



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA

**EVALUACION DE LA RESISTENCIA
A "PUDRICION RADICULAR" (Phytophthora cinnamomi Rands)
DE 30 SELECCIONES
DE AGUACATE CRIOLLO EN EL BAJIO**

Por:

JUAN DIEGO DE LA TORRE VIZCAINO

T E S I S

Presentada como requisito parcial para
obtener el título de:

**INGENIERO AGRONOMO
FITOTECNISTA**

LAS AGUJAS MPIO. DE ZAPOPAN, JAL.

1983



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente

Número

Junio 4, 1983.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____

JUAN DIEGO DE LA TORRE VIZCAINO titulada,

"EVALUACION DE LA RESISTENCIA A "PUDRICION RADICULAR" (*Phytophthora cinnamomi* Rands) DE 30 SELECCIONES DE AGUACATE CRIOLLO EN EL BAJIO."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR.

DR. JESUS ALBERTO BETANCOURT VALLEJO



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

ASESOR

ASESOR

ING. CARLOS MANUEL DURAN MARTINEZ

ING. AUSTREBERTO BARRAZA SANCHEZ

hlg.

DEDICATORIA



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

Con todo cariño y profundo amor a mis padres:

Ramón de la Torre Echeverría
Ma. del Refugio V. de de la Torre

Quienes han sido la guía constante e impulsado
mi superación.

A mi Esposa:

Graciela Margarita

Por su apoyo, comprensión e insuperable ayuda
en los momentos difíciles.

A mis hijos:

Juan Diego

y

María José

Mi gran riqueza y responsabilidad.

A mis hermanos:

Irma Estela, Verónica, Sandra Guadalupe, María Ro
salla, Rosa Adriana, María de las Mercedes, Martín
Ramón y Francisco Rodrigo

Por la fraternidad que hemos logrado.

A mis Compañeros y Amigos.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

AGRADECIMIENTOS

A la Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara, por la oportunidad para realizar mis estudios de Licenciatura.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, por las facilidades para la realización de esta tesis.

Al M.C. Javier Martínez Alemán, por su valiosa colaboración y sugerencias para llevar a cabo el presente trabajo.

Al Dr. Jesús Alberto Betancourt Vallejo, por sus atinadas sugerencias y revisión del trabajo.

Al Ing. Austreberto Barrasa, Ing. Carlos Manuel Durán Martínez, por su ayuda en la revisión del trabajo.

A la Srta. Q.I. Beatriz Hurtado G., por su valiosa colaboración en análisis de laboratorio.

A la Srta. Ma. Concepción Baylon Vázquez, por su valiosa colaboración en el trabajo mecanográfico.

A mi esposa, por su apoyo y entera.

Y a todas las personas que de una u otra forma me ayudaron a realizar este trabajo.

I N D I C E

	Pág.
DEDICATORIAS	i
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE	iiii
INDICE DE CUADROS	iiiiiii
INDICE DE FIGURAS	iiiiiii
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	4
<i>Phytophthora cinnamomi</i>	4
Origen, Descripción y Taxonomía	4
Sintomatología	8
Serología	9
Esporulación y estadio sexual	9
Efecto de la temperatura en el crecimiento y germinación de esporas sexuales y asexua les	13
Efecto de ph	15
Efecto de la aereación	15
Fuentes de resistencia	16
Control	17
Prevención de la enfermedad	18
Control químico	19
Control físico	22
Control biológico	24

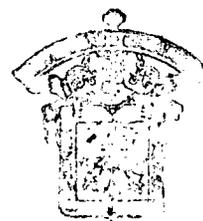


ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

Pág.

Control genético	26
MATERIALES Y METODOS	31
Descripción de la zona de estudio	31
Material genético	31
Cantidades de semilla por colecta	34
Técnica utilizada en la prueba	34
Modificaciones de la técnica a condicio nes locales	35
Colecta del patógeno	35
Aislamiento a partir de raicillas	36
Inoculación	36
Postulados de Koch	37
Evaluación de resistencia	38
RESULTADOS Y DISCUSION	39
Aislamiento a partir de raicillas	39
Postulados de Koch (reaislamiento)	39
Variaciones observadas en el contenido de ph en la solución	40
Observación de las temperaturas y aereación pa ra la evaluación de resistencia	40
Observación de <i>P. cinnamomi</i> después de la ino culación	41
Prueba de resistencia de selecciones de agua cate criollo al ataque de <i>Phytophthora cinnā momi</i> Rands	42
CONCLUSIONES	52
RESUMEN	53

	Pág.
BIBLIOGRAFIA	55
APENDICE	61



BIBLIOTECA NACIONAL DE MEXICO
BIBLIOTECA

INDICE DE CUADROS

	Pag.
1. Lugar de origen de las selecciones de aguacate criollo utilizadas en el presente estudio <u>con</u> tra <i>Phytophthora cinnamomi</i>	32
2. Resultados de las pruebas de resistencia considerando la totalidad de planta de selecciones de aguacate criollo a <i>Phytophthora cinnamomi</i> bajo condiciones de invernadero. Celaya, Gto. 1983	49
3. Porcentaje de resistencia de selecciones de aguacate criollo a <i>Phytophthora cinnamomi</i> considerando infección en las raíces bajo pruebas de invernadero. Celaya, Gto. 1983	50
4. Pruebas de resistencia considerando altura de la planta de aguacate criollo de 13 a 19 cm contra el hongo <i>Phytophthora cinnamomi</i> . Celaya, Gto. 1983.....	51

iiiiii



INDICE DE FIGURAS

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS

	Pag.
1. Esporangios característicos de <i>Phytophthora cinnamomi</i> reaislados de raicillas en selecciones de aguacate criollo	43
2. Esporangio de <i>Phytophthora cinnamomi</i> mostrando proliferaciones	47

INTRODUCCION



COMISIÓN NACIONAL
DE DESARROLLO AGRARIO

Según datos históricos existen evidencias de que el aguacate existía en México, América Central y América del sur desde antes de la llegada de los Españoles. El nombre del árbol de aguacate en el dialecto mexicano es AHUACAQUAHUIT del nombre mexicano ahuacatl, del cual se deriva el nombre de aguacate, en Maya On y en Tarasco se le nombra CUPANDA. Popenoe (27), reafirma las evidencias al mencionar que crece cultivada o en forma espontánea en muchas áreas de México. También asegura que en las islas de las Antillas no existían, hasta que los Españoles llevaron variedades cultivadas y silvestres de México y Centro América.

A nivel mundial, México ocupa el 1er. lugar en producción de aguacate (2) y es de gran importancia en la economía del país, debido a la superficie cultivada de 52,988 ha y una producción de 461,000 toneladas de fruta; los principales estados productores son: Michoacán, Puebla, Veracruz, México, Colima, Sinaloa, Guanajuato, Morelos y Jalisco*. En el estado de Guanajuato se explotaban en 1970 un total de 850 ha observandose un aumento del 87% en la superficie ya que en 1980 esta fue de 1,565 ha**. Dicha superficie dentro del estado de Guanajuato representada hasta en un 70% de las plantacio

* Datos tomados de la Dirección General de Economía Agrícola. 1981.

** Datos tomados de la Comisión Nacional de Fruticultura. 1980.

nes de aguacate, por los municipios de Celaya (San Juan de la Vega) y Comonfort ubicadas en la porción que para fines de trabajo dentro del estado se denomina "Bajío".

Entre las limitantes para la producción de aguacate se encuentran diversas enfermedades causadas por hongos, bacterias, nemátodos e insectos. Las enfermedades del aguacate más comúnmente observadas son: "Pudrición radicular", "Pudrición Texana", "Antracnosis", "Roña", "Fumagina", "Mancha de Chapopote" y otras de menor importancia.

* La "Pudrición radicular" del aguacate es una enfermedad fungosa, que es causada por el hongo *Phytophthora cinnamomi* el cual se encuentra presente en todos los suelos y se vuelve peligroso cuando persisten condiciones favorables para su desarrollo.

Si tomamos en cuenta que aparte de ser el principal productor, México es el principal consumidor de aguacate en el mundo, aproximadamente 7 kilogramos percapita y que genera ocupación anual para más de 20,000 jefes de familia en forma directa, más las que se desprenden de esta actividad, ya que se requiere de infraestructura y comercialización, justifica plenamente la búsqueda de fuentes de resistencia, aprovechando la gran riqueza de material nativo, el cual representa el 95% de la superficie plantada con aguacate en Guanajuato para así en el momento en que a nivel nacional *Phytophthora ci*

nnamomi sea problema, contar con patrones resistentes y utilizarlos como porta injertos de variedades mejoradas.

Para tal efecto en 1972 se inició una colecta de aguacate criollo en zonas de México e introducciones de California y Hawai. Estas colectas se encuentran concentradas en el Campo Agrícola Experimental Bajío, dependiente del CIAB-INIA, cuyas metas están encaminadas a preservarlos y caracterizarlos con fines agronómicos y seleccionar las mejores variedades.

En virtud de lo anterior el criterio empleado en la recopilación de estos materiales no contempló el hacerlo en zonas infestadas con *Phytophthora cinnamomi*.

Los reportes sobre plantas resistentes de aguacate *Persea americana* indican que bajo severas condiciones de infestación no toleran la enfermedad (48, 53, 47); por lo que es muy probable que los materiales a evaluar sean susceptibles. Sin embargo se desea adecuar la técnica de evaluación propuesta por Zentmyer (51), el cual es el objetivo principal del presente trabajo y si se identifica resistencia establecer las bases para un programa de mejoramiento genético a largo plazo a condiciones locales.

REVISION DE LITERATURA

Phytophthora cinnamomi

Origen, Descripción y Taxonomía

* El primer reporte sobre la presencia de *Phytophthora cinnamomi* en la raíz del aguacate fue hecho en Puerto Rico por Tucker 1920, citado por Crandall (10) en donde menciona la habilidad del hongo para desarrollarse en suelos con drenaje deficiente.

* Rands (29) en su escrito original en 1922 desde Sumatra comenta que el hongo *Phytophthora cinnamomi* está presente dentro de las plantaciones a lo largo de la isla como hospedero natural el cual es nativo de esta región. Sin embargo no se ha llegado a un acuerdo sobre el origen real del hongo, pres-tándose a una serie de especulaciones sobre este patógeno que abarca una gran extensión y sobre la posibilidad de identificar cualquier sitio donde puede aparecer como hongo nativo. La pregunta del origen de este patógeno y su despliegue a los lugares más remotos de su distribución es fascinante y desafiante Zentmyer (43).

En base a datos de temperatura, el hongo se desarrolla bien en temperaturas medias o regiones tropicales. Con temperaturas en el suelo menos de 6C y mayores de 34-36C el hongo no sobrevive. El rango óptimo de temperatura para su de

sarrollo es entre 21C y 27C. El patógeno no sobrevive o se extiende bien cuando el suelo tenga bajo contenido de humedad. Esto explica el origen de la secadera de plantas en zonas similares (temperatura y contenido de humedad excesivo en el suelo) del mundo. Estas zonas con condiciones ambientales similares abarcan en América desde México a Perú y Brasil, el Noreste de Australia, las partes altas de Papua, Nueva Guinea y el Archipiélago Malayo.

