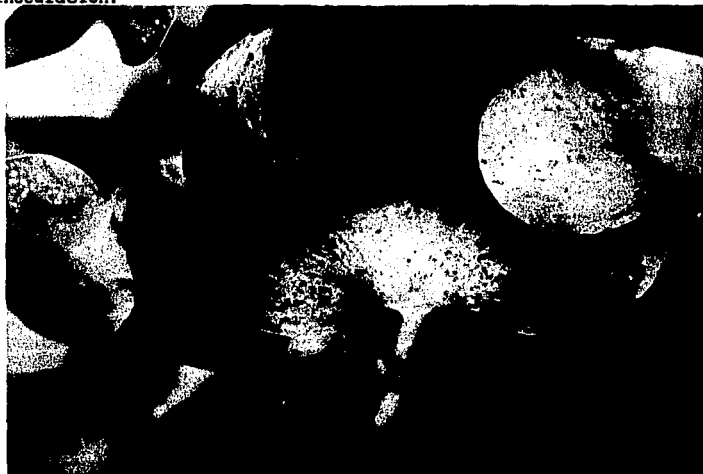


Figura No 17. Daño ocasionado por una cepa de la clase Ascomycete después de 30 días de inoculación



Figura No 18. Daño ocasionado por *Cladosporium sp.* después de 30 días de inoculación.

(15-45° y humedad relativa baja) no fueron las adecuadas para la germinación y posible infección del hongo. Esta razón es justificada por otros autores (15, 51) quienes experimentalmente han encontrado una óptima germinación del conidio e infección sobre el hospedante con la utilización de cubierta plástica por 2 a 3 días y temperaturas de 20-25°C.

No se pudo establecer el cuarto postulado dado que no se desarrolló ningún síntoma característico.

Se descartó la ocurrencia de *Epicoccum purpurascens* como patógeno dado que pruebas experimentales y revisión de literatura demostraron su ineficiencia en la infección de lirio acuático.

Para el caso de la cepa de la clase Ascomycete; *Botrytis sp.* y *Cladosporium sp.*, éstos no desarrollaron el síntoma característico como el que se describe y que se asocia con *A. alternata*.

1.6 Otras enfermedades

1.6.1 Rayado foliar

El Presente síntoma se detectó sobre material vegetal colectado en Xochimilco, D.F y canales y drenes del Distrito de Desarrollo Rural No 002 Zumpango. Este se presenta con mayor frecuencia durante

el periodo de primavera-otoño. No se logró establecer el agente causal asociado con dicho síntoma.

1.6.1.1 Sintomatología

En ambos sitios de colecta se presentó como manchas alargadas o en franjas que corren en sentido de la nervadura de la hoja, iniciando exactamente en el ápice de la misma y culminando a la altura en donde se inserta con el peciolo. Dicha mancha tiende a extenderse en su parte central dando la apariencia de media luna. Presenta una coloración rojiza-anaranjada delimitada por un halo amarillento bien definido; a medida que la mancha aumenta de tamaño la coloración se vuelve más oscura (café oscuro). En ocasiones se puede llegar a romper el centro de la mancha. Sobre la hoja pueden ocurrir de 1 a 5 manchas que culminan con un amarillamiento total de la hoja.

No se logró reproducir dicho síntoma bajo condiciones de laboratorio.

1.6.1.2 Signos observados en los métodos de análisis de muestras

Los métodos de análisis de muestras no resultaron adecuados para el crecimiento del agente causal de dicho síntoma.

1.6.1.3 Aislamiento

Los medios de cultivo ensayados no fueron adecuados dado que no se obtuvo crecimiento micelial cuando se estableció material enfermo sobre ellos.

2. Resultados de inoculación con cepas no asociadas con los síntomas observados en el Valle de México

Botrytis sp., *Cladosporium sp.* y una cepa de la clase ascomycete; no pudieron ser relacionados con los síntomas que se presentaron en el Valle de México dado que los resultados de la inoculación no coincidieron con los síntomas observados en campo (Cuadro No 4). Dichas cepas sin embargo; fueron reaisladas desde material inoculado.

Epicoccum purpurascens no presentó ningún daño a la planta bajo condiciones de inoculación (Cuadro No 4).

Botrytis sp. fué reaislado de material inoculado a 30, 90 y 180 segundos de exposición en hipoclorito de sodio al 1% y siembra en PDA.

Cladosporium sp. fué reaislado de material inoculado a 60 segundos de exposición a solución desinfectante de hipoclorito de sodio al 1% y siembra en PDA.

Cuadro No 4 Daño característico ocasionado bajo inoculación por hongos que no fueron asociados con los síntomas encontrados en el Valle de México.

| HONGO | SÍNTOMAS | | |
|-------------------------------|---|--|---|
| | 7 DIAS | 15 DIAS | 30 DIAS |
| <i>Epicoccum purpurascens</i> | ninguno | ninguno | ninguno |
| <i>Botrytis sp.</i> | Incidencia (30%) de manchas punteadas negras o manchones violáceos oscuros hundidos fig. No 16 | Los daños no aumentan de tamaño; en hojas tiernas ocurre una aparente pudrición blanda del peciolo que limita su crecimiento | Las manchas no aumentaron de tamaño. No pudo establecerse la relación sintoma-signo |
| <i>Cladosporium sp.</i> | Incidencia (>20%) de manchas punteadas oscuras distribuidas uniformemente en la hoja y de forma esporádica en el peciolo fig. No 18 | Daños idénticos; las manchas no aumentaron de tamaño. Ningún daño sobre hojas tiernas | Las manchas no aumentaron de tamaño. No pudo establecerse la relación sintoma-signo |
| Ascomycete | Incidencia de cerca del 60% de puntos negros distribuidos de forma homogénea sobre hojas inoculadas jóvenes y adultas fig. No 17 | Daños idénticos; los puntos no aumentaron de tamaño. Ningún daño sobre hojas tiernas. | Los puntos no aumentaron de tamaño. No pudo establecerse la relación sintoma-signo. |

La cepa de la clase ascomycete fué reaislada de material inoculado a 30, 60, 90 y 300 segundos de exposición a solución desinfectante de cloralex al 1% y siembra en V-8.

3. Organismos asociados con la maleza en campo

Sólo en el area lacustre de Xochimilco se detectó la presencia de caracoles alimentándose de las hojas, así como de crustáceos en las raíces de la planta. Estos primeros ocasionan la formación de pequeños orificios en la lámina lo que podría favorecer el daño ocasionado por parásitos y saprófitos, mientras que los segundos provocan daños al disminuir el desarrollo del sistema radicular limitando el crecimiento de la planta. Dichos organismos se detectaron en campo y se establecieron de forma perfecta bajo condiciones de laboratorio (alta tasa de reproducción).

Araña roja y Afidos infestaron de forma severa material mantenido bajo condiciones de invernadero. En el caso de los primeros éstos fueron capaces de destruir la planta en un 100%.

VI DESCRIPCION DE CEPAS ENCONTRADAS CRECIENDO SOBRE LIRIO ACUATICO EN EL VALLE DE MEXICO

En la presente sección se señalan las características principales de aquellas cepas consideradas de importancia como

patógenos de lirio acuático haciendo incapie en las características observadas en medio de cultivo. Las características observadas sobre material fresco ya han sido descritas en el apartado anterior y se resumen en el cuadro No 5.

1 *Cylindrocladius* sp.

1.1. Sitio de origen

Area lacustre de Xochimilco, Presa de Guadalupe, Canales y drenes dentro del Distrito de Desarrollo Rural No 002 de Zumpango y Laguna de Zumpango.

1.2. Aislamiento e identificación

Se aisló tomando fragmentos de micelio desarrollado en los medios AA y PDA una vez que se hubo establecido material enfermo.

La identificación se realizó de acuerdo a las características mostradas en material fresco, cámara húmeda (CIMMYT) y microambiente en medio de cultivo PDA a 25°C, empleándose además la técnica de microcultivo en PDA.

La identificación de género se hizo con base al sistema de Saccardo para la clasificación de hongos imperfectos. No se pudo establecer la especie.

1.3. Criterios de identificación

En PDA a 25°C; se logró un crecimiento mayor de 28 mm después de 5 días (en 20 días ocupa toda la superficie del medio de cultivo). Micelio septado hialino o brillante, de pared lisa, delgado, floccoso y de crecimiento circular con coloración blanco cremosa a escasamente rosáceo (cremoso al reverso del medio de cultivo). Presencia de conidióforos iniciando su formación del centro del crecimiento miceliar hacia los extremos.

Conidióforos erectos, variables en longitud pero en general teniendo como dimensiones promedio 31.8 μm de longitud y 2.6 μm de diámetro en la base. En PDA la formación de conidióforos inicia desde las primeras 24 horas después de haber sido establecida la colonia, siendo en un principio de forma simple llegando a ramificarse conforme aumenta la edad de la colonia.

