

SELECCION DE GENOTIPOS DE PAPA
Solanum tuberosum
RESISTENTES AL TIZON TEMPRANO
Alternaria solani.

JESUS ANTONIO VAZQUEZ SAUCEDO

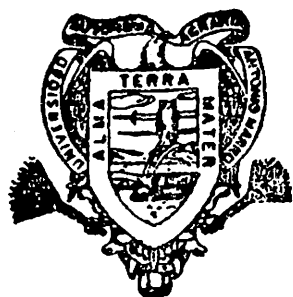
T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN FITOMEJORAMIENTO

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



BIBLIOTECA



Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS
Buenavista, Saltillo, Coah.
JUNIO DE 1996

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de
asesoría y aprobado como requisito parcial, para optar
al grado de

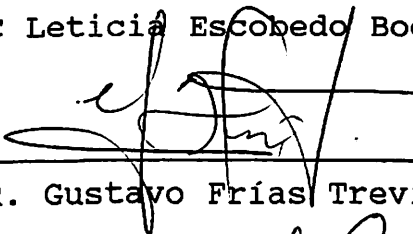
MAESTRO EN CIENCIAS EN
FITOMEJORAMIENTO

COMITE PARTICULAR


Asesor Principal:


M.C Leticia Escobedo Bocardo

Asesor:



DR. Gustavo Frías Treviño

Asesor:


M.C. José Guadalupe Garza López

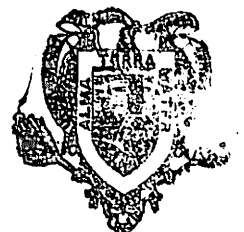
Asesor:


M.C. María Elena García Hernández


DR. Jesús Manuel Fuentes Rodríguez
Subdirector de Postgrado

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"

Buenavista Saltillo, Coahuila, Junio 1996.



AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología como también a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por el apoyo económico en la realización de mis estudios.

Con todo mi respeto a la M.C Leticia Escobedo Bocardo por su amistad y sus sabios consejos y enseñanzas, así como su interés y ayuda en el asesoramiento del trabajo.

Al Dr. Gustavo Frías Treviño por su valiosa colaboración al cederme un poco de su tiempo en el asesoramiento de este trabajo, que fue factor importante para su culminación.

Al M.C María Elena García por su colaboración en la revisión y sugerencias para la elaboración de este trabajo.

Al M.C José Guadalupe Garza por sus consejos en la dirección y asesoría del presente trabajo para su mejor presentación.

Al personal de la Subdirección de Postgrado por las atenciones recibidas.

A PROFAUNA principalmente a la Biol. Eglantina Canales por su amistad y apoyo desinteresado que me brindó.

A todos mis compañeros y amigos especialmente a Martha, Carlos, Raúl,

Al laboratorio de Biotecnología. Sra. Ernestina, Guadalupe, Graciela, Ana, Hermila, Rubén.

A todas aquellas personas que de alguna forma que han contribuido en la realización de esta investigación, gracias.

DEDICATORIA

A DIOS por darme oportunidad de vivir y que en todo momento estuvo a mi lado, escuchando mis oraciones y me dio fortaleza para seguir adelante.

A mi madre y padre con profundo agradecimiento y respeto por darme la vida y una familia a la que tengo dicha de pertenecer, dedico este humilde y pequeño regalo a quien sin tomar en cuenta sus desvelos, me apoyaron siempre y creyeron siempre y en todo momento en mi María Elena Saucedo y Carlos Vázquez.

A mi esposa, ser que siempre ha demostrado un gran Amor, Cariño y apoyo incondicional. A quien me dio todo sin pedir nada a cambio Olga Leticia.

A mi hija la que tanto quiero gracias por las horas de encierro y silencio que por tu edad tal vez no entiendas, que fue tu cariño el que me motivó a superarme Sara Viviana.

A la familia López Martínez, Juan López, María del Carmen Martínez, María del Consuelo y María Sanjuana con todo el respeto y cariño que se merecen por la confianza apoyo incansable que siempre nos han brindado.

A mis hermanos(as) Alma Lorena, Estefanía, Mónica, Paulina, Tomas Alberto por que son los seres que más admiro y respeto por todas las razones que no puedo expresarlo, pero sobre todo por que los quiero mucho.

A las familias Alcaraz Vázquez, Vázquez Bolaños, Altamirano Vózquez, Vázquez Reyna, Vázquez Castillo, Vázquez González y Vázquez Domínguez por que siempre me alentaron para seguir superándome y demostrándome el claro ejemplo de superación, avanzar firme y seguro en las malas y en las buenas para vencer cualquier obstáculo.

COMPENDIO

Selección de genotipos de papa *Solanum tuberosum* resistentes
al tizón temprano *Alternaria solani*.

POR

JESUS ANTONIO VAZQUEZ SAUCEDO

MAESTRO EN CIENCIAS

FITOMEJORAMIENTO

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA SALTILLO COAHUILA, JUNIO 1996.

M.C LETICIA ESCOBEDO BOCARDO-Asesor-

Palabra Clave: *Alternaria solani*, Tizón temprano, Filtrado tóxico, *Solanum tuberosum* , Suspensión conidial.

La selección de variedades resistentes a enfermedades que se realiza en laboratorio e invernadero constituyen una alternativa a los métodos convencionales, en donde la evaluación y selección del material suele ser complicada si

es a nivel de campo, ya que en muchas ocasiones se tropieza con problemas climatológicos, la no presencia del patógeno, así como la disponibilidad de tiempo, espacio y recursos económicos; por lo anterior el objetivo de esta investigación fue evaluar la resistencia de 13 genotipos de papa *Solanum tuberosum* al hongo *Alternaria solani* utilizando para ello filtrado tóxico y suspensión de conidias procedentes de tres aislamientos de *A. solani* en el laboratorio. Las hojas fueron expuestas al filtrado tóxico, sumergiendo los pecíolos en 10 ml del mismo. Por otra parte, folíolos desprendidos de la planta fueron inoculados con una suspensión de 20,000 conidias/ml. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: el filtrado tóxico y la suspensión conidial de *A. solani*, afectaron diferencialmente los genotipos de papa encontrando además que el filtrado tóxico es fácil de manejar, más agresivo y rápido en la detección de genotipos resistentes y susceptibles en relación a la suspensión conidial, en cuanto a las cepas, se comportaron de manera diferente con respecto a su agresividad patógena, siendo la C-EZ-1 la más agresiva, la C-B-N la menos agresiva e intermedia la C-P-3. Al evaluar la resistencia de genotipos de papa a la cepa C-P-3 de *A. solani* tuvimos como resistentes para filtrado tóxico y suspensión conidial a GIGANTE, DIAMANTE, CEW y 780646. Los genotipos resistentes para el filtrado tóxico y suspensión conidial de *A. solani* con la cepa C-B-N fueron GIGANTE, DIAMANTE, CEW y 780646. Los genotipos resistentes al

filtrado tóxico y suspensión conidial de la cepa C-EZ-1 resultaron ser DIAMANTE, GIGANTE y 780646. Los genotipos GIGANTE, DIAMANTE y 780646 se comportaron como resistentes para todas las cepas y métodos de inoculación.

ABSTRACT

Selection of potato genotypes *Solanum tuberosum* resistant to
the early blight *Alternaria solani*.

BY

JESUS ANTONIO VAZQUEZ SAUCEDO

MASTER OF SCIENCE

PLANT BREEDING

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA SALTILLO COAHUILA, JUNE 1996.

M.C LETICIA ESCOBEDO BOCARDO -Advisor-

Key words: *Alternaria solani*, Early blight, Toxic filter,
Solanum tuberosum , Conidial suspension.

The selection of varieties resistant to diseases
carried out in laboratories and greenhouses constitute an
alternative to the conventional methods, in which the
evaluation and selection of material turns to be complicated

if it is at a field level as it often has to meet climatological problems, the pathogenic absence, as well as the availability of time, space, and economical resources; for what has been exposed, the object of this investigation was to evaluate the resistance of 13 potato genotypes *Solanum tuberosum* to the *Alternaria solani* mushroom using for such a purpose a toxic filter and conidium suspension which came from three isolations of *A. solani* in the laboratory. The leaves were exposed to the toxic filter submerging the petioles in 10 ml of it. On the other hand, folioles detached from the plant were inoculated with a suspension of 20,000 conidium/ml. The results were the following: the toxic filter and the conidial suspension of *A. solani* had a different effect on the potato genotypes finding besides that the toxic filter is easier to manage, more aggressive and faster in the detection of resistant and sensitive genotypes in relation to the conidial suspension. In regard to the rootstalks, they had a different behavior according to their pathogenic aggressiveness, being the C-EZ-1 the most aggressive one, the C-B-N the least aggressive one, and the C-P-3 the intermediate one. When evaluating the resistance of genotypes potatoes to the C-P-3 rootstalk of *A. solani*, we obtained as resistant to toxic filter and to conidial suspension: GIGANTE, DIAMANTE, CEW and 780646. The resistant genotypes for toxic filter and conidium suspension of *A. solani* with the C-B-N rootstalk were GIGANTE, DIAMANTE, CEW and

780646. The genotypes resistant to the toxic filter and to the conidial suspension from the C-EZ-1 rootstalk were the GIGANTE, DIAMANTE, and 780646. The GIGANTE, DIAMANTE and 780646 genotypes behavior was resistant to all the rootstalks and inoculation methods.

INDICE DE CONTENIDO

Página

INDICE DE CUADROS.....	xi
INDICE DE FIGURAS.....	xiii
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVO GENERAL.....	3
OBJETIVOS PARTICULARES.....	3
HOPOTESIS.....	3
REVISION DE LITERATURA.....	4
ORIGEN DE LA PLANTA <i>Solanum tuberosum</i>	4
DESCRIPCION DE LA PLANTA <i>Solanum tuberosum</i> ...	5
DESCRIPCION DEL PATOGENO <i>Alternaria solani</i> ...	6
UBICACION TAXONOMICA DEL GENERO.....	6
SINTOMAS.....	7
CICLO DE LA ENFERMEDAD.....	9
ETIOLOGIA.....	10
VARIABILIDAD GENETICA DE <i>A. solani</i>	11
DISTRIBUCION.....	12
GENERALIDADES SOBRE LAS TOXINAS.....	12
TOXINAS ESPECIFICAS DEL HOSPEDERO....	15
TOXINAS NO ESPECIFICAS.....	20
TOXINAS BACTERIANAS.....	23
RESISTENCIA GENETICA DE LA PAPA A <i>Alternaria solani</i>	25
RESISTENCIA GENETICA EN RELACION AL ESTADO FENOLOGICO DEL CULTIVO.....	28
PRODUCCION Y MODO DE ACCION DE LAS TOXINAS PRODUCIDAS POR <i>A. solani</i>	30
EVALUACION DE RESISTENCIA UTILIZANDO EL FILTRADO TOXICO DE <i>A. solani</i>	32
EVALUACION DE RESISTENCIA UTILIZANDO SUSPENSION CONIDIAL DE <i>A. solani</i>	35
MATERIALES Y METODOS.....	37
COLECTA Y AISLAMIENTO DE <i>A. solani</i>	37
PREPARACION DEL FILTRADO TOXICO.....	39
TERMOESTABILIDAD DEL FILTRADO.....	39
SELECCION DE CEPAS.....	40
METODO DE APLICACION Y DOSIS DEL FILTRADO....	40
EVALUACION DE RESISTENCIA	41
RESULTADOS.....	45
TERMOESTABILIDAD DEL FILTRADO.....	45
SELECCION DE CEPAS.....	45
METODO DE APLICACION Y DOSIS DEL FILTRADO....	46
EVALUACION DE RESISTENCIA	46
DISCUSION.....	60
CONCLUSIONES.....	64
RESUMEN.....	66
LITERATUTA CITADA.....	68
APENDICE.....	73

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAGINA
2.1	TOXINAS DE HOSPEDERO ESPECIFICO SEGUN Dikinson 1987.....	15
2.2	SITIO DE ACCION DE LAS TOXINAS <i>Alternaria alternata</i> Otani <u>et al</u> , 1989.....	19
2.3	ALGUNAS TOXINAS QUE CAUSAN ENFERMEDADES EN LAS PLANTAS SEGUN Dikinson 1987.....	20
2.4	RELACION ENTRE GRUPOS DE FORMAS DE RESISTENCIA Manners, 1986.....	27
4.1	ANALISIS DE VARIANZA PARA SEVERIDAD DEL DAÑO CAUSADO POR <i>A. solani</i> SOBRE FOLIOLOS Y PECIOLOS DE PAPA.....	47
4.2	RESISTENCIA DE GENOTIPOS DE PAPA AL FILTRADO TOXICO Y SUSPENSION DE CONIDIAS DE LA CEPA C-P-3 DE <i>A. solani</i> AL MES Y A LOS DOS MESES DE DESARROLLO DE LA PLANTA...	49
4.3	RESISTENCIA DE GENOTIPOS DE PAPA AL FILTRADO TOXICO Y SUSPENSION DE CONIDIAS DE LA CEPA C-B-N DE <i>A. solani</i> AL MES Y A LOS DOS MESES DE DESARROLLO DE LA PLANTA...	50
4.4	RESISTENCIA DE GENOTIPOS DE PAPA A LA FILTRADO TOXICO Y SUSPENSION DE CONIDIAS DE LA CEPA C-EZ-1 DE <i>A. solani</i> AL MES Y A LOS DOS MESES DE DESARROLLO DE LA PLANTA...	53
4.5	ANALISIS DE VARIANZA PARA SEVERIDAD DEL DAÑO CAUSADO POR <i>A. solani</i> SOBRE FOLIOLOS Y PECIOLOS DE PAPA.....	54
4.6	RESISTENCIA DE GENOTIPOS DE PAPA AL FILTRADO TOXICO Y SUSPENSION DE CONIDIAS DE LA CEPA C-P-3 DE <i>A. solani</i>	56
4.7	RESISTENCIA DE GENOTIPOS DE PAPA AL FILTRADO TOXICO Y SUSPENSION DE CONIDIAS DE LA CEPA C-B-N DE <i>A. solani</i>	58
4.8	RESISTENCIA DE GENOTIPOS DE PAPA AL FILTRADO TOXICO Y SUSPENSION DE CINIDIAS DE LA CEPA C-EZ-N DE <i>A. solani</i>	58

A.1	MEDIO NUTRITIVO PARA LA PRODUCCION DE FILTRADO TOXICO Maiero, Baen Y NJ 1991...	74
A.2	ANALISIS DE VARIANZA PARA SEVERIDAD DEL DAÑO EN FOLIOLOS DE PAPA CAUSADO POR LA APLICACION DE FILTRADO TOXICO DE <i>A. solani</i> ESTERILIZADO POR CALOR HUMEDO Y POR FILTRACION.....	74
A.3	ANALISIS DE VARIANZA PARA SEVERIDAD DEL DAÑO SOBRE FOLIOLOS DE PAPA CAUSADO POR FILTRADO TOXICO OBTENIDO DE 10 AISLAMIENTOS DE <i>A. solani</i> PROCEDENTES DE PARRAS COAH....	74
A.4	ANALISIS DE VARIANZA PARA SEVERIDAD DEL DAÑO SOBRE FOLIOLOS DE PAPA CAUSADO POR FILTRADO TOXICO OBTENIDO DE 5 AISLAMIENTOS DE <i>A. solani</i> PROCEDENTES DE BUENAVISTA COAH.....	75
A.5	ANALISIS DE VARIANZA PARA SEVERIDAD DEL DAÑO SOBRE FOLIOLOS DE PAPA CAUSADO POR FILTRADO TOXICO OBTENIDO DE 10 AISLAMIENTOS DE <i>A. solani</i> PROCEDENTES DE EMILIANO ZAPATA COAH.....	75
A.6	ANALISIS DE VARIANZA PARA SEVERIDAD DEL DAÑO SOBRE FOLIOLOS DE PAPA CAUSADO POR 11 DILUCIONES DE FILTRADO TOXICO DE <i>A. solani</i>	75
A.7	COMPARACION DE MEDIAS PARA SEVERIDAD DEL DAÑO SOBRE FOLIOLOS DE PAPA CAUSADO POR 11 DILUCIONES DE FILTRADO TOXICO DE <i>A. solani</i>	76
A.8	COMPARACION DE MEDIAS PARA SEVERIDAD DEL DAÑO SOBRE PECIOLOS DE PAPA CAUSADO POR 11 DILUCIONES DE FILTRADO TOXICO DE <i>A. solani</i>	76