En su resumen sobre la presencia de *Phytophthora cinnamomi* en Australia, Pratt y Heather (28) concluyen que el hongo es originario del este y sureste de Australia basándose en la distribución de plantas resistentes y susceptibles, la gran variación en los aislamientos y la presencia de dos tipos A¹ y A². Pratt (43) menciona en un escrito posterior que el tipo A² es el más común en todas las áreas de Australia.

Análisis posteriores revelan que el posible origen del patógeno es Asia y que fue introducido por los primeros exploradores Españoles, Portugueses, Franceses e Ingleses por medio de suelo y plantas a EE.UU., Indias orientales y occidentales así como Africa, Europa y otros puertos de América Crandall y Gravatt (11).

Zentmyer (43) en su estudio sobre la biología y control de *P. cinnamomi*, realizó pruebas para determinar si el hongo es nativo del sur de California así como América tropical, don

de el aguacate y otras especies del género *Persea* son nativas. Estas consistieron en tomar muestras de áreas de chaparral, de los que extrajo e hizo cultivos de raíz; de arriba de 300 muestras no se encontró *P. cinnamomi*.

* Un centro de origen en Latinoamérica (México o Centro América) puede ser posible; desde el punto de vista climático y de fauna las partes de esta área satisfacen muchos de los requerimientos del hongo. Sin embargo las conclusiones hasta ahora son negativas por lo que muestreos actuales se justifican con seguridad. En conclusión el comentario hecho por Rands en el sentido de que "el hongo está presente como hospedero natural a lo largo de la isla (Sumatra) el cual es nativo de esa región" es indudablemente significativo para el origen de *P. cinnamomi* Zentmyer (43).

* Una nueva especie de *Phytophthora* la que se denominó *P. cinnamomi* y que fue aislada de Cancros de *Cinnamomi burmani*, fue descrito en 1922 y posteriormente los especialistas no se han puesto de acuerdo respecto a la identificación específica de *P. cambivora* y *P. cinnamomi* Rands (29), sin embargo Tucker (33) sostiene que *P. cinnamomi* es más apta para producir abundantes vesículos esféricos en medios sólidos, oosporas más pequeñas comparadas con las de *P. cambivora*.

* Frezzi (15) describe la forma típica de la especie de la siguiente forma:

Micelio: muy toruloso y con vesículas grandes, globosas esféricas, periformes, medianamente ramificado, de 3.5 micras de diámetro, término medio 8 micras.

Zoosporangios: Aptitud para producirlos; de forma ovaladas, oval-alargadas, no se desprenden, color amarillo limón, de 23 a 63 micras de largo por 15 a 38 micras de ancho, originando a las pocas horas zoosporas biciliadas de 12.5 a 27 micras, o también germinar directamente como conidias.

Zoosporandios no papilados

Pedicelo: No se desprenden del zoosporangioforo

Zoosporangioforo: Robusto, de aspecto de hifa vegetativa simple o ramificado en simpodio: naciendo los zoosporangios subsiguientes por desarrollo del zoosporangioforo en el punto de unión con el zoosporangio o también por proliferación de este.

Clamidosporas: La especie *P. cinnamomi* tiene aptitud para producirlos. Estas son, esféricas, ovaladas, periforme, color limón con tonos más o menos oscuros; comúnmente terminales, sustentadas por un pedúnculo grueso o breve, a veces reunidas en racimo: también dispuestas lateralmente a la hifa, de 15 a 59 micras de diámetro, término medio 38.5 micras.

No se observaron órganos sexuales

Existe gran diversidad de opiniones sobre la ubicación

taxonómica del hongo *P. cinnamomi*, por lo tanto la presente está tomada de Alexopoulos (1) y es como sigue:

División : Mycota
 Sub-división : Eumycotina
 Clase : Phycomycetes
 Sub-clase : Oomycetidae
 Orden : Peronosporales
 Familia : Phythiaceae
 Género : *Phytophthora*
 Especie : *cinnamomi*

Sintomatología

Las lesiones que causa *P. cinnamomi* sobre sus hospederos son de diferentes tipos. Zentmyer (43) afirma que en aguacates primeramente afecta las raíces absorbentes más pequeñas (1 a 3 mm de diámetro) produciendo pudriciones pardo oscuras, avanzando lentamente por la parte dura de las raíces.

Sobre el mismo hospedero el patógeno puede invadir el tronco, causando lesiones en forma de llaga las cuales exudan una goma gelatinosa (24). Estos cánceres han sido reportados atacando troncos de variedades comerciales como Booth 7, Booth 8, Hall, Hickson, Lula, Pollock Peterson, Nabal, Zutano, fuerte y Anaheim. Huguein et al (23).

Los síntomas en la parte aérea se observan por una re

ducción en el tamaño de las hojas, follaje amarillo, marchitez y muerte de ramas, reducción del desarrollo, un anormal pegue de frutas acompaña los principios de la enfermedad, que como consecuencia de la destrucción de raíces, resulta una acumulación de carbohidratos en las puntas del árbol (43).

Serología

Realmente son muy pocas las investigaciones sobre este punto que se han realizado; sin embargo en 1966 mediante la obtención de ceras específicas para especies, se propuso su utilización para identificar a *P. cinnamomi*, *P. cactorum* y *P. erythroseptica* (6).

En otro estudio más reciente de métodos serológicos por "análisis de inmunodifusión" y "antígenos citoplásmicos" de *Phytophthora*, no se estableció diferencia entre los tipos A¹ y A² de *P. cinnamomi* o entre *P. cryptogea* *P. drechsleri* Tucker, confirmándose la posibilidad de que las últimas dos especies sean una (20). La serología parece tener posibilidades distintivas entre algunas especies de *Phytophthora*, aún cuando los estudios no han sido todavía amplios que indiquen la utilidad para el género (43).

Esporulación y estadio sexual

El hongo *P. cinnamomi* como muchas otras especies del mismo género, tiene cuatro estadios de esporulación: esporangios,

zoosporas (las cuales son expulsadas del esporangio bajo ciertas condiciones), clamidosporas y oosporas. Estos tipos de esporulación, diferentes en forma y función, son afectadas por varios factores ambientales y nutricionales. Cada esporangio puede producir de 10 a 30 zoosporas móviles en menos de 1 hora bajo condiciones ambientales favorables; los esporangios, son no papilados y persistentes (no caducos), teniendo reportes de varios tamaños y formas de ellos (43). Rands (29) en su descripción original, presenta dimensiones para el esporangio: rangos en tamaño de 25-100 x 18-43 milimicras, con promedios en tamaño de 5.7 x 33 y una media en su relación largo/ancho de 1.7.

Haasis et al (19) menciona que en aislamientos del tipo A^2 de *P. cinnamomi* sus esporangios cuyos rangos fueron de 28-80 x 21-52 milimicras y su relación L:A (largo/ancho 1.39 son más cortas que las de tipo A^1 del mismo hongo en las que sus rangos varían de 15-103 x 11-52 milimicras con una relación L:A de 1.43.

En aislamientos del tipo A^2 de aguacate y del tipo A^1 de Camelia en California, el primero fue más grande que el segundo con relaciones: L:A de 1.94 y 1.54 respectivamente (22). Respecto a las formas de los tipos A^1 y A^2 , en Australia (32) describen al primero con forma de limón y al segundo con esporangios ovopiriformes.

La producción de zoosporas se presenta cuando la temperatura del líquido donde se encuentran los esporangios es disminuida varios grados; los factores ambientales tienen efectos sobre la germinación; generalmente con alguna variación específica, la liberación de zoosporas sería cuando se reduce la temperatura y germinarían por un tubo germinativo con una temperatura superior a la del medio de cultivo (43).

La germinación de los esporangios de *P. infestans*, *P. erythroseptica* y *P. palmivora* es a temperaturas de 24C 22-26C, 30 y 34C, en forma directa, respectivamente con una temperatura ideal para *P. palmivora* de 22C (12, 34, 9).

Las zoosporas de *P. cinnamomi* son movidas por dos flagelos, con forma de látigo y otro de oropel decorativo exhibiendo pelos en las puntas y en los lados del flagelo en forma de látigo (43, 13).

Generalmente dentro del género *Phytophthora* a las zoosporas se les considera uninucleares. Shepherd y Pratt (32) reportan que 0.7% de 1,600 zoosporas producidas bajo condiciones normales fueron binucleares siendo más largas que las uninucleares.

Las clamidosporas son formadas en raíces enfermas y son liberadas dentro del suelo cuando estas mueren (43).

Ha sido el propágulo principal recuperado del suelo en

pruebas para *P. cinnamomi* en dilución plateada, de suelos de plantaciones y por técnicas de suelo tamisado húmedo. Las clamidosporas pueden persistir en raíces muertas y en suelo, permitiéndole al hongo sobrevivir largos períodos en ausencia de un hospedero vivo (55).

El estado sexual en *P. cinnamomi* puede producirse por medio de cruzas interespecíficas al parecer en los aislamientos con el tipo opuesto de otras especies del género por cruzas interespecíficas de especies heterotálicas normales apareando los tipos A¹ y A²; y por iniciación de sexualidad como un organismo homotálico en cultivos simples por varios medios (43).

La formación de oosporas en cruzas interespecíficas facilitan la identificación de especies; Waterhouse 1950 citado por Zentmyer (43) al notar que en cruzas entre *P. cinnamomi* y *P. cryptogea* y *P. cinnamomi* y *P. palmivora*, fueron encontrados dos tipos de oosporas y oogonias: una oogonia pequeña (22 a 28 milimicras) típica de *P. cryptogea* y otra larga (29 a 37 milimicras o más) típica de *P. cinnamomi*.

Se ha reportado la presencia del tipo A¹ compatible en árboles de *Macadamia* en Hawai y de *Camelia* en EE.UU., el que al aparearse con *P. cinnamomi*, *P. capsici* Leonian *P. citrophthora*, *P. cryptogea*, *P. drechsleri*, *P. palmivora*, *P. parasitica*, *P. parasitica* var. *Nicotiana* y *P. syringae* se observó la reducción de oosporas (40, 18). *P. cinnamomi* es recono

cida como una de las especies de *Phytophthora* con tipos compatibles A¹ y A² (43).

Los aislamientos de *P. cinnamomi* para la producción de oosporas a partir de organismos homotáticos solo se logra en el tipo A² de este hongo (43), en cultivos simples bajo condiciones especiales; las condiciones con la estimulación química en cultivos viejos y jóvenes (los primeros de 6 meses o más y los segundos de 1 mes y medio aproximadamente), en extractos de raíz de aguacate o con la presencia de *Trichoderma viridie*.

Efecto de la temperatura en el crecimiento y germinación de esporas sexuales y asexuales.

La temperatura y otros factores ambientales como la aeración, luz, etc. juegan un papel importante en el crecimiento y desarrollo de diferentes especies de *Phytophthora* (30), considerándose a *P. cinnamomi* como un patógeno de temperatura moderada.