Conidióforo típicamente bifurcado y/o hasta cuatro ramificaciones primarias cerca de la base.

Conidios formados de forma simple en el ápice de las células conidiógenas, volviéndose agregadas dentro de densas cabezas

viscosas, usualmente de 1-2 células , gutulados, hialinos, de pared lisa, cilíndricos, rostrados y con dimensiones de 10.4-23.2 μm (12.66 μm en promedio) de longitud por 1.6-4.0 μm (2.61 μm en promedio) de ancho.

Tipo de esporulación plectonematogena; , presentando el fenómeno de anastomosis o fusión de 2 células en contacto en hifas somáticas.

Germinación a través de tubos germinales que surgen como resultado de un hinchamiento de las células grasas de ambos lados del conidio (2-4); lo que provoca una constricción de la parte media del conidio semejando la figura de un cacahuete. Dichos tubos germinales ocurren como una ruptura de la pared del conidio por lo general en ambos polos del mismo (1-4 hifas), aunque existen excepciones en las que el micelio surge al centro o bien en un costado del conidio.

1.4. Tipo de enfermedad

Agente causal de manchas foliares necróticas punteadas sobre hojas jóvenes y adultas o bien irregulares sobre hojas tiernas.

2 *Bipolaris* sp.

2.1. Sitio de origen:

Presas de Guadalupe y Laguna de Zumpango.

2.2. Aislamiento e identificación

Se aisló a partir de colonias miceliales desarrolladas en los medios AA, PDA y V-8 posterior a su siembra con material enfermo.

La identificación se realizó de acuerdo a las características mostradas sobre material fresco, de material colocado en cámara húmeda (CIMMYT), bajo cubierta plástica (microambiente) y en medio de cultivo V-8 y PDA. Se empleó además la técnica de microcultivo en PDA.

La identificación de género se hizo con base al sistema Saccardiano cotejándose dicha información con las características propuestas por Lutrell (1964) y CMI (1978). No se pudo determinar la especie.

2.3. Criterios de identificación

En PDA a 25 °C, se logró un crecimiento mayor de 6 cm después de 5 días (en 9 días ocupa toda la superficie del medio de cultivo). Crecimiento miceliar circular, algodonoso al centro de la colonia, mientras que en los márgenes tiende a ser flocoso. Micelio hialino, septado poco levantado del medio de cultivo de coloración blanco grisáceo a verde seco muy ténue. Al reverso; el medio de cultivo presenta una coloración grisásea oscura. Presencia regular de conidios. De forma experimental se observó que temperaturas frescas inducen una mayor esporulación sobre medio de cultivo PDA.

Para poder establecer el género con precisión se hicieron las siguientes observaciones en microcultivo de las siguientes características: Micelio hialino ramificado de pared lisa; grueso y de segmentos cortos al inicio (24 horas de establecido) pasando posteriormente a ser alargado y de segmentos delgados. Conidióforos café oscuro, simples, manifiestos desde el tercer día como pequeñas callosidades globosas al interior de los segmentos del micelio joven o adulto, adquiriendo mas tarde un tipo de crecimiento simpódico con la consiguiente formación de conidios en nuevas puntas de forma sucesiva. Conidios originados como prominencias a través de poros en la pared del conidióforo (porosporas), proliferación del conidióforo lateral; conidios distoseptados, el primer septo ocupa cerca de la mitad del conidio en formación. Germinación del conidio a través de tubos germinales semiaxiales, polares. Conidios fusoides, elipsoides u obclavado, café dorado. Bajo microcultivo en PDA a 25 °C y de un total de 100 muestras se obtuvieron conidios de 16 - 60 μ (44.3 μ m en promedio) de longitud y de 8-16 μ m (12.54 μ m en promedio) de ancho. Todas estas características se apegan a lo propuesto por Luttrell (1964) y Barnett (1973).

De acuerdo a Luttrell (1964) corresponde a:

Subgenero: *Euhelminthosporium*

Genero: *Bipolaris*.

2.4. Tipo de enfermedad

Tizón foliar y manchas foliares bien definidas.

3. *Cephalosporium* sp.

3.1. Sitio de origen

Presa de Guadalupe.

3.2. Aislamiento e identificación

Se aisló a partir de colonias miceliales desarrolladas en los medios EMA, AA, V-8, ELA y PDALev posterior a su siembra con material enfermo.

La identificación se realizó de acuerdo a las características mostradas sobre material fresco, cámara húmeda (CIMMYT) y en medio de cultivo PDA. Se empleó además la técnica de microcultivo en PDA

3.3. Criterios de Identificación

En PDA a 25°C; se logró un crecimiento de 2.9 cm después de 5 días (en 20 días ocupa toda la superficie del medio de cultivo). Micelio hialino septado, afelpado y de crecimiento circular con

coloración blanquecina como resultado de la formación de conidios. El medio de cultivo adquiere una tonalidad rosa ténue a cremosa. Buena formación de conidios después de 2 días de establecida la colonia sobre estructuras miceliares rizomorfas.

Presencia de conidióforos en filídes esbeltas comunmente simples; conidios (fialosporas) hialinas, 1-celulares, reunidos en una gota viscosa.

3.4. Tipo de enfermedad

Asociada con un tipo de mancha foliar zonada

4. *Fusarium equiseti* (Corda) Sacc.

4.1. Sitio de origen:

Laguna de Zumpango y Presa de Guadalupe.

4.2. Aislamiento e Identificación:

Se aisló tomando fragmentos de micelio desarrollado en los medios PDALev, EMA, PDA y V-8 toda vez que se hubo establecido material enfermo.

La identificación se realizó de acuerdo a las características mostradas en material fresco, cámara húmeda (CIMMYT) y microambiente en medio de cultivo PDA a 25°C. Se empleó además la técnica de microcultivo sobre PDA.

La identificación de género se hizo con base al sistema Saccardiano, mientras que la sección y especie se obtuvieron a través de claves dicotómicas propuestas por Booth (1971, 1977) y Snyder & Hansen citados por Cova (1988). Estas claves se cotejaron con Hugard (1980), CMI (1978) y CIMMYT (1978).

4.3. Criterios de identificación

En PDA a 25 °C; se logró un crecimiento mayor de 6 cm de diámetro después de 5 días (en 7 días ocupa toda la superficie del medio de cultivo). Micelio hialino septado, algodonoso y de crecimiento circular con coloración blanquecina al inicio de la formación colonial tornándose más tarde rosa púrpura con fondo (tonalidad del medio de cultivo) amarillento cremoso (ante) a melocotón. Conforme envejece el micelio tiende a tornarse amarillento.

Presencia de dos clases de esporas:

1. Macroconidios hialinos de 4-7 divisiones (6 en promedio) que se desarrollan esparcidamente al principio desde fialides laterales simples, la producción se incrementa con la formación de compactos

conidióforos ramificados penicelados que se observan como puntos de color café sobre franjas amarillentas en el medio de cultivo. Macroconidios variables en tamaño, por lo común de 20-70 μ (40.8 en promedio) de largo x 4-6 μ (4.9 μ en promedio) de ancho. Presentan una forma alargada y curvos con punta aguda, célula apical en algunos casos curva y con pie celular pedicelado. Tipo de germinación lateral y/o polar del conidio (1 a 4 puntos).

2. Clamidosporas intercalares en nudos o cadenas, de presencia escasa y sólo formados después de 20 días de establecido en medio de cultivo.

No se logró obtener el estado peritecial bajo las condiciones ambientales y nutritivas en que se realizó el estudio.

Se hizo necesaria la confrontación de claves y/o descripciones para determinar sección y especie dado que cada autor presenta condiciones ambientales y de medio nutricional diferentes, lo que incide sobre las características morfológicas, pigmentación del medio y/o micelio y velocidad de crecimiento; características tomadas en cuenta para su clasificación.

Como se aprecia en el cuadro No 1a existen diversos criterios que se toman en cuenta para la determinación de especies dentro del género *Fusarium*. Dichos criterios están determinados básicamente por el medio de cultivo. De dicho cuadro se desprende que la velocidad de crecimiento y tamaño del conidio se ajusta con las observaciones

realizadas sobre la cepa aislada en lirio acuático aunque no muy marcada en el número de septos y pigmentación del medio de cultivo y estructuras somáticas y de reproducción.

Con las modificaciones propuestas por Booth (1977) existe duda respecto a que si se trata de *Fusarium equiseti* o *Fusarium heterosporium*. Mediante el uso de las descripciones de CMI (1978) se cotejó que dicha cepa se apega más a la descripción hecha para *F. equiseti* dado que en el caso de *F. heterosporium* el número de septos es sólo de 3-5, no ajustándose además en el tamaño de las estructuras.