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
4.1	DAÑO CAUSADO POR LA SUSPENSION DE CONIDIAS Y FILTRADO TOXICO PROCEDENTES DE LA CEPA C-P-3 DE <i>A. solani</i> SOBRE DIFERENTES GENOTIPOS DE PAPA AL MES Y DOS MESES DE DESARROLLO.....	48
4.2	DAÑO CAUSADO POR LA SUSPENSION DE CONIDIAS Y FILTRADO TOXICO PROCEDENTES DE LA CEPA C-B-N DE <i>A. solani</i> SOBRE DIFERENTES GENOTIPOS DE PAPA AL MES Y DOS MESES DE DESARROLLO.....	51
4.3	DAÑO CAUSADO POR LA SUSPENSION DE CONIDIAS Y FILTRADO TOXICO PROCEDENTES DE LA CEPA C-EZ-1 DE <i>A. solani</i> SOBRE DIFERENTES GENOTIPOS DE PAPA AL MES Y DOS MESES DE DESARROLLO.....	52
4.4	DAÑO CAUSADO POR LA SUSPENSION DE CONIDIAS Y FILTRADO TOXICO PROCEDENTES DE LA CEPA C-P-3 DE <i>A. solani</i> SOBRE DIFERENTES GENOTIPOS DE PAPA.....	55
4.5	DAÑO CAUSADO POR LA SUSPENSION DE CONIDIAS Y FILTRADO TOXICO PROCEDENTES DE LA CEPA C-B-N DE <i>A. solani</i> SOBRE DIFERENTES GENOTIPOS DE PAPA.....	57
4.6	DAÑO CAUSADO POR LA SUSPENSION DE CONIDIAS Y FILTRADO TOXICO PROCEDENTES DE LA CEPA C-EZ-1 DE <i>A. solani</i> SOBRE DIFERENTES GENOTIPOS DE PAPA.....	59

INTRODUCCION

En la República Mexicana existen varias regiones agrícolas importantes en donde se cultiva la papa *Solanum tuberosum*, uno de los alimentos de alto valor nutritivo y económico, que ocupa un lugar importante en la dieta del pueblo Mexicano, razón por la cual se están abriendo más áreas para la siembra de este cultivo.

A nivel nacional Puebla ocupa el primer lugar en la superficie cultivada de papa con 22,756 ha y un rendimiento promedio de 6.8 ton/ha, le siguen el Estado de México con 11,102 ha y un rendimiento promedio 13.0, Veracruz con 9,935 ha. y un rendimiento promedio de 11.3 ton/ha y Chihuahua con 6,624 ha y 10.7 ton/ha de rendimiento promedio. Según las estadísticas más recientes, en el estado de Coahuila se sembraron 1,881 hectáreas de papa, de las cuales bajo riego fueron 1,856 hectáreas y de temporal 25 hectáreas con un rendimiento promedio de 31.4 ton/ha (Valdez, 1994; INEGI, 1995).

Una limitante fuerte para la producción de papa en el estado de Coahuila son las enfermedades llamadas Tizón temprano y tardío causadas por los hongos *Alternaria*

solani y *Phytophthora infestans*, respectivamente responsables hasta de un 100 por ciento de daño. Para el control de estas enfermedades es necesario un alto número de aplicaciones de fungicidas, lo que eleva enormemente los costos de producción así como también la resistencia del patógeno a los fungicidas y la contaminación al medio ambiente.

Una de las soluciones para este problema es el uso de nuevas variedades comerciales de resistencia genética, lo cual abatiría los costos de producción al evitar o reducir las aplicaciones de fungicidas.

Para poder realizar con éxito la localización de plantas resistentes al hongo tenemos que inducir al organismo causal a producir los síntomas que permitan distinguir los genotipos resistentes de los genotipos susceptibles. La evaluación y selección del material suele ser complicada si es a nivel de campo, ya que en muchas ocasiones se tropieza con problemas climatológicos, la no presencia del patógeno, así como la disponibilidad de tiempo, espacio y recursos económicos; lo cual ha hecho que se busquen nuevas metodologías que se puedan establecer en invernadero y laboratorio para la evaluación de resistencia, una de estas alternativas es la utilización tanto del filtrado tóxico producido por el patógeno como de la

suspensión conidial, por lo anterior los objetivos del presente estudio son:

Objetivo General

Evaluar la resistencia de diversos genotipos de papa *Solanum tuberosum* al hongo *Alternaria solani*.

Objetivos Particulares

- a) Comparar dos métodos para evaluar resistencia al tizón temprano en papa. Aplicación de filtrado tóxico y suspensión de conidias.
- b) Evaluar la resistencia de genotipos de papa a tres cepas de *A. solani*.

Hipótesis

- c) El uso del filtrado tóxico y suspensión conidial procedentes de *A. solani* en plantas de papa nos permite seleccionar genotipos resistentes a Tizón temprano.
- d) Las cepas de *A. solani* se comportan de manera diferente en cuanto a su patogenicidad.

REVISION DE LITERATURA

Origen de la Planta (*Solanum tuberosum* L.)

La papa es originaria de Sudamérica, fue domesticada y cultivada por las civilizaciones preincaicas e incaicas muchos miles de años antes de la llegada de los conquistadores españoles en 1537. La papa, cultivada por los nativos, fue vista por primera vez por los conquistadores españoles en lo que hoy es Colombia, que al ir avanzando hacia la sierra por la cuenca del Río Magdalena fueron encontrando cada vez con mas frecuencia parcelas con esta planta; de tal manera que los pueblos de las partes más elevadas de los Andes la cultivaban en gran cantidad para alimentarse y hacer trueque con pueblos de regiones más bajas (Pérez, 1986).

Sus variedades, actualmente cultivadas por todo el mundo, derivan de diversas especies del género *Solanum* (*S. commersoni*; *S. maggli*; etc.) procedentes de terrenos que hoy forman parte de Chile y Perú. Las primeras referencias sobre la existencia e importancia de este tubérculo en la alimentación de la población indígena del Nuevo Continente se debe a historiadores y cronistas españoles del

descubrimiento y conquista de América. Fue importada a Europa de la cordillera andina, Perú y Nueva Granada por españoles. En 1565 se enviaron al Rey Felipe II papas que este monarca remitió a su vez a su Santidad el Papa. A finales del siglo XVI el cultivo de la papa es introducido en Francia e Inglaterra, extendiéndose durante los siglos XVII y XVIII a otras naciones de Europa (García, 1959. SEP, 1982. Cásseres, 1981).

Descripción de la Planta *Solanum tuberosum*

La papa es una planta anual, autógama, de tipo herbáceo arbustivo, que alcanza una altura de 40 a 80 centímetros; los cultivares comerciales son tetraploides, con un número cromosómico de $4n = 48$ ($n=12$) (Valdez, 1994).

Raíz.- Las raíces de las plantas de papa son de tipo adventicias. La papa se propaga por tubérculos. En suelos arcillosos las raíces profundizan menos que en el suelo arenoso. La mayoría de las raíces se encuentran en los primeros 40 cm del suelo.

Tallo.- La papa produce un tallo normal de tipo herbáceo, erecto, un poco vellosa y con ramificaciones no muy desarrolladas.

Tubérculo.- Además del tallo normal, la papa produce en la tierra tallos modificados, que se llaman tubérculos. El tallo empieza como un estolón que se engrosa por la

punta y que luego forma el tubérculo.

Hojas.- Estas son de tipo compuesto, con varios folíolos opuestos y uno grande como término, las hojas son un poco vellosas. En las axilas que forman las hojas con el tallo, salen las yemas vegetativas.

Flores.- La inflorescencia de la papa es de tipo cima, compuesta de terminal con pedúnculos largos. La flor es completa y los cinco pétalos se fusionan formando un tubo floral.

Fruto.- Son redondos, suaves, con un diámetro de aproximadamente 2 cm. Las semillas del fruto son pequeñas y aplastadas (SEP, 1982).

Descripción del Patógeno *Alternaria solani*

Ubicación taxonómica del género

Alexopoulos y Mims (1985), ubican al género *Alternaria* dentro de la siguiente taxa:

Division	Amastigomycota
Subdivision	Deutromycotina
Clase	Deuteromicetes
Subclase	Hyphomycetidae
Orden	Moniliales
Familia	Dematiaceae
Genero	<i>Alternaria</i>
Especie	<i>solani</i>

Síntomas

✓ *Alternaria solani* causa dos tipos de enfermedades en plantas, tizón temprano y pudrición de cuello. El tizón temprano actúa en la planta como defoliador y contribuye a una mayor pérdida económica en los cultivos. La pudrición de cuello es principalmente una enfermedad de semilleros y se presenta en tomates trasplantados, los cuales presentan color pardo y lesiones de tallo hundido cerca de la línea del suelo (Maiero et al, 1991).

✓ Una de las enfermedades del follaje de la papa y el tomate es la conocida con el nombre de negrón o alternariosis. Su área de distribución coincide con la de estos dos cultivos, su actividad principal se traduce en el ataque al follaje, en forma de manchas sobre las hojas y como agente de una defoliación prematura (Walker, 1965).

✓ La enfermedad aparece inicialmente en forma de manchas sobre los folíolos de tomate y papa. Su coloración va de pardo a negro y en los tejidos necróticos aparecen anillos concéntricos en forma característica. Las manchas son de forma oval o angular, alcanzando sobre los folíolos un diámetro medio de 3 a 4 mm. Generalmente aparece una zona clorótica estrecha alrededor de la mancha, de bordes no bien definidos en su transición

al color verde normal de los tejidos sanos. Sobre los tubérculos de la papa las lesiones superficiales son de coloración algo más oscura que la de la piel sana, son ligeramente deprimidas, de forma circular o irregular y tamaño variable, hasta 2 cm de diámetro (Walker, 1965).

✓ El tizón temprano de la papa (*Alternaria solani*) es una de las enfermedades endémicas en esta región, llegando a ocasionar una defoliación total si no es controlada, ya que ocasiona manchas necróticas circulares impidiendo de esta manera la realización de la fotosíntesis indispensable para la obtención de energía de la planta (Estrada, 1986).

✓ En el tubérculo el tizón temprano causa manchas o lesiones usualmente oscuras, cuando la piel aparentemente está sana, aparece un poco sumido, algunas veces rodeada por un borde, este contorno es más circular o irregular. Las lesiones siempre están próximas a la superficie y el paso de la enfermedad a tejidos de corteza sana a menudo es bastante abrupta (Folsom y Bronde, 1925).

↓ En la región de Cocula Gro. el desarrollo de las enfermedades fungosas que afectan las partes aéreas y radicales del cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) como el tizón temprano (*Alternaria solani*) son capaces de destruir el cultivo en cualquier etapa de su desarrollo,

sobre todo si se siembran variedades susceptibles en un ambiente propicio para ello (Ayvar et al, 1992).

Ciclo de la enfermedad

El micelio conserva su vitalidad en las hojas secas infectadas durante un año o algo más, permaneciendo viables los conidios durante 17 meses a la temperatura ambiente. En el proceso de extracción de semillas de tomate, procedentes de frutos infectados, la contaminación de las semillas es muy frecuente. Los conidios germinan en 1 o 2 hr a temperaturas entre 6 a 34°C, y en 35 a 40 min a la temperatura óptima de 28 a 30°C. Las temperaturas para crecimiento en cultivos puros son de 1 a 2°C de mínima, un óptimo de 26 a 28°C y una máxima de 37 a 45°C. El hongo penetra en los tejidos de la hoja y del tallo directamente a través de la epidermis, en condiciones favorables de temperatura y humedad; las manchas son visibles al cabo de dos a tres días y pueden aparecer esporas dentro de los tres o cuatro días siguientes. La producción de esporas se inicia, por lo general, cuando las manchas foliares tienen un diámetro aproximado de 3 mm. Los rocíos fuertes unidos a frecuentes lluvias, son esenciales para una esporulación abundante. Los conidios se desprenden con facilidad y son diseminados principalmente por el viento y coleópteros (Walker, 1965).

Etiología

El organismo causal. *Alternaria solani* tiene el micelio tabicado y ramificado, presentando coloraciones oscuras al envejecer. Los conidióforos, relativamente cortos y de color oscuro, aparecen sobre las lesiones más antiguas de los tejidos de la planta huésped. Los conidios (de 12 por 120 a 295 μ) son picudos, insertos aisladamente o en cadenas de dos (en cultivos puros). Se forman a partir de una especie de yema, que aparece en la célula terminal del conidióforo. El hongo se cultiva fácilmente en medios artificiales, produciendo a menudo un abundante pigmento de coloración amarillenta a rojiza que se difunde a través del substrato. Fructifica con dificultad en cultivo puro, pudiendo estimularse una esporulación abundante al producir heridas en el micelio o exponiendo los cultivos a las radiaciones ultravioletas. Se ha observado una considerable variación en cuanto a virulencia, desarrollo y esporulación, en cultivos puros procedentes de distintos aislamientos (Walker, 1965).

Los conidióforos se presentan aislados o en pequeños grupos, rectos o flexuosos, septados, cafésosos; ovalados o con el cuerpo oblongo o elipsoidal, con un pico de la misma longitud que el cuerpo o más largo, pálidos, ligeramente café dorado o café oliváceos, lisos, de 150-

300 X 15-19 μ , con 9-11 septas transversales y pocas o ninguna longitudinal u oblicua, pico flexuoso, pálido a veces ramificado (Mendoza, 1990).

La persistencia del parásito de un año para otro parece ser que se efectúa por las esporas desarrolladas en algunas solanáceas silvestres, o bien, sobre los restos de plantas dañadas del año anterior. Las esporas son fácilmente transportadas por el viento y algunas de ellas pueden conservar su vitalidad durante más de 18 meses (Cepeda, 1984).

Variabilidad genética de *A.solani*

12 aislamientos de *A. solani* procedentes de plantas de tomate, la diferencia entre ellos radica en su agresividad, teniendo diferentes grados de fitotoxicidad en los genotipos probados (Stancheva, 1988; Stancheva, 1989).

En varios aislamientos de *A.solani* que se desarrollaron en medio líquido para producir filtrado tóxico, probándose luego sobre genotipos de tomate, los resultados fueron diferentes para cada aislamiento teniendo plantas desde resistentes hasta susceptibles (Glenn y Stahmann, 1951)

Distribución

Alternaria sp. se encuentra distribuido a todo lo ancho y largo del territorio nacional, ya que se asocia a una gran cantidad de cultivos. Con lo que respecta a su distribución mundial se puede afirmar que es cosmopolita (Cepeda, 1984).

Generalidades Sobre las Toxinas

El concepto de "toxicidad" de un microorganismo implica su capacidad de sintetizar toxina, es decir, sustancias cuya actividad está dirigida a bloquear procesos bioquímicos de las células, interrumpiendo en diversa escala o grado su fisiología y por tanto conduciendo a la muerte de éstas directa o indirectamente por medio de la paralización de todo un proceso (Rodríguez, 1975).