Las temperaturas óptimas para el desarrollo de *P. cinnamomi* en aislamientos hechos por varios investigadores (43) se puede resumir de la siguiente forma: generalmente se encontró como temperatura mínima 10C, con pocos aislamientos que crecieran a 5C, un rango óptimo se consideró entre 24-27C y un máximo de 33-34C con aislamientos de desarrollo insignifi

cante a 36C. Estudios más recientes reportan temperaturas mínimas de 5-15C, óptimos 20-32, 5C y máximas de 30-36C.

En Australia (32) determinaron la temperatura óptima o principal a 50 aislamientos encontrando una fuerte disminución en el crecimiento fuera del rango de 5-35C en 187 aislamientos de *P. cinnamomi* en 24 localidades que involucran 4 continentes (43), el patógeno no creció a 9-10C y a más de 36C, encontrándose que a 33C varios aislamientos crecieron abundantemente y el mayor porcentaje estuvo en rangos entre 21 y 30C.

La temperatura tiene similar efecto sobre la germinación de esporas para la reproducción sexual y asexual del patógeno (30).

Zentmyer y Marshall (50), reportan producción de esporangios en forma abundante a 24C, siendo esta inapreciable abajo de 12C y arriba de 30C, sobre P D A (papa dextrosa agar) como medio de cultivo.

Zentmyer (43) reporta un dato no publicado sobre la producción de clamidosporas en temperaturas similares a las de producción de esporangios, donde encontró baja producción fuera del rango de 12-30C, y abundantes a 24C no encontrando a 33C. También menciona que la temperatura para producción de oosporas más baja que para el desarrollo o para producción de otro tipo de esporas. Relativamente poca abundancia de

oosporas de *P. cinnamomi* (7), fue encontrada a 20, 24 y 28C. En cruces entre *P. cinnamomi* y *P. cryptozea* las oosporas se formaron entre 12 y 28C pero fueron más abundantes a 23 y 25C.

Efecto de P H

La información en relación a la influencia que puede tener el P H en el desarrollo de aislamientos de *P. cinnamomi* es mínima e inconclusa.

Ribeiro (30) menciona que la producción de esporangios puede ser afectada en muchas especies del género *Phytophthora* por p h alto causado por acumulación de sales de amonio; Huguéin 1974 citado por Ribeiro (30) afirma que no hubo diferencia significativa para la producción de clamidosporas en rangos de p h de 4.5-7.0. Chee (8) reporta que un p h de 5.8 es óptimo. Ribeiro (30) dice que las oosporas del género *Phytophthora* germinan en rangos muy amplios de p h.

Zentmyer (43) encontró germinación de clamidosporas sobre un rango de p h de 3 a 9; la óptima fue de p h 5.0 a 7.0 y la germinación no ocurrió a p h de 2.5.

Efecto de la aereación

La aereación es importante en la producción de esporangios para varias especies de *Phytophthora* esta se reduce por

la disminución en la concentración del O_2 o el incremento de la concentración de CO_2 en el aire; el incremento en la producción de oosporas se observó cuando el O_2 fue más bajo de 1 y 5%, pero disminuyó con incrementos de CO_2 cuando el nivel de O_2 fue 1.5 o 20% (25). Klotz et al citado por Zentmyer (43) encontraron que zoosporas de *P. parasitica* y *P. citrophthora* no germinaron en gas de nitrógeno conteniendo menos de 0.4% de O_2 zoosporas de ambas especies germinaron en la presencia de 0.1, 0.4 y 21% de O_2 con más rápida extensión del tubo germinativo en el nivel más alto de O_2 . Después reportaron que zoosporas de *P. parasitica* germinaron bien a todos los niveles de O_2 usados, desde 40 partes por billón (ppb) a 40 partes por millón (ppm), pero concentraciones de 40 a 160 ppb mostraron un marcado retraso en la germinación de zoosporas de *P. citrophthora*. Con estas diferencias entre dos especies de *Phytophthora*, el efecto del O_2 sobre la germinación de zoosporas de *P. cinnamomi* es difícil de estimar.

Fuentes de resistencia

Aparentemente no existen fuentes de resistencia al patógeno en México. En visitas efectuadas por el autor a viveros comerciales ubicados en Uruapan y Tacámbaro, Michoacán se confirma que no se están empleando patrones ya sea por esta ca o semilla considerados resistentes.

* Galindo y Zentmyer (17) reportan un proyecto cooperati

vo cuyo objetivo principal fue de coleccionar y probar materiales aprovechando la gran riqueza que existe en México de aguacate y diferentes especies del género *Persea*; se observó un mayor porcentaje de resistencia en las tres especies encontradas *Persea pachypoda*, *Persea liebmanni* y *Persea shiedeana* que en las más de 6,000 semillas probadas de *Persea americana*.

De acuerdo a bibliografía consultada por el autor, el anterior es el único artículo relacionado con la búsqueda de fuentes de resistencia en México.

Control

Existen muchas y variadas formas de control para *P. cinnamomi* consideradas como el último objetivo en las investigaciones fitopatológicas. Conociendo el ciclo de vida del patógeno, es evidente la interacción que existe entre este, el hospedero y algunos factores ambientales para que el control sea potencialmente útil.

El proceso de la enfermedad depende extraordinariamente de la humedad y la temperatura y las medidas de control son diferentes para cultivos anuales. El patógeno puede permanecer en el suelo por grandes períodos de tiempo en ausencia de un hospedero, por lo que medidas preventivas con rotaciones de cultivo son negativas. Una vez que el suelo presenta condiciones favorables junto con factores ambientales, el pa

tógeno representa gran porcentaje de propágulos infecciosos los cuales dificultan grandemente su control.

Zentmyer (43) menciona 5 formas de control y que se pueden aplicar según sean los recursos de que se disponga.

Prevención de la enfermedad

Como medidas preventivas para la enfermedad deben considerarse 2 aspectos primordialmente:

Producción y distribución de plantas de vivero sanas y evitar que esta se extienda en el campo.

Baker 1950 citado por Zentmyer (43) ideó el sistema U.C. que involucra el uso de semillas sanas, suelo desinfectado y procedimientos sanitarios en el vivero.

La semilla sana en el caso de *P. cinnamomi* sobre aguacate se asegura con tratamientos de agua caliente. La desinfección del suelo se puede obtener por el uso de fumigantes como Bromuro de Metilo o por sistemas de esterilización. Como medidas preventivas dentro del vivero incluyen diferentes vías; utilizar suelo no infectado en el relleno de las macetas donde estarán las plantas, evitar el uso de agua conteniendo esporas del patógeno y otras muchas medidas como desinfección de los implementos de trabajo, etc.

P. cinnamomi puede extenderse o diseminarse por el agua de lluvia sobre suelos infestados, sobre varios tipos de implementos, vehículos, zapatos, pezuñas de animales, etc. y también por el gradual desarrollo del patógeno a través del suelo y a través de cubrir parcialmente el sistema radicular. Las medidas preventivas pueden abarcar desde establecer maneras o formas de evitar el movimiento superficial de aguas negras de suelos infestados a suelos limpios y en situaciones favorables limitar la disminución del hongo a través del suelo mediante el establecimiento de varios tipos de barreras (57).

Control químico

Un porcentaje muy elevado de lesiones causadas por *P. cinnamomi* afectan directamente la zona radicular de cualquier planta hospedera, por lo que su control presente más dificultades en el suelo, que si éstas dañaran el follaje o fruto.

Para el control químico de *P. cinnamomi* se puede dividir en 2 aspectos: utilizando fumigantes para el suelo antes de la plantación definitiva y fungicidas aplicados al suelo en plantas ya establecidas.

Zentmyer (35) llevó a cabo pruebas en laboratorio y con suelo en invernadero, utilizando Vapam (Methyl dithiocarbamato de Sodio), D-D, Telone (chlorinato hidrocarbano) y Bromu

ro de Metilo como fumigantes del suelo concluyendo que todas son efectivas al eliminar o reducir grandemente la población de *P. cinnamomi* usando dosis altas, bajo condiciones óptimas del suelo para su penetración. Las pruebas en invernadero de mostraron efectividad cuando se utilizaron 200 ppm de Vapam en 2-4 gal/pie², D-D y Telone 150-200 gal/acre y 1 a 2 lb/pies² de superficie de Bromuro de Metilo, a profundidades que varia ban de 6-24 pulgadas.

El aguacate es considerado un cultivo frutícola de gran valor, por lo que es necesario utilizar diferentes prácticas de fumigación en el vivero y en el campo. En el vivero uti lizando suelo desinfectado contra *P. cinnamomi* o cualquier otro patógeno, para producir plantas libres de la enfermedad. Y en el campo las fumigaciones en el suelo pueden frecuente mente eliminar al patógeno de lugares donde se ha introduci do en plantas de viveros infestados si los lugares son detec tados a tiempo. Los sitios fumigados en el campo pueden re ducir drásticamente la población del patógeno y permitir la replantación, particularmente si se utilizan patrones resis tentes.

Todavía no se encuentran fumigantes capaces de eliminar radicalmente al patógeno de un campo infestado de *P. cinnamo* mi, sin embargo, se ha comprobado que el uso de fumigantes del suelo, como los antes mencionados, pueden reducir la po blación del hongo.

Los primeros fungicidas reportados en la década de los 30's, fueron formados a base de cobre. Para el caso de *P. cinnamomi* en vivero se recomendó tratar con sulfato de cobre y tratar contaminada en tanques a base de formaldehído. El tratamiento del suelo fue probablemente efectivo en reducir el inóculo superficial, debido a que la penetración del cobre en el suelo es muy limitada (26).

En pruebas de laboratorio (43), compuestos químicos altamente fungicidas en agar, incluyendo Nabam (disodio ethyleno bisdithiocarbamato), Zineb (zinc ethyleno bisdithiocarbamato), y 8-sulfato hidroxiquinolína, fueron ineficaces en el suelo. Solamente dos compuestos químicos Vapam (Methyl dithiocarbamato de sodio) y Stauffer N-521, (tetrahydro-3,5-dimethyl-2,1,3,5-thiadiazina-2-thione) tuvieron igual eficacia en pruebas de suelo húmedo y en agar. Los compuestos químicos eficaces en pruebas de suelo húmedo fueron el Actidione, eeresan (5% ethyl mercurio fosfato), Capam y Stauffer N-521.

Posteriormente se han seguido probando compuestos químicos cuya eficacia en invernadero, ha dejado mucho que desear en el campo, en aplicaciones al suelo.

Bajo condiciones de invernadero conociendo el peso del suelo, aplicaciones semanales de Diazoben (daxon) a 10 ppm o cada 2 semanas del mismo compuesto a 20 ppm, proporciona excelente control a semillas de aguacate contra *P. cinnamomi*.

Este producto demostró también su eficacia fungistática en pruebas de laboratorio al inhibir la formación de esporangios y clamidosporas (42, 43).

Sin embargo otros productos han demostrado la misma capacidad efectiva que el Diazoben, entre ellos el ethazole (Terazole); este último producto ha demostrado más persistencia que Diazoben al aplicarse al suelo.

En el sur de California, se llevaron a cabo pruebas a base de emulsiones concentradas de Ethazole granulado sobre árboles de aguacate afectados por pudrición de la raíz causada por *P. cinnamomi*; aparentemente se observó que este fungicida retarda significativamente el desarrollo de la enfermedad de los árboles en algunos casos pero los resultados fueron variables teniéndose un control poco evidente en otros lugares (43).

