

BIBLIOTECA

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA
Y GANADERIA
UNIVERSIDAD DE SONORA.

UNIVERSIDAD DE SONORA

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

REACCION DE 20 LINEAS DE FRIJOL TEPARI (Phaseolus acutifolius
A. GRAY) AL HONGO Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid. BAJO
CONDICIONES DE INVERNADERO.

T E S I S

José Ramón Ortega Ortiz

Abril de 1993

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

ESTA TESIS FUE REALIZADA BAJO LA DIRECCION DEL CONSEJO PARTICULAR Y ACEPTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA LA OBTENCION DEL GRADO DE:

INGENIERO AGRONOMO EN:
PARASITOLOGIA AGRICOLA

CONSEJO PARTICULAR

ASESOR:

M.S. JOSE COSME GUERRERO RUIZ

CONSEJERO:

BIOL. IRMA GLORIA ROMO LOPEZ

CONSEJERO:

ING. JESUS MANUEL AVILA SALAZAR

DEDICATORIA

Con mucho cariño y afecto:

A Dios y a la Virgen de Guadalupe, por sus bendiciones y permitirme seguir siempre adelante.

A mis padres Ramón y María del Carmen, por su amor, apoyo y comprensión.

A mis hermanos María Guadalupe, Elizabeth, Carlos Martín y Francisco Javier, por su apoyo y comprensión.

A mi novia Elvia Olimpia por su amor, apoyo y comprensión.

A mi amigo José Cosme Guerrero Ruíz, por su amistad, conocimientos y ayuda brindada a lo largo de mi carrera.

A mis parientes, por su apoyo y comprensión.

A mi amigo Francisco Hurtado, por su amistad.

A mi amigo Job Leonel Gaxiola Quiroz, por su amistad.

A la familia de Alán Flores, por su apoyo desinteresado y amistad.

A mis maestros por sus conocimientos y ayuda brindada a lo largo de mi carrera.

Al Departamento de Agricultura y Ganadería por otorgarme las bases para poder realizarme como profesionista.

I N D I C E

	Pág
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS.....	v
RESUMEN	vi
INTRODUCCION	1
LITERATURA REVISADA.....	3
a) Características del frijol tépari.....	4
b) Características del agente causal.....	5
c) Evaluación de control químico a <u>Macrophomina phaseolina</u>	13
MATERIALES Y METODOS.....	14
a) Preparación del medio de cultivo.....	14
b) Siembra del tejido enfermo en medio del cultivo.....	15
c) Preparación del inóculo de <u>Macrophomina</u> <u>phaseolina</u>	15
RESULTADOS.....	17
DISCUSION.....	25
CONCLUSIONES.....	27
BIBLIOGRAFIA.....	28
APENDICE.....	31

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	Pág
Cuadro 1.- Porcentaje de sobrevivencia al ataque de <u>Macrophomina phaseolina</u> de 20 líneas avanzadas de frijol tépari, bajo condiciones de invernadero 5 días después de la siembra.....	20
Cuadro 2.- Porcentaje de sobrevivencia al ataque de <u>Macrophomina phaseolina</u> de 20 líneas avanzadas de frijol tépari, bajo condiciones de invernadero 15 días después de la siembra.....	21
Cuadro 3.- Porcentaje de sobrevivencia al ataque de <u>Macrophomina phaseolina</u> de 20 líneas avanzadas de frijol tépari, bajo condiciones de invernadero 30 días después de la siembra.....	22
Cuadro 4.- Efecto de <u>M. phaseolina</u> en 20 variedades de frijol. Campo Agrícola Experimental E.A.G. UNISON. Verano 1986.....	32
Cuadro 5.- Respuesta de <u>Phaseolus acutifolius</u> a <u>Macrophomina phaseolina</u> bajo condiciones de invernadero.....	33
Tabla 1.- Localidades, fechas de plantación y cosecha, color del grano de (<u>Phaseolus acutifolius</u>) en el Estado de Sonora, México.....	34
Figura 1.- Esclerocios de <u>M. phaseolina</u> en tejido infectado de frijol tépari (<u>P. acutifolius</u>).....	23
Figura 2.- Síntomas típicos del ataque de <u>M. phaseolina</u> en frijol común (<u>P. vulgaris</u> L.).....	23
Figura 3.- Variabilidad genética de semillas de <u>Phaseolus</u> sp.	24

RESUMEN

En la actualidad, el frijol ocupa uno de los primeros lugares en la dieta del pueblo mexicano, siendo uno de los granos que proporciona mayor cantidad de proteínas, por sus cualidades alimenticias.

En la región de Sonora se ha sembrado durante la época de primavera alrededor de 3 500 hectáreas con un promedio de 1.2 ton/ha. Entre las variedades más utilizadas se encuentran las de tipo pinto y azufrado; sin embargo, existe otra variedad llamada "frijol tépari" menos explotada que el frijol común, la cual presenta características aceptables como resistencia a la sequía, sales, plagas y enfermedades.

Entre las enfermedades más dañinas que afectan a este cultivo, se encuentra la causada por el hongo Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid. conocida como pudrición carbonosa ó pudrición basal del tallo. Debido a la importancia de esta enfermedad que afecta al frijol "Tépari" y considerando que se reporta escasa investigación de la reacción de líneas de Phaseolus acutifolius al patógeno bajo condiciones de invernadero, se desarrolló el presente estudio, con el fin de generar información que podrá ser de utilidad en la selección de material genético con un nivel de resistencia al hongo, y considerando que los métodos de control incluyen-

do el químico, no ha sido suficiente para contrarestar el ataque de la enfermedad.

Este trabajo se realizó en los invernaderos del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora durante el verano de 1991, donde se evaluaron 20 líneas de frijol tépari y una variedad de tipo pinto, como testigo.