Muchos patógenos que crecen *in vitro* secretan sustancias que, cuando son introducidas en la planta hospedera, reproducen todos o algunos de los síntomas asociados con la infección causada por ese patógeno. Dado que esta sustancia es capaz de interrumpir el metabolismo, se describe como TOXINA. En teoría, el término puede referirse a cualquier producto del patógeno que es nocivo para el hospedero. En la práctica, se restringe por lo general a

compuestos de bajo peso molecular que no atacan la integridad estructural de los tejidos de la planta pero que afectan el metabolismo de ésta en alguna forma (Dickinson, 1987).

Según Maximov (1946) las hifas de los hongos perjudican muy comúnmente al huésped, segregando principios tóxicos que envenenan las células y los tejidos. Estas sustancias deletéreas han recibido el nombre genérico de "toxinas" las investigaciones han demostrado que los hongos secretan toxinas en el medio que los rodea; éstas penetran en los tejidos conductores de las plantas y pueden causar el envenenamiento y marchitez de los tejidos y órganos, sobre todo de las hojas y ápices jóvenes, adonde llegan mediante la corriente transpiratoria. Las investigaciones revelan que las toxinas son sustancias cristalinas no volátiles, de reacción alcalina que no pierden su actividad por la ebullición.

Según Dickinson (1987), las toxinas son metabolitos originados en el patógeno que participan en la enfermedad de las plantas y tienen dos propiedades importantes:

I.- Son activas a concentraciones muy bajas.

II.- Son móviles dentro de la planta y pueden, por tanto, actuar a distancia del sitio de infección.

Los síntomas de enfermedades son frecuentemente (aunque no siempre) el resultado de sustancias tóxicas producidas por el patógeno. Los síntomas de varias enfermedades pueden simularse en plantas, aplicando extractos de patógenos cultivados, pueden manifestarse lejos del sitio de infección, lo cual demuestra que las toxinas pueden ser sustancias difundibles o transportables. Varias toxinas han demostrado ser análogas a los metabolitos que están inhibiendo importantes reacciones en el metabolismo del huésped (Bidwell, 1979).

Las toxinas causan una lesión bioquímica en las células de las plantas susceptibles, ocasionando un desequilibrio en su sistema y las células de las plantas resistentes no son afectadas así (Williame, 1982).

Las toxinas son producidas por un grupo diverso de hongos metabólicos que tienen efectos de debilitamiento sobre una o más funciones vitales de las células huésped. Algunas toxinas alteran la función de la membrana plasmática, resultando un incremento en la pérdida de electrólitos. Algunas otras imitan la acción de varias hormonas reguladores de crecimiento, usualmente sólo causan reacción letal en un sitio de la célula. Las toxinas son comúnmente las que producen el marchitamiento de hojas por hongos (Horsfall y Cowling, 1979).

Las toxinas que se sabe tienen un papel causal en la enfermedad se han denominado PATOTOXINAS. Actualmente se conocen dos categorías importantes de estas toxinas específicas del hospedero (selectivas) y no específicas (no selectivas). La mayoría de la información concerniente a las toxinas es obtenida en estudios de sustancias producidas por parásitos creciendo en cultivos artificiales. El procedimiento usual filtrado de cultivos del patógeno libres de células al huésped apropiado y se vigila la aparición de síntomas semejantes a los causados por la invasión del mismo parásito. La demostración de una toxina en concentración apropiada en la enfermedad natural de tejidos podría proporcionar la confirmación de su papel en la producción de los síntomas de la enfermedad (Steward 1966).

Toxinas específicas del hospedero

Cuando el hongo es virulento y específico para un cierto hospedero conocido y la toxina muestra la misma especificidad que el patógeno mismo, se denominan toxinas específicas, ejemplos de ellas se muestran en el Cuadro 2.1

Cuadro No. 2.1 Toxinas hospedero específicas según Dickinson 1987

TOXINA	PATOGENO	HOSPEDERO
Victorina	<i>Helminthosporium victoriae</i>	Avena
Toxina T	<i>Helminthosporium</i>	Maíz

Cuadro 2.1.continuación.

Helminthosporósido	<i>Helminthosporium sacchari</i>	Caña de azúcar
Toxina PC	<i>Periconia circinata</i>	Sorgo
Fitoalternarin	<i>Alternaria kikuchina</i>	Peral japones

El hongo *Helminthosporium victoriae* es productor de toxina específica, es un organismo saprófito o un parásito débil de muchas gramíneas, habita en el suelo y se le encuentra en semillas infectadas; cuando infecta a las plantas de avena susceptibles se aloja en las porciones basales de las plantas, donde produce necrosis del tallo y la raíz. Produce también una poderosa toxina que actúa a cierta distancia de la zona de infección que altera la permeabilidad de la membrana celular y ocasiona un tizón foliar, destruyendo así rápidamente a toda la planta. La infección casi siempre se produce a nivel de la superficie del suelo y al cabo de cuatro o cinco días después de haberse producido la inoculación, las células del hospedero empiezan a desintegrarse y la zona dañada se extiende a partir del punto de infección; sin embargo, los primeros síntomas observables se manifiestan como franjas que toman tonalidades que van desde el amarillo hasta el rojo-naranja las cuales aparecen en las hojas de la planta. Cuando el hongo penetra a las células de un hospedero resistente, estas responden rápidamente a esa alteración y tanto el hongo como las

células mueren de inmediato sin que haya mas crecimiento del hongo. Es muy probable que en los hospederos susceptibles esta respuesta sea contrarrestada por la acción de la toxina que produce el hongo (Agris, 1991).

La toxicidad de la toxina se limita a las plantas de la variedad Victoria de avena *Avena sativa* y a las que se obtienen de la cruce entre esa y otras variedades de avena. Todas las demás especies de plantas que se probaron fueron inmunes a la toxina, debido a que solo los filtrados obtenidos a partir de cultivos concentrados tuvieron algún efecto sobre ellas.

Toxina de *Periniconia circinata*. Esa toxina la produce un hongo que invade las raíces y los entrenudos inferiores de plantas de sorgo susceptibles. Los síntomas se manifiestan en una apariencia escalada del follaje de las plántulas infectadas, achaparramiento, floración temprana y muerte prematura. Las hojas de las plantas maduras aunque no son infectadas por el patógeno, se enrollan, marchitan, adquieren tonalidades amarillentas y muestran los síntomas característicos de un tizón. En la raíces adultas, la corteza se pudre y el cilindro central adquiere un color rojo y muere (Agris, 1991).

Dos toxinas huésped-específicos, toxina ACT 1b y ACT 1c fueron aisladas de cultivos de *Alternaria alternata* en tangerinas, mandarinas y pera japonesa. Las toxinas inducen la necrosis venal, rápido incremento en la pérdida de electrólitos de las hojas susceptibles e invaginación de la membrana plasmática (Kohmoto et al, 1993).

Toxina de *Alternaria kikuchiana*. Esta toxina se forma en la enfermedad del manchado negro de las peras japonesas *Pyrus serotina*. Las peras de las variedades susceptibles rociadas con filtrados de cultivos del hongo se enferman, mientras que las variedades resistentes no sufren daño. Se ha afirmado que hongos fitopatógenos producen toxinas específicas a su hospedero. Sin embargo, hasta ahora se tiene muy poca información, o ninguna de cómo esas toxinas desencadenan sus efectos tóxicos sobre las plantas (Agrios, 1991).

Alternaria alternata causa una enfermedad en tabaco, el organismo causal de la enfermedad de la mancha café en el tabaco, produce una toxina huésped-selectivo (llamada Tóxina-AT) en filtrados de cultivos y fluidos de germinaciones de esporas (germinales). Las toxinas se han purificado en filtrado de cultivos del patógeno por un uso seriado de cambio de ion ácido sílico y filtración en columnas de gel y una capa cromatográfica ligera. Las

toxinas purificadas inhiben el crecimiento de raíces en la semilla, Kodama et al, (1990). Otani et al (1989) describe su sitio de acción de algunas de estas toxinas Cuadro 2.2.

Cuadro No. 2.2 Sitio de acción de las toxinas *Alternaria alternata* Otani et al, 1989.

ENFERMEDAD	HST	SITIO DE ACCION
MANCHA DE LA MANZANA	AM-TOXINA	CLOROPLASTOS Y MEMBRANA PLASMATICA
MANCHA NEGRA DE LA PERA JAPONESA	AL-TOXINA	MEMBRANA PLASMATICA
CANCER DEL TALLO EN TOMATE	AL-TOXINA	MEMBRANA PLASMATICA
MANCHA NEGRA DE LA FRESA	AF-TOXINA	MEMBRANA PLASMATICA
MANCHA CAFE DE LA TANGERINA	ACT-TOXINA	MEMBRANA PLASMATICA
MANCHA CAFE DEL TABACO	AT-TOXINA	MITOCONDRIAS
MANCHA CAFE DEL LIMON ASPERO	ACR-TOXINA	MITOCONDRIAS

Se han determinado dos sitios primarios para la acción de toxina-AM en manzana, por medio del microscopio electrónico y estudios fisiológicos, uno está en los cloroplastos, el cual puede asociarse con la reducción de la fijación de CO₂ fotosintético. El otro está en la interfase entre la pared celular y la membrana plasmática donde las toxinas causan invaginación de membrana y degradación de la pared celular, la cual puede asociarse con la pérdida de electrólitos. (Kohmoto et al, 1982).

Toxinas no específicas

Son las que tienen efectos sobre especies vegetales distintas a los observados en el hospedante natural como las que se muestran en el Cuadro 2.3

Cuadro No. 2.3 Algunas toxinas que causan enfermedades en las plantas según Dickinson 1987.

TOXINA	PATOGENO	HOSPEDERO
Fusicoccina	<i>Fusicoccum amygdali</i>	Almendro
Ofiobolina	<i>Helminthosporium orizae</i>	Arroz
Toxina del fuego silvestre	<i>Pseudomonas tabaci</i>	Tabaco
Faseolotoxina	<i>Pseudomonas phaseolicola</i>	Frijol

Toxinas fusariales. Muchas especies de *Fusarium* ocasionan marchitamiento en varias plantas. Los síntomas de la enfermedad que provoca se manifiestan en obstrucción y empardecimiento de los vasos xilémicos, necrosis, marchitamientos y finalmente, en la muerte de la planta. El compuesto denominado licomarasmina fue aislado de filtrados de cultivos *Fusarium* que ocasionan la marchitez del tomate. La licomarasmina produce el marchitamiento y la necrosis de las nervaduras en las hojas desprendidas del tomate, pero es probable que tenga poca o ninguna importancia en el desarrollo de la enfermedad. El hongo *Fusarium* produce otra toxina, denominada ácido fusárico, la cual además de ocasionar marchitamientos produce las denominadas manchas

aguanosas de las hojas y el empardecimiento de los tejidos vasculares, mas que la necrosis entre las nervaduras de la hoja, ambos tipos de toxinas se unen a metales pesados como el F_{3+} y el Cu_{2+} , lo que afecta directamente la permeabilidad de las membranas celulares y las reacciones enzimáticas de las células mediante la inhibición de sus enzimas.

Piricularina. El hongo *Pyriculari oryzae* es el organismo que causa el marchitamiento del arroz. Los síntomas de la enfermedad consisten en amarillamiento, estriado y atrofia de las plántulas, así como en la aparición de manchas foliares y pudrición del tallo, al nivel donde se une con la hoja en las plantas maduras. Los filtrados obtenidos a partir del cultivo del hongo contienen la toxina piricularina y puede producir los mismos síntomas de la enfermedad en plántulas y plantas maduras. La piricularina es una toxina muy potente que afecta a varias especies de plantas superiores. Bajas concentraciones de esta toxina estimulan el crecimiento y respiración del hospedero, mientras que altas concentraciones inhiben ambos procesos (Agrios, 1991).

Se han aislado diversas sustancias tóxicas a partir de cultivos de bacterias y hongos patógenos y se les ha atribuido una importante función en el desarrollo de las enfermedades que ocasionan los patógenos. Entre las especies de hongos que secretan esas toxinas se encuentran *Alternaria*,

Ascochyta, *Botrytis*, *Ceratocystis*, *Cercospora*, *Colletotrichum*, *Fusicoccum* y *Phytophthora*. Varias especies de bacterias de los géneros *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Corynebacterium* y *Erwinia* producen también toxinas y es probable que todas ellas no sean específicas (Agrios, 1991).

El hongo *Alternaria carthami* produce en medio de cultivo sustancias tóxicas que afectan el desarrollo de plántulas de diferentes variedades de cártamo, encontrándose que causa un aumento en la producción de CO₂, y una disminución de la sobrevivencia de las plántulas de cártamo como también necrosis y es eficiente para ser usado en la selección de plantas de cártamo resistentes al hongo (Sanabria, 1977)

El metabolito de *A. carthami* Corda es una sustancia termo estable, ya que su efecto patogénico se conserva después de tratamientos a 90°C por 60 minutos, el producto metabólico de *A. carthami* inhibe la respiración de semillas de cártamo en germinación, mientras que en plántulas presenta necrosis. La toxina se absorbe a través de la radícula mediante proceso osmótico, mientras que en las hojas solo ocurre a través de heridas, pudiéndose emplear cualquiera de estos métodos en la evaluación de resistencia de material germoplásmico. El metabolito inhibe el crecimiento de la radícula y el talluelo de plántulas de cártamo e inhibe la

síntesis de clorofila en las hojas de plántulas de cártamo (Rojas, 1974).

Toxinas Bacterianas

La capacidad para producir las sustancias venenosas llamadas toxinas es característico de ciertas bacterias. Las toxinas que se difunden inmediatamente de la célula microbiana al medio circundante se denomina *exotoxina*, y las toxinas que forman parte del protoplasma bacteriano se llaman *endotoxinas*. Ciertas plantas, animales y bacterias producen exotoxinas solubles que son altamente venenosas para los animales y plantas. Las exotoxinas bacterianas pueden ser producidas *in vitro* y separarse fácilmente de las bacterias mediante filtración. Aunque poseen ciertas propiedades comunes, la mayoría de las exotoxinas bacterianas presentan caracteres altamente específicos (Bowen et al, 1963).

La mayoría de las manchas bacterianas de las hojas, tallos, frutos y otros órganos son producidas por bacterias de los géneros estrechamente relacionados *Pseudomonas* y *Xanthomonas*, mientras que los tizones verdaderos son ocasionados por las especies de *Erwinia* y *Pseudomonas*. Los tizones y manchas bacterianas más comunes, producidos por cada uno de estos patógenos son los siguientes:

Pseudomonas produce el fuego silvestre del tabaco (*P.*

tabaci), la mancha foliar angular o fuego negro del tabaco (*P. angulata*), la mancha foliar angular del pepino (*P. lacrymans*), el tizón del halo del frijol (*P. phaseolicola*), el tizón del halo de las avenas (*P. coronafaciens*), el tizón bacteriano del chícharo (*P. pisi*), la mancha negra del delfino (*P. delphinii*), la mancha foliar bacteriana del clavel (*P. woodsii*), y de la gardenia (*P. gardeniae*), el tizón bacteriano de la soya (*P. glycinea*), la mancha del fruto del manzano, el tizón del peral, de los cítricos y la mancha foliar del frijol son producidos por (*Pseudomonas* sp.). *Xanthomonas* produce el tizón común del frijol (*X. phaseoli*), la pústula bacteriana de la soya (*X. phaseoli* var. *sojensis*), la mancha angular del algodón (*X. malvacearum*), el tizón foliar bacteriano del arroz (*X. oryzae*), el tizón bacteriano o roya de los cereales (*X. translucens* f.sp. *oryzicola*), del tomate y chile (*X. vesicatoria*), la roya roja y pudrición del cogollo de la caña de azúcar (*X. rubrilineans*). *Erwinia* produce el tizón de fuego de los frutos de semilla (*E. amylovora*), y el tizón bacteriano del crisantemo (*E. carotovora* var. *chrysanthemi*), (Agrios,1991).