Control físico

La eficacia para controlar por medios físicos la patogenicidad de *P. cinnamomi* depende de los factores ambientales principalmente; la temperatura y la humedad.

A temperaturas bajas, el hongo no sobrevive largos periodos en el suelo cuando este se encuentra sujeto a congelamientos.

En experimentos sobre la relación entre la temperatura del suelo y la pudrición radicular causada por *P. cinnamomi* en aguacate (43), se observó que manteniendo la temperatura del suelo a 33C, por 3 meses da como resultado un excelente desarrollo de las plantas susceptibles igual al patógeno aún estando presente en el suelo. Lograr esta temperatura en sue los en el campo especialmente bajo un árbol cultivado, sería prácticamente imposible.

Shepherd y Pratt (32) reportaron que 14 de 17 aislamientos sobrevivieron 7 hs, y solamente 1 sobrevivió 8 hs a esta temperatura en cultivos de laboratorio.

*Durbin et al (14) ¹⁹⁶² establecieron las bases para los tra tamientos de calor en semillas de aguacate y eliminar cual quier infección de *P. cinnamomi*. La muerte del hongo se pro dujo con el tratamiento de agua caliente y semillas de agua cate durante 30 min a 120-125F (48-52C).

Zentmyer (43) recomienda como medida de control tratamien tos de agua caliente durante 30 min a 50C demostrando al mis mo tiempo que las semillas de algunas variedades de aguacate sobreviven a 55C por 30 min pero otras son severamente daña das a esta temperatura.

Todas las especies de *Phytophthora* están reconocidas por necesitar adecuados o excesivos niveles de humedad en el sue

lo para su desarrollo e infección,

Zentmyer y Mircetich (19) afirman que *P. cinnamomi* invade pocas raíces muertas de aguacate o pedazos de paja de trigo a un contenido de humedad del suelo moderado que bajo condiciones de saturación (16%) en suelos no esterilizados.

Shea (31) estudió los factores ambientales que afectan a *P. cinnamomi* en las partes forestales del oeste de Australia desde 1967 a 1969 y encontró que la humedad y la temperatura tienen efectos sobre la actividad y sobrevivencia del hongo. Un resultado significativo es el hecho de que cuando se presentan nublados prolongados, las condiciones de humedad y temperatura en partes altas son inconvenientes para la espolulación y desarrollo de la enfermedad.

Por otra parte Baker (3) reporta un trabajo para el control de la enfermedad con humedad regulada en piña el cual se llevó a cabo en Hawai. Dice que *Phytophthora* fue controlada en lesiones sobre el corazón y raíces de la piña a través de plantaciones en camas fermentadas y que solamente 29 de 605 plantas, plantadas sobre camas fermentadas tuvieron corazón enraizado 6 meses después de la plantación, mientras que 255 de 611 plantas en camas planas tuvieron síntomas de corazón enraizado en el mismo período de tiempo.

Control biológico

Otro medio para el control de la pudrición radicular en

aguacate causada por *P. cinnamomi*, es a través de varias formas de control biológico el cual puede implicar interacciones muy complejas entre la planta hospedera, el patógeno y otros microorganismos del suelo los cuales pueden antagonizar o estimular su actividad y funcionamiento por efectos de *P. cinnamomi*.

Zentmyer (41) en las primeras pruebas que llevó a cabo para el control de *P. cinnamomi* biológicamente utilizó harina de alfalfa como medio correctivo y encontró que es efectivo en bajar la actividad del patógeno. Este autor mezcló tallo y hojas de alfalfa en polvo con suelo a proporción de la raíz en semillas de aguacate y también para el control de pudrición de la raíz y cáncer del tallo en *Persea indica*. Las semillas de aguacate replantadas en suelos infestados tratados con harina de alfalfa se desarrollaron bien, así como en suelos fumigados con altas dosis de D-D. El incremento en la población microbiana del suelo en esta se postuló como el principal factor en el control; el incremento de bacterias de 5.6×10^5 por g. en el suelo no tratado a 1.74×10^7 en suelo corregido con 7.1% de harina de alfalfa y el aumento del hongo en suelo no tratado de 8×10^4 por g. a 1.23×10^6 en suelo corregido. Otros estudios demostraron que la Saponina presente en la harina de alfalfa (56) puede ser otro factor involucrado en el mecanismo de control de la enfermedad. Fracciones de esta sustancia a concentraciones presentes en la al

falfa fueron encontrados previniendo o reduciendo grandemente la formación de esporangios, disminución a un nivel muy bajo en la germinación de zoosporas y retardando el desarrollo del micelio. La Saponina ($C_{32}H_{52}O_{17}$) es un glucocido vegetal de sabor y olor desagradable; venenoso, soluble en agua; en algunas variedades de alfalfa el contenido de Saponina es alto, como en la variedad Dupuits, por lo que algunas investigaciones lo consideran una de las causas de timpanismo en rumiantes (5).

Control genético

Las investigaciones para el control de *P. cinnamoni* han sido enfocadas en un porcentaje muy alto, a la búsqueda de plantas que por su naturaleza genética sean capaces de sobrevivir al ataque de este patógeno. La más significativa y potencialmente efectiva vía de control para cualquier hongo del suelo es el uso de resistencia particularmente en aguacate.

Las investigaciones sobre resistencia pueden abarcar dos aspectos por separado como lo señala Zentmyer (43): Desarrollo o descubrimiento de resistencia en hospederos siendo atacados por el hongo, y la búsqueda de resistencia apropiada en plantas para ser usadas en nuevas plantaciones. La resistencia en un árbol hortícola como el aguacate presenta una situación diferente que en un cultivo anual como la piña o forestal como el eucalipto. Con el aguacate, la enfermedad puede

ser controlada por el uso de un patrón resistente como porta injerto. Con la piña a través de seleccionar y mejorar una variedad resistente, igual que con árboles forestales. La localización de los centros de origen de *P. cinnamomi* provocaron el interés de buscar plantas resistentes, áreas donde el patógeno puede ser nativo y donde ha tenido oportunidad para el desarrollo de resistencia sobre largos períodos de evolución y selección. Si la región de Malasia-Nueva Guinea-Noreste de Australia es el área de origen de *P. cinnamomi*, sería la primer área de colecta y selección de materiales resistentes de hospederos nativos.

En los últimos 25 años han sido colectados un total de 3,000 o más materiales individuales de variedades de aguacate y algunas especies de *Persea* localizadas en Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Guayana, Haití, Honduras, México, Nicaragua, Perú, Panamá, Puerto Rico, Venezuela, Islas Vírgenes y EE.UU. (California, Florida). El énfasis principal que se dió a las colectas fue que las plantas donantes estuvieron en áreas húmedas, creciendo satisfactoriamente en la presencia de *P. cinnamomi*. La evaluación de resistencia se ha efectuado por tres técnicas diferentes, siendo la prueba en solución nutritiva la más utilizada y severa, ya que en tipos susceptibles al décimo segundo día de incubación a 24C, son efectuadas del 90 al 95% de las raíces (43).

Zentmyer (36) encontró alta resistencia en especies de *Persea* con frutas no comestibles y pequeñas incluyendo *Persea skutchii*, *Persea caerulea*, *Persea chrysophylla*, *Persea donell-smithii*, *Persea alba* *Persea borbonia*; pruebas posteriores demostraron que estas especies no son compatibles con *Persea americana* y por lo tanto no se usarían como porta-injerto en raizando estacas de las mismas (16).

En las pruebas iniciales con variedades de aguacate, un grado ligero o moderado de resistencia fue observado en un material de tipo Mexicano *Persea americana* var *drymifolia* de nominado Duke, fue colectado en México en 1912. Dos semillas de Duke (Duke 6 y Duke 7) tuvieron muy buen desarrollo en suelos infestados por lo que se seleccionaron y se propagaron intensivamente para pruebas en laboratorio y en el Campo; la resistencia utilizando semillas de aguacate es variable, por lo que estas selecciones se han propagado por estacas. Otras selecciones probadas en invernadero y que tienen gran compatibilidad incluye una semilla de una colecta hecha en Guatemala (G22), otra de un tipo Mexicano también colectada en Guatemala (G6) y muchas más colectadas entre las que se encuentra un posible híbrido entre *Persea americana* y *Persea shiedeana* (43).

Sin embargo en pruebas en invernadero y en el campo indican que estas selecciones de *Persea americana* y *Persea americana* var *drymifolia* no presentan el gran nivel de resis

tencia presente en especies de *Persea* de frutas pequeñas. Bajo severas condiciones de infestación los patrones de Duke 6 y Duke 7 pueden ser dañados en suelos con excesos de humedad por precipitación pluvial o agua de riego la moderada resistencia horizontal o tolerancia pueden no ser suficiente.

En estudios más recientes para determinar las bases de la resistencia de las especies de *Persea* con fruta pequeña se encontró como resultado de un aislamiento en estas plantas en la Universidad de California, una substancia fungitoxica cuya estructura química está formada de una cadena de hidrocarbonos. A este compuesto se le denominó "Borbonol" debido a que se aisló primeramente de *Persea borbonia*; se ha encontrado en raíces, tallos y hojas de plantas sanas, hecho que no se demuestra en especies reportadas con gran susceptibilidad como es el caso de *Persea indica* donde no se encontró y se han observado en pequeñas cantidades en algunas de *Persea americana var *drymifolia** incluyendo cultivares como Topatopa y Mexicola. Se determinó también que *in vitro* borbonol inhibe el desarrollo del micelio de *P. cinnamomi* 1 microgramo/mililitro de cultivo en solución y a 50 microgramos/mililitro en agar. Proviene la formación de esporangios a 10 microgramos /mililitro y se ha observado en acción fungicida en otros hongos como *Cladosporium*.

Ho y Zentmyer (21) encontraron que las zoosporas de los tipos compatibles A¹ y A² de *P. cinnamomi* fueron atraídos por

raíces de aguacate, *Persea indica*, *Persea borbonia* y *Persea pachypoda* penetrando por los tejidos de raíz de todas las especies. Se produjeron lesiones sobre raíces de las especies resistentes (*Persea borbonia* y *Persea pachypoda*) pero fueron generalmente pequeñas en comparación a las que se produjeron sobre *Persea americana* y *Persea indica* en los extremos de la raíz. El tipo compatible A² fue considerablemente más virulento para *Persea americana*, *Persea indica* y *Persea borbonia* que el tipo compatible A¹. En los dos aislamientos de *Persea pachypoda* no se encontró diferencia en el grado de virulencia en los tipos compatibles.

MATERIALES Y METODOS

Descripción de la zona de estudios

El presente trabajo consta de tres partes:

Trabajo de campo, trabajo de laboratorio y trabajo de invernadero. Los trabajos de campo se realizaron en San Juan de la Vega, mpio. de Celaya y Comonfort, Gto.. Los trabajos de laboratorio e invernadero se llevaron a cabo en instalaciones del Centro de Investigaciones Agrícolas de El Bajío, dependiente del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, ubicado en el km 6 de la carretera Celaya a San Miguel de Allende en el estado de Guanajuato, su localización geográfica es de 20°31' de latitud norte y 100°72' de longitud oeste con una precipitación media anual de 600 a 800 mm y 1765 msnm.