Cuadro 1a. Criterios tomados en cuenta para la tificación de *Fusarium equiseti* según diversos autores

| Descripción | medio de cultivo temperatura | vel. de crecimiento | Tamaño del conidio | No. de septos | coloración |
|----------------------------------|---------------------------------|------------------------|-----------------------|------------------|----------------------------------|
| Booth (1971) | PSA/25°C | > 2.5 cm diámetro | | | Melocotón, Beige |
| Booth (1977) | PSA/25°C | > 2.5 cm, diámetro | hasta 60µ | | Rosa, Beige |
| Snyder (19) | | | | | Bianco, rosa amarillo, café |
| Helgard (1980) | PSA/17°C luz oscura | | | 5 | |
| CMI (1978) | PSA/25°C | | 22-60µ 3.5-5.9µ | 4-7 | Melocotón, beige ante, víneco |
| CIMMYT (1984) | | | 22-60µ 3.5-6.0µ | | |
| Cepa en lirio acuático (1993) | POA/25°C | > 2 cm, diámetro | 20-70µ 4-6µ | 4-7 | Rosa púrpura café |

De acuerdo a lo propuesto por Snyder dicha cepa corresponde a *Fusarium roseum*

4.4 Tipo de enfermedad

Asociada con un tipo de mancha foliar.

5. Alternaria alternata (Fr.) Keissler.

5.1. Sitio de origen

Area lacústre de Xochimilco, Presa de Guadalupe, Canales y drenes dentro de Distrito de Desarrollo Rural No 002 de Zumpango y Laguna de Zumpango.

5.2 Aislamiento e identificación

Se aisló a partir de colonias miceliars desarrolladas en los medios PDA y V-8 posterior a su siembra con material enfermo. Es de notarse que se encontraron varias cepas que desarrollaron en todos los medios de cultivo.

La identificación se realizó de acuerdo a las características mostradas sobre material fresco, de material colocado en cámara húmeda (CIMMYT) y en medio de cultivo PDA. Se empleó además la técnica de microcultivo en PDA.

5.3. Criterios de identificación

En PDA a 25°C; se logró un crecimiento mayor de 64 mm después de 5 días (en 9 días ocupa toda la superficie del medio de cultivo). Micelio hialino septado, afelpado de coloración verde oscuro mismo que se torna de color negruzco como resultado de una abundante esporulación. La formación de conidios se presenta a partir del segundo día de establecida la colonia e inicia desde micelio mas viejo extendiéndose de forma radial hacia las orillas del crecimiento colonial en forma de anillos concéntricos.

Conidio multiseptado, ovoides, obclavados u obpiriformes de pared rugosa y desarrollados en cadenas largas. Las esporas poseen 1 a 7 septos transversales y una a dos septas longitudinales, no se hizo la medición de conidios. Conidios de color café oscuro

El conidio (porosporas) se origina como un brote del protoplasma a través de poros discretos en la pared apical de una célula esporógena, misma que generalmente es la de la punta de una rama hifal diferenciada como conidióforo. El poro basal en la pared del conidio marca la posición original de contacto entre el conidio y la célula que le dio origen en el conidióforo.

Conidióforo simple con un poro único en su ápice que da origen a cadenas largas de conidios o dictiosporas como resultado de la formación de poros en la parte terminal del conidio o por brotes

laterales de algunas células conidiógenas se convierten morfo y funcionalmente en conidióforos.

Referente a la clasificación de especies del género *Alternaria* sp. existe gran discrepancia en cuanto a las dimensiones del conidio así; Maas, J.L.(1984) reporta medidas usuales de 20-35X8.5-12 μm con tres a seis septas transversales y cero a cuatro septas longitudinales; mientras que Droby, S. (1984) señala conidios de 26.7-28X10.8 μm con 1 a 7 septas transversales y 1 a 2 septas longitudinales. Simmons (1967) señala la presencia de conidios de (10-)18-47X(5-)7-18 μ , promedio 30.9X12.6 μ

Simmons menciona como características del género la presencia de conidióforos y conidios café amarillento diluido a medio café dorado. Conidióforos simples, rectos o curvos, lisos, 1-3 septados, 20-46X4.6 μ , apicalmente uniperforados, algunas veces con la célula basal escasamente abultada.

Conidios ovoides, obclavados u obpiriformes, o raramente de forma elipsoidal, comunmente con un poro basal apreciable de forma fácil; sin punta cuando son elipsoidales, o con un cónico corto, angosto ahusamiento, o punta cilíndrica de 2-3 μ de diámetro, el ápice el cual es angosto y redondeado sin un poro terminal o abruptamente desafilado abrupto con un bien definido poro; la longitud de la punta sobre las 25 μ nunca igual a la longitud del cuerpo del conidio pero comunmente representando una cuarta o tercera parte del total del cuerpo del conidio, punta comunmente de coloración clara diferente al

cuerpo del conidio, conidio con (1-)3-8 septas transversales, una o dos septas longitudinales en cada uno de las 1.6 divisiones transversales, y comunmente un septo fuertemente oblicuo en la division basal; marcadamente pero no profundamente estrefido como el septo transversal principal. Conidio de pared lisa o diminutamente rugosa.

5.4. Tipo de enfermedad

Asociada con un tipo de tizón foliar muy característico del género *Alternaria*. Charudattan (com. pers.) indica la presencia de esta cepa en lirio acuático así como en otros hospedantes.

6. *Alternaria sinniae* M. B. Ellis

6.1 Sitio de origen

Area lacustre de Xochimilco, Presa de Guadalupe, canales y drenes dentro del Distrito de Desarrollo Rural No 002 de Zumpango y Laguna de Zumpango.

6.2. Aislamiento e identificación

Se aisló a partir de colonias miceliarias desarrolladas en los medios AA y V-8 posterior a su siembra con material enfermo.

La identificación se realizó de acuerdo a las características mostradas sobre material fresco, de material colocado en cámara húmeda (CIMMYT) y en medio de cultivo PDA. Se empleó además la técnica de microcultivo en PDA.

6.3. Criterios de identificación

En V-8 a 25°C; se logró un crecimiento mayor de 55 mm después de 5 días de haber sido establecida la colonia (en 12 días ocupa toda la superficie del medio de cultivo). Micelio hialino, septado, afelpado y de crecimiento circular con coloración verde olivo al inicio de la formación colonial tornándose más tarde de color verde oscuro, con fondo negro. Presencia regular de conidios; conforme envejece el micelio se forman sobre su superficie manchones blancos amarillentos.

Conidióforos erectos simples café dorado de pared gruesa, geniculados, lisos, septados con poro terminal sobre los que se insertan conidios simples o en cadenas de 2-3-4 conidios como máximo. Dichos conidios presentan pared lisa o ligeramente aspera o rugosa.

Conidios piriformes u alargados con 5 a 12 septos transversales y de 1-3 septos longitudinales, punta muy pronunciada cuando inicia su formación en medio de cultivo llegando a ocupar hasta más de cinco veces el tamaño del cuerpo del conidio. Dicha punta llega a tener de 2 hasta 20 septos siendo generalmente mas clara que el resto del

cuerpo del conidio. La punta puede ser geniculada y terminar de forma aguda o bien redondeada con poro diferenciado o marcado.

Tipo de germinación del conidio multipolar la cual se da bajo condiciones de microcultivo en PDA a 25°C desde las primeras 24 horas posteriores al establecimiento. Inicia como un hinchamiento de las esporas del conidio mismas que presentan rupturas dentro de la pared del conidio dando origen a tubos germinales hialinos que conforme desarrollan se tornan muy ramificados y diferenciándose en conidióforos simples de coloración café dorado. Tal y como menciona Simmons (1967) El conidio se origina como un brote del protoplasma a través de poros discretos en la pared apical de la célula esporógena de la punta del conidióforo.

6.4. Tipo de enfermedad

Asociado junto con la especie *A. alternata* a un tipo de tizón foliar característico de este género. Es más posible su asociación con el tipo de tizón que se describió en apartado V.

7. Botrytis sp.

7.1 Sitio de origen:

Presa de Guadalupe.

7.2. Aislamiento e identificación

Bajo condiciones de asepsia, se extrajeron conidios con ayuda de aguja de disección (al microscopio estereoscópico) y se sembraron en PDA; Aislado también una vez que hubo desarrollado en medio de cultivo después de la siembra de material enfermo previa desinfección.

La identificación se realizó con base a las características mostradas en material fresco, bajo condiciones de microambiente.

El género se determinó con base en las claves de identificación propuestas por Saccardo (1978).

7.3. Criterios de identificación

En PDA a 25°C; se logró un total crecimiento sobre la superficie del medio de cultivo después de 5 días. Micelio hialino septado, afelpado y de crecimiento circular con coloración blanquecina al inicio de la formación colonial tornándose mas tarde de coloración verde ténue. Presencia de estructuras reproductivas de forma anillada y de coloración verdosa así mismo presencia de conidios blanquecinos pulverulentos en la periferia.