No todas las sustancias fitotóxicas producidas por el patógeno son moléculas pequeñas. Se ha demostrado que varios compuestos implicados en los marchitamientos vasculares son polisacáridos o glucopéptidos de peso molecular alto. *Corynebacterium insidiosum*, la causa del marchitamiento

bacteriano de la alfalfa, produce un gran glucopéptido en cultivo que induce síntomas de marchitamientos en los bioensayos, el cual se ha aislado también de plantas enfermas. Estas sustancias pueden impedir el flujo del agua en virtud de su tamaño. En efecto su toxicidad puede estar relacionada con su peso molecular pueden ser transportados a través del xilema y actuar en las hojas; si su peso molecular es mayor de este valor, permanecen en el xilema y contribuyen al taponamiento físico de los vasos (Dickinson, 1987).

Resistencia Genética de la Papa a *Alternaria solani*

En las enfermedades epifíticas naturales la infección es generalmente ligera o irregular de tal modo que es imposible distinguir con exactitud entre tipos resistentes y susceptibles. Cuando no pueden hacerse clasificaciones meticulosas hay que repetir los ensayos hasta tener resultados confiables, desperdiciando así un tiempo y un trabajo valioso. Por esta razón, la mayor parte de los modernos programas de mejora por resistencia a enfermedades se basa en la inducción artificial de enfermedades. (Allard, 1980).

Tanto si se trata de mejorar por resistencia como por otros caracteres es esencial poder relacionar genotipo y fenotipo. Este problema es de gran importancia en la

mejora para resistencia a enfermedades porque en ausencia del parásito no pueden distinguirse los genotipos. Se deduce, por tanto, que los programas de mejora para resistencia a enfermedades no pueden realizarse si el organismo causal no está presente para producir los síntomas que permitan distinguir los genotipos que confieren una resistencia adecuada. La mayor parte de los programas modernos de mejora por resistencia a enfermedades se basan en la inducción artificial de la enfermedad, aunadas a la habilidad para provocar las condiciones que aseguren una infección fuerte (Allard, 1980). En cuanto a *Alternaria* se refiere, Vanderplank (1968) indica que los tizones en cultivares de papa y de maíz tropical poseen resistencia horizontal, coincidiendo con Horsfall y Cowling (1980) los que reportan que la resistencia al tizón temprano *A. solani* en el cultivo de papa es poligénica.

Existe también información muy interesante como la de Vanderplank (1978) quien señala que los cultivares de papa pueden ser altamente resistentes a *Phytophthora infestans*, pero completamente susceptibles a *A. solani* y viceversa y solo unos cuantos cultivares de papa poseen buena resistencia horizontal hacia ambos patógenos.

Cuando una variedad, como un cereal, es resistente en todas las etapas de su crecimiento, se dice que tiene

resistencia de plántula (llamada mejor resistencia total) y cuando la resistencia está limitada a las partes de la planta que se desarrolla tardíamente, se dice que esta última muestra resistencia de planta madura o planta adulta. La situación donde la plántula es resistente, pero la planta madura susceptible es muy rara.

Se ha sugerido en ocasiones que la resistencia de plántula siempre es específica y oligogénica y que la resistencia de planta madura es general y poligénica (Cuadro 2.4). Este suele ser el caso, pero hay varias excepciones (Manners, 1986).

Cuadro No. 2.4 . Relación entre grupos de formas de resistencia Manners, 1986.

CRITERIO	GRUPO A	GRUPO B
Número de genes	Monogénica u oligogénica	poligénica
Nivel de expresión	Mayor, cualitativos, hipersensibles (no aditivos)	Menores, cuantitativos no hipersensibles (aditivos)
Grado de especificidad	Específicos (resistencia específica o vertical)	Generalizado (resistencia general u horizontal)
Efecto del ambiente	Ligero (resistencia estable)	Marcado (resistencia determinada por el ambiente)
Efectos de la etapa de crecimiento de la planta	Ligero (resistencia de "plántula")	Marcado (resistencia de planta madura)

Cuadro 2.4.continuación.

Durable	Baja	Alta resistencia durable
---------	------	--------------------------

Resistencia Genética en Relación al Estado Fenológico del Cultivo

Las toxinas se emplean en programas para producir y seleccionar, rápidamente plantas resistentes, se trataron alrededor de 45 millones de plántulas con toxina de *A. solani* y aislaron alrededor de 900 plántulas insensibles para la toxina y así las resistentes al patógeno. Esta técnica desde entonces tiene un empleo rutinario en investigaciones para resistencia u otras enfermedades causadas por toxinas (Salisbury y Ross, 1978).

15 progenies de plántulas de papa teniendo 2,4,6,8 semanas de sembradas fueron evaluadas para tizón temprano e inoculadas utilizando un atomizador, obteniendo resultados en 9 días siendo las plantas más viejas las que son más susceptibles (Hoopes et al, 1986).

Los cultivos de arroz seleccionados expresan mayor resistencia al tizón bacterial en plantas adultas. Esta resistencia de las plantas adultas de arroz al tizón bacterial es una clase específica del arroz (Qi y Mew, 1985).

En plantas de tomate *Lycopersicum esculentum* con el gen de resistencia Tm , el porcentaje de la enfermedad causada por el virus del mosaico del tabaco (TMV) disminuye cuando se incrementa la edad de la planta (Ciccarese y Cirulli, 1980).

Se evaluó la resistencia de diferentes plantas en crecimiento bajo infección natural. La infección disminuye gradualmente con la edad de la planta, indicando que los cultivos se vuelven más resistentes durante el crecimiento. Las hojas inferiores de las plantas de arroz son más severamente infectadas que las hojas superiores. La resistencia de plantas adultas puede ser estimada monitoreando la infección sobre una hoja particular de la planta, durante el crecimiento lateral (Koh et al, 1987).

Se inocularon hojas jóvenes de plantas de pepino con tres diferentes diluciones de suspensión de *Pseudomonas lachrymans*. Las hojas inoculadas fueron de diferentes tipos: susceptibles, resistentes e híbridas encontrándose que la multiplicación bacteriana es la máxima en las susceptibles, menor en las resistentes e intermedia en las híbridas (Chand y Walker, 1963).

Tanto la *Avena sterilis* y *Avena canadiense* variedad CAV 1387, son susceptibles en la etapa de plántulas y sólo son resistentes en la etapa de planta adulta para seis tipos

de *Puccinia coronata*. Cruzas de resistencia de *Avena canadiense* entre materiales resistentes y susceptibles dan como indican que la resistencia de planta adulta de *Avena canadiense* es conferida por un sólo gen dominante Pc-69. Este gen confiere resistencia efectiva para los tipos de *P. coronata* que ocurren en Canadá (Harder et al, 1984).

Producción y Modo de Acción de las Toxinas Producidas por *A. solani*

Cuando se dispone de variedades con buena resistencia a enfermedades se ha preferido su utilización a otros métodos de lucha porque no incrementan el costo de producción. Además, la resistencia a enfermedades va incorporada dentro de la planta, desde donde le proporciona protección en cualquier momento, mientras que las condiciones meteorológicas desfavorables estén presentes. La resistencia y susceptibilidad de una variedad a una raza fisiológica depende de su genotipo con respecto a su resistencia y del genotipo de la raza correspondiente con respecto a su virulencia. Por tanto, el análisis final de la reacción patógena comprende la interacción de genes que rigen la resistencia en el huésped con los que rigen la patogenicidad en el parásito.

La habilidad para producir la toxina es condicionada por un gen particular en el patógeno y el efecto de la toxina es tan dramático que solamente la producción de toxinas individuales son también capaces de inducir epidemias catastróficas sobre cultivos susceptibles. La resistencia para el patógeno es causada por la resistencia a la toxina (Williame, 1982).

Reportes realizados por Horsfall y Cowling, (1980) indican que *A. solani* es capaz de hidrolizar la tomatina en tomatidine causando así la inactivación de la enzima.

Por lo menos en algunas de las enfermedades en las que el patógeno produce toxinas, la resistencia a la enfermedad es la misma que la resistencia a las toxinas, sin embargo, aún no se ha dado una explicación satisfactoria acerca de esto. Se sabe que la destoxificación de algunas toxinas, como es el caso del ácido fusárico, la piricularina, etc., es un fenómeno bastante común en las plantas y que tiene una importante función en la resistencia a la enfermedad. Las variedades resistentes metabolizan con gran rapidez esas toxinas o las combinan con otras sustancias para formar compuestos no tóxicos. Con frecuencia la cantidad de estos compuestos es proporcional a la resistencia de la variedad vegetal a la enfermedad (Agris, 1991).

Evaluación de Resistencia Utilizando el Filtrado Tóxico de *A. solani*

El hongo *A. solani* produce en un medio de cultivo líquido una sustancia tóxica que afecta el desarrollo y lesiona los tejidos de plántulas y plantas de jitomate *Lycopersicum esculentum* en base al comportamiento manifestado por las variedades de jitomate, al ser expuestas al metabolito tóxico producido por *A. solani*, es factible el empleo de estas sustancias como método para la selección de variedades resistentes al hongo (Salinas, 1979).

El hongo *A. solani* causa tizón temprano y la enfermedad de pudrición de cuello en tomate. *A. solani* es reportada por sintetizar metabolitos fitotóxicos, especialmente ácido alternárico y zinniol (zianol). Los filtrados de cultivos de varios aislamientos de *A. solani* están a prueba para su fitotoxicidad en genotipos de tomate previamente evaluada su resistencia a tizón temprano y pudrición del cuello. Las semillas de tomate expuestas al filtrado por 20 hr presentan en las hojas una necrosis y marchitamiento marginal e intervenal. A una dilución de 50 por ciento, el filtrado tiene una diversidad fitotóxica para todos los genotipos probados. El zinniol causa marchitamiento del tallo y necrosis en las hojas sobre zanahoria y maravilla (Maiero et al, 1991).

Ac. Alternarico. Este compuesto es un producto del metabolismo de *A. solani* y es un ácido dibásico no saturado cuya fórmula empírica es $C_{21}H_{30}O_8$, es altamente fitotóxico. El ácido alternárico inhibe la germinación de las semillas de los miembros de la familia *Solaneaceae*, sólo tiene un pequeño efecto sobre las plantas de otras familias. Esta toxina cuando se introduce dentro de los tejidos de plantas de tomate y papa, induce algunos de los síntomas causados por *Alternaria*, que son clorosis y necrosis. Esto hace sugerir que el patógeno exhuda sustancias adicionales que tienen propiedades tóxicas (Strobel y Mathre, 1970).

Una sustancia metabólica de *A. solani* produce clorosis y necrosis cuando es introducida al interior de las plantas, la clorosis unilateral y la clorosis de hojas distales por la lesiones sobre el tallo principal o en la porción central, produce más necrosis o clorosis de las hojas terminales. Indistintamente los síntomas son producidos por la introducción de filtrado estéril dentro de los pecíolos inferiores en el crecimiento de las plantas. Una preparación cristalina de ácido alternárico muestra una típica actividad fitotóxica en concentraciones bajas de 0.1 $\mu\text{g/ml}$ (Glenn y Stakmann, 1951).

Al realizar una prueba de resistencia y susceptibilidad al tizón temprano *A. solani* en papa usando

metabolitos tóxicos producidos por el hongo, conidias del hongo e infestación natural, se obtuvo una correlación alta entre estos tres métodos (Lynch et al, 1991).

Los daños que ocasiona este patógeno después de la penetración en el tejido es una necrosis epidérmica, la cual se debe a la acción de un metabolito tóxico que produce el hongo. Se ha reportado que *A. cartamhi* produce un metabolito tóxico el cual tiene la característica de ser termo estable presenta diferentes grupos químicos como ácidos, compuestos aromáticos, carbohidratos y amidas. Al parecer este metabolito tóxico interviene en el crecimiento de las plántulas y en la síntesis de clorofila (Rojas, 1974).

A. solani en medio de cultivo produjo una sustancia biológicamente activa que se le dio el nombre de ácido alternárico, posteriormente se le dio el nombre de alternarin, el cual produce el síntoma típico del tizón temprano y es transportado por el sistema vascular (Lukens, 1966). Se ha reportado que al aplicar el ácido alternárico a plantas de tomate, no solo ocasiona clorosis y necrosis típica, puede ocasionar defoliación severa a las 48 hr de aplicado, además se encontró que el ácido alternárico es extremadamente activo a altas diluciones, observándose que en 50 ppm produce síntomas iguales que el hongo (Pound y Stahmann, 1951).

Evaluación de Resistencia Utilizando Suspensión Conidial de *A. solani*

La condición del inóculo y de la planta afectan los resultados, el inóculo debe mantenerse en estado virulento y agresivo y debe tomarse en cuenta que su aplicación en cantidad excesiva puede ser poco representativa y no dar resultados que se correlacionen con lo que ocurre en la naturaleza (French y Herbert, 1982).

La selección de plantas resistentes a enfermedades en el campo actualmente es empleada por los fitomejoradores, consiste en exponer las plantas a la enfermedad directamente en el campo bajo condiciones naturales. Este método no ha tenido éxito debido a que es muy laborioso, toma mucho tiempo, es costoso y requiere grandes extensiones de terreno, además los resultados son poco satisfactorios, debido a las condiciones ambientales, no siempre son las adecuadas para el desarrollo de buenas epidemias dificultando por lo tanto la selección de los materiales resistentes a enfermedades (Guzmán et al, 1966).

Se evaluaron plántulas de tomate mediante inoculación con una suspensión de 20,000 conidias/ml de *A. solani* en agua destilada, luego fueron incubadas a una temperatura de 21 a 24 °C encontrando que en la primera semana ocurrió un

rápido desarrollo de lesiones, lo que permitió la detección de líneas resistentes, este método localizó más rápidamente las plántulas resistentes o susceptibles que otros métodos utilizados (Barksdale, 1968).

En una prueba para comparar la resistencia o susceptibilidad de plantas de papa al tizón temprano *A. solani* utilizando conidias, filtrado tóxico e infestación natural en el campo se encontró que hay una correlación altamente significativa para estos métodos (Lynch et al, 1991).

Se comparó el método de inoculación en hojas individuales con motas de algodón humedecidos con suspensión de zoosporas, aspersión y selección natural en el campo, en los resultados se puede mencionar en general que los tres métodos son equivalentes para la selección de plantas de papa a *Phytophthora infestans* (Guzmán et al, 1966).

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Resistencia Genética, perteneciente al departamento de fitomejoramiento e invernadero de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".

El trabajo consistió en evaluar la resistencia de diversos genotipos de papa a *A. solani* utilizando dos métodos de exposición, filtrado tóxico del patógeno e inoculación con suspensión de conidias.

Colecta y Aislamiento de *A. solani*.

Se seleccionaron lotes de cultivos de papa de las variedades Alpha, tomándose muestras de hojas y tallos de diferentes edades y tamaños. Las hojas y tallos fueron colectados con diferentes grados de infección por *A. solani* en el área de Parras Coah, Arteaga Coah y Buenavista, Saltillo Coah, estas muestras se colocaron en bolsas de polietileno se etiquetaron y se trasladaron al laboratorio.

Para el aislamiento del hongo se utilizó la siembra directa del tejido, utilizando los medios de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA) y Jugo V8 agar.

De las muestras vegetativas de papa seleccionadas se procedió a aislar al patógeno, con el fin de eliminar o reducir notablemente los contaminantes de superficie que pudieran interferir en el aislamiento del patógeno, primero se lavó el tejido en agua corriente y se desinfectó con hipoclorito de sodio (cloralex) al uno por ciento durante tres minutos, después fueron trasladados a un recipiente con agua destilada estéril, para eliminar el exceso del mismo, las muestras ya tratadas se colocaron, con ayuda de unas pinzas previamente desinfectadas, sobre papel filtro estéril y se transfirieron a los medios de cultivo (tres a cuatro trozos por caja) de medio PDA o V8, finalmente las cajas se sellaron, se etiquetaron y se dejaron en incubación a una temperatura de 23 - 25°C. Las cajas se checaron diariamente para observar el crecimiento micelial y se realizó una transferencia del hongo para obtener el cultivo puro. Los aislamientos de *A. solani* se conservaron en tubos con aceite mineral y se guardaron en el refrigerador para su posterior utilización. Con el hongo aislado se inocularon plantas de papa sanas para reproducir los síntomas de la enfermedad (postulados de Koch).