Material genético

Se utilizaron semillas de 30 colectas o selecciones de aguacate criollo y como testigo *Persea indica* reportada como especie del género *Persea* susceptible (51, 54, 39, 44, 45, 46, 49, 52) y *Persea aff cinerascens* como tolerante (17). Estos materiales están establecidos en la colección nacional de tipos criollos de aguacate y especies de *Persea* que se encuentra en el Campo Experimental Bajío en Celaya, Gto.; en el Cuadro 1 aparece la descripción de los materiales. Los frutos se cosecharon de julio a agosto de 1982 a los cuales se les

Cuadro 1. Lugar de origen de las selecciones de aguacate criollo utilizadas en el presente estudio contra *Phytophthora cinnamomi*.

No. de orden	Clave de selección	Lugar de origen	Estado
1	C-22	Sn Juan de la Vega	Guanajuato
2	C-24	"	"
3	C-28	"	"
4	C-41	"	"
5	C-43	"	"
6	C-48	"	"
7	C-79	"	"
8	C-81	"	"
9	Com-54	Comonfort	"
10	Com-56	"	"
11	Com-57	"	"
12	Com-63	"	"
13	Com-65	"	"
14	Com-66	"	"
15	Com-67	"	"
16	Com-83	"	"
17	Huevo de Toro	Puebla	Puebla
18	Huevo de Toro "A"	"	"
19	Rosita	"	"
20	TV-3	"	"
21	TV-4	"	"
22	Ver-33	Coscomatepec	Veracruz
23	Ver-34	"	"
24	Ver-41	"	"
25	Ver-44	"	"
26	C-18	Sn Juan de la Vega	Guanajuato
27	Com-52	Comonfort	"
28	Com-70	"	"
29	Com-93	"	"
30	SMA-98	"	"
31*	<i>Persea indica</i>	-	-
32*	<i>Persea aff cinerascens</i>	-	-

* Planta procedente del Colegio de Postgraduados de Chapingo, México y establecida en el Campo Agrícola Experimental Bajío en 1973. En el presente trabajo se utilizó como testigo.

estrujo la semilla de madurar; posteriormente se lavaron y se dejaron secar en un lugar fresco, ventilado y a la sombra. Una vez secas se eliminaron aquellas más pequeñas en relación al promedio de la variedad. También se desecharon todas aquellas con defecto por golpes, plagas y enfermedades; después se guardaron en bolsas de manta y se introdujeron a un refrigerador a temperatura constante de 5°C para conservar su viabilidad hasta la siembra. Antes de sembrarse se les dió un tratamiento preventivo a base de agua caliente a 50°C por 30 minutos. Después del tratamiento se dejó secar por 24 horas; posteriormente se sembró en una cama de arena de 0.40 m de alto, 1.40 m de ancho y 12 m de largo, separada una de otra 7 cm y las hileras a 10 cm entre ellas. La colecta de la semilla del testigo se efectuó a mediados de noviembre del mismo año, siguiéndose el mismo procedimiento que para los materiales a probar. La germinación y desarrollo de las plántulas se realizó bajo condiciones de invernadero; permaneciendo en ese lugar hasta que alcanzaron un tamaño de 10 a 15 cm para su evaluación. La fecha de siembra fue a finales de noviembre y la germinación varió de 30 a 35 días para los materiales de prueba y de 45 a 57 para el testigo susceptible, el tolerante se sembró en enero de 1982.

Las prácticas de riegos y deshierbes se efectuaron según fue necesario.

Cantidad de semilla por colecta

Fueron utilizadas 50 semillas de cada uno de los materiales con el objeto de asegurar 20 a 25 plántulas; en total se emplearon 1600 semillas.

Técnica utilizada en la prueba

Para el presente trabajo se empleó el método de prueba propuesto por Zentmyer y Mircetich (51) en donde mencionan lo siguiente: Germinar las semillas en un terreno plano con arena esterilizada; cuando las plantas alcancen 10 a 15 cm de altura, transplantadas a un tanque conteniendo una solución nutritiva completa en agua destilada, un ph de 6.5 en la solución y temperatura constante de 24°C. Con el propósito de adaptarlas al medio y desarrollen nuevas raíces se dejan por 7 a 10 días; posteriormente ya que las raíces estén bien desarrolladas se coloca en el tanque el inóculo de *Phytophthora cinnamomi*. El hongo debe desarrollarse en cajas de petri y con papa dextrosa agar (PDA) como medio de cultivo por 7 o 10 días, luego el agar y micelio se coloca en bolsas de manta de cielo y se introducen en el tanque. Los esporangios del hongo son formados en gran abundancia sobre el inóculo puesto en el tanque, produciendo miles de zoosporas. Estas germinan sobre las raíces de aguacate y causan numerosas infecciones en las plantas susceptibles. Las lesiones de color café aparecen en 48 hs progresando rápidamente hasta producir en 7 o 10 días de 90 a 95 por ciento de pudrición en raíces sanas.

Modificaciones de la técnica a condiciones locales

El tanque para la prueba está ubicado en invernadero y está construido de ladrillo y cemento, tiene un largo de 4.05 m, 1.14 m de ancho y 0.84 m de profundidad con capacidad para 3508 lt, se utilizó agua destilada 100% pura, no se utilizó solución nutritiva. La temperatura de la solución se controló mediante la instalación de 3 resistencias modelo 26C28 con capacidad para 220 volts cada una, ubicadas en los tercios del tanque a 25 cm del fondo; y un termostato Robertshaw D-1 para 120°C. La oxigenación del agua constó de 3 aereadores 110 V.C.A. de 50/60 ciclos de 2 salidas cada uno, para alimentar a 6 filtros cilíndricos compuestos de un material poroso que permite la salida del aire y colocados a 35 cm del espejo del agua; cuando las plantas alcanzaron 10 a 15 cm de altura se transplantaron y sentaron, con el mismo nivel como si estuvieran en el suelo, en una plataforma de madera de 3/4 de pulgada de grosor, 3.95 m de larga, 0.80 m de ancha y con perforaciones circulares para probar al mismo tiempo 360 plantas. Para evitar hinchamiento y secreciones de resina en la madera se impermeabilizó con una mezcla de 2 kg de resina, 0.02 kg de acelerador, 0.03 kg de catalizador y como diluyente para facilitar la aplicación monomero estireno.

Colecta del patógeno

Para identificar el agente causal de la tristeza o pudrición de la raíz se muestrearon al azar 10 huertas en el

municipio de Comonfort y 10 huertas en San Juan de la Vega municipio de Celaya Guanajuato. En cada una de ellas se localizaron 5 árboles con síntomas tradicionales de la enfermedad; a los que se les extrajo varias porciones de raíces secundarias de las más delgadas, las que al momento de doblarlas se parten totalmente, siendo este signo característico de pudrición.

Aislamiento a partir de raicillas

La técnica de aislamiento fue la siguiente: Las raicillas se lavaron con agua, y con un bisturí se cortaron porciones de los márgenes de las lesiones, tomando muy poco tejido necrótico. El material seleccionado se desinfectó en una solución de hipoclorito de sodio al 1% por un minuto. Después los trocitos de raíz se lavaron con agua destilada estéril y fueron secadas cuidadosamente, utilizando papel filtro; enseguida fueron transferidos a cajas de petri, conteniendo medio de cultivo harina de maíz-agar (HMA). A este medio se le añadió pimaricina y penicilina sódica, con el objeto de inhibir el crecimiento de bacterias saprófitas. Las cajas se mantuvieron a temperatura ambiente (18-22°C).

Inoculación

Una vez que las plantas se transplantaron al tanque y formaron nuevas raíces, se sometió el material al patógeno

poniendo micelio de las diferentes cepas colectadas y desarrolladas en medio de cultivo harina de maíz agar (HMA), en unas bolsitas de manta de cielo, estas se sumergieron aproximadamente 5 cm en el agua, con el fin de que se produzcan los esporangios y en ellos las zoosporas, las cuales infectarán las raíces de las plantas susceptibles.

Postulados de Koch

En el laboratorio se aisló predominantemente un hongo que presentó las siguientes características: micelio toruloso con vesículas grandes de crecimiento rápido en harina de maíz-agar, esporangioforos simples o ramificados en simpodio produciendo esporangios los cuales en agua germinaron produciendo zoosporas.

Los aislamientos obtenidos fueron purificados y luego incrementados en medio de cultivo para después inocularlos en las plantitas de aguacate en el tanque para esto se preparó el medio papa dextrosa-agar (PDA), sobre el cual y ya en caja de petri fue colocado el hongo. Las cajas se incubaron a temperatura de laboratorio (18-22°C). Después de 15 días, a cada una de las cajas de petri con micelio del hongo completamente desarrollado se le agregó 15 ml de agua destilada estéril por 72 hs para estimular su fructificación. Posteriormente se reinocularon las plantas sanas para demostrar la patogenicidad del agente causal.

Evaluación de resistencia

Para la evaluación de resistencia en las plantas de agua cate criollo se utilizó la siguiente escala propuesta por Zentmyer y Mircetich (54):

Las plántulas se clasificaron dentro de 10 grupos: 0-10, 11-20, 21-30, 31-40, 41-50, 51-60, 61-70, 71-80, 81-90 y 91-100% de raíces podridas. Se desecharán las plantas que se ubiquen en los dos últimos grupos y las demás serán transplantadas a bolsas de polietileno con suelo estéril para futuras observaciones.

La resistencia de los arbolitos fue evaluada a los 28 días después de la inoculación.

RESULTADOS Y DISCUSION

Aislamiento a partir de raicillas

En los lugares muestreados (San Juan de la Vega, mpio. de Celaya y Comonfort, Gto.) se aislaron los siguientes hongos: *Fusarium* spp *Rhizoctonia* sp y *Phytophthora cinnamomi*; los dos primeros patógenos son muy comunes en el área muestreada y aparecieron en casi todos los aislamientos llevados a cabo en el presente estudio, en el caso de *Phytophthora cinnamomi* aún cuando puede estar presente en los tejidos enfermos es difícil lograr su aislamiento si las condiciones ambientales no son las óptimas.

Postulados de Koch (reaislamiento)

Las inoculaciones efectuadas en plántulas de aguacate no reprodujeron síntomas de *Fusarium* spp ni de *Rhizoctonia* sp, ya que al momento de transferirlos a caja de petri con HMA, a este medio se le adicionaron antibióticos como penicilina G sal sódica y aerosporin para inhibir el desarrollo de estos hongos. El aislamiento del patógeno *Phytophthora cinnamomi* fue descrito en la sección de Materiales y Métodos, los resultados e la prueba de patogenicidad se describen a continuación: los síntomas de la enfermedad en las raíces aparecieron diez días después de la inoculación con *Phytophthora cinnamomi* en la mayoría de las plántulas de aguacate criollo,

y a los dieciocho días se comenzó a apreciar del ápice hacia los cotiledones o cuello del tallo. A partir de este material inoculado artificialmente se tomaron raicillas que mostraron síntomas de la enfermedad y se lavaron con agua destilada para posteriormente sembrarlas en cajas de petri con medio (HMA). Después de setenta y dos horas se observaron al microscopio, detectándose la presencia de esporangioforos y esporangios típicos del hongo aislado, con lo cual se consideran cumplidos los postulados de Koch.