7.4. Tipo de enfermedad

No pudo asociarse con algún tipo de enfermedad; al momento de realizar la inoculación se presentaron daños caracterizados como manchas foliares oscuras junto a manchones violáceos hundidos (ver Cuadro No 4).

8. Cladosporium sp.

8.1. Sitio de origen

Xochimilco, Presa de Guadalupe, canales y drenes dentro del Distrito de Desarrollo Rural No 002 de Zumpango y Laguna de Zumpango.

8.2. Aislamiento e identificación

Se aisló tomando fragmentos de micelio desarrollado exclusivamente en medio de cultivo AA y mediante la disección de estructuras reproductivas presentes en tejido necrozado después de haber sido mantenidas bajo condiciones de alta humedad.

La identificación se realizó de acuerdo a características mostradas en material fresco, cámara húmeda (CIMMYT) y en medio de cultivo PDA. Se empleó además la técnica de microcultivo en PDA.

La identificación taxonómica de género se hizo con base al sistema de Saccardo para la caracterización de hongos imperfectos.

8.3. Criterios de identificación

En PDA a 25°C; se logró un crecimiento de 14 mm después de 5 días (en aproximadamente 30 días ocupa toda la superficie del medio de cultivo). Micelio hialino septado, floccoso y de crecimiento circular con coloración verde oscuro al centro y blanquecino en los bordes, coloración crema al reverso.

Conidióforos erectos (arborescentes) ramificados de pared gruesa, verde azulado tendiendo a café oscuro y con presencia de blastosporas y ramoconidios de color verde hialino a café claro cuando maduran.

Conidios (blastosporas) de 1-2 células en forma de limón y con cicatrices marcadas en los bordes, formación de estroma. Conidios producidos en cadenas ramificadas, de color café cuando maduran.

8.4. Tipo de enfermedad

No pudo asociarse con algún tipo de enfermedad; al momento de realizar la inoculación se presentaron daños caracterizados como

manchas foliares punteadas oscuras que culminaron con la muerte de la hoja. (ver Cuadro No 4)

9. *Epicoccum purpureascens* Ehrenb ex Schelecht

9.1. Sitio de origen

Canales y drenes en el Distrito de Desarrollo Rural No 002 de Zumpango, Laguna de Zumpango y Presa de Guadalupe.

9.2. Aislamiento e identificación

Se aisló a partir de colonias miceliarias desarrolladas en los medios PDA y ELA posterior a su siembra con material enfermo.

Los criterios de identificación se basaron en características mostradas en material fresco, cámara húmeda (CIMMYT) y en medio de cultivo PDA a 25°C.

La identificación de género se hizo con base al sistema Saccardiano y con apoyo de artículos publicados en CMI.

9.3. Criterios de identificación

En PDA a 25°C, se logró un crecimiento de 2.0 -2.5 cm después de 5 días (en 20 días ocupa toda la superficie del medio de cultivo). Micelio aéreo hialino septado, algodonoso y de crecimiento circular con coloración naranja amarillento. Formación de cordones miceliares café claro a canela sobre el micelio mas viejo. Al reverso; el medio de cultivo adquiere una coloración rojiza oscura muy intensa.

La técnica de aislamiento así como las condiciones ambientales y vigor de la cepa influyen directamente sobre la expresión de caracteres para su identificación (velocidad de crecimiento, coloración y tipo de micelio).

Al momento de la esporulación lo que ocurre bajo condiciones de temperatura constante a 25°C después de 20 días de establecerse, el micelio adquiere un aspecto flocoso, amarillento al centro de la colonia y con presencia de brotes de micelio blanquecino sobre el material miceliar mas viejo.

Bajo microscopio se observaron esporodoquios pulvinados cubiertos de conidióforos. Estos se presentan simples o ramificados, rectos o curvos con una coloración café palido, conidios formados de forma terminal, monoblásticos y de forma piriforme, café dorado obscuro.



Figura No 19. Cepas asociadas con lirio acuático dentro del Valle de México, después de 12 días de haber sido establecidas en medios de cultivo

9.4. Tipo de enfermedad

Se constató que esta cepa es un hésped natural de lirio acuático que no causa daños al follaje pero que aumenta el proceso de descomposición de material enfermo al interactuar con otros organismos patógenos.

10. Ascomycetes

10.1. Sitio de origen

Area lacustre de Xochimilco.

10.2. Aislamiento e identificación

Se aisló a partir de micelio desarrollado en el medio de cultivo PDA+levadura posterior a su siembra con material enfermo.

Los criterios de identificación se basaron en características mostradas en material fresco, y en medio de cultivo PDA+levadura a 25°C.

La identificación de género se hizo con base al sistema Saccardiano.

10.3 Criterios de identificación

En PDA levadura a 5 días de formación de colonia, ésta ocupa cerca de 1/3 del medio de cultivo con micelio blanco cremoso, floccoso, grisáceo y picnidios esféricos, oscuros y coriáceos formados de forma abundante sobre medio de cultivo. Conidios unicelulares oscuros formados dentro de ascas al interior del peritecio.

Cuadro No 5 Resumen de hongos presentes sobre lirio acuático en el Valle de México

| HONGO | SÍNTOMAS | TIPO DE DAÑO |
|-------------------------------|--|--|
| <i>Bipolaris</i> sp. | Nicelio hialino y de crecimiento sobre tejido necrosado; conidios café dorado (porosporas) sobre conidióforos de crecimiento simpódico, café dorado, erecto y que emerge a través de los estomas del hospedante | Tizón foliar |
| <i>Cylindrocladium</i> sp. | Nicelio fino hialino de crecimiento inter e intracelular, septado con conidióforos variables en longitud, simples o ramificados, erectos y emergentes de aperturas estomáticas sobre los que descomen masas gelatinosas conteniendo conidios hialinos 1-2 celulares y de forma cilíndrica. | Mancha foliar necrótica |
| <i>Fusicium equiseti</i> | Nicelio septado, delgado. Filídes soportando conidios hialinos curvos y alargados (de forma de canos), con 2 a 7 segmentos. Microconidios ausentes | Asociado con un tipo de mancha foliar |
| <i>Alternaria alternata</i> | Nicelio hialino lanoso brillante, abundante sobre tejido necrosado; conidióforos septados, en grupos emergentes de aperturas estomáticas de coloración café verdoso a café dorado; conidios terminales con pico corto y de forma y tamaño heterogéneo (ovoides, piriformes o evobados) en cadenas de hasta diez conidios (fragmosporas) más bien que de forma simple | Asociado con un tipo de tizón foliar |
| <i>Alternaria zinniae</i> | Conidióforos oscuros de pared gruesa, café dorado; y dictiosporas café dorado verdoso de pico alargado en cadenas cortas de hasta 4 conidios como máximo, café dorado | Asociado con un tipo de tizón foliar |
| <i>Cephalosporium</i> sp. | Nicelio subhialino, septado, ramificado, superficial e inmerso dentro del tejido del hospedante; siendo más abundante de esta última forma y en mayor cantidad en la periferia de la mancha. Presencia de conidióforos erectos, emergentes a través de estomas variables en longitud pero en general teniendo como promedio 34.6 µm de largo (18-54µm) y 1.52 µm de ancho en la base. Dichos conidióforos se pueden presentar de forma simple o con 1 a 3 ramificaciones, elongado, cilíndrico, septado. Conidios unicelulares, ovoides, arriñonados o subcilíndricos formados de forma simple en el ápice del conidióforo volviéndose agregados dentro de densas cabezas viscosas. Conidios de 2.4-3.2 µm de largo x 1.2-2.4 µm de ancho. | Asociado con un tipo de mancha foliar zonada |
| <i>Cladosporium</i> sp. | Conidióforos en estrans, que emergen de los estomas de material fuertemente necrosado, de coloración oscura, conidios (bistiosporas) oscuras a café claro | No definido |
| <i>Epicoccum purpurascens</i> | Nicelio hialino soportando esporodolios pulvinados que se aprecian como pequeños puntos negros pustulosos esparcidos sobre la superficie necrosada. Sobre los esporodolios se insertan conidióforos oscuros conteniendo conidios terminales piriformes y de coloración café dorado | Ninguno |
| <i>Rhizopus</i> sp. | Nicelio canocítico soportando hifas delgadas (esporangióforos) que terminan en cabezas hialinas al principio tornándose más tarde conforme maduran en cabezas oscuras (esporangios) | Ninguno |