Preparación del Filtrado Tóxico

Para la preparación del filtrado tóxico de *A. solani* se utilizó un medio nutritivo adecuado para estimular la producción de metabolitos tóxicos, en este caso se usó el de Maiero et al (1991) (Apéndice).

Después de aislar y purificar el patógeno se transfirieron, al medio líquido Maiero, discos de micelio de *A. solani* y se colocaron en matraces de 150 ml con medio líquido estéril. Esta operación se llevó acabo en la cámara de flujo laminar para evitar la contaminación de cualquier microorganismo indeseado, posteriormente el matraz se mantuvo en agitación y oscuridad por 28 días a temperaturas de 22 - 25°C, al término del tiempo citado, el contenido del frasco fue pasado a través de un filtro Whatman # 1, utilizando para ello un embudo de buchner acoplado a un matraz Kitosato, el que se conectó a una bomba de vacío, para obtener el filtrado tóxico libre del hongo, mismo que se almacenó en el refrigerador para su posterior utilización.

Termoestabilidad del Filtrado

Para evaluar la termoestabilidad de la toxina de *A. solani* se realizó un bioensayo con hojas de manzana. La toxina del parásito se esterilizó a 121°C por 15 minutos y

la otra parte se esterilizó por filtración utilizando filtros Millipore de 0.22 μm .

Selección de Cepas

Para llevar acabo la evaluación de resistencia de los genotipos de papa al tizón temprano, se seleccionaron tres cepas de *A. solani* en base a la toxicidad de su filtrado. En la cámara húmeda dos gotas del filtrado de cada cepa se colocaron sobre hojas desprendidas de manzano y se incubaron a temperatura ambiente (20 a 25°C) por 24 hr, después de las cuales se evaluó el por ciento de necrosis. Para ello se utilizó un diseño completamente al azar por cada región para escoger la cepa más patogénica.

Método de Aplicación y Dosis del Filtrado

Se estableció un bioensayo con la finalidad de comparar dos métodos distintos de aplicar el filtrado tóxico, así como seleccionar la dosis de toxina que permitiera observar con mayor claridad los síntomas típicos de la enfermedad.

Se evaluaron dos métodos de aplicación de filtrado tóxico de *A. solani*, sobre hojas de manzano y papa, así como también en pecíolos de papa.

El primer método consistió en colocar una gota de filtrado tóxico en concentración de 0 a 100 por ciento, sobre hoja de manzano, haciéndoles una lesión con aguja en el sitio de inoculación para que penetrara el filtrado. Las hojas inoculadas se incubaron en cámara húmeda por 24 hr en condiciones de laboratorio a una temperatura de 20 a 25°C, al término de los cuales se evaluó el por ciento de área foliar necrosada tomando las hojas como repeticiones en un diseño completamente al azar.

En el segundo método los filtrados tóxicos se colocaron en tubos estériles, pecíolos en activo crecimiento con dos a cuatro hojas, se separaron de la planta y se colocaron con la base del tallo sumergida en el filtrado, se mantuvieron en estas condiciones a temperatura de laboratorio (20 a 25°C) por un tiempo de 24 hr y se evaluó el área necrosada, utilizando para ello un diseño completamente al azar tomando cada pecíolo como una repetición.

Evaluación de Resistencia

- a) Evaluación de variedades de papa procedente de la colección INIFAP al hongo *A. solani* con filtrado tóxico y suspensión conidial al mes y a los dos meses del desarrollo del cultivo.

Se evaluaron seis variedades de papa NORTEÑA, GIGANTE, DIAMANTE, CEW, FAMOSA y ALPHA; los tubérculos de los genotipos antes mencionados fueron sembrados en una cama de 30 cm de profundidad mantenidas en el invernadero treinta y sesenta días después de la siembra se desprendieron tres hojas jóvenes de cada variedad (una de cada maceta). El pecíolo de cada hoja se sumergió en el filtrado tóxico de *A. solani* se mantuvieron en el laboratorio a temperatura de 20 a 25°C por un tiempo de 24 hr, al término del cual se estimó el por ciento de necrosis.

Para preparar la suspensión de conidias fue necesario partir de cepas conservadas en aceite mineral, de ellas el hongo se transfirió a cajas petri con medio PDA y V8 para su desarrollo y esporulación, enseguida se inundaron con Tween 20 al 0.1 por ciento para suspender las conidias de *A. solani* se determinó el número de conidias por ml con un hemacitómetro y se preparó una suspensión conidial, la cual se ajustó a concentración de 20,000 conidias/ml con agua destilada estéril. La evaluación de resistencia con suspensión conidial consistió en aplicar cuatro gotas en el folíolo de cada genotipo. A los seis días de inoculadas se evaluó el por ciento de amarillamiento y necrosidad. El por ciento de infección y por tanto la susceptibilidad del material se calculó sumando el por ciento de amarillamiento más por ciento de necrosis entre dos.

En este ensayo se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo combinatorio de cuatro factores. Como factor A genotipos, métodos de evaluación como factor B (suspensión conidial y filtrado tóxico). Fechas de inoculación como factor C (al mes y a los dos meses) y Cepas como factor D. Los datos finales en por ciento se transformaron a arco seno.

- b) Evaluación de clones de papa procedentes de la colección UAAAN al hongo *A. solani* con filtrado tóxico y suspensión de conidias.

La metodología utilizada para la evaluación de resistencia de los genotipos fue la misma que en el inciso anterior pero difirió en los genotipos empleados 57-50-48, 75-04-04, 75-04-89, 75-06-24, 75-06-28, 75-15-41, 78-06-46. Las cuales forman parte de la colección del programa de mejoramiento de papa de la UAAAN. En este caso la evaluación se realizó al mes de desarrollo del cultivo.

Para el establecimiento de este experimento se optó por un diseño completamente al azar, con arreglo combinatorio de tres factores. Genotipos como factor A (siete genotipos), Métodos de inoculación como el factor B (filtrado y conidias), Cepas como factor C (tres cepas).

La escala con que se evaluaron los materiales fue la siguiente:

Resistente 0 a 25 por ciento de daño, medianamente resistente de 25 a 50 por ciento de daño, medianamente susceptible de 50 a 75 por ciento de daño y susceptible de 75 a 100 por ciento de daño.

RESULTADOS

Termoestabilidad del Filtrado

No se detectaron diferencias significativas en el por ciento de daño causado por el filtrado tóxico esterilizado por calor o filtración (Apendice).

Selección de Cepas

La severidad de la enfermedad que mostraron las plantas de papa a los dos días de inoculación con filtrado tóxico procedente de las cepas colectadas en Parras, Arteaga y Buenavista, según el ANVA (Apendice), resultó no significativa, por lo que se seleccionó el de Parras, Buenavista y Emiliano Zapata con la media de por ciento de daño más alta C-P-3, C-B-N y C-EZ-1 respectivamente, estas cepas fueron utilizadas para llevar acabo las evaluaciones posteriores.

Método de Aplicación y Dosis de Filtrado Tóxico

El daño causado por el filtrado tóxico en hoja de manzano y folíolos de papa, difirió significativamente

(Apendice). Con pecíolos sumergidos en el filtrado tóxico la aparición de síntomas fue más rápida y no se contaminó el material vegetativo con bacterias como ocurrió en hojas. En cuanto a la concentración de filtrado tóxico el análisis de varianza y la comparación de medias indican que la dilución de 50 por ciento es la más adecuada, ya que permite apreciar los síntomas con mucha claridad.

En cuanto a métodos de inoculación se refiere, fue más agresivo el filtrado tóxico para la selección de genotipos resistentes que la suspensión conidial y en algunos casos difirieron en su resultados; no encontrándose correlación entre ellos.

Evaluación de Resistencia

- a) Resultado de la Evaluación de genotipos de papa procedente de la colección INIFAP al hongo *A. solani* con filtrado tóxico y suspensión de conidias al mes y a los dos meses del desarrollo del cultivo.

Como lo indica el análisis de varianza (Cuadro 4.1) existe una diferencia altamente significativa en la interacción, Genotipos X Métodos de inoculación X Fechas de evaluación X Cepas, indicando que los efectos de los factores no son independientes.

Por lo tanto se procedió a realizar una comparación con los promedios del por ciento de severidad de cada uno de los materiales con filtrado tóxico y suspensión de conidias para cada una de las cepas mediante pruebas de Diferencia Mínima Significativa (DMS).

Cuadro No 4.1 Análisis de varianza para severidad del daño causado por *A. solani* sobre folíolos y pecíolos de papa.

F.V.	g.l.	C.M.	F.	
FACTOR A	5	17167.850	111.76	**
FACTOR B	1	2496.620	16.25	**
FACTOR C	1	241.702	1.57	NS
FACTOR D	2	3191.273	20.77	**
AxB	5	4020.392	26.18	**
AxC	5	122.579	7.31	**
AxD	10	472.666	3.08	**
BxC	1	602.435	3.92	NS
BxD	2	2123.332	13.82	**
CxD	2	535.558	3.49	*
AxBxC	5	431.693	2.81	**
AxBxD	10	445.400	2.90	**
BxCxD	2	1451.347	9.45	**
AxBxCxD	20	407.584	2.65	**
ERROR	142	153.618		
TOTAL	215			

C.V = 44.920 %

FACTOR A: Genotipos (6 genotipos)

FACTOR B: Método de inoculación (Filtrado y Conidias)

FACTOR C: Fechas de evaluación (2 fechas)

FACTOR D: Cepas (3 Cepas)

Los genotipos GIGANTE Y DIAMANTE son resistentes tanto para filtrado como para conidias de la cepa (C-P-3) en las dos fechas de evaluación (Figura 4.1, Cuadro 4.2) en tanto el genotipo CEW fue resistente para filtrado y resistente en la primera fecha de evaluación y medianamente resistente

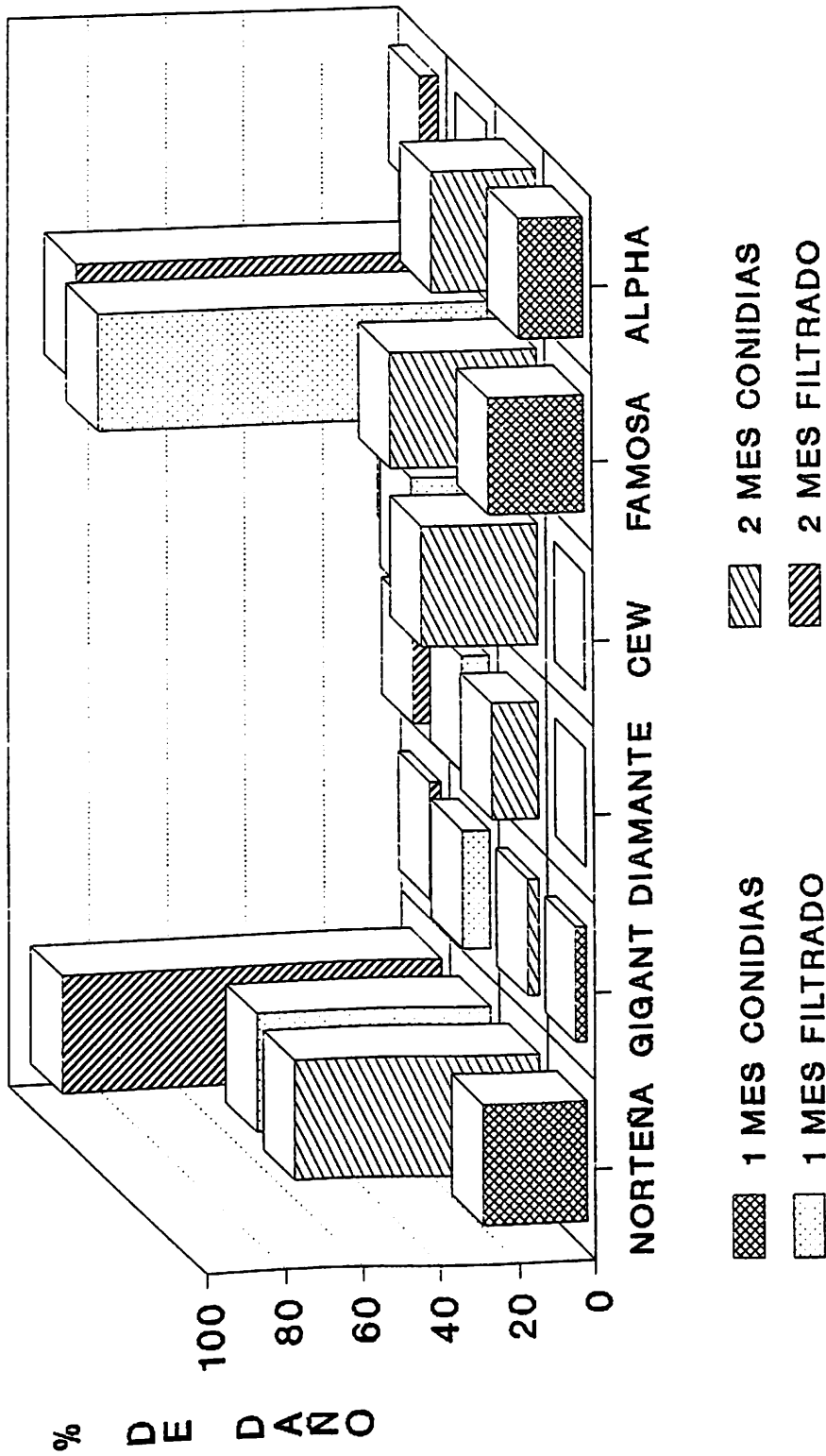


FIGURA 4.1 Daño causado por la suspensión de conidias y el filtrado tóxico procedente de la C-P-3 de *A. soaini* sobre diferentes genotipos de papa al mes y dos meses de desarrollo.

para la segunda evaluación. ALPHA es resistente para las dos fechas de evaluación con filtrado tóxico y es medianamente resistente para las dos fechas de evaluación con suspensión de conidias. FAMOSA es susceptible para filtrado en las dos fecha de evaluación y resistente para la primera evaluación con suspensión conidial y medianamente resistente para su segunda evaluación. El genotipo NORTEÑA fue medianamente susceptible para su primera evaluación con filtrado tóxico, susceptible para su segunda fecha de evaluación mientras que, para suspensión conidial en su primera fecha de evaluación fue medianamente resistente y en la segunda evaluación medianamente susceptible.

Cuadro No.4.2. Resistencia de genotipos de papa al filtrado tóxico y suspensión de conidias de la cepa C-P-3 de *A. solani* al mes y a los dos meses de desarrollo de las plantas.

Métodos de inoculación	NORTEÑA	GIGANT	DIAMAN	CEW	FAMOSA	ALPHA
1 Fecha Fil	MS	R	R	R	S	R
2 Fecha Fil	S	R	R	R	S	R
1 Fecha Con	MR	R	R	R	R	MR
2 Fecha Con	MS	R	R	MR	MR	MR

R = Resistentes (0-25 %).
 MR = Medianamente resistente (25-50 %).
 MS = Medianamente susceptible (50-75 %).
 S = Susceptible (75-100 %).

cuando se utilizó el filtrado tóxico y la suspensión conidial preparados a partir de la Cepa Buenavista Narro (C-B-N), los genotipos menos afectados fueron GIGANTE, DIAMANTE y CEW que son resistentes para filtrado y conidias

en sus dos fechas de evaluación (Cuadro 4.3, Figura 4.2). El genotipo ALPHA fue resistente para filtrado tóxico en sus dos fechas de evaluación y medianamente resistente para conidias en ambas fechas. El genotipo FAMOSA fue susceptible para la primera fecha de evaluación y medianamente resistente para su segunda fecha de evaluación con filtrado tóxico. Para conidias es resistente para las dos fechas de evaluación. El genotipo NORTEÑA fue medianamente susceptible para las dos fechas de evaluación con filtrado y la primera de conidias, pero para la segunda evaluación de conidias fue medianamente susceptible.