Variaciones observadas en el contenido de ph en la solución

Durante el lapso transcurrido en las dos evaluaciones de resistencia se tomaron muestreos diarios de agua para determinar el ph de la solución; la fluctuación en la primera prueba presentó una tendencia a la acidez ya que el primer registro fue de 6.90 al inicio y de 6.47 al final, para la segunda prueba el registro al inicio fue de 6.84 mientras que al final este fue de 6.51. Cabe señalar que no fue necesario adicionar alguna solución ácida ya que al momento de la inoculación el ph cubría las exigencias del hongo.

Observación de las temperaturas y aereación para la evaluación de resistencia

En el invernadero donde se efectuó el trabajo fue instalado un ventilador, un humidificador, un hidrotermógrafo y un

termómetro de máximas y mínimas sumergible. El ventilador era accionado junto con el humidificador de acuerdo a la temperatura que registraba el hidrotérmografo; la temperatura fluctuó entre 18.6 y 23.41C, con una humedad relativa ambiental entre 60.6 y 50.2% para la primera y segunda prueba respectivamente. El termómetro sumergible colocado a 40 m del espejo del agua registró entre 23, 84 y 26.49 y de 23.14 y 28.73 para la primera y segunda prueba respectivamente. Los aereadores colocados en la pileta funcionaron ininterrumpidamente desde el momento del transplante hasta la evaluación de resistencia.

Observación de *Phytophthora cinnamomi*
después de la inoculación

En todos los muestreos efectuados en los lugares de colecta mencionados en Materiales y Métodos donde se aisló el hongo *Phytophthora cinnamomi*, este fue transferido a cajas de petri para su incrementación. Posteriormente de cada lugar muestreado se efectuó un mezclado, es decir que el hongo con micelio representara la región de muestreo.

Cuando la colonia del hongo cubrió totalmente la caja de petri como consecuencia de su desarrollo, se tomaron 36 cajas de petri con micelio del hongo de cada región de muestreo. La incubación del hongo duró 14 días, se utilizaron 18 bolsitas de manta de cielo depositando en cada una el contenido

de dos cajas de petri con agar y micelio de las dos regiones de muestreo para cada prueba de resistencia. Inmediatamente fueron colocadas y distribuidas en el tanque.

Después de 48 hs de las inoculaciones se observaron al microscopio el agar con micelio de *Phytophthora cinnamomi* contenido en bolsitas de manta de cielo extraídas del tanque; en donde aparece gran formación de esporangios e inclusive muchos de ellos proliferando. Nuevamente a los siete días de las inoculaciones se extrajeron diferentes bolsitas de manta de cielo con agar y micelio y posteriormente observar al microscopio; se observó la presencia de esporangios. Vease Fig.1 Pág.43.

Prueba de resistencia de selecciones de aguacate criollo al ataque de *Phytophthora cinnamomi* Rands.

En el Cuadro 2 se observa que ninguna selección presentó algún grado de sanidad como consecuencia de resistencia o tolerancia a *Phytophthora cinnamomi*, encontrándose susceptibilidad casi total.

En el Cuadro 3 puede notarse que solamente 5 plantas de 4 selecciones presentaron algunas raíces sanas y se ubican abajo del grupo que corresponde a menos de 81% de raíces infectadas. Lo anterior significa que de 680 plántulas utilizadas en las dos pruebas solamente el 0.79 por ciento presentaron síntomas no muy drásticos de la enfermedad, mientras que

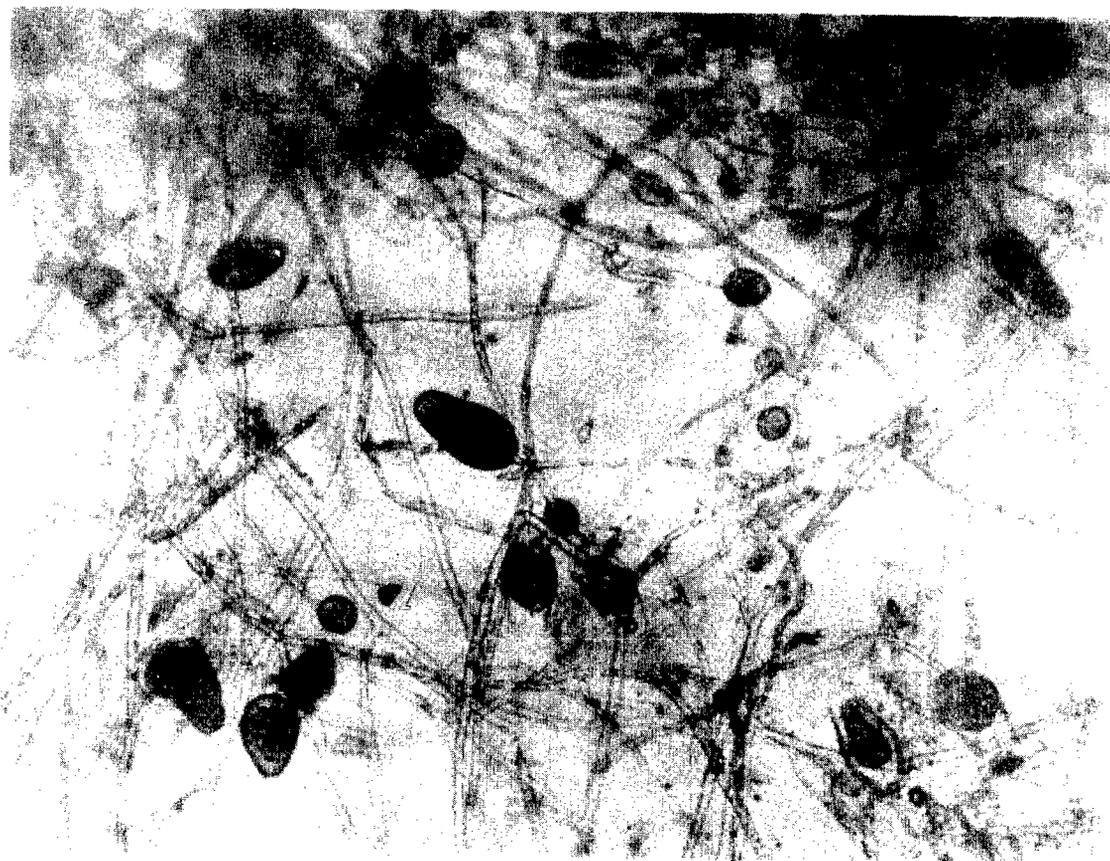


Fig. 1. Esporangios característicos de *Phytophthora cinnamomi* reislados de raicillas en selecciones de aguacate criollo.

el restante 99.21 por ciento presentaron muerte o estado muy avanzado de la enfermedad.

Considerando a las 30 selecciones de aguacate en su totalidad en las que se evaluó su progenie de 20 plántulas cada una es notable observar que la línea H. de Toro-1 de la selección Huevo de Toro fue la única plántula en mostrar la mitad de raíces sanas (Cuadro 4); 1 plántula de la selección C-28 (C-28-6) presentó entre 61 y 70 por ciento de raíces infectadas, mientras que dos selecciones Com-66 y C-79 (Com-66-2, Com-66-3) y (C-79-4) respectivamente se ubicaron en un porcentaje de pudrición de 71 a 80 por ciento.

Los resultados de la presente investigación pueden contrastarse con lo reportado por otros investigadores para determinar su confirmación o desacuerdo siguiendo el orden presentado al inicio del capítulo.

Bingham y Zentmyer en 1950 (4) trabajaron en el desarrollo de plántulas de aguacate en solución utilizando Nitrato y Amonio como fuentes de alimento y rangos de ph de 3.0, 3.5, 4.0, 4.25, 4.50, 6.0 y 8.0. En cada nivel de ph y fuente de nitrógeno se introdujo el inóculo de *Phytophthora cinnamomi*. La muerte o colapso de las plántulas se presentó en todos los niveles a excepción de ph 3.0 y los primeros síntomas y muerte de plántulas fue más rápido en el ph 6.0. Aseguran que ph menores tendiendo a la acidez o mayores al nivel neutro re

tardan la actividad del hongo.

Para el presente trabajo se manejaron valores de ph entre 6.4 y 6.9 en las dos evaluaciones, por lo tanto y de acuerdo a lo anterior el ph pudo haber tenido algún efecto sobre el patógeno al retrasar la presencia de síntomas en las raíces de los aguacates ya que estos se observaron 10 días, después de la inoculación con la aparición de manchas de color café en las puntas y en las partes intermedias de las raíces. Sin embargo Zentmyer (50) afirma que si el nivel de ph se baja hasta 4.5 no afecta la producción de esporangios.

Zentmyer (37) encontró que la producción de esporangios tiene efectos por influencia directa de la temperatura; esta estructura de la espora de *Phytophthora cinnamomi* se estimuló cuando se utilizó papa-dextrosa-agar, extracto de suelo y micelio del hongo a 24C en laboratorio. Lo anterior demuestra que la temperatura que prevaleció durante la evaluación de resistencia entre 23C y 28C fuera adecuada en la formación de esporangios para que posteriormente liberara zoosporas las cuales pudieran germinar en las raíces de los aguacates susceptibles.

La luz durante el experimento estuvo condicionada a la penetración de rayos del sol por las mañanas y que prácticamente fue nula. Según Zentmyer (50) la producción de esporangios es mayor cuando el hongo se expone a períodos continuos

de oscuridad; que a períodos continuos de luz y oscuridad y luz continua respectivamente.

En virtud de que las condiciones en la pileta de pH (6.6) y temperatura (25.5C) cubrieron las exigencias del hongo, hubo gran formación de esporangios presentándose prolifera ciones del zoosporangioforo concordando lo anterior con las descripciones de *Phytophthora cinnamomi* hechas por Frezzi (15) vease Fig. 2, Pág. 47.