La siembra se llevó a cabo el 6 de agosto de 1991. El material que se utilizó fueron macetas con 1.4 kgs. de suelo cada una. El tipo de suelo utilizado fué: Growing Mix No.3.

En cada maceta se sembraron 25 semillas con cuatro repeticiones de cada una de las líneas. Antes de sembrar, las semillas se inocularon con 50 ml. de agua destilada, mezcladas con los esclerocios de Macrophomina phaseolina.

En cuanto a la reacción de las líneas se encontró diferencia significativa entre las líneas avanzadas de frijol tépari, sin embargo, las líneas que obtuvieron mayor resistencia al ataque de este hongo fueron: L-246-19, Pi-321631-1, L-242-46, L-242-11. La variedad de frijol tipo Pinto-114 se mostró altamente susceptible al ataque de este hongo debido a que la planta que logró desarrollar murió después de la etapa de las primeras hojas verdaderas.

INTRODUCCION

Debido a los problemas alimentarios que atraviesa el mundo en general y a la falta de fuentes que proporcionen proteínas para el ser humano, se ha estado trabajando en una lucha constante para obtener conocimientos sobre los granos que puedan proporcionar una mejor calidad y cantidad de los alimentos. Las leguminosas constituyen una de las principales fuentes de proteínas para el hombre entre las cuales podemos citar al garbanzo, soya, lenteja y frijol.

En la actualidad, el frijol ocupa uno de los primeros lugares en la dieta del mexicano, siendo uno de los granos que proporcionan mayor cantidad de proteínas por sus cualidades alimenticias, es por esto que en nuestra región de Sonora se siembran durante la primavera alrededor de 3 500 ha, con un rendimiento promedio de 1.2 ton/ha. Entre las variedades más sembradas se encuentran las de tipo pinto y azufrado.

Sin embargo, existe otra variedad llamada "frijol tépari" la cual es menos explotada en esta región debido a que un mínimo de la población la incluye en su alimentación por falta de costumbre a éste. Se ha observado que esta especie de Phaseolus tiene una serie de atributos como: resistencia a la sequía, sales, plagas y enfermedades.

Entre las enfermedades que más daño causan al cultivo del frijol en las diferentes regiones de Sonora se encuen-

tra la causada por Macrophomina phaseolina, conocida como pudrición carbonosa ó pudrición basal del tallo. Debido a que en la actualidad hay muy poca información de este patógeno en el frijol "tepari", se decidió llevar a cabo este trabajo de investigación, cuyo objetivo es proporcionar información de la reacción de las líneas de P. acutifolius al patógeno causante de esta enfermedad, bajo condiciones de invernadero. Esta información puede ser de utilidad en seleccionar materiales genéticos con resistencia al hongo, ya que los métodos de control incluyendo el químico no han sido suficientes para contrarestar el ataque de este patógeno.

LITERATURA REVISADA

El frijol llamado "etl" entre los antiguos mexicanos, era cultivado por estos últimos desde la época anterior a la conquista, su origen es confuso, pero es un hecho que los españoles lo llevaron de México a Europa y su explotación se extendió por casi toda América.

El papel del frijol en la alimentación del pueblo mexicano es muy importante, ya que constituye uno de los alimentos básicos por la tradición de su cultivo y su riqueza en proteínas e hidratos de carbono.

El frijol es una planta muy cultivada en todos los países, por los beneficios alimenticios que proporciona al hombre.

El frijol llamado también judía, alubia, habichuela, proto, etc., es una planta herbácea y anual, cuyas numerosas variedades prosperan en todos los climas, de preferencia en los templados y se desarrolla en distintas alturas, desde el nivel del mar hasta 3 000 mts, (1).

Una de las especies de frijol es el "frijol tépari" (Phaseolus acutifolius), el cual se cree que es originario de una área que abarca Arizona, Noroeste de México y el Estado de Jalisco. El frijol tépari es una planta anual de raíz fibrosa, flores de color blanco, crema a violeta pálido, vainas rectas y tiene de dos a siete semillas, éstas

son de color amarillo, café, negro, morado y pinto; sus dimensiones varían de 0.3 a 1 cm de largo, 0.2 a 0.8 cm de ancho y 0.15 a 0.5 cm de espesor. El cultivo del frijol tépari en México en su forma silvestre como ya domesticada data de 5 000 años. (3,25).

En el estado de Sonora, el frijol tépari (Phaseolus acutifolius A. Gray) constituye una de las opciones alimenticias para la población en general. Fray Juan Nen Turq (1980), menciona que este tipo de frijol data de 1760 y posiblemente en la prehistoria ya lo cultivaban.

Así mismo, Castetter y Underhill (1935), Nahban y Felger (1978), reportan que el cultivo de frijol tépari en Sonora se ha presentado desde hace 20 siglos (4).

Características del frijol tépari

El valor nutricional del frijol tépari en comparación con otras leguminosas es muy discutido (8).

Las proteínas contenidas y mezcladas en el grano de especies de leguminosas pueden variar de 15 a 40% (Early and Jones, 1962).

El contenido de proteínas en el frijol tépari es controlado, en parte por la herencia. Ealloway et al (1974) reporta que los tipos de tépari blanco y café donde el contenido de proteínas fué de 24.3 a 24.03% respectivamente. Nahban et.al. (1980), determina que la semilla blanca de

tépari contiene de 18.9 a 27.3% de proteínas y la semilla de color café tiene de 18.1 a 27.1% de proteínas (5).

Además presenta un gran potencial como forraje y se compara con el valor nutritivo de la alfalfa. Debido a las características que presenta el frijol tépari, es posible transferir genes a otros tipos de variedades de frijol y resistencia al ataque de este hongo.