Cuadro No.4.3. Resistencia de genotipos de papa al filtrado tóxico y suspensión de conidias de la cepa C-B-N de *A. solani* al mes y a los dos meses de desarrollo de la planta.

Método de inoculación	NORTEÑA	GIGANT	DIAMAN	CEW	FAMOSA	ALPHA
1 Fecha FiL	MR	R	R	R	S	R
2 Fecha FiL	MR	R	R	R	MR	R
1 Fecha CON	MR	R	R	R	R	MR
2 Fecha CON	MS	R	R	R	R	MR

R = Resistentes (0-25 %).
 MR = Medianamente resistente (25-50 %).
 MS = Medianamente susceptible (50-75 %).
 S = Susceptible (75-100 %).

Cepa Emiliano Zapata 1 (C-EZ-1). La severidad de esta cepa para los genotipos representados en el Cuadro 4.4 y la Figura 4.3 indica que los genotipos DIAMANTE y GIGANTE

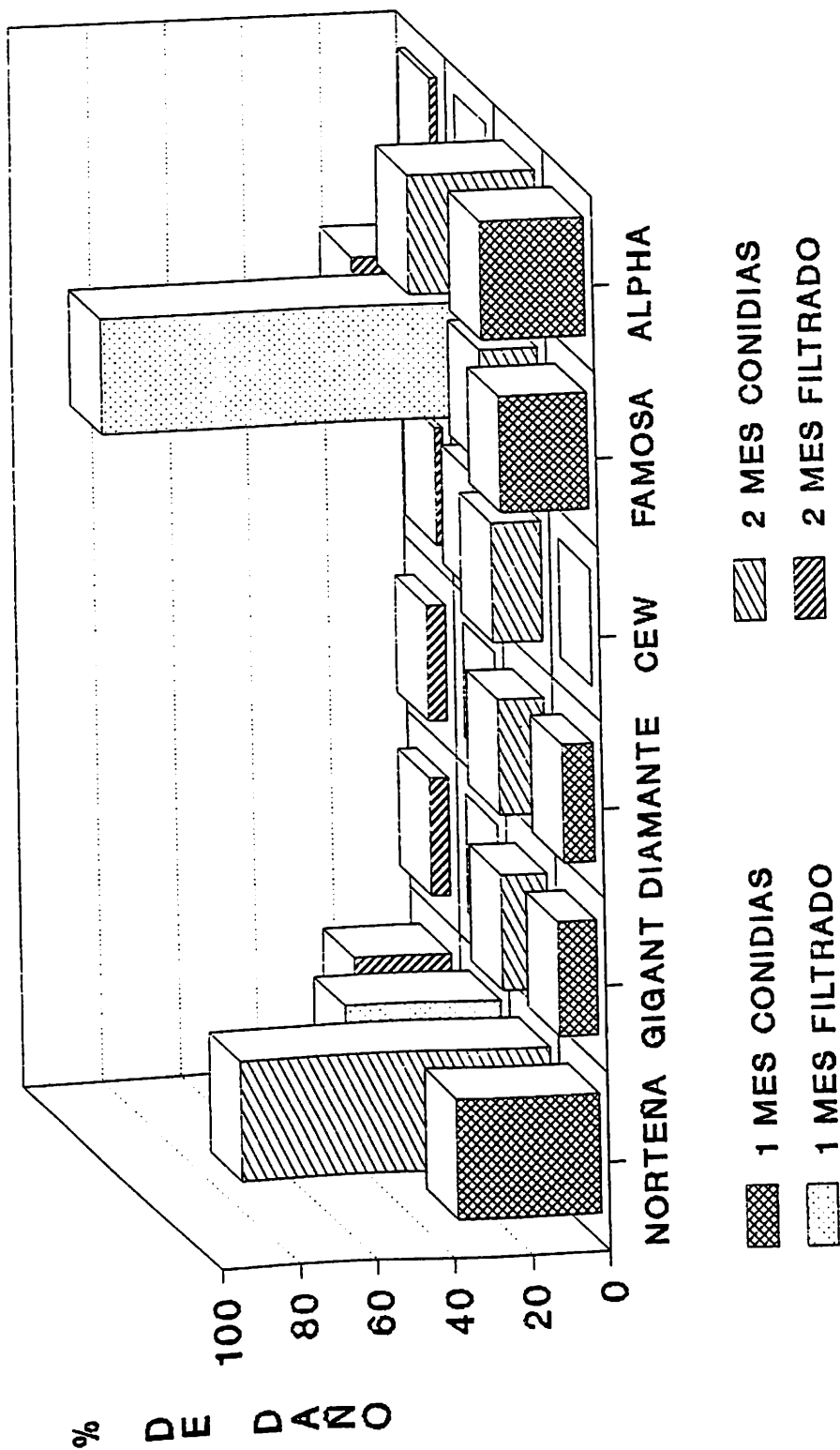


FIGURA 4.2 Daño causado por la suspensión de conidias y filtrado tóxico procedentes de la C-B-N de *A. solani* al sobre diferentes genotipos de papa al mes y dos meses de desarrollo.

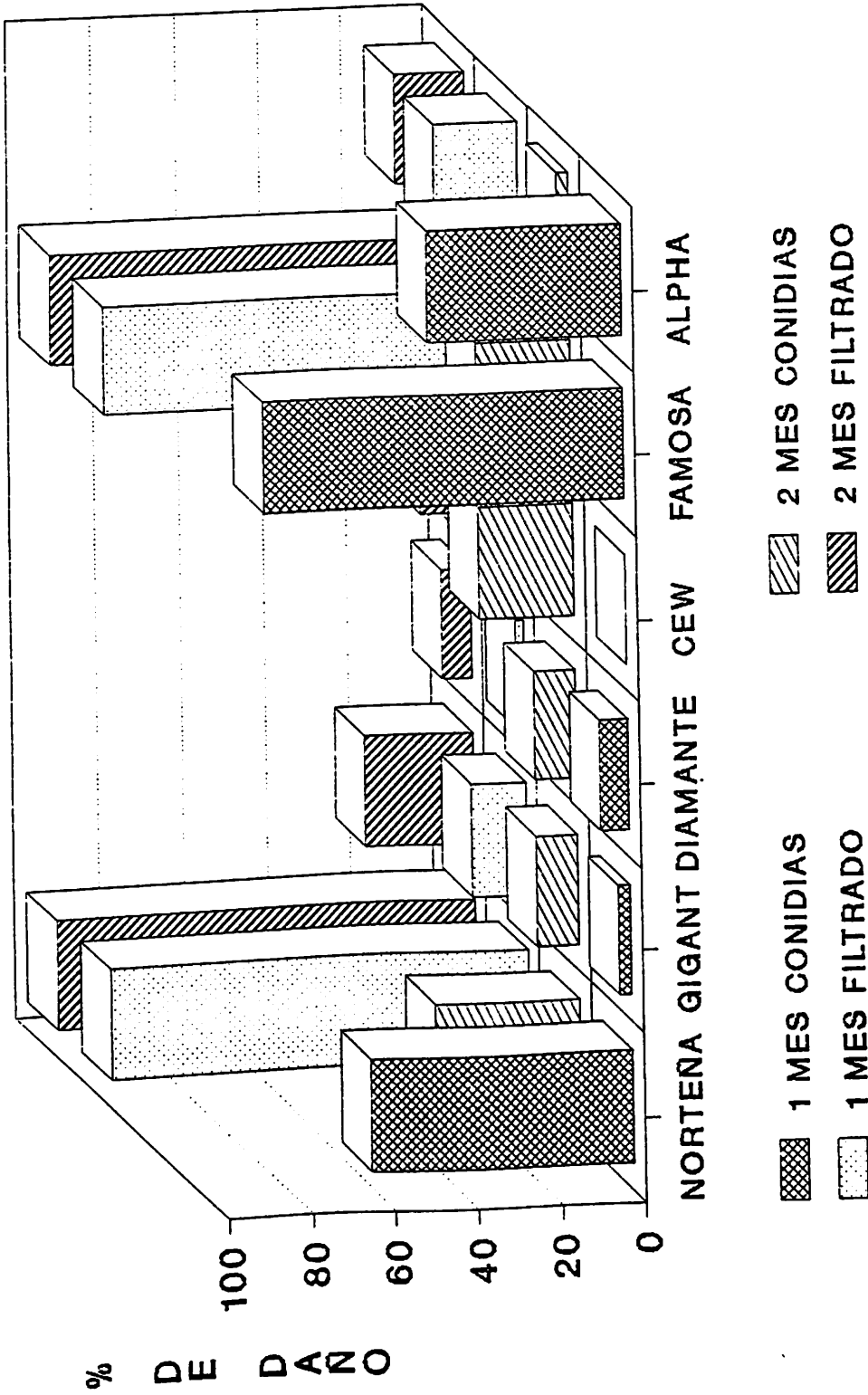


FIGURA 4.3 Daño causado por la suspensión de conidias y filtrado tóxico procedentes de la cepa C-EZ-1 de *A. solani* sobre diferentes genotipos de papa al mes y dos meses de desarrollo.

son resistente para las dos fechas de evaluación de filtrado y conidias. El genotipo CEW fue resistente para las dos fechas de evaluación de filtrado tóxico; para conidias, en la primera fecha de evaluación es resistente y en la segunda medianamente resistente. El genotipo ALPHA fue medianamente resistente para la primera fecha de evaluación con filtrado tóxico y para la segunda evaluación fue resistente. Con respecto a la suspensión conidial, en la primera fecha se comportó como medianamente resistente y la segunda resistente. El genotipo FAMOSA fue susceptible para las dos fechas de evaluación de filtrado y medianamente susceptible para la primera fecha de suspensión conidial, mientras que para la segunda fecha de conidias fue medianamente resistente. El genotipo NORTEÑA resultó fue susceptible para las dos fechas de evaluación de filtrado; para suspensión conidial, en la primera evaluación fue medianamente susceptible, y en la segunda fecha medianamente resistente.

Cuadro No.4.4. Resistencia de genotipos de papa al filtrado tóxico y suspensión conidial de la cepa C-EZ-1 de *A. solani* al mes y a los dos meses de desarrollo.

Métodos de inoculación	NORTEÑA	GIGANT	DIAMANT	CEW	FAMOSA	ALPHA
1 Fecha Fil	S	R	R	R	S	MR
2 Fecha Fil	S	R	R	R	S	R
1 Fecha Con	MS	R	R	R	MS	MR
2 Fecha Con	MR	R	R	MR	MR	R

R = Resistentes (0-25 %).

MR = Medianamente resistente (25-50 %).

MS = Medianamente susceptible (50-75 %).

S = Susceptible (75-100 %).

b) Resultados de la evaluación de genotipos de papa procedentes de la colección UAAAN al hongo *A. solani* con filtrado tóxico y suspensión conidial.

El por ciento promedio de enfermedad en los genotipos inoculados con las 3 cepas de *A. solani* difirió significativamente (Cuadro No. 4.5), como consecuencia de los resultados se procedió a analizar los tratamientos Genotipos, Cepas, Inoculaciones en forma independiente.

Cuadro No. 4.5. Análisis de varianza para severidad del daño causado por *A. solani* sobre folíolos y pecíolos de papa.

F.V.	g.l.	C.M.	F.	
FACTOR A	6	8008.895	71.23	**
FACTOR B	1	965.812	8.59	**
FACTOR C	2	6838.937	60.83	**
AxB	6	1844.036	16.40	**
AxC	12	713.839	6.34	**
BxC	2	3505.757	31.18	**
AxBxC	12	984.808	8.75	**
ERROR	84	112.425		
TOTAL	125			

C.V. = 31.564

A : Genotipos (7 genotipos)

B : Metodos de inoculación (filtrado y cepas)

C : Cepas (3 Cepas) .

El genotipo 78-06-46 fue resistente para filtrado y conidias de la cepa C-P-3 (Cuadro 4.6, Figura 4.4). El genotipo 75-06-28 medianamente resistente para filtrado y

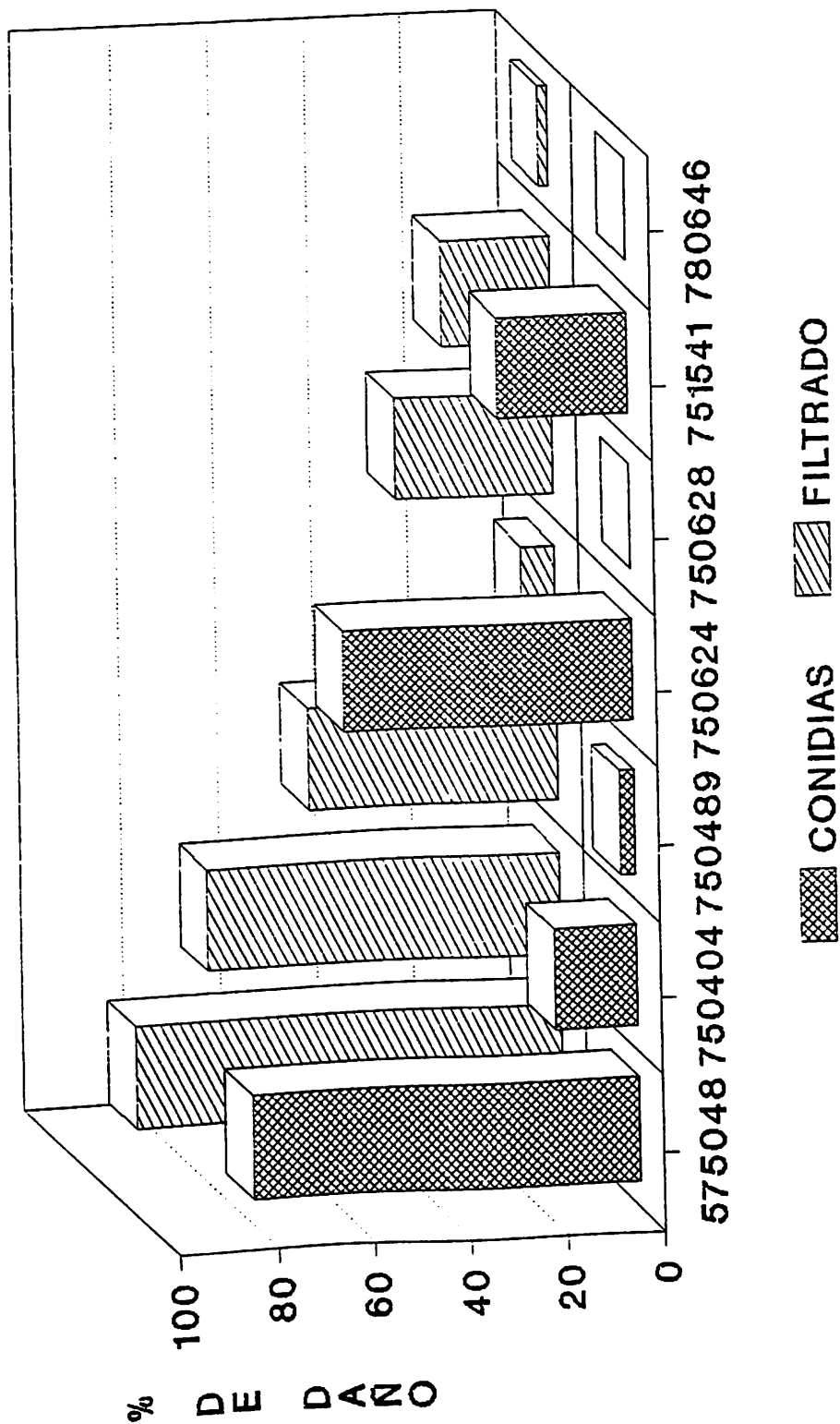


FIGURA 4.4 Daño causado por la suspensión de conidias y filtrado tóxico procedentes de la cepa C-P-3 de *A. solani* sobre diferentes genotipos de papa

resistente para conidias. El genotipo 75-04-89 medianamente resistente para filtrado y resistente para conidias. El genotipo 75-06-24 resistente para filtrado y medianamente susceptible para conidias. El genotipo 75-15-41 medianamente resistente tanto para filtrado como para conidias. El genotipo 75-04-04 medianamente susceptible para filtrado y resistente para conidias. El genotipo 57-06-48 medianamente susceptible para filtrado y conidias.