Dado que todas las plántulas de aguacate evaluadas ba jo inoculación artificial no presentaron resistencia a la "Pudrición Radicular" causada por *Phytophthora cinnamomi*, sig nifica que al germinar las zoosporas móviles en las raíces de todas las plántulas susceptibles, estas pudieron atraer a las zoosporas acuáticas por medio de alguna substancia. En pruebas rutinarias con solución nutritiva en invernadero Zentmyer (38) observó que las zoosporas de *Phytophthora ci* nnamomi invaden primeramente las puntas de elongación en las raíces de plántulas de aguacate susceptibles; posteriormen te en el laboratorio sembró raíces de aguacate y de mandari na las cuales fueron inoculadas con *Phytophthora cinnamomi*; concluyendo que hubo mayor atracción de zoosporas en raíces del hospedero natural (aguacate) que en las de una planta no hospedera (mandarina) y que esto se debe a que las raíces de hospederos naturales susceptibles exudan algún material atra

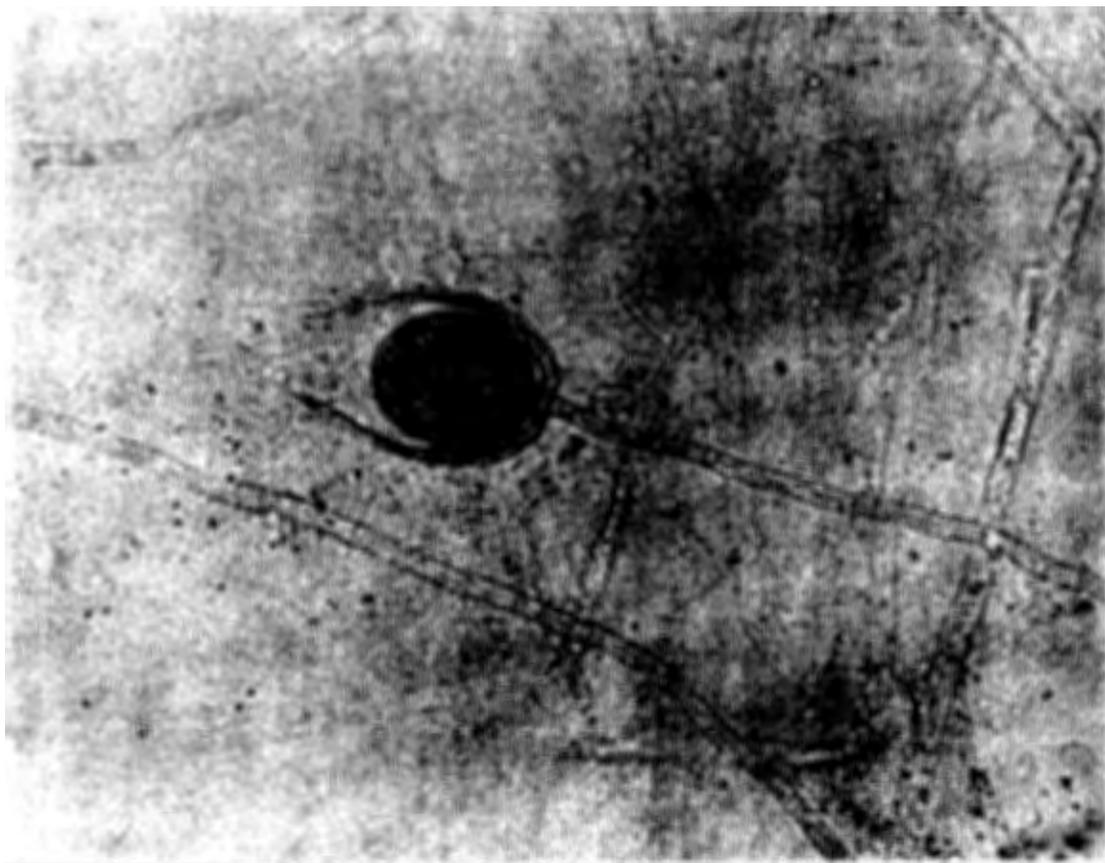


Fig. 2. Esporangio de *Phytophthora cinnamomi* mostrando proliferaciones.

yente de zoosporas.

En lo que respecta a resistencia el argumento o evidencia de lo anterior está ilustrado en plantas del género *Persea* que presentan alto grado de resistencia a *Phytophthora cinnamomi*, se aisló una estructura química llamada "borbonol", que está presente en grandes cantidades en plantas resistentes como *Persea borbonia*, *Persea caerulea*, *Persea skutchii*, etc y en mínimas cantidades en plantas susceptibles (*Persea indica*) demostrando que esta substancia inhibe la penetración de las zoosporas en el tejido de la raíz Zentmyer (43).

Cuadro 2. Resultados de las pruebas de resistencia considerando la totalidad de plantas de selecciones de aguacate criollo a *Phytophthora cinnamomi* bajo condiciones de invernadero. Celaya, Gto. 1983 a/.

Selección	No. de semillas plantadas, 1982	No. de Semillas germinadas
C-22	50	46
C-24	50	49
C-28	50	47
C-41	50	40
C-43	50	43
C-48	50	37
C-79	50	49
C-81	50	50
Com-54	50	50
Com-56	50	41
Com-57	50	44
Com-63	50	46
Com-65	50	49
Com-66	50	50
Com-67	50	34
Com-83	50	45
Huevo de Toro	50	49
Huevo de Toro "A"	50	50
Rosita	50	50
TV-3	50	50
TV-4	50	49
Ver-33	50	50
Ver-34	50	46
Ver-41	50	48
Ver-44	50	50
C-18	50	50
Com-52	50	50
Com-70	50	47
Com-93	50	50
SMA-98	50	50
<i>Persea indica</i>	50	50
<i>Persea aff cinerascens</i>	50	47

a/ No se encontró ninguna selección resistente bajo este criterio.

Cuadro 3. Porcentaje de resistencia de selecciones de aguacate criollo a *Phytophthora cinnamomi* considerando infección en las raíces bajo pruebas de invernadero. Celaya, Gto. 1983.

Selección	No. de plántulas probadas	Porcentaje de plántulas con menos del 81% de raíces podridas
C-22	20	0.0
C-24	20	0.0
C-28	20	5.0
C-41	20	0.0
C-43	20	0.0
C-48	20	0.0
C-79	20	5.0
C-81	20	0.0
Com-54	20	0.0
Com-56	20	0.0
Com-57	20	0.0
Com-63	20	0.0
Com-65	20	0.0
Com-66	20	10.0
Com-67	20	0.0
Com-83	20	0.0
Huevo de Toro	20	5.0
Huevo de Toro "A"	20	0.0
Rosita	20	0.0
TV-3	20	0.0
TV-4	20	0.0
Ver-33	20	0.0
Ver-34	20	0.0
Ver-41	20	0.0
Ver-44	20	0.0
C-18	20	0.0
Com-52	20	0.0
Com-70	20	0.0
Com-93	20	0.0
SMA-98	20	0.0
<i>Persea indica</i>	40	0.0
<i>Persea aff cinerascens</i>	40	0.0

Cuadro 4. Pruebas de resistencia considerando altura de la planta en selecciones de aguacate criollo de 13 a 19 cm. contra el hongo *Phytophthora cinnamomi*. Celaya, Gto. 1983.

Selección	Promedio de altura en cm <u>a/</u>	No. de planta con menos de 81% de raíz podrida	Porcentaje de raíz podrida
Huevo de Toro	15.2	1	51-60
C-28	15.7	1	61-70
Com-66	16.4	2	71-80
C-79	17.0	1	71-80
C-22	14.6	0	81-100
C-24	17.2	0	91-100
C-41	13.8	0	91-100
C-43	15.6	0	81-100
C-48	14.0	0	91-100
C-81	18.5	0	81-100
Com-54	16.3	0	81-100
Com-56	15.8	0	91-100
Com-57	15.3	0	81-100
Com-63	16.6	0	81-100
Com-65	18.9	0	91-100
Com-67	15.0	0	81-100
Com-83	14.6	0	91-100
Huevo de Toro "A"	13.7	0	91-100
Rosita	15.4	0	81-100
TV-3	17.6	0	91-100
TV-4	16.0	0	81-100
Ver-33	14.8	0	91-100
Ver-34	14.4	0	81-100
Ver-41	15.5	0	81-100
Ver-44	14.9	0	91-100
C-18	13.9	0	91-100
Com-52	14.6	0	81-100
Com-70	17.6	0	91-100
Com-93	14.4	0	81-100
SMA-98	14.9	0	91-100
<i>Persea indica</i>	7.4	0	91-100
<i>Persea aff cinerascens</i>	17.4	0	81-100

a/ En 20 plántulas.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos e hipótesis planteadas en la presente investigación se puede concluir lo siguiente:

1. Los materiales evaluados con *Phytophthora cinnamomi* al considerar la planta total fueron susceptibles, dado que se presentan condiciones severas de infestación en el área muestreada.
2. La técnica de evaluación propuesta por Zentmyer en 1960 fue efectiva para lograr infecciones con buen grado de confiabilidad. En el presente estudio la técnica citada se modificó omitiendo la solución nutritiva.
3. Las selecciones Huevo de Toro-1, C-28-6, Com-66-2, Com-66-3 y C-79-4 mostraron tolerancia al patógeno con valores de infección de la raíz de 51-60, 61-70 y 71-80 por ciento en las tres restantes respectivamente.
4. Para implementar el programa de mejoramiento a largo plazo es aconsejable coleccionar material en áreas fuertemente infestadas donde estén presentes especies sanas que hayan evolucionado o hayan sido sometidos a fuerte presión de selección por parte del patógeno.

RESUMEN

México ocupa actualmente el primer lugar en explotación y producción de aguacate, fortaleciendo la economía del país debido a que se cultivan 52,988 ha las cuales generan 461,000 toneladas de fruta; siendo Michoacán el estado donde se concentra más de la mitad de esta superficie.

La "pudrición radicular" causada por *Phytophthora cinnamomi* puede considerarse como la enfermedad más grave del aguacate (*Persea americana* Mill), ya que anualmente causa la muerte de cientos de árboles. Por lo tanto, se trata de adecuar la técnica de evaluación propuesta por Zentmyer en 1960 y buscar fuentes de resistencia genética aprovechando el banco de germoplasma establecido en el Campo Agrícola Experimental Bajío dependiente de CIAB-INIA y si se encuentra ésta sentar las bases para un proyecto a largo plazo.

De plantas enfermas de aguacate se extrajeron raíces aislándose el agente causal de la "pudrición radicular" *Phytophthora cinnamomi*; posteriormente se incubó en laboratorio y fue transferido en bolsitas de manta de cielo al tanque para la evaluación de resistencia. Se utilizaron 20 plántulas provenientes de 30 selecciones, *Persea indica* como testigo susceptible y *Persea aff cinerascens* como testigo tolerante.

A las 48 hr de la inoculación hubo gran formación de es

porangios; el experimento de búsqueda de patrones resistentes a *Phytophthora cinnamomi* dieron los siguientes resultados: 28 días después de la inoculación se evaluó el porcentaje de raíz podrida, los primeros síntomas de pudrición se apreciaron 10 días a la inoculación; en la parte aérea 18 días después de la inoculación. A este material inoculado se extrajo y sembró raicillas en harina de maíz-agar (HMA) detectándose la presencia de esporangios típicos del hongo aislado.

Ninguna planta mostró raíces sanas competamente, la única que presentó menos de la mitad de raíz sana fue Huevo de Toro-1; C-28-6 presentó 61-70 por ciento de raíz podrida, mientras que Com-66-2, Com-66-3 y C-79-4 mostraron entre 29 y 30 por ciento de raíz sana.