Al frijol tépari se le han atribuido características benéficas para los suelos en base a las bacterias simbióticas (Rhizobium sp.), las cuales fijan el nitrógeno atmosférico, por lo que se le considera un fertilizante natural, el cual es importante para los suelos áridos y semiáridos en los que se desarrolla (6).

Características del agente causal

El hongo Macrophomina phaseolina pertenece al grupo de los hongos imperfectos, los cuales carecen de estructuras reproductivas sexuales o no se sabe que las presenten (15).

El hongo representa dos fases: La picnidial identificada como Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid. (Sin: M. ph (Maubl) Ashby) y la fase esclerocial que se conoce como Rhizoctonia bataticola (Taub) Butler (Sin: Sclerotium bataticola (Taub.)). Además, el hongo bajo ciertas condiciones puede formar picnidios ostiolados, globosos, cuyo tamaño varía de 98 a 220 micras y en su interior se encuentran conidioforos hialinos con picnidiosporas alargadas, ovales

das, hialinas de una célula y que varían de 4 micras de ancho hasta 34 de largo (21).

Los residuos de cosecha de los cultivos que quedan en el suelo conservan el hongo de un año a otro en forma de esclerocios, estos sobreviven hasta 5 años sin perder su poder germinativo (en suelos secos). En suelos húmedos el esclerocio no puede vivir más de 7 a 8 semanas y el micelio no más de 7 días, Macrophomina phaseolina es un competidor débil en el suelo (5).

Una de las principales enfermedades que afectan a Phaseolus spp es la causada por Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid, conocido como pudrición carbonosa o pudrición basal del tallo, es un patógeno que presenta distribución mundial y ha sido reportado sobre todo en países con clima cálido. En América Macrophomina phaseolina se encuentra presente en las regiones áridas y semiáridas de Estados Unidos y México en cultivos como ajonjolí, cacahuate, soya y maíz (12).

Urdaneta, investigó en varias regiones de México la pudrición del cuello y tallo de ajonjolí por Macrophomina phaseolina confirmando que la enfermedad estaba presente en las principales áreas de ajonjolí en México (23).

Diaz Franco, menciona que M. phaseolina (Tassi) Goid, en el frijol (Phaseolus vulgaris L.) puede aparecer en frijol en cualquier época de desarrollo de la planta y es un factor limitante de la producción en algunas regiones

productoras de Mexico (10).

La enfermedad causada por M. phaseolina es originaria del suelo, y cuenta con más de 300 hospederas. Fué reportada por primera vez en el año de 1890 en papa, también fué descrita por Shawn en 1912 sobre plantas de algodón, garbanzo, yute, y cacahuete. Un año mas tarde Taubendhaus lo describe en el cultivo de camote y en la actualidad ha sido considerado como agente causal de la pudricion de raiz, tallo y fruto en este cultivo. La temperatura que va de 28 a 37o C, y con baja humedad del suelo. La enfermedad tiene la propiedad de aparecer en cualquier etapa del cultivo pudiendo causar la muerte a este hasta en un 100% del cultivo hospedante (12, 23).

A traves del tiempo, el patógeno ha recibido varios nombres: Rhizoctonia bataticola (Taub), Sclerotium bataticola (Taub) y Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid.

Existe diferencia en estructura del hongo, el núcleo es más septado y robusto que el que produce el género Rhizoctonia, las ramas de las hifas generalmente provienen de un ángulo recto de la hifa inicial, la mayoría de la ramificaciones presentan unas septas apartadas en la hifa lateral y la hifa madre.

Las características que presenta en un medio de cultivo puede diferir entre aislamientos y con la edad del cultivo. El hongo desarrolla aceptablemente en papa dextrosa agar y produce esclerocios típicos. Produce colo-

nias pequeñas de color gris y negro y fácilmente identificables a los 3 ó 4 días después de efectuada la inoculación, observándose los esclerocios.

Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid, ha sido encontrado infectando raíces, tallos, hojas, frutos y semillas, siendo los síntomas similares en todos los cultivos.

La enfermedad en frijol puede iniciar desde la etapa de plántula, pudiéndose presentar en forma de "Damping-off", en cuyo caso la totalidad de las plantas pueden ser afectadas durante la emergencia. También puede presentarse como áreas cancrosas de color negro en el hipocotilo, después de la emergencia. El primer síntoma de la enfermedad es la aparición de pequeñas áreas irregulares, oscuras y hundidas, conocidas como canchales en los tallos, cerca de la base de los peciolo cotiledonares. Los cotiledones son afectados generalmente durante la emergencia.

Las plantas infectadas muestran marchitamiento y defoliación. Antes de la defoliación, las hojas muestran decoloraciones de las nervaduras empezando en el punto de unión con la lámina de la hoja.

Las lesiones en las plántulas son generalmente parciales, dando como resultado la marchitez y después la muerte de las primeras hojas por encima de la lesión. En las condiciones favorables para la incidencia de esta enfermedad son de baja humedad y temperaturas altas (arriba de 30°C) (24).

Los síntomas de la enfermedad consiste en marchitamiento de plántulas, como si les faltara agua, progresando hasta llegar a morir. La planta se desprende fácilmente del suelo y las raíces presentan una pudrición seca. En la parte aérea de la planta, sobre los tallos aparecen manchas oscuras alargadas que abarcan gran parte del tallo. Cuando la planta se seca, adquiere un color rojizo y presenta manchas de color negro, debido a la formación de estructuras circulares incrustadas en el tallo a manera de puntos negros que pueden ser observados con lente de aumento, que en su conjunto proporcionan un aspecto carbonoso. Estas estructuras son denominadas "microesclerocios" (22).