Cuadro No.4.6. Resistencia de genotipos de papa al filtrado tóxico y suspensión de conidias de la cepa C-P-3 de *A. solani*.

Métodos de inocula.	575048	750404	750489	750624	750628	751541	780646
FILTRADO	MS	MS	MR	R	MR	MR	R
CONIDIAS	MS	R	R	MS	R	MR	R

R = Resistentes (0-25 %).
 MR = Medianamente resistente (25-50 %).
 MS = Medianamente susceptible (50-75 %).
 S = Susceptible (75-100 %).

En cuanto a la inoculación con la Cepa Buenavista Narro (C-B-N) los genotipo 78-06-46, 75-04-89 y 75-15-41 fueron resistentes para filtrado y conidias (Cuadro 4.7, Figura 4.5). El genotipo 75-06-28 resistente para filtrado y medianamente resistente para conidias. El genotipo 75-06-24 resistente para filtrado y medianamente resistente para conidias. El genotipo 75-04-04 resistente para filtrado y medianamente susceptible para conidias. El genotipo 57-50-48 medianamente resistente para filtrado y conidias.

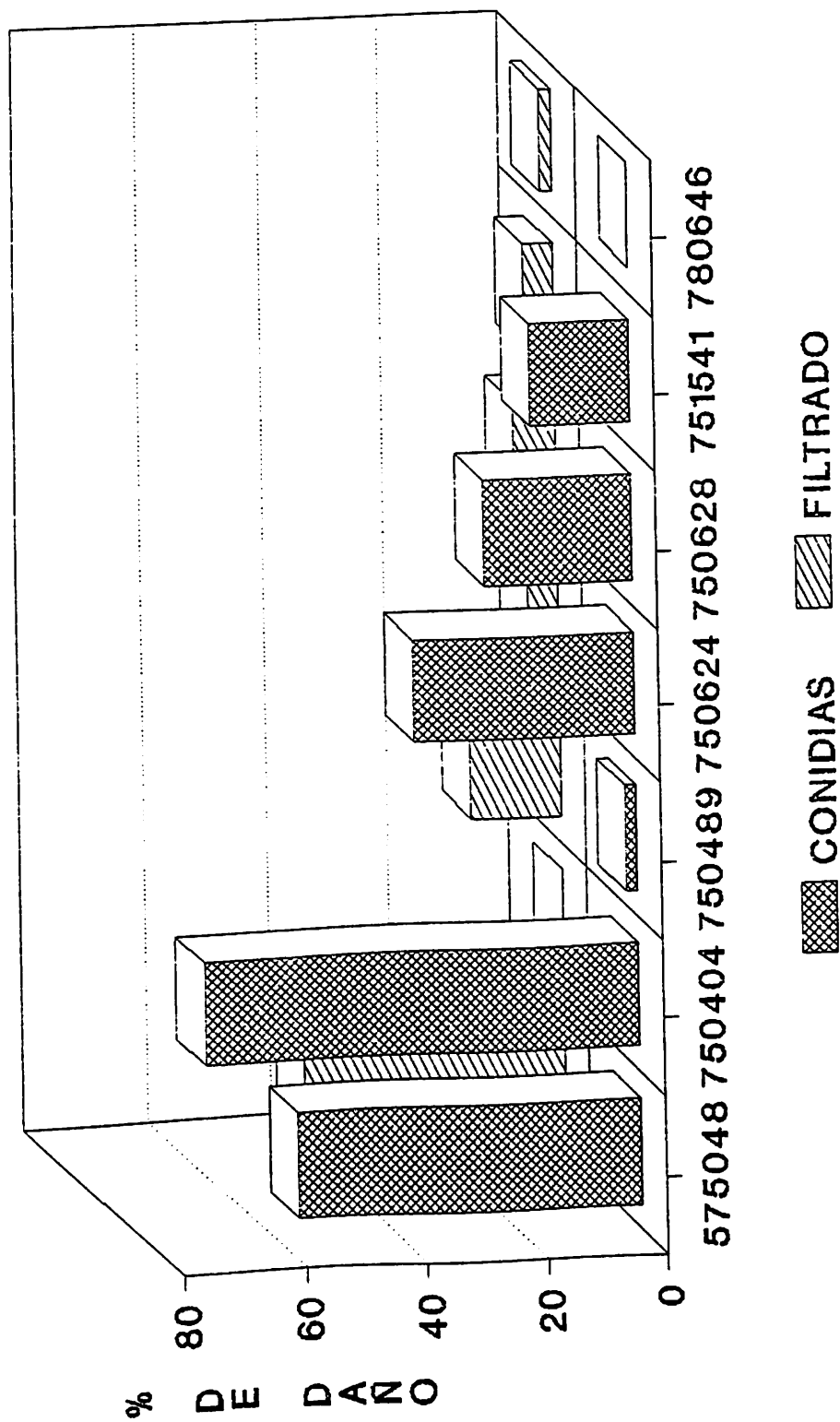


FIGURA 4.6 Daño causado por la suspensión de conidias y filtrado tóxico procedentes de la cepa C-B-N de *A. solani* sobre diferentes genotipos de papa.

Cuadro No.4.7. Resistencia de genotipos de papa al filtrado tóxico y suspensión de conidias con la C-B-N de *A. solani*.

Métodos de inocula.	575048	750404	750489	750624	750628	751541	780646
FILTRADO	MR	R	R	R	R	R	R
CONIDIAS	MR	MS	R	MR	MR	R	R

R = Resistentes (0-25 %).
 MR = Medianamente resistente (25-50 %).
 MS = Medianamente susceptible (50-75 %).
 S = Susceptible (75-100 %).

Al calcular con la cepa C-EZ-1 de *A. solani*, el genotipo 78-06-46 es resistente para filtrado y conidias (Cuadro 4.8, Figura 4.6). El genotipo 75-06-24 y 75-06-28 medianamente resistente para filtrado y conidias. El genotipo 75-04-89 susceptible para filtrado y resistente en conidias. El genotipo 75-15-41 susceptible para filtrado y medianamente resistente para conidias. El genotipo 75-04-04 es susceptible para filtrado y medianamente susceptible para conidias. El genotipo 57-50-48 susceptible para filtrado y conidias.

Cuadro No.4.8. Resistencia de genotipos de papa al filtrado tóxico y suspensión de conidias con la C-EZ-1 de *A. solani*

Métodos de inocula.	575048	750404	750489	750624	750628	751541	780646
FILTRADO	S	S	S	MR	MR	S	R
CONIDIAS	S	MS	R	MR	MR	MR	R

R = Resistentes (0-25 %).
 MR = Medianamente resistente (25-50 %).
 MS = Medianamente susceptible (50-75 %).
 S = Susceptible (75-100 %).

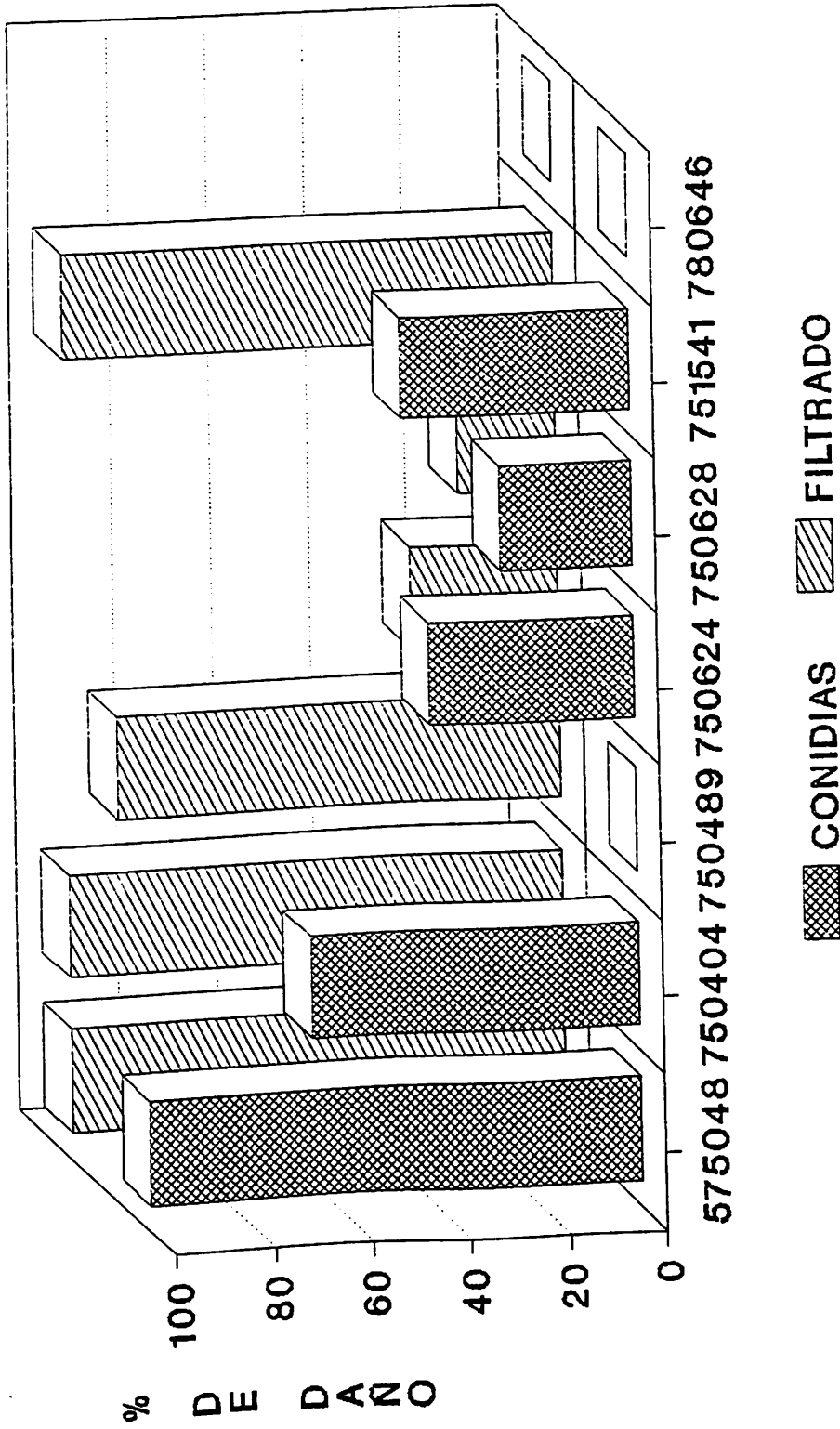


FIGURA 4.6 Daño causado por la suspensión de conidias y filtrado tóxico procedentes de la cepa C-EZ-1 de *A. solani* sobre diferentes genotipos de papa.

DISCUSION

Todos los materiales vegetativos al ser inoculados se incubaron en condiciones ambientales iguales, de tal manera que las plantas manifestaron un comportamiento diferente en base a las características de los genotipos, métodos de inoculación, y cepa del patógeno utilizada.

En cuanto a la comparación de los métodos de inoculación empleados, el filtrado tóxico resultó ser más agresivo y rápido en la detección de genotipos resistentes y susceptibles que la suspensión conidial y en algunos casos difirieron en sus resultados, además de que la prueba de correlación fue negativa, lo que hace pensar que están interfiriendo algunos factores, como los componentes del medio nutritivo necesario para la elaboración del filtrado tóxico o bien su procedencia, es decir, si éste fue elaborado a partir del micelio o de las conidias producidas por el hongo. Lo anterior hace necesario realizar estudios posteriores para que el método de inoculación con filtrado tóxico pueda ser utilizado de manera confiable como un método de evaluación de genotipos de papa resistentes a tizón

temprano como lo afirma Sanabria (1977), Salinas (1979), Rojas (1974), Maiero et al (1991) quienes lo catalogan como un método factible en la selección de variedades resistentes. Cabe mencionar que de los dos métodos utilizados, el que más se acerca a lo que ocurre en la naturaleza es el de la aplicación de suspensión conidial.

Al evaluar la resistencia de las genotipos utilizando filtrado tóxico e inoculación con suspensión de conidias procedentes de la cepa C-P-3, se encontró que DIAMANTE, GIGANTE y 780646 son resistentes. Los genotipos FAMOSA, ALPHA, 750624, 750489, 750628, se comportaron como resistentes a un método de inoculación y disminuyendo o aumentando con el otro método. Esto nos indica que en su relación al mecanismo de resistencia a *A. solani* se comportaron diferente para filtrado tóxico y suspensión de conidias, en investigaciones realizadas anteriormente se menciona que la toxina es un componente muy importante del daño causado a la planta, se pueden obtener plantas que sufran poco daño a la toxina y que sean susceptibles al daño estructural por el patógeno (Mosqueda et al, 1991). Agrios (1991) menciona que las variedades resistentes

metabolizan con gran rapidez esas toxinas o las combinan con otras sustancias para formar compuestos no tóxicos en la planta. Esto indica que los genotipos pueden tener daño por infección causado en la hoja en su sistema estructural por el hongo pero puede ser resistente a la toxina dentro de la planta en su sistema fisiológico y también lo contrario, ambos casos fueron observados en la evaluación de los materiales usados en la presente investigación.

En la cepa C-B-N se tiene que el patógeno empleado como fuente de inóculo influyó notablemente en la resistencia de las variedades, ya que al comparar el daño de la enfermedad, con esta cepa los genotipos presentaron una mayor resistencia que al ser inoculados con las demás, indicando que las cepas se comportaron diferente en su agresividad patógena siendo la C-EZ-1 la más agresiva y la C-B-N la menos agresiva y la intermedia la C-P-3. Es decir que el grado de agresividad varía dependiendo del aislamiento, teniendo entonces diferentes grados de fitotoxicidad en los genotipos (Stancheva, 1988; Stancheva, 1989). Agrios (1991) indica que en ambientes favorables, el resultado de infección o no infección en cada combinación patógeno-hospedero es predeterminado por el material genético tanto del hospedero como del patógeno. El número de genes que determinan la resistencia o la susceptibilidad varía de una planta a otra planta, de la misma manera como el

número de genes que determinan la virulencia o avirulencia varía de un patógeno a otro.

Al comparar los genotipos inoculados con la cepa C-EZ-1 se encontró que GIGANTE, DIAMANTE y 780646 son resistentes para ambos métodos, mientras que ALPHA presentó un grado de infección bajo en su primera evaluación, aumentando en su segunda evaluación la resistencia. Por la escasa información encontrada con respecto al grado de resistencia en relación al estado fenológico de la papa mencionaremos lo siguiente. Según las investigaciones realizadas en diferentes cultivos indican que los cultivos en estado adulto expresan mayor resistencia (Qi y Mew, 1986; Harder et al, 1984). Por su parte Hoopes et al (1986) al evaluar 15 progenies de plántulas de papa para tizón temprano observó que las plantas más viejas son las más susceptibles, mientras que Manners (1986) indica que puede ser que algunas plantas tengan resistencia en estado de plántula o en estado adulto. En esta investigación tuvimos plantas que tienen resistencia de planta adulta como también de plántula.