Cuadro No 5 Resumen de hongos presentes sobre lirio acuático en el Valle de México (Continuación)

| HONGO | SÍMBOLO | TIPO DE DAÑO |
|-----------------|--|--------------|
| Aspergillus sp. | Masa pulverulenta grisácea. Al microscopio se observan conidióforos simples, largos, hialinos y terminados en una cabeza globosa portando filíides radiales que cubren toda su superficie. Sobre filíides; presencia de conidios hialinos globosos (Phialosporas) en cadenas basipétalas | Ninguno |
| Penicillium sp. | Manchas circulares gris oscuro y de aspecto polvoso, conidióforos largos erectos, lisos, ramificados cerca del ápice adquiriendo el aspecto de una escoba, ramas terminadas en filíides sobre las que destacan conidios globosos (Phialosporas) catenulados | Ninguno |
| Phoma sp. | Pícnidios caféseos; ostiolados, sin pico y enveídos en material necrosado; generalmente en el centro de la mancha, conidios hialinos unicelulares semialargados | No definido |
| Botrytis sp. | Conidióforos delgados hialinos, determinados, ramificados irregularmente. Conidios hialinos, unicelulares, ovoides y formando densas cabezas | No definido |
| ascomycte | Peritecio oscuro conteniendo ascas y su vez ascosporas unicelulares oscuras | No definido |

VII. DISCUSION

De los diferentes métodos de control posibles, existe consenso en que el biológico representa un gran potencial a nivel mundial y esto queda demostrado con los resultados tan exitosos obtenidos por investigadores tales como Charuddatan (USA) quien experimentalmente ha obtenido valores de 100% de control de *Eichhornia crassipes* mediante el uso de organismos vivos como agentes de control (insectos-micoherbicida) (Com. pers). Estos resultados han alentado al Gobierno del Estado de México y Organismos Nacionales (FESC-C, UACH y recientemente IMTA) para la elaboración de proyectos de búsqueda de enemigos naturales y evaluación de los existentes con miras a establecer programas de control biológico de maleza acuática.

La búsqueda de organismos enemigos naturales de plantas y su caracterización son quizá los pasos fundamentales como punto de arranque en todo proyecto de investigación encaminado a la generación de programas de control biológico. En éste sentido la elaboración de trabajos como el presente, toman amplia relevancia dado que sirven de herramienta para las subsiguientes fases de desarrollo de un producto bajo la táctica microherbicida. Se hace necesario señalar que; tal y como ocurre para un herbicida convencional, es imprescindible un seguimiento ordenado de pasos que conlleven a la generación de un producto comercial. Realizar todos estos pasos sin embargo, ocupa un gran periodo de tiempo y requiere de contar con una infraestructura y equipo suficiente. Dado lo anterior y pensando en fines prácticos, en

éste trabajo sólo se estableció como objetivo la búsqueda de enemigos naturales del lirio acuático.

Del grupo de cepas obtenidas; sólo los géneros *Bipolaris* sp. (Tizón foliar), *Cylindrocladium* sp. (mancha foliar) y *Fusarium equiseti* (mancha foliar) pudieron ser identificados como los agentes causantes de síntomas de enfermedad en el follaje de la planta. Los géneros *Alternaria alternata*, *A. zinniae* (Tizón foliar) y *Cephalosporium* sp. (mancha foliar zonada), sólo pudieron asociarse fuertemente con algún tipo de síntoma dado que no se logró reproducir bajo condiciones de invernadero la sintomatología mostrada en campo de una forma total. Por otra parte, *Botrytis* sp., *Cladosporium* sp., y una cepa de la clase *Ascomycete* presentaron un daño muy escaso bajo condiciones de invernadero y no pudieron ser relacionadas con ningún tipo de síntoma como el observado en campo. *Epicoccum purpurascens* resultó ser una cepa que no ocasiona ningún daño a la planta y que sólo se asocia con material vegetal altamente dañado por cualquiera de los agentes anteriores; finalmente; se descartó la posible patogenecidad de los géneros *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp. y *Rhizopus* sp. dado que de forma bibliográfica y por experiencia personal se asocian como organismos saprobios y contaminantes de medio de cultivos en el laboratorio. El criterio para establecer esta relación síntoma-signo consistió en un análisis de material fresco enfermo seguido del aislamiento de colonias fungosas desarrolladas en el mismo así como el establecimiento de los postulados de Koch.

Aunque con fines prácticos se realizó por separado la caracterización de daños de las cepas encontradas en lirio acuático; durante el desarrollo de la presente investigación fué evidente la interacción patógeno-saprófito en cada uno de los síntomas observados y ésto se demostró al mantenerse siempre asociadas algunas cepas al realizar el estudio de material fresco enfermo y aislamiento del agente causal. (p. ej. *Alternaria alternata* con *Cylindrocladium sp*, *Cladosporium sp*, *Penicillium sp*. etc.)

Analizando la distribución de las cepas consideradas de importancia por Charudattan (com.pers.) dentro del Valle de México se pueden hacer las siguientes consideraciones:

1. *Cylindrocladium sp*. resultó ser un patógeno ampliamente distribuido en el Valle de México encontrándose diferencias con respecto a virulencia y dimensiones de estructuras reproductivas dentro de la misma especie.

2. *Alternaria alternata* de igual manera se presenta en todo el Valle de México pero a diferencia de *Cylindrocladium sp*.; no existen diferencias morfológicas entre las cepas encontradas.

3. *Bipolaris sp*. y *Cephalosporium sp*. sólo se encontraron en la parte norte del Valle de México.

4. *Fusarium equiseti* aún cuando sólo se encontró en tres sitios aislados dentro del Valle de México (lo que indica que posiblemente

existe dentro de todo el área estudiada), presenta una incidencia muy baja y fácilmente disminuida por el exuberante crecimiento de la planta.

Es meritorio remarcar el hecho de que en éste estudio se presentó gran confusión en cuanto a detectar o establecer la relación signo-síntoma dado que el tipo de manchas ocasionadas por patógenos en lirio acuático resultaron muy semejantes en su fase temprana de infección y algunas veces durante su desarrollo. Esto impidió que se hiciera una rápida asociación de cada agente con algún tipo específico de síntoma. Por otra parte, la escasa investigación taxonómica existente en México sobre el rango de hospedantes de patógenos de plantas no cultivadas igualmente contribuye a obstaculizar dichos trabajos de investigación.

En referencia a los métodos de análisis de muestras probados; sólo para las cepas *Fusarium equiseti* y *Bipolaris sp.* resultó desfavorable la utilización de cámara húmeda por el método propuesto por el CIMMYT dado que no se logró su esporulación. Por otra parte al colocar cubierta plástica; el daño ocasionado por el patógeno quedó enmascarado dado que junto al daño ocasionado por éste; se favoreció la esporulación de especies saprófitas mismas que llegaron a invadir tejido enfermo, inhibiendo la presencia del agente patógeno posiblemente por competencia interespecífica y confundiendo el estudio. Por otra parte éstos organismos saprófitos presentaron una alta capacidad de reproducción a temperaturas elevadas y humedad relativa alta encubriendo el crecimiento del patógeno. El análisis

inmediato en el laboratorio del material colectado fué favorable dado a excepción de un síntoma, siempre permitió detectar la presencia de signos sobre el material vegetal necrosado. No es favorable la utilización de cubierta plástica dado que el material enfermo es invadido por saprófitos.

Por otro lado; las técnicas de análisis de muestras (Uso de cinta adhesiva, disecciones/raspaduras y cortes histológicos) que se propusieron para el cumplimiento de los objetivos de éste trabajo fueron suficientes y prácticos resaltando el hecho de que los colorantes Azul de algodón, Lactofucsina ácida y Lactofenol permiten una buena apreciación de las estructuras somáticas y reproductivas útiles para la clasificación de los hongos asociados con lirio acuático.

Los medios de cultivo evaluados y que se tomaron con base en las recomendaciones de varios autores (8,11,13,14,22,30,44,47) resultaron favorables para la esporulación de todas las cepas encontradas a excepción del género *Phoma* sp. que sólo presentó crecimiento miceliar. Sin embargo para el aislamiento; hubo diferencias entre medios de cultivo dado que en algunos se favoreció el crecimiento de hongos secundarios de infección junto al crecimiento del patógeno.

La técnica empleada en la fase de inoculación aunque resultó favorable para la germinación y penetración del hongo en el caso de patógenos no permitió el desarrollo óptimo del síntoma característico de cada enfermedad debido principalmente a las altas temperaturas que se dieron dentro del invernadero.

Las cepas respondieron favorablemente al método de conservación propuesto y han sido depositadas en el laboratorio de fitopatología de la FES-C.

Al término de éste trabajo se lograron cumplir los objetivos propuestos con la consiguiente identificación de hongos asociados con lirio acuático dentro del Valle de México, sin embargo; queda mucho por hacer dado que se ha dado sólo el primer paso y aún queda por evaluar el rango de hospederos, patogenecidad, ecología, producción in vitro, eficacia bajo condiciones de campo y compatibilidad con otros organismos vivos o productos herbicidas, conocimientos necesarios para el desarrollo de un producto microherbicida.