En pruebas de invernadero se utilizaron esclerocios secos de Macrophomina phaseolina, donde la alta efectividad fué determinada por la reacción a frijol en el cual se incrementó la virulencia del hongo. Los esclerocios fueron mezclados con suelo pasteurizado (2gr/kg) y la semilla de frijol fué cubierta con 2-3 cm del suelo infestado. Las plantas que no lograron desarrollar fué por el efecto del patógeno; sin embargo las plantas resistentes no presentaron daño alguno. El aislamiento de M. phaseolina diferió significativamente en su reacción cuando se evaluó de 0.5 a 4 gr, de esclerocios secos por kg de suelo (16).

En la primavera de 1980, Thomas, Manshart y Waines, reportan que el frijol tépari es más tolerante a enfermedades y daños de insectos que el frijol común (4).

En Isabela y Fortuna, subestaciones experimentales en Puerto Rico, se aisló del tallo de frijol Macrophomina phaseolina junto con roya, para así observar el grado de virulencia de las dos enfermedades a temperatura de 28o C a nivel invernadero, los resultados obtenidos observaron que hubo diferencia significativa en cuanto a la virulencia de las dos enfermedades, siendo más severa la enfermedad de M. phaseolina que la de la roya (11).

Rodríguez y Díaz, evaluaron cuatro métodos de inoculación del hongo bajo condiciones de invernadero. Para ello utilizaron cuatro líneas experimentales de frijol y una variedad testigo (Pinto-114). Los métodos de inoculación probados fueron: Harina y harina de Maiz (40.1) al 50% en el suelo; Semilla de sorgo inoculada al 1% en el suelo y semilla de sorgo inoculada y molida, mezclada en la semilla de frijol al 1%.

El mejor método de inoculación fué el de semilla de sorgo inoculada al 1%, donde la variedad testigo mostró 86% de plantas muertas (20).

Guerrero y Valdez mencionan que en la Costa de Hermosillo Sonora en 1980 Macrophomina phaseolina ocasionó un daño de 100% de la superficie cultivada (4 500 ha.) en variedad pinto-114, las cuales fueron eliminadas totalmente, repercutiendo esto en la reducción del área cultivada de esta importante leguminosa (15).

Corrales en 1991 evaluó la reacción a Macrophomina phaseolina de 8 líneas avanzadas de frijol tépari y tres variedades de frijol Pinto-114. Las semillas de frijol pinto fueron tratadas con leguzan 350 gr/100 kg de semilla, en cambio, las semillas de frijol tépari no fueron tratadas. Las variedades de frijol tépari Phaseolus acutifolius no mostraron daño alguno mientras que las variedades de frijol pinto Phaseolus vulgaris L. se mostraron altamente susceptibles al ataque del hongo (7).

Guerrero y Zapata en 1989, trabajaron con 61 líneas de tépari, las cuales se evaluaron para observar el comportamiento que tendrían en un suelo con alto índice de infestación de Macrophomina phaseolina. La siembra la llevaron a cabo en forma tardía con el fin de proporcionar al hongo las condiciones óptimas para su desarrollo. El nivel promedio de propagulos fué de 24/gr de suelo, el cual es considerado alto y observando que las líneas evaluadas no mostraron síntomas de la enfermedad a lo largo del ciclo (14).

Guerrero et al, evaluó la incidencia de (Macrophomina phaseolina) (Tassi) Goid, en 2 líneas de frijol tépari (Phaseolus acutifolius) (PI-319443 y G400-35) y como testigo la variedad de frijol tipo Pinto-114 bajo condiciones de invernadero, obteniendo como resultado que la línea G400-35 es más resistente que la línea PI-319443 al ataque de la enfermedad y la variedad de tipo Pinto-114 es altamente susceptible al ataque de este hongo (13).

Se han llevado a cabo estudios bajo condiciones de invernadero y el tipo tépari blanco fué tolerante al hongo. (*)

En Cali, Colombia, se evaluó la reacción de M. phaseolina (Tassi) Goid en 60 genotipos de Phaseolus vulgaris L. bajo condiciones de campo en tratamiento sin inoculación y de un tratamiento en el que cada semilla fué plantada con aproximadamente 2-3 gr de arroz infectado con el hongo.

En este estudio, las semillas fueron cubiertas con suelo infestado con 2 gr de esclerocios secos/kg de suelo en base a emergencia, incidencia del hongo y severidad de la enfermedad, en líneas incluyendo a 300, BAT-332, BAT-442, BAT-1385, EMP-86, G5059 y San Cristóbal, fueron clasificadas como altamente resistentes (19).

Dhingra y Chagas (1981) estudiaron el efecto de nitrógeno, humedad y temperatura del suelo sobre la habilidad saprofitica de Macrophomina phaseolina encontrando que la máxima colonización en tallos de trigo y frijol ocurría a los 15 días a 20o C, observando además que la temperatura alta favorecía la colonización en tallos de frijol. La adición de nitrógeno al suelo inhibió la colonización saprofitica del suelo (9).

* Comunicación personal M.S. José Cosme Guerrero Ruíz.

Evaluación de control químico a Macrophomina phaseolina

Hooda y Grover 1989, probaron 5 fungicidas sistémicos, los cuales usaron para el tratamiento de las semillas de frijol Vigna radiata, chícharo, nogal y algodón en los cuales observaron que cierto exudado de la raíz alteraba la eficiencia de los fungicidas, para el control de Macrophomina phaseolina. Los fungicidas utilizados fueron: Metil Thiopinato, Captafol, Acetato de Phenylmercurioto. Estos tratamientos fueron hechos bajo condiciones de invernadero (18).

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se realizó en el Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora durante el verano de 1991, donde se evaluaron 20 líneas avanzadas de frijol tépari y una variedad de tipo Pinto como testigo.

La siembra se llevó a cabo el 6 de agosto de 1991. El material que se utilizó fueron macetas con 1.4 Kg de suelo cada una. El tipo de suelo usado fué Growing Mix No.3.