BIBLIOGRAFIA

1. ALEXOPOULOS, C.J. 1977. Introducción a la micología. Editorial Universitaria de Buenos Aires. 65,94,131,157, 161.
2. ANUARIO de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1981. Vol. 35:176-177.
3. BAKER, K.F. 1938. Effect of raised beds in the reduction of heart rot and root rot in H.P. 4718. Pineapple Res.Inst. Rep. Pathol. Proj. 14-F 1P.
4. BINGHAM, F.T., and G.A. ZENTMYER, 1954. Relation of hydrogen -10N concentration of nutrient solution to *Phytophthora* root rot of avocado seedlings. *Phytopathology* 44: 611-614.
5. BOLTON, J.L. 1962. Alfalfa. Chemical composition and feeding. Interscience publishers. Inc. New York. pp. 369.
6. BUREEL, R.G., C.W. CLAYTON, M.E. GALLEGLY, and V.G. LILLY. 1966. Factors affecting the antigenicity of the mycelium of three species of *Phytophthora*. *Phytopathology*. 56:422-426.
7. CHEE, K.H. and F.J. NEWHOOK. 1965. Variability in sexual reproduction of *Phytophthora cinnamomi* Rands. N. Z. J. Agric. Res. 8:947-950.
8. _____ 1973. *Trans. Brit Micol. Soc.* 61:21-26.
9. CLERK, G.C. 1972. Germination of Sporangia of *Phytophthora palmivora* (Butl) Butl. *Ann. Bot.* 36:801-807.
10. CRANDALL, B.S. *Phytophthora cinnamomi* root rot of avocados under tropical conditions. California avocado association yearbook. 1948. 76-80.

11. _____ and G.F. GRAVATT. 1967. The distribution of *Phytophthora cinnamomi*. Ceiba. 13:43-53.
12. CROSIER, W. 1934. Studies in the biology of *Phytophthora infestans* (mont.) de Bary. Cornell Agric. Exp. Stn. Mem. 155 40 pp.
13. DESJARDINS, P.R., G.A. ZENTMYER, B.W. CHEN, T.A. DE WOLFE, L.J. KLOTZ, and D.A. REYNOLDS. 1973. Flagellar hairs on zoospores of *Phytophthora* species: tip hairs on the whiplash flagellum. Experientia. 29:240-241.
14. DURBIN, R.D., E.F. FROLICH, and G.A. ZENTMYER. 1957. Hot water treatment of avocado seed for the eradication of *Phytophthora cinnamomi* Plant. Dis. Rep. 41:678-680.
15. FREZZI, M.J. 1950. Las especies de *Phytophthora* en la Argentina. Centro Regional Pampeano de investigaciones Agrícolas. Publicación No. 2. 133 p.
16. FROLICH, E.F., C.A. SCHROEDER, and G.A. ZENTMYER. 1958. Graft compatibility in the genus *Persea*. Calif. Avo. Soc. Yearb. 42:102-105.
17. GALINDO J. and G.A. ZENTMYER. 1966. Cooperative project - attempting to solve the avocado root rot problem. Calif. Avo. Soc. Yearb. 50:79-81.
18. HAASIS, F.A., and R.R. NELSON. 1963. Studies on the biological relationship of species of *Phytophthora* as measured by oospore formation in intra and interspecific crosses. Plant Disease Rep. 47:705-709.
19. _____, _____, and D.H. MARY. 1964. Morphological and physiological characteristics of Mating types of *Phytophthora cinnamomi*. Phytopathology. 54:1146-1151.
20. HALSALL, D.M. 1976. Specificity of cytoplasmic and cell-wall antigens from four species of *Phytophthora*. J. Gen. Microbiol. 94:149-158.

21. HO, H.H. and G.A. ZENTMYER, 1977, Infection of avocado and other species of *Persea* by *Phytophthora cinnamomi*. *Phytopathology*. 67:1085-1089.
22. _____, _____. 1977, Morphology of *Phytophthora cinnamomi*. *Mycologia*. 69:701-713.
23. HUGUENIN, B.B., B. BOHER, A. HAURY, and E. LAVILLE. 1975. Etude de *Phytophthora cinnamomi* de L' avocatier au Camerum. (Study on *Phytophthora cinnamomi* on avocado in Camerum). *Fruits*. 30:525-533.
24. LA FORGE, F.B. 1917. D-mannoketoheptose-A New sugar from avocado. *J. Biol. Chem.* 28:511-522.
25. MITCHELL, D.J. and G.A. ZENTMYER. 1971. Effects of oxygen and carbon dioxide tensions on sporangium and oospore formation by *Phytophthora* spp. *Phytopathology*. 61:807-812.
26. OYLER, E., and W.F. BEWLEY. 1937. A disease of cultivated heaths caused by *Phytophthora cinnamomi*. *Rands. Ann. Appl. Biol.* 24: 1-16.
27. POPENOE, W. and L.O. WILLIAMS. 1947. The expedition to Mexico of october 1947. *Calif. Avo. Soc. Yearb.* p.22-28.
28. PRATT, B.H. and W.A. HEATHER. 1973. The origin and distribution of *Phytophthora cinnamomi* Rands in Australian native plants communities and significance of its. Association with particular plant species. *Aust. J. Biol. Sci.* 26:559-573.
29. RANDES, R.D. 1922. Streepkanker Van Kancel. Veroorzaakt door *Phytophthora cinnamomi* N. SP. (Stipe canker of cinnamon caused by *Phytophthora cinnamomi* N. SP.). *Meded. Inst. Planten siekt.* 54:41.
30. RIBEIRO, O.K. 1978. A source book of the genus *Phytophthora*. Strauss and Cramer G m b h. Alemania. P. 101-133, 137, 164.

31. SHEA, S.R. 1975. Environmental factors of the northern jarrah forest in relation to pathogenicity and survival of *Phytophthora cinnamomi*. For. Dep. Bull. 85, Perth. W. Aust. 83 pp.
32. SPEPHERD, C.J. and B.H. PRATT. 1974. Temperature-growth relations and genetic diversity of A² mating-type isolates of *Phytophthora cinnamomi* in Australia. Aust. J. Bot. 2: 231-249.
33. TUCKER, C.M. Taxonomy of the genus *Phytophthora* de Bary. Mo. Agric. Exp. Sta. Bull. 153. 1931.
34. VUJICIC, R. and J. COLHOUN. 1966. Asexual reproduction in *Phytophthora erythroseptica*. Trans. Br. Mycol. Soc. 49: 245-254.
35. ZENTMYER, G.A. 1952. Research on avocado root rot. Calif. Avo. Soc. Yearb. 37:103-106.
36. _____ 1954. 1,953 collections in Central America and Mexico for resistance to avocado root rot. Calif. Avo. Soc. Yearb. 38:45-48.
37. _____ 1959. Spore stages of the avocado root rot fungus, *Phytophthora cinnamomi*. Calif. Avo. Soc. Yearb. 43:110-112.
38. _____ 1961. Attraction of zoospores of *Phytophthora cinnamomi* to avocado roots. Calif. Avo. Soc. Yearb. 45:93-95.
39. _____ 1961. Resistance to *Phytophthora* root rot of avocado. Proc. Carib. Reg. Am. Soc. Hortic. Sci. 5: 85-89.
40. _____ 1962. Macadamia diseases in California and Hawaii. Calif. Macadamia Soc. Yearb. 8:63-66.
41. _____ 1963. Biological control of *Phytophthora* root rot of avocado with alfalfa meal. Phytopathology. 53:1383-1387.

42. _____ 1973. Control of *Phytophthora* root rot of avocado with p-dimethylaminobenzenediazo sodium sulfonate (Dexon). *Phytopathology*, 63:267-272.
43. _____ 1980. *Phytophthora cinnamomi* and the diseases it causes. The American Phytopathological Society. Monograph No. 10. 96 p.
44. _____ and C.A. SCHROEDER. 1951. Resistance of subtropical plants to *Phytophthora cinnamomi*. *Avo. Soc. Yearb.* 36:105-106.
45. _____, _____ 1951. Research on roots tocks resistant to avocado root rot. *Calif. Avo. Soc. Yearb.* 36:157-158.
46. _____, _____ 1954. Tests of *Persea* species for resistance to *Phytophthora cinnamomi*. *Calif. Avo. Soc. Yearb.* 38:163-164.
47. _____, _____ 1955. Further evidence of resistance to *Phytophthora* root rot of avocado. *Calif. Avo. Soc. Yearb.* 39:84-86.
48. _____ and W.A. THORN. 1956. Resistance of the duke variety of avocado to *Phytophthora* root rot. *Calif. Avo. Soc. Yearb.* 40:169-173.
49. _____ and C.A. SCHROEDER. 1958. Resistance of species of *Persea* to avocado root rot. *Calif. Avo. Soc. Yearb.* 42:106-107.
50. _____ and L.A. Marshall. 1959. Factors affecting sporangial production by *Phytophthora cinnamomi*. (abstr.) *Phytopathology*. 49:556.
51. _____ and S.M. MIRCETICH. 1960. Results with new method of testing for resistance to *Phytophthora* root rot of avocado. *Calif. Avo. Soc. Yearb.* 44:107-109.

52. _____, W.A. THORN and R.M. BURNS. 1962. Fields. trials for resistance to *Phytophthora* root rot. Calif. Avo. Soc. Yearb. 46:88-93.
53. _____, _____. 1963. The Duke avocado. Calif. Avo. Soc. Yearb. 47:28-36.
54. _____, and S.M. MIRCETICH. 1965. Testing for - resistance of avocado to *Phytophthora* in nutrient solution. Phytopathology. 55:487-489.
55. _____, _____. 1966. Saprophytism and persistence in soil by *Phytophthora cinnamomi*. Phytopathology. 56:710-712.
56. _____, and C.R. THOMPSON. 1967. The effect of soponins from alfalfa on *Phytophthora cinnamomi* in relation to control of root rot of avocado. Phytopathology. 57:1278-1279.
57. _____, and H.D. OHR. 1978. Avocado root rot. Univ. Calif. Div. Agric. Sci. Left. 2440 pp.

A P E N D I C E

Medios de Cultivo

Medios de Cultivo

En el presente trabajo se utilizaron los medios de cultivo papa-dextrosa-agar (PDA) y harina de maíz. agar (HMA) cuya constitución y preparación se menciona a continuación:

Papa - Dextrosa - Agar

Ingredientes:

Trozos de papa	250 g
Dextrosa	15 g
Agar	15 g
Agua destilada	1000 g

Preparación:

Los trozos de papa se cocieron en 500 ml de agua destilada durante 15 minutos a 1 kg/cm^2 de presión. El jugo de papa se aforó a 500 ml con agua destilada y se le añadieron 15 g de dextrosa. Por separado se divolvieron 15 g de agar en otros 500 ml de agua destilada, los cuales se mezclaron en el medio litro de suspensión anterior para esterilizarse después.

Harina de Maíz - Agar - Antibióticos

Ingredientes:

Harina de maíz	20 g
Agar	15 g

Pimaricina02 g
Penicilina g, sal sódica cristalizada de 1'000,000 U	1 ml
Sulfato de Polimixina B	16 gotas
Agua destilada	1000 ml

Preparación:

La harina, en 500 ml de agua destilada, se esterilizó a 15 lb de presión durante 15 minutos, separadamente se licuó el agar en 500 ml de agua destilada, luego se filtró en manta de cielo doble y se mezcló con el agar, esterilizándose juntos durante 15 minutos a 15 lb. Cuando el medio, después de esterilizado, alcanzó aproximadamente 45°C de temperatura se le agregaron los antibióticos.