VIII. CONCLUSIONES

1. Se identificaron 14 hongos asociados con lirio acuático en el Valle de México (*Bipolaris sp.*, *Cylindrocladium sp.*, *Cephalosporium sp.*, *Fusarium equiseti*, *Alternaria alternata*, *Alternaria zinniae*, *Epicoccum purpurascens*, *Botrytis sp.*, *Cladosporium sp.*, *Phoma sp.*, *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Rhizopus sp.* y una cepa de la clase *Ascomycete*.)

2. *Bipolaris sp.*, *Fusarium equiseti* y *Cylindrocladium sp.* son especies nativas que infectan al lirio acuático en el Valle de México.

3. *Cylindrocladium sp.* es una especie no reportada como patógeno de lirio acuático, ampliamente distribuido en el Valle de México.

4. *Fusarium equiseti* aún cuando resulta ser un patógeno del lirio acuático presenta una baja especificidad por lo que no puede ser considerado dentro de un programa de control microbiológico

5. *Cercospora piaropi*, *C. rodmanii*, *Alternaria eichhorniae* son especies no presentes dentro del Valle de México.

6. *Fusarium equiseti* y *Cephalosporium sp.* no desarrollaron de forma completa el síntoma mostrado en campo por lo que es recomendable realizar estudios a diferentes condiciones ambientales y técnicas de inoculación.

7. Las cepas respondieron favorablemente al método de conservación
propuesto

IX. BIBLIOGRAFIA

1. Ambrosano, E.J; Abdalla, A.L. 1985. Comunicacoes Cientificas da Faculdade de Medicina Veterinaria e Zootecnia da Universidade de Sao Paulo.9:2, 205-211. Centro de Energia Nuclear na Agricultura ESALQ, Univ. Sao Paulo, Sao Paulo, Brazil.
2. Anderson, L.W.J. 1990. Aquatic Weed Problems and Management in North America. In Peaterse, H.A. and Murphy, J.K. Aquatic Weeds. Oxford University Press. 1990 (19) 371:405.
3. Anónimo. 1985. The Study of Water Hyacinth Briquettingas Solid Fuel. Technical Report, Thailand Institute of Scientific and Technological. 1-25.
4. Araujo, MCH. 1987. Use of Water Hyacinth in Tertiary Treatment of Domestic Sewage. Water-Science and Technology 1987, 19:10, 11-17. Juao Fortes Engenharia, Rio de Janeiro, Brazil.
5. Auyama, I; Nishizaki, H; Yagi, M. 1986. Uptake of Nitrogen and Phosphate, and Water Purification Capacity by Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.).Berichte-des-Ohara-Institut-fur-Landwirtschaftliche-Biologie,-Okayama-Universitat. 19:2,77-89. Inst. for Agric. and Biol. Sci., Okayama Univ., Kurashiki, Japan.
6. Barnett, H.L. y Hunter B.B. 1972. Illustrated Genera of Imperfect Fungi Burgess Publishing Company Minessota 237 p.
7. Charudattan, R. and Conway, K.E. 1975. Comparison of *Uredo eichhorniae* the Water Hyacinth Rust, and *Uromyces Pontederiae*. Mycologia, 67, 653-7.

8. Charudattan, R. 1985. Growth Rate of Water Hyacinth and Biocontrol Efficacy of *Cercospora rodmanii*. Proceedings, Southern Weed Science Society, 38th Annual Meeting 1985, 395. Dep. Plant. Path., Florida Univ. Gainesville, USA.
9. Charudattan, R., Linda, S.B., and Osman, Y.A. 1985. Biocontrol Efficacy of *Cercospora rodmanii* on Water-Hyacinth. Phatology 16: 1263-1267. No.11.
- 10.- Charudattan R.; Conway, K.E. and Freeman T.E. A Blight of Water Hyacinth, *Eichhornia crassipes* Caused by *Bipolaris stenospila* (*Helminthosporium stenospilum*) Plant. Pathology Dept. Univ. Fla. Gainesville, Florida.
11. C.A.B. 1976. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria *Acremonium zonatum* 48(502).
12. CNA, IMTA 1994. Programa de Control de Malezas Acuáticas en el Lago de Chapala, Jal. Jiutepec, Morelos.
13. Conway, K.E. and Freeman, T.E. 1977. Host Specificity of *Cercospora rodmanii*, a Pontential Biological of Water hyacinth. Plant Disease Reporter. Vol.61:262-266.
14. Dhingra, O.D. 1985. Basic Plant Pathology Methods. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
15. Drobny S. et al (1984) Pathogenecity of *Alternaria alternata* on Potato in Israel. Phytopathology 74:537-542.
16. Fernández, O.A., et. al. 1990. Aquatic Weed Problems and Management in South and Central America. In Pieterse, H.A. and Murphy, J. K. Aquatic Weeds. Oxford University Press 1990 (20) 406:25.

17. Forno, I.W. and Wright, A.D. 1981. The Biology of Australian Weeds. 5. *Eichhornia crassipes* (Marth).Solms. Journal of the Australian Institute of Agricultural Science, 47, 21-8.
18. Freeman, T.E., Charudattan, R. 1974. Occurrence of *Cercospora piaropi* on Waterhyacinth in Florida. Plant Disease Reporter. Vol. 53: 277-278. No. 3.
19. Galbraith, J.C. 1987. The Pathogenecity of Australian Isolate of *Acremonium zonatum* to Water Hyacinth, and its Relationship With the Biological Control Agent, *Neochetina eichhirniae*. Australian Journal of Agricultural Research 38:1 219-229; Dep. Microbiol; Queensland Univ., St. Lucia, Australia.
20. French, E.R. y Hebert, T.T. 1980. Métodos de Investigación Fitopatológica. I.I.C.A, San José Costa Rica 289 p.
21. Joyner, B.G. and Freeman, T.E. 1972. Pathogenicity of *Rhizoctonia solani* to Aquatic Plants. Phytopathology 63: 681-685.
22. Kabata, K. et. al. 1987. Basic Estudios on the Practical Use of Water Hyacinth Silage-Preparation of Water Hyacinth Silage by the Addition of Concentred Waste Solution of Alcoholic Fermentation of Molasses. Fac. Agric., Kyushu Tokai Univ., Aso, Kumamoto 869-14, Japan.
- 23.- Kennet E. Conway (1975). *Cercospora rodmanii*, a New Patogen of Water Hyacinth With Biological Control Potential. Dept. of Plant Pathology, University of Florida, Gainesville, Florida.
24. Klingman, C.G. & Ashton, M.F. 1980. Estudio de las Plantas Nocivas Principios y Prácticas. 1ed. Limusa, México. D.F. 449 p.

25. Kramer D., Schmaland, G., and Nanske, E. 1974. [Recent Results on Chemical Weed Control] In German. Wasserwirtschaft und Wassertechnik, 24, (7), 239-43.
26. López, A.G. 1984. Manejo de Hongos Fitopatógenos. UACH, Chapingo, Méx.
27. Lutrell, E.S. 1964. Taxonomic Criteria in *Helminthosporium*. Mycologia, Vol. 55 P. 643-674.
28. Lutrell, E.S. 1964. Systematics of *Helminthosporium* and Related Genera. Mycologia, Vol. 56.
29. Martyn, R.D., Freeman, T.E. 1978. Evaluation of *Acremonium zonatum* as Potential Biocontrol Agent of Water Hyacinth. Plant Disease Reporter. July Vol. 62, No.7
30. Maas J.L. 1984. Compendium of Strawberry Diseases APS Press.
31. Mendoza, Z.C. y Pinto C.B. 1985. Principios de Fitopatología y Enfermedades Causadas por Hongos, Chapingo, México.
32. Murphy, K.J. 1990. Aquatic Weed Problems and Management in Europe. In Pieterse, H.A and Murphy, J.K Aquatic Weeds. Oxford University Press. 1990 (159 295:370).
33. NagRaj, T.R., Pannoppa, K.M. 1970. Blight of Water Hyacinth Caused by *Alternaria eichhorniae* nov. Transactions of the British Mycological Society, 55, 123-30.
34. Pieterse, H.A. and Murphy, J.K. 1990. Aquatic weeds. The Ecology and Management of Nuisance Aquatic Vegetation. Oxford University Press. 593 p.
35. Quimio, T.H. 1988. Utilization of Water Hyacinth in Mushroom Cultivation. Dep. Plant Pathology, Univ. Philippines, Los Banos, Collage, Laguna, Philippines.