En cada maceta se sembraron 25 semillas con 4 repeticiones de cada una de las líneas. Antes de la siembra se aplicó al suelo de cada una de las macetas una mezcla de M. phaseolina en 50 ml de H₂O destilada esterilizada.

Preparación del medio de cultivo

En un matraz Erlenmeyer de 500 ml se disolvieron 18 gr de papa dextrosa Agar (PDA) y se ajustó el volumen a 450 ml de agua destilada esterilizada, después se agitó la mezcla hasta que se disolvió bien, se pasó a la autoclave y se esterilizó a 120o C durante 20 minutos. Ya que el medio estaba esterilizado se dejó enfriar a temperatura ambiente, sin dejar que solidificara. Posteriormente en la cámara de inoculación se vació el medio a cajas de petri esterilizadas, dejándose hasta que el medio solidifique.

Siembra de tejido enfermo en medio de cultivo

De un suelo infestado por Macrophomina phaseolina, se extrajo una planta de frijol y la parte enferma se cortó en porciones pequeñas. En la cámara de inoculación se colocaron las porciones de tejido enfermo en un vaso de precipitado con una solución de 8:1:1 (agua, alcohol, y cloro, respectivamente) dejándolas durante un minuto. Después se pasaron a otro vaso de precipitado esterilizado que contenía H₂O destilada esterilizada dejándose por espacio de un minuto.

Posteriormente se sembraron 2 porciones en cada caja de petri con medio de cultivo y se colocaron en estufa de incubación a temperatura de 30oC durante 4 días para hacerlo desarrollar. Se obtuvieron cultivos puros del hongo transfiriendo porciones de las puntas del micelio a nuevas cajas de petri con medio de cultivo PDA.

Preparación del inóculo de Macrophomina phaseolina

Ya que el hongo cubrió toda la superficie del medio de cultivo puro, cada caja con hongo y medio se licuó en 500 ml de agua destilada esterilizada hasta obtener una mezcla homogénea.

Inoculación de Macrophomina phaseolina en el suelo

En cada maceta se colocó 1.4 kg de suelo Growing Mix No.3. En cada maceta se sembraron 25 semillas con 4 repeti-

ciones de cada una de las líneas. Al suelo de cada maceta se le agregaron antes de la siembra, 50 ml de la mezcla del hongo.

Los síntomas que se observaron en el tejido infectado después de las inoculaciones, varía gradualmente en relación al tipo de infección.

Se hicieron observaciones a los 5, 15 y 30 días después de la siembra para obtener el porcentaje de mortalidad de plantas, y una vez cuantificado éste se llevó a cabo un análisis estadístico mediante la prueba de Tukey.

RESULTADOS

En cuanto a la reacción se encontró diferencia significativa entre las líneas avanzadas de frijol tépari, así mismo fueron las que obtuvieron mejor rendimiento con respecto a la variedad del tipo Pinto-114, que se observó que no hubo desarrollo de la planta debido a que el ataque del hongo no lo dejó desarrollar.

En relación a la incidencia de Macrophomina phaseolina, se encontró que las líneas avanzadas de frijol tépari, no todas presentaron una total tolerancia a esta enfermedad, en cambio la variedad de frijol Pinto evaluada mostró alta susceptibilidad.

A los 5 días se observó que las variedades de frijol tépari germinaron primero que la variedad de frijol pinto; no mostrando daño alguno por el ataque del hongo, en cambio la semilla que logró germinar de frijol pinto en la etapa de cotiledón mostró manchas de color café oscuro y en la etapa de 2 hojas verdaderas presentó en el tallo manchas de color oscuro y por último de color negro. A los 15 días se observó la presencia de Macrophomina phaseolina principalmente en la variedad de frijol pinto, en cambio las líneas de tépari no todas mostraron el síntoma de la enfermedad.

Para determinar el porcentaje de sobrevivencia de planta se utilizó al análisis de varianza y se determinó por

el método de Tukey, observándose muy poca diferencia significativa entre las líneas avanzadas de tépari; el análisis muestra también que no todas las líneas de tépari son altamente resistentes al ataque del hongo, sin embargo las líneas L-246-19, PI-321631-1, L-242-46 y L-242-11, fueron las que obtuvieron los más altos porcentajes de sobrevivencia (97-100%). En cambio la variedad de frijol pinto no desarrolló mostrándose altamente susceptible al ataque de este hongo.

Los resultados de este trabajo muestran que la reacción de tolerancia en los materiales de Phaseolus acutifolius, mientras que la variedad de Phaseolus vulgaris L. presentó alta susceptibilidad.

En los cuadros 1, 2 y 3, indican el porcentaje de plantas sobrevivientes al ataque del hongo, observándose que no todas las líneas de frijol tépari se mostraron altamente resistentes al ataque de M. phaseolina habiendo poca diferencia significativa entre las líneas de tépari.

La temperatura ambiente registrada durante el período de toma de datos del experimento fué de 28-33oC, las cuales resultaron adecuadas para asegurar el desarrollo de M. phaseolina.

La mortalidad de las plantas de frijol tépari fué relativamente baja comparada con la variedad de frijol pinto, el cual mostró el 99% en los primeros 5 días y el 100% a los 15 días de observación. Mientras tanto las

líneas de frijol tépari se mostraron más resistentes al ataque del hongo, sin embargo hubo diferencia significativa entre ellas.

En los primeros 5 días se mostraban leves daños ocasionados por el ataque del hongo en ciertas plantas de tépari que posteriormente murieron debido a la infección del hongo. Los síntomas iniciales consistieron en una coloración rojiza de las partes afectadas pasando a un color café, después llegando a tomar un color negro a los 30 días, lo que indicó la formación de esclerocios, los cuales fueron corroborados al microscopio de disección.