En la presente investigación faltaría la respuesta de los genotipos en el campo para saber la efectividad del filtrado en la comparación con los demás métodos.

CONCLUSIONES

De los métodos de inoculación empleados el filtrado tóxico resultó ser más agresivo y rápido en la detección de genotipos resistentes que la suspensión conidial, pero se requiere generar más información para que se considere como un método confiable.

La suspensión conidial permitió la detección de genotipos de papa resistentes al tizón temprano

Las cepas se comportaron de manera diferente en cuanto a su agresividad patogénica, siendo la C-EZ-1 la más agresiva, la C-B-N la menos agresiva e intermedia la C-P-3.

Al evaluar la resistencia de genotipos de papa a la cepa C-P-3 de *A. solani* tuvimos como resistentes para filtrado tóxico y suspensión conidial GIGANTE, DIAMANTE, y 780646.

Los genotipos resistentes para el filtrado tóxico y suspensión conidial de *A. solani* con la cepa C-B-N fueron GIGANTE, DIAMANTE, CEW y 780646.

Los genotipos resistentes al filtrado tóxico y suspensión conidial de la cepa C-EZ-1 resultaron ser DIAMANTE, GIGANTE y 780646.

Los genotipos GIGANTE, DIAMANTE y 780646 se comportaron como resistentes para todas las cepas y métodos de inoculación.

RESUMEN

La selección de variedades resistentes a enfermedades que se realiza en laboratorio e invernadero constituyen una alternativa a los métodos convencionales, en donde la evaluación y selección del material suele ser complicada si es a nivel de campo, ya que en muchas ocasiones se tropieza con problemas climatológicos, la no presencia del patógeno, así como la disponibilidad de tiempo, espacio y recursos económicos; por lo anterior el objetivo de esta investigación fue evaluar la resistencia de 13 genotipos de papa *Solanum tuberosum* al hongo *Alternaria solani*, utilizando para ello filtrado tóxico y suspensión de conidias procedentes de tres aislamientos de *A. solani* en el laboratorio. Las hojas fueron expuestas al filtrado tóxico, sumergiendo los pecíolos en 10 ml del mismo. Por otra parte, folíolos desprendidos de la planta fueron inoculados con una suspensión de 20,000 conidias/ml. Los resultados obtenidos fueron los siguientes el filtrado tóxico y la suspensión conidial de *A. solani*, afectaron diferencialmente los genotipos de papa encontrando además que el filtrado tóxico es fácil de manejar, más agresivo y rápido en la detección de genotipos resistentes y susceptibles en relación a la suspensión conidial, en cuanto a las cepas, se comportaron de manera diferente con

respecto a su agresividad patógena, siendo la C-EZ-1 la más agresiva, la C-B-N la menos agresiva e intermedia la C-P-3. Al evaluar la resistencia de genotipos de papa a la cepa C-P-3 de *A. solani* tuvimos como resistentes para filtrado tóxico y suspensión conidial a GIGANTE, DIAMANTE, CEW y 780646. Los genotipos resistentes para el filtrado tóxico y suspensión conidial de *A. solani* con la cepa C-B-N fueron GIGANTE, DIAMANTE, CEW y 780646. Los genotipos resistentes al filtrado tóxico y suspensión conidial de la cepa C-EZ-1 resultaron ser DIAMANTE, GIGANTE y 780646. Los genotipos GIGANTE, DIAMANTE y 780646 se comportaron como resistentes para todas las cepas y métodos de inoculación.

LITERATURA CITADA

- Agrios, N. E. 1991. Fitopatología. Ed. Limusa. México, D. F. 756p.
- Alexopoulos, C. J y Mims, C. W 1985. Introducción a la Micología. Ed. Omega. Barcelona. 638p.
- Allard, R.W. 1980. Principios de la Mejora Genética de las Plantas. Ed. Omega. Barcelona, 4 ed. 498 p.
- Ayvar, S.S., Michel, A.A., Mastache-l, A.D. Y Britos. 1992 XIX Congreso de Etiología e incidencia de enfermedades fungosas de seis variedades de tomate *Lycopersicum esculentum* M. en Cocula, Gro. Congreso Nacional de Fitopatología. 219 p.
- Barksdale, T.H. 1968 . Resistance of tomatoes seedling to early blight. *Phytopathology*. 59:443-446.
- Bidwell, R. G. S. 1979. Fisiología Vegetal. Ed. A.G.T. México D.F. 784 p.
- Bowen, W.S., Carrol, S.F., Bransford, J.W., y Glenn, S.K. 1963. Microbiología general y aplicada. 1ra ed. Ed. Salvat S.A. Barcelona Madrid. 541p.
- Cásseres, E. 1981. Producción de hortalizas. 3 ed. San José, Costa Rica. IICA. 387p.
- Cepeda, S.M. 1984. Revisión bibliográfica del tizón temprano *Alternaria spp.* UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 22p.
- Chand, J.N and Walker, J.C. 1963. Relation of age of leaf varietal resistance to bacterial multiplication in cucumber inoculated with *Pseudomonas Lachrymans*. *Phytopathology*. 54:49-51.
- Ciccarese, F. and Cirruli, M. 1980. Influence of light intensity, inoculum dilution and age on the expression of the Tm resistance genes in tomatoes (*Lycopersicum esculentum*). *Phytopathol z.* 98(3):237-245.
- Dickinson, C. H. 1987. Patología Vegetal y Patógenos de Plantas. Ed. Limusa. México D.F. 312p.
- Estrada, T.C. 1986. Reunión sobre investigación y análisis de

la problemática de papa *Solanum tuberosum*. UAAAN. Buenavista ,Saltillo,Coahuila

- Folsom and Bonde, R. 1925. *Alternaria solani* as a cause of tuber rot in patatus. *Phytopathology*. 15:282-286.
- French, R.E y Herbert, T.T. 1982. Métodos de investigación fitopatológica. Ed. IICA. San José Costa Rica.229p.
- García, R.A. 1959. Horticultura. Imprenta Hispano América. Barcelona.459 p.
- Glenn,P.S and Stahmann,M.A. 1951. The production of a toxic material by *Alternaria solani* and its relation to the early blight disease of tomatos. *Phytopathology*. 41:1104-1114.
- Guzmán,N.J., Thurston,H.D y Heidrick,E.L. 1966. Métodos de selección para resistencia parcial a *Phytophthora infestans* en el invernadero.*Am.Patoto J.*43:35-42.
- ✓ Harder,D.E.,McKenzi,R.I.H and Martens,J.W. 1984. Inheritance of adult plant resistance to crown rust in an accession of *Avena sterilis* . *Phytopathology*. 74:352-353.
- Hoopes,R.W., Plaisted,R.L and Thurston,H.D. 1986. Seedlingn screening for early blight resistance. *Am. Patoto.J.* 63:433.
- Horsfall, G.J. and Cowling, B.E. 1979. Plant disease an advanced treatise. Vol. V. Academic Press inc.New York.465p.
- Horsfall, G.J. and Cowling, B.E. 1980. Plant disease an advanced treatise. Vol. IV. Academic Press inc. New York. 466p.
- INEGI. 1995. Anuario estadístico del Estado de Coahuila. INEGI. México. 336p.
- Kodoma,M., Suzuki,T., Otani,H., Kohmoto,K and Nishimura, S. 1990. Purification and bioassay ot host-selective AT-toxin from *Alternaria solani* causing brown spot of tabaco. *Ann. Phytopath, Soc. Japan.* 56:628-636.
- Koh, I.J., Hwang, B.K and Chung, H.S. 1987. Adult-plant resistance of rice to leaf blast. *Phytopathology* 77:232-236.

- Kohmoto, K., Itoh, Y., Shimomura, N., Kondoh, Y., Otani, H., Kodama, M., Nishimura, S and Nakaatsuka, S. 1993. Isolation and biological activities of two host-specific toxins from the tangerine pathotype of *Alternaria alternata*. *Phytopathology*. 83:495-502.
- Kohmoto, K., Nishimura, S and Otani, H. 1982. Action sites for AM-toxins produced by the apple pathotype of *Alternaria alternata*. *Japan Sci, Soc, Press Tokyo/Springer-Verlag Berlin* 253-263.
- Lukens, R.L. 1966. Interference of low temperature with the control of tomato early blight through use of natural illumination. *Phytopathology*. 56:1430-1431.
- Lynch, D.R., Wastie, R.L., Stewart, H.E., Mackey, G.R and Nachmias, A. 1991. Screen for resistance to early blight *Alternaria solani* in potato *Solanum tuberosum* using toxic metabolites produced by the fungus. *Potato Research*. 34:297-304.
- Maiero, M., Bean, G.A and Ng, T.J. 1991. Toxin production by *Alternaria solani* and its related phytotoxicity to tomato breeding lines. *Phytopathology*. 81:1030-1033.
- Manners, G. J. 1986. *Introducción a la Fitopatología*. Ed. Limusa. México. D.F. 295p.
- Maximov, A. N. 1946. *Fisiología Vegetal*. Ed. Acme Agency, Buenos Aires .433p.
- Mendoza, Z. C. 1990. *Parasitología Agrícola*. UACH. México. 166 p.
- Mosqueda, C. G., De la Fuente, M. J. M., Jofrey, G. A y Herrera, E.L. 1991. Estrategias para generar plantas resistentes a toxinas de origen bacteriano. Primer Simposio Nacional de Biología Molecular en la Investigación Agrícola. Celaya, GTO. 130p
- Otani, H.K., Kohmoto, K., Kodama, M and Nishimura, S. 1989. Role of host-specific toxins in the pathogenesis of *Alternaria solani* Molecular strategies of pathogens on host plants (Patil, S.S., Ouchi, S., Mills, D and Vance, C.) *Springer-verlag*. Berlin. 140-149.
- Pérez, U.G. 1986. Reunión sobre investigación y análisis de la problemática de papa *Solanum tuberosum*. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila
- Ponnd, G.S and Stahmann, M.A. 1951. The production of a toxic material by *Alternaria solani* and its relation to

the early blyght disease of tomato. *Phytopathology*. 41:1105-1115.

✓ Qi, Z. and Mew, T.W. 1985. Adult-plant resistance of rice cultivars to bacterial. *Plant Disease* 69:896-898.

Rodríguez, L.M. 1975. Relación huésped-parásito mecanismos de patogenicidad de los microorganismos. Caracas Venezuela. 83p.

Rojas, A. M. 1974. Prueba de un método de selección de variedades de cártamo (*Carthamus tinctorius* L) resistentes a *Alternaria carthami* corda. Empleando la pathoxina del hongo. Tesis Maestría. Inst. Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey.

Salinas, G.S.A. 1979. Evaluación de las resistencia de seis variedades de tomate *Lycopersicum esculentum* Mill. a *Alternaria solani* empleando el filtrado tóxico del hongo. Tesis Maestría. Inst. Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey.

Salisbury, B.F and Ross, W.C. 1978. *Plant physiology*. Wadsworth Psolishing Company. 422p.

Sanabria, A. N. 1977. Evaluación de resistencia de seis variedades de cártamo *Carthamus tinctorius* L a *Alternaria carthami* Corda empleando el filtrado toxico del hongo. Tesis Maestría. Inst. Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey.

SEP. 1982. *Papas Manual para Educación Agropecuaria*. Ed. Trillas. México D.F. 54 p.

Stancheva, -I. 1988. Evaluating the susceptibility of tomato to *Alternaria solani* by using the cultural filtrate of the psthogen. *Rasteniiev'dni-Nauki*. 25:71-76.

Stancheva, -Y. 1989. Investigations of the phytotoxic activity of culture filtrates of different isolotes os *Alternaria solani*. *Rasteniiev'dni-Nauki*. 26:97-101.

Steward, F.C. 1966. *Plant physiology*. Vol. IVB. Academic Press. New York. 599p.

Strobel, G.A and Mathre, E.D. 1970. *Outlines of plant pathology*. Van Nostrand Reinhold Company. New York. 465p.

Valdez, L. A. 1994. *Producción de hortalizas*. Ed. Limusa. México. D.F. 298p.

- Vanderplank, E. J. 1968. Disease resistance in plants. Academic Press. New York.
- Vanderplank, E.J. 1978. Genetic and molecular basis of plant pathogenesis. Academic Press. New York.167p.
- Walker, C.J. 1965. Patología Vegetal.Ed. Omega. Barcelona. 2 ed. 828 p.
- Williame, F. 1982. Principles of plant disease management. Academic Press.inc. London.378p.

APENDICE

Cuadro A.1 Medio nutritivo para la producción de filtrado tóxico. Maiero, Bean y Nj (1991)

KH ₂ PO ₄	1.0 gr.
MgSO ₄	0.5 gr.
Caseina hidrolizada	6.0 gr.
Sacarosa	100 gr.
FeSO ₄	1 mg.
CuSO ₄	0.15 mg.
ZnSO ₄	0.10 mg.
Na ₂ MoO ₄	0.10 mg.
Agua destilada	1000 ml.

pH 4.9

Cuadro A.2. Análisis de varianza para severidad del daño en pecíolos de papa causado por la aplicación de filtrado tóxico de *A. solani* esterilizado por calor húmedo y por filtrado

FV	GL	CM	F
TRATAMIENTOS	5	9.16	0.41 NS
ERROR	12	22.22	
TOTAL	17		

C.V. = 5.01 %

Cuadro A.3. Análisis de varianza para severidad del daño sobre pecíolos de papa causado por el filtrado tóxico obtenido de 10 aislamientos de *A. solani* procedentes de Parras Coah.

FV	GL	CM	F
TRATAMIENTOS	9	141.34	1.71 NS
ERROR	20	82.26	
TOTAL	29		

C.V. = 12.12 %

Cuadro A.4. Análisis de varianza para severidad del daño sobre pecíolos de papa causado por filtrado tóxico obtenido de 5 aislamientos de *A.solani* procedente de Buenavista Coah.

FV	GL	CM	F
TRATAMIENTOS	4	60.00	2.11 NS
ERROR	10	28.33	
TOTAL	14		

C.V. =9.45 %

Cuadro A.5 Análisis de varianza para severidad del daño sobre pecíolos de papa causado por filtrado tóxico obtenido de 10 aislamientos de *A.solani* procedentes de Emiliano Zapata Coah.

FV	GL	CM	F
TRATAMIENTOS	9	1118.08	15.99 NS
ERROR	20	69.90	
TOTAL	29		

C.V. =11.64 %

Cuadro A.6 Análisis de varianza para severidad del daño sobre folíolos de papa causado por 11 diluciones de filtrado tóxico de *A.solani*.

FV	GL	CM	F
TRATAMIENTOS	10	3875.66	294.68**
ERROR	22	13.15	
TOTAL	32		

C.V. =4.77 %

Cuadro A.7 Resultado de la comparación de medias para severidad del daño sobre folíolos de papa causado por 11 diluciones de filtrado tóxico de *A.solani*.

TRATAMIENTO	PORCIENTO DE FILTRADO	¹ MEDIA	² SIGNIFICANCIA
1	100	100	A
2	90	100	A
3	80	100	A
4	70	100	A
5	60	100	A
6	50	96	AB
7	40	93	B
8	30	76	C
9	20	45	D
10	10	25	E
11	0	0	F

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

1.- Valores en por ciento.

2.- Los tratamientos que poseen la misma letra son estadísticamente iguales.

Cuadro A.8 Análisis de varianza para severidad del daño sobre pecíolos de papa causado por 11 diluciones de filtrado tóxico de *A.solani*.

FV	GL	CM	F
TRATAMIENTOS	10	79.60	1.83 NS
ERROR	22	43.36	
TOTAL	32		

C.V. = 12.25 %