36. Reddy, S.N. et. al. 1987. Use of *Eichhornia crassipes* and *Ipomoea reptans* Weeds as Green Manure for Rice. *Oryza* :1; 79-81; College Agric., Andhra Pradesh Agric. Univ. Rajendranagar, Hyderabad 500 030, India.
37. Romero, C.S. 1988. Hongos Fitopatógenos. UACH Chapingo, Méx.
38. Rzedowsky, J. 1978. Vegetación de México LIMUSA México 343-348.
39. Rzedowsky, J. 1985. Flora Fanerogámica del Valle de México. 1.Ed. Compañía Editorial Continental. México. D.F.
40. Sánchez, S.O. 1978. La Flora del Valle de México. Ed. Herrero, 89-90. México, D.F.
41. Shimizu, M; Kabata, K; Ashikari, N; Goto, I Sawuada, T. 1985. Development of the Practical Use of Water Hyacinth as the Water Purification and the Feed of Animals. Proceedings of the XV International Grassland Congress, August 24-31. Fac. Agric., Kyushu Tokai Univ. Asogun, Kumamoto, Japan.
42. Spencer, W. 1990. Ecophysiology of the World's Most Troublesome Aquatic Weeds. In Pieterse, H.A and Murphy, J. K. Aquatic Weeds. Oxford University Press. 1990 (4) 39:73.
43. Simmons, G.E. 1967. Typification of *Alternaria*, *Sthemphyllum* and *Ulocladium sp.* Mycologia Vol 59. 11967. p. 67-92.
44. Stevens K.L. et. al. 1979. The Antibiotic Bostrycin From *Alternaria Eichhorniae*. Phytochemistry. Vol. 18 p.p.1579-1580.
45. Templeton, G.E. 1982. Status of Weed Control With Plant Pathogens. In Biological Control of Weeds With Plant Pathogens (ed R. Charudattan and H.L. Walker), pp 22-24 John Wiley, N.Y).
46. TeBeest, D.O. 1991. Microbial Control of Weeds. Chapman and Hall. New York, London.

47. Vallejo, I.F. 1962. El Lirio Acuático en el Lago de Chapala. Comision-Lerma-Chapala-Santiago, SRH. Mexico.
48. Wee, YC; Yeoh, MH. 1988. Removal and Leaching of Nutrients by *Salvinia molesta* Mitchel & *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. No 2, 25-31; Dep. Bot., National Univ. Sigapore.
49. Yang, S.M., Johnson, D.R. 1993. Infection of Leafy Spurge by *Alternaria alternata* and *A. angustiovoidea* in the Absence of Dew. *Phytophatology* 83:953-958.
50. Zillinsky, F. J. 1984. Guía para la Identificación de Enfermedades en Cereales de Graño Pequeño. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, El Batán, México. P. 6-7.
- 51.- Zita, P. G. 1992. Control Biológico de Maleza. En: III Curso de Control Biológico, U.N.A.M. F.E.S. Cuautitlán.

ANEXO

I. Resultados obtenidos al realizar el aislamiento de cada uno de los síntomas detectados en campo en los diferentes medios de cultivo ensayados.

TIZON FOLIAR ASOCIADO CON *Alternaria* spp.

Area lacustre de Xochimilco

En dicha área, se logró el crecimiento y esporulación en medio de cultivo de los géneros identificados como: *Alternaria alternata*, *Cylindrocladium* sp.; *Cladosporium* sp. y una cepa de la clase ascomycete.

Alternaria alternata esporuló después de un periodo de 5-10 días en AA(30'', 60'', 120'' y 5'); PDA(30'', 60'' y 5'); V-8(30'' y 3'); EMA(60''); ELA(30'', 60'', 120'' y 5') y PDALev(30'').

Cylindrocladium sp. sólo esporuló en AA(90'' y 5') después de 7 días.

Cladosporium sp. Sólo esporuló en AA(90'') después de 7 días.

La cepa de la clase ascomycete sólo esporuló en PDALev(120'') después de 6 días.

Presa de Guadalupe

Se detectó esporulando a los géneros *Alternaria alternata*, *A. zinniae*, *Cylindrocladium sp.*, *Cephalosporium sp.*, *Botrytis sp.* y *Phoma sp.*

Alternaria alternata esporuló de forma favorable en un periodo de 3-7 días a 25°C en los medios de cultivo AA(60'' y 120''); PDA(60'' y 3'); V-8(30'', 60'', 90'' y 3'); EMA(30'' y 120''); ELA(30'') y PDALev(3')

Alternaria zinniae solamente desarrolló en V-8(3')

Cylindrocladium sp. esporuló de forma favorable en un periodo de 5-10 días en los medios AA(30'', 90'', 3' y 5'); PDA(60'', 90'' y 120''); V-8(90'' y 120'') y PDALev(3').

Botrytis sp. esporuló sólo en PDALev(90''), 5 días después de establecido.

Phoma sp. esporuló de forma muy pobre después de 10-15 días en AA(90''); PDA(90'', 3' y 5'); V-8(30'', 120'', 3' y 5'); EMA(3' y 5'); ELA(60'', 120'', 3' y 5') y PDALev (90'' y 5')

Distrito de Desarrollo Rural No 002 de Zumpango.

Sobre dicho sintoma se aislaron los géneros *Alternaria alternata*, *A. zinniae*, *Cylindrocladium sp.* y *Epicoccum purpurascens*, mediante la colocación de material enfermo en los medios de cultivo. *Cladosporium sp.* se aisló en AA mediante la disección y siembra de estructuras somáticas y reproductivas.

Alternaria alternata esporuló favorablemente en un periodo de 3-10 días en los medios de cultivo AA(en todos los tiempos); PDA(en todos los tiempos excepto a 30''); V-8 (30'' y 90''); EMA(60''); ELA(30'',120'' y 5') y PDALev(30'').

Alternaria zinniae esporuló en AA(120'')

Cylindrocladium sp. sólo esporuló en AA(60'') a 2 días, mientras que en ELA(60'') ocurrió a los 10 días.

Epicoccum purpurascens sólo esporuló en PDA(60'') después de 20 días.

MANCHA FOLIAR NECROTICA OCASIONADA POR *Cylindrocladium* sp.

Area lacustre de Kochimilco

Sobre dicho síntoma se logró el crecimiento y esporulación en medio de cultivo de los géneros identificados como: *Alternaria alternata* y *Cylindrocladium* sp.

Alternaria alternata esporuló después de un periodo de 5-7 días en los medios de cultivo AA(30'', 60'' 3'' y 5'); PDA(60''); V-8(30'' 60'', 90'' 120'' y 5') y ELA(30'' y 90'').

Cylindrocladium sp. esporuló después de 7-10 días en los medios de cultivo AA(en todos los tiempos de exposición); PDA(en todos los tiempos) y PDALev(30'', 90'' 120'' y 5').

Laguna de Zumpango

Sobre dicho síntoma se detectaron esporulando bajo condiciones de medio de cultivo a 25°C a los géneros *Alternaria alternata*, *A. zinniae*, *Cylindrocladium* sp., *Bipolaris* sp., *Epicoccum purpurascens* y *Phoma* sp.

Alternaria alternata esporuló de forma favorable en un periodo de 3-7 días en los medios de cultivo AA(90'' y 120''); PDA(30'',

60'', 90'' y 5'); V-8(30'' y 120''); EMA(30''); ELA(30'', 120'', 3' y 5') y PDAlev(30' y 5').

Alternaria zinniae esporuló a los 5-7 días en los medios AA(120''), PDAlev(3'), V-8(30'') y EMA(120'')

Cylindrocladium sp. esporuló a los 5-10 días después de establecerse en AA(120'', 3' y 5'); PDA(60'' y 3'); EMA(60''); ELA(60'') y PDAlev(90'' y 5').

Bipolaris sp. sólo esporuló en PDA(60'') y V-8(90'') después de 7 días

Epiccocum purpurascens sólo esporuló después de 20 días en PDA(30'') y en ELA(60'').

Phoma sp. esporuló de forma muy pobre en AA(120'' y 3'); PDA(120'') y PDAlev(3') después de 10 días.

NANCHA FOLIAR OCASIONADA POR *Fusarium equiseti*

Area lacustre de Xochimilco

Al realizar la siembra de material vegetal sobre diferentes medios de cultivo se obtuvieron las colonias designadas como

Fusarium equiseti, *Alternaria alternata*, *Alternaria zinniae*,
Cylindrocladium sp. y *Cladosporium sp.*

Fusarium equiseti esporuló después de 3-5 días en los medios PDA (60'' y 5') y EMA(30'', 60'', 3' y 5'). El mejor medio para el crecimiento miceliar correspondió a EMA.

Alternaria alternata esporuló en un periodo de 5-7 días a 25°C en los 6 medios de cultivo (AA; 30'', 60'', 120'' y 5'; PDA a 30'', 60'' y 5'; V-8 a 30'' y 3'; EMA a 60''; ELA y PDalev. a 30''). Los medios de cultivo más favorables para un desarrollo amplio del micelio fueron AA, PDA y ELA dado que se presentó en 4 diferentes tiempos de exposición a intervalos de 30 hasta 5' de exposición

Alternaria zinniae sólo esporuló en AA(120'').