Cuadro 1.- Porcentaje de sobrevivencia al ataque de Macrophomina phaseolina de líneas avanzadas de frijol tépari bajo condiciones de invernadero, 5 días después de la siembra.

Tratamiento	% de plantas vivas a los 5 días después de la siembra	Significancia estadística al 0.05% *
L-246-19	100	a
L-242-46	96	a b
L-371	95	a b
PI-321631-1	95	a b
L-242-11	92	a b c
L-169	91	a b c
L-242-24	87	a b c
L-246-23	86	a b c
L-246-3	85	a b c d
L-242-36	84	a b c d
L-242-40	84	a b c d
L-179	81	a b c d
G-400-36	80	a b c d
L-172	78	a b c d
L-246-9	77	b c d e
L-373	74	b c d e f
PI-239056-1	71	c d e f
PI-319443	63	d e f
G-400-16	55	e f
G-400-34	52	f
Pinto-114	01	g

* Según prueba de Tukey.

Cuadro 2.- Porcentaje de sobrevivencia al ataque de Macro-
phomina phaseolina de líneas avanzadas de frijol tépari bajo
condiciones de invernadero, 15 días después de la siembra.

Tratamiento	% de plantas vivas a los 5 días después de la siembra	Significancia estadística al 0.05% *
L-246-19	100	a
L-242-46	99	a b
PI-321631-1	99	a b
L-242-11	97	a b
L-371	96	a b
L-169	95	a b c
L-242-24	95	a b c
L-179	93	a b c
L-242-36	93	a b c
L-246-23	89	a b c
L-246-3	88	a b c
L-246-19	86	a b c
G-400-36	86	a b c
L-172	85	a b c
L-242-40	83	a b c
L-373	81	a b c d
PI-239056-1	77	c d e
PI-319443	65	d e
G-400-34	65	d e
G-400-16	59	e
Pinto-114	00	f

* Según prueba de Tukey.

Cuadro 3.- Porcentaje de sobrevivencia al ataque de Macrophomina phaseolina de líneas avanzadas de frijol tépari bajo condiciones de invernadero, 30 días después de la siembra.

Tratamiento	% de plantas vivas a los 5 días después de la siembra	Significancia estadística al 0.05% *
L-246-19	100	a
PI-321631-1	99	a b
L-242-46	98	a b
L-242-11	97	a b
L-371	96	a b
L-169	95	a b c
L-242-24	95	a b c
L-179	93	a b c
L-242-36	93	a b c
L-246-23	89	a b c
L-246-3	88	a b c
L-172	86	a b c
L-246-9	86	a b c
G-400-36	86	a b c
L-373	81	a b c d
L-242-40	79	b c d
PI-239056-1	77	c d e
PI-319443	65	d e
G-400-34	65	d e
G-400-16	59	e
Pinto-114	00	f

* Según prueba de Tukey.

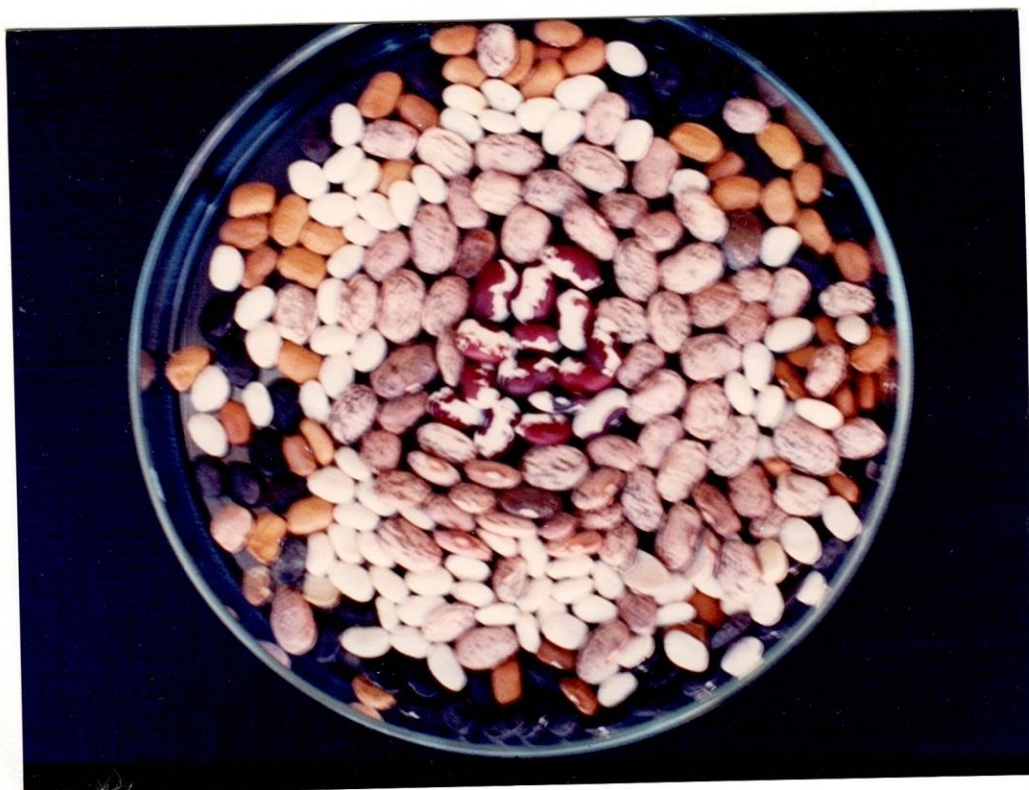


Figura 1.- Esclerocios de M. phaseolina en tejido infectado de frijol tépari (P. acutifolius).



Figura 2.- Síntomas típicos del ataque de M. phaseolina en frijol común (P. vulgaris L.).

Figura 3.- Variabilidad genética de semillas de Phaseolus sp.