Cylindrocladium sp. sólo esporuló en AA a 7 días después de la siembra de material enfermo a un tiempo de exposición de 90'' y 5'.

Cladosporium sp. esporuló en AA (90'') a 7 días.

TIZON FOLIAR OCASIONADO POR *Bipolaris sp.*

Presa de Guadalupe

Se detectaron creciendo sobre dicho síntoma a los géneros *Alternaria sp.*, *Cylindrocladium sp.*, *Bipolaris sp.* y *Phoma sp.*

Alternaria alternata esporuló favorablemente a 3-7 días en los medios de cultivo AA(60''); PDA(60'', 3' y 5') y V-8(60'' , 90'') y PDALev (30').

Alternaria zinniae sólo esporuló en AA(30'')

Cylindrocladium sp. esporuló de forma adecuada después de 10 días en los medios de cultivo AA(90'' y 120'') y V-8 (30'', 60'' y 90'').

Bipolaris sp. sólo esporuló en AA(120'') a 10 días después de establecido.

Laguna de Zumpango

Sobre dicho síntoma se detectaron creciendo los siguientes géneros:

Alternaria alternata esporuló favorablemente después de 3-7 días en los medios AA (60'' y 5'); PDA (en todos los tiempos a excepción de 5'); V-8 (En todos los tiempos excepto a 90''); EMA (a 90'', 120'' y 5'); ELA (30'', 60'', 90'' y 5') y PDALev. (a 30'',60'' 90'' y 120'').

Alternaria zinniae sólo se encontró mezclada con la anterior en AA a 60'' de desinfección a 5 días después de establecerse.

Cylindrocladium sp. esporuló después de 5-7 días en los medios de cultivo AA (30'', 90'' y 3'); EMA (30''); ELA (120'', 3' y 5') y PDALev. (3' y 5'). Dicha cepa expresó un mayor crecimiento en PDALev.

Phoma sp. esporuló de forma muy pobre en AA(30'') después de 5 días de haber sido establecido.

MANCHA FOLIAR ZONADA ASOCIADA CON *Cephalosporium sp.*

Presa de guadalupe

Se detectó la presencia y esporulación de los géneros *Alternaria alternata*; *Cephalosporium sp.*, *Botrytis sp.* y *Cylindrocladium sp.*

Alternaria alternata esporuló de forma favorable a 3-7 días en los medios de cultivo AA (30'', 3' y 5'); V-8(90'' y 3') y ELA (30'')

Cephalosporium sp. esporuló a los 6-9 días en los medios de cultivo AA(30'', 60'' y 90''); V-8 (30'', 60'', 90'' y 120''); ELA (en todos los tiempos) y PDALev (en todos los tiempos excepto a 60'').

Botrytis sp. sólo esporuló en PDA(120'') después de 7 días.

Cylindrocladium sp. Sólo esporuló en AA(60'' y 3') después de 7 días.

GLOSARIO

1.- *Anastomosis*. anastomosis (del gr. anastómosis, abertura, fusión, conexión): fusión de dos células en contacto que reabsorbiendo sus paredes llegan a confundirse en una; tienen gran importancia funcional en los hongos, en los que se reconocen anastomosis vegetativas, sexuales y parasitarias. Un ejemplo de las primeras se observan en la fisión de las hifas de *Oedocephalum* (Moniliales).

2.- *Distoseptado*. distoseptate (del lat. disto, distar, estar alejado, separado, y septatis, provisto de septos, tabicado): tipo de conidio pluricelular en el que cada una de las células se halla rodeada por una red parecida a un saco o bolsa (distosepto), distinta de la pared externa o periférica del conidio, de manera que no existen verdaderos septos entre célula y célula, como ocurre en *Helminthosporium velutinum* y *H. rostratum* (Moniliales). Se opone a euseptado.

3.- *Fialíde*. Phialide (del gr. phialis, pequeño vaso o pomo): tipo de célula conidiógena, en forma de botella, que produce conidios blásticos (fialoconidios o fialosporas) en sucesión basípeta; la fialíde es una de las células conidiógenas más comunes entre los hongos imperfectos, tales como *Aspergillus*, *Peecilomyces*, *Chalara* (Moniliales) y muchos otros géneros.

4.- *Floccoso*. floccose (del lat. floccosus, y éste de floccus, mechón de lana): tomentos, flojamente algodonoso o lanoso, o más densamente aglomerado en pocos como la franela. Las colonias de muchos hongos,

que se forman tanto en condiciones naturales como en cultivo en medio de agar, presentan una apariencia flocosa, como acontece, por ejemplo, con *Monilia sitophila* y *Microsporium gypseum* (Moniliales).

5.- fusoid. fusoid (del lat. *fusus*, huso, y -oide, del gr. -oídes, semejante) Como un uso, agusado en los extremos, como los conidios de *Paecilomyces fumosoroseus*, *Fusarium* y *Starkeyomyces koorchalomoides* (Moniliales) o como las basidiosporas de *Pleurotus ostreatus* (Agaricales). Se dice fusoid cuando es algo fusiforme.

6.- Gutulado. guttulate (del tal. *guttulatus*, de *guttula*, dim. de *gutta*, gota): con gotitas o glóbulos de grasa; por ejemplo los conidios de *phoma glomerata* (Shaeropsidales) son bigutulados, pues contiene una gotita de grasa en cada extremo. Hay casos de estructura uni-, bi-, tri- o multigutuladas. Por ejemplo, entre los bisidomicetes, son unigutuladas las basidiosporas de *Bolbituis vitellus* (Agaricales), y entre otros deuteromicetes son ocasionalmente unigutuladas cada una de las dos células centrales, pigmentadas, de los conidios de *Pestalotia* (melanconiales)

7.- Obclavado. obclavate, obclaviforme (del lat. *obcladiformis*, de invertido, y *claviformis*, de clava, mazo, porra, y -formis, de forma, forma): de figura de clava o porra, con la parte ancha en la base, como los conidios de *Trirasmulispore obclavata* y los sinemas de *Beauveria cretacea* (moniliales), y los queilocistidios de *Mycena sanguinolenta* (Agaricales). Se opone a Claviforme.

8.- Penicelado. penicillate, penicillifor (del lat. *penicillus* pincel, y del neol. lart. *penicilliformis*, también de *penicillus*, con el sub. -formis, forma): de forma de pincel, como los conidióforos de los gén. *Trichoderma*, *Penicillium* y *Gliocladium* (Moniliales).

9.- *Piriforme*. piriform (del lat. piriformis, de pirum, pera, y -formis, forma): de forma parecida a la de una pera, como las basidiosporas de *Cortinarius pseudosalor* (Aricales) y los esporangios de *Helicostylum piriforme* (Mucorales).

10.- *Plectonematogeno*. Plectonematogenous (del gr. plektós, trenzado, entrelazado; némanématos, hilo, filamento, y génos, origen, de gennáo, engentrar, producir): se dice de los conidióforos y de las células conidiógenas que se originan de cordones o funículos de hifas entrelazadas (no de una sola hifa) pero sin llegar a formar un sinema, como se ve en *Acremonium* (*Cephalosporium*), *Oedocephalum* y *Stachybotrys* (Moniliales), que forman hifas fasciculadas.

11.- *Porospora*. porospore (del gr. póros, orificios, y sporá, semilla espora): espora de reproducción asexual que se origina a través de un poro en la pared del conidióforo o de otra porospora: término relacionado con la ontogenia conidial, que se aplica principalmente tratándose de hongos imperfectos. *Alternaria*, *Bipolaris*, *Curvularia* y *Helminthosporium* (Moniliales) son ejemplos de géneros de hongos que producen porosporas.

12.- *Rostrado*. rostrate, rostrated (del lat. rostratus, de rostrum, pico). Extensión o proceso a manera de pico, como la que presentan diversas estructuras fúngicas, por ejemplo las esporas de *Exserobolium* (*Helminthosporium*) *rostratum* (Moniliales) y los peritecios de *Chaetocerotostoma longirostre* (Xylariales); se dice que estas estructuras son rostradas o rostratas.

13.- *Simpodico*. sympodiu (del neol. lat. sympodium, y éste del gr. pódion, dim. de poúm, podós, pira, soporte, con la prep. sim-, que entraña la idea de concrecencia, de soldura): tipo de ramificación

en el que un eje semeja un tallo simple, pero está formado de las bases de varios ejes originados sucesivamente como ramas una de la otra. Una estructura con ramificación simpodia adopta la forma en zigzag, como el conidióforo de *Cercospora* y *Helminthosporium* (Moniliales), o como los pelos periteciales de *Ascotricha guamensis* (Chaetomiales). Se oponen a monopodio, monopodial y monopódico.