DISCUSION

En relación al ataque de Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid en siembra de verano y bajo condiciones de invernadero, la variedad de frijol Pinto-114 se mostró altamente susceptible al ataque del hongo, tal como lo muestran los resultados obtenidos. Sin embargo, las líneas avanzadas de frijol Tépari se mostraron con un grado aceptable de tolerancia.

Los datos obtenidos nos indican que no todos los genotipos de Tépari son altamente tolerantes al ataque de esta enfermedad cuando el hongo tiene las condiciones óptimas para su desarrollo (28-37o C de temperatura y baja humedad del suelo).

Esto está de acuerdo a los resultados obtenidos por Guerrero, Pérez y Waines en 1990, quienes evaluaron dos líneas de tépari PI-319443 y G400-35 obteniendo como resultado que la línea G400-35 se mostró mas tolerante a la enfermedad que la línea PI-319443, con temperaturas de 35o C óptimas para el desarrollo del hongo. En cambio el testigo que utilizaron fué la variedad de frijol Pinto-114, la cual se mostró altamente susceptible al ataque de esta enfermedad.

En cuanto a la incidencia de Macrophomina phaseolina en el frijol Tépari, este se mostró tolerante al ataque de este hongo encontrándose en la prueba de Tukey una diferen-

cia significativa de un 5% entre las líneas de frijol té-
pari.

La técnica de inoculación del hongo utilizada en este estudio fué efectiva, corroborando la investigación de Guerrero et al durante 1990. En la evaluación de 2 líneas de Phaseolus acutifolius, las temperaturas utilizadas fueron similares.

Este estudio comprueba que variedades de tipo Pinto son altamente susceptibles a Macrophomina phaseolina, lo cual ha sido reportado por diversos investigadores. La liberación de este tipo de variedades se efectúa en latitudes al Norte del Continente Americano, donde el hongo no presenta una alta infección.

CONCLUSIONES

- 1.- Considerando los resultados arrojados por este trabajo, las líneas de frijol tépari mostraron un nivel de tolerancia aceptable, por esta razón, se podrían utilizar como material genético para obtener variedades resistentes al ataque de esta enfermedad.
- 2.- La línea L-246-19 de Phaseolus acutifolius muestra una alta tolerancia a M. phaseolina.
- 3.- La técnica utilizada para la infección de plántulas por Macrophomina phaseolina resultó efectiva.
- 4.- Se debe de evitar la falta de humedad en el cultivo del frijol, ya que el estress predispone a la planta al ataque de esta enfermedad.
- 5.- La utilización de frijol tépari a futuro en la alimentación del pueblo mexicano se debe de considerar, ya que se obtienen buenos rendimientos aún estando presente Macrophomina phaseolina en el suelo.
- 6.- Un análisis previo del suelo para determinar la presencia del hongo puede evitar pérdidas en cuanto al cultivo del frijol, lo que ayudaría a decidir la siembra de esta leguminosa.

BIBLIOGRAFIA

- 1). Agrios, G. 1986. Fitopatología. Ed. Limusa. p. 208.
- 2). Akhtar, B. 1989. Soybean Research in Pakistan. Review of Plant Pathology. 68 (8) 423.
- 3). Avilés, V. M. 1985. Aislamiento y cuantificación de Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid en suelos de la Costa de Hermosillo, Sonora. E.A.G. Universidad de Sonora. pp. 8-9. Tesis.
- 4). Bouscaren, S.J., Waines, J.C. L.A. Boy Kim Bouscaren. 1980. Cultivación y uso del tépari en Sonora, México. Desert Plants. vol. 5(1).
- 5). Campos, A. J. 1987. Enfermedades del Frijol. Ed. Trillas. pp. 50-51.
- 6). Celada, CH., E. 1989. Evaluación del valor nutritivo y contenido de lectinas del frijol tépari (Phaseolus acutifolius A. Gray) durante su almacenamiento. Departamento de Ciencias Químico Biológicas UNI-SON. pp. 6-11. Tesis.
- 7). Corrales, C. j. F. 1991. Incidencia de Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid en 3 variedades de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) y 8 líneas de avanzadas de frijol tépari (P. acutifolius A. Gray). E.A.G. UNI-SON. p.5, 24. Tesis.
- 8). De la Garza, J. L. y G. H. Villarreal. 1987. Evaluación de líneas de Sorgo (Sorghum bicolor L.) con inoculaciones artificiales de Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid en el campo y en el invernadero. Memorias del XIV Congreso Nacional de Fitopatología. p. 40.
- 9). Dhingra, D. D. and D. Chagas. 1982. Effect of soil temperature, moisture and nitrogen on competitive saprophyticability of M. phaseolina. Review of Plant Pathology. 61(4):135.
- 10). Díaz, F. A. 1984. Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid agente causal de la pudrición carbonosa del frijol (Phaseolus vulgaris L.) en el Norte de Tamaulipas. Agricultura Técnica en México. 10(2) 85-89.
- 11). Echavez-Badel, F. Perdomo and J. S. Beaver. 1991. Pathogenicity of two Macrophomina phaseolina isolates from bean plants with a shystem blight.

Agric. Univer. P.R. 81(6)1991. p. 692.

- 12). Guerrero, J. C. 1990. La pudrición carbonosa, enfermedad importante del frijol en el Noroeste de México. Hoja Divulgación. Avances Agropecuarios. D.A.G.
- 13). Guerrero, J. C. Pérez F. I. y Waines G. 1990. Reaction of Tepary Beans (Phaseolus acutifolius A. Gray) to Macrophomina phaseolina. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative (BIC). Vol.35 p. 124-125.
- 14). Guerrero, J.C. y Zapata M.J.J. 1989. Comportamiento de 61 líneas de Phaseolus acutifolius A. Gray a Macrophomina phaseolina bajo condiciones de campo. Memorias del XVI Congreso Nacional de Fitopatología. p. 61.
- 15). Guerrero, J.C. y Ramón D. Valdéz. Evaluación de variedades de frijol Phaseolus vulgaris L. en suelos infestados por Macrophomina phaseolina y en suelos libres de la enfermedad bajo condiciones de la Costa de Hermosillo. Departamento de Parasitología. E.A.G. UNI-SON. XIV Congreso Nacional de Fitopatología. Memorias. Morelia Michoacán 15-17 Julio, 1987.
- 16). G.S. Abawi and M.A. Pastor-Corrales. 1986. Screening procedure and virulence of isolates of Macrophomina phaseolina to bean. Phytopathology 76(10):1064.
- 17). Herrera, G.R., Jiménez, G.E. 1990. Guía para cultivar frijol en el norte de Sonora. SARH-INIFAP-CIAND-CAECH. No.2. p.3.
- 18). Hooda, I. and Grover R.K. Hooda I. 1989. Crop Research (Hisar). 2:1, 48-53, 14 Ref.
- 19). Pastor-Corrales, Abawi. 1986. Evaluation of Selected accessions for resistance to Macrophomina phaseolina. Phytopathology. 76(10):1087.
- 20). Rodríguez C. G. y F. A. Díaz. Evaluación de Métodos de Inoculación de Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid en frijol (Phaseolus vulgaris L.) en invernadero. Rev. Mexicana de Fitopatología. 5:101-104.
- 21). Ruiz, M., Nieto, D. y Larios, I. 1985. Botánica E.C.L.A. México, D.F. S.A. pp. 621-623.
- 22). Scheerens, J.C., A.M. Tinsley, I.R. Abbas,; C.W. Weber. 1983. El significado nutricional del consumo de frijol tépari en Sonora, México. Desert Plant. Vol.5(1):11.

- 23). Urdaneta, U.R. y De La I.B.M.L. 1981. Pudrición del cuello y tallo del ajonjolí por Macrophomina phaseolina en diferentes regiones de México. Agrociencias Chapingo, Méx. No.43. pp. 71-79.
- 24). Valdéz, R.D. 1988. Evaluación de variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en suelos infectados por Macrophomina phaseolina y en suelos libres de la enfermedad bajo condiciones de la Costa de Hermosillo. E.A.G UNI-SON. p. 7-8. Tesis.
- 25). Valenzuela, Q.A.I. 1988. Caracterización química y biológica de los fenoles condensados en frijol tépari (Phaseolus acutifolius) A. Gray. Departamento de Ciencias Qui

A P E N D I C E

Cuadro 4. Efecto de Macrophomina phaseolina en 20 variedades de frijol. Campo Agrícola Experimental D.A.G. UNI-SON. Verano 1986 (24).

Variedad	Tipo	% Plantas muertas	
		1o.	2o.
1. Pindak *	Pinto	92.5	99.2
2. Olathe	Pinto	92.9	99.4
3. NW 590	Pinto	68.5	93.9
4. Holdberg	Pinto	90.0	96.7
5. Michigan Improved	Cranberry	96.4	99.2
6. Taylor	Cranberry	60.0	83.8
7. Aurora	Blanco Peq.	92.0	95.6
8. Gloria	Rosado	91.2	99.1
9. Red Kidney M.	Rojo claro	58.1	91.8
10. Mecosta	Rojo claro	51.0	68.4
11. Sacramento VM	Rojo claro	64.4	82.0
12. Linder	Rojo claro	52.0	77.4
13. Red Kloud	Rojo claro	59.4	70.9
14. Royal Red	Rojo obscuro	69.0	84.2
15. Calif. Dark Red Kid	Rojo obscuro	43.8	73.5
16. Black Turtle Soup	Negro	57.2	81.0
17. Midnigh B-K	Negro	47.8	82.8
18. Mayocoba *	Amarillo	68.0	87.4
19. Pinto UI-114 *	Pinto	88.5	99.1
20. Azufrado *	Amarillo	58.0	95.4

* Variedades utilizadas en el Sur de Sonora, el resto de las variedades provenientes de la Universidad de California, Riverside.

Cuadro 5. Respuesta de Phaseolus spp. a M. phaseolina bajo condiciones de invernadero (12).

Genotipos	Número de plantas infectadas			Plantas ¹
	1ra.lectura 6 DPS	2da.lectura 16 DPS	3ra.lectura 21 DPS	
PI-319443 *	2	3	3	
G -40035	0	0	0	
Pinto VI-114 **	11	19	20	

¹ Total de plantas observadas por genotipo.

* *P. acutifolius*.

** *P. vulgaris*.

Tabla 1. Localidades, fechas de plantación y cosecha de color de grano (Phaseolus acutifolius) en el estado de Sonora (22).

Localidad	Fecha de plantación	Fecha de cosecha	Color de frijol plantado
Cumeral	10-19 Marzo 15 Agosto	Junio 15 Nov.	Blanco, Café
San Ignacio	15-20 Agosto	Oct-Nov.	Blanco
Imuris	Febrero Junio	Agosto Noviembre	Blanco, Café
Unamichi (1)	Abril 1ros. días de Agosto	Julio Noviembre	Blanco
Unamichi (2)	Abril Junio	Agosto Noviembre	Blanco
Bacoachi	1a.Sem.Marzo Julio	1a.Sem.Jul. Noviembre	Blanco
Sinoquipe	Mediados marzo	Junio	Blanco, Negro
Huépac	Marzo Junio	Agosto Noviembre	
Campo de San Carlos(1)	1ros. días de Marzo	1a.y 2a.sem. de Junio	Blanco
Campo de San Carlos(2)	Ultimos de Feb. 1ro. de Marzo	Junio	Blanco