

110
T

635.652

L 473

Ej. 1.

ESTUDIO SOBRE EL MARCHITAMIENTO DEL FRIJOL DE ENREDADERA
(Phaseolus vulgaris L.) EN EL MUNICIPIO DE POTOSI, DEPARTAMENTO DE NARIÑO

Por

JAIRO HERNAN LEDESMA MANZANO
ROGER EMIRO RENDON TORRES

Tesis de Grado presentada como requisito parcial
para optar al título de
INGENIERO AGRONOMO

Presidente de Tesis
BENJAMIN SANUDO SOTELO I.A.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PASTO - COLOMBIA

1980

A LA MEMORIA DE MI PADRE
A MI MADRE
A MIS HERMANOS
A MIS AMIGOS

"Las ideas y conclusiones aportadas en la Tesis de Grado, son de responsabilidad exclusiva de sus autores".

Artículo 10. del Acuerdo No. 324 de Octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
BIBLIOTECA Y DOCUMENTACION

No.....	22120.....	Ej.....	1.....
Valor.....	\$1300.....	Vol.....
Fecha.....	V-11-80.....	Don.....	X.....
Fac.....	Cent. Doc.....	Canje.....
Librería.....	Cent. Doc.....	Comp.....

A LA MEMORIA DE MI ABUELA

A MIS PADRES

A MIS PADRINOS

A MIS HERMANOS

A MIS FAMILIARES

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

AL SECTOR RURAL COLOMBIANO

DEDICO :

JAIRO HERRAN LEDESMA MANZANO

A MIS PADRES
A MIS HERMANOS
A MIS FAMILIARES
A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS
A LA INVESTIGACION CIENTIFICA PROYECTADA HACIA
EL CAMPO AGROPECUARIO

DEDICO :

ROGER EMIRIO RENDON TORRES

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS A :

BENJAMIN SANUDO SOTELO I.A.
BERNARDO MARTINEZ SANTACRUZ I.A.
VICTOR MONTENEGRO GALVEZ I.A., M. Sc.
OMAR GUERRERO GUERRERO I.A., M. Sc.
MAX GALLARDO LOPEZ I.A.
ARMANDO RAMOS ORDOÑEZ I.A.
MIGUEL VIVEROS ZARAMA I.A.
ARCENIO CACERES VARGAS
AURA SANUDO SOTELO
ELSA CORDOBA BORRAS
LUCY AGUILERA RIASCOS

La Facultad de Ciencias Agrícolas de
la Universidad de Nariño

Todas las personas que en una u otra
forma colaboraron en el desarrollo del
presente trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Generalidades	3
2.2 Especies de <u>Fusarium</u> patógenas del frijol	3
3.3 Conocimiento de <u>Fusarium oxysporum</u> forma <u>phaseo-</u> <u>li</u>	4
2.3.1 Aspectos generales	4
2.3.2 Síntomas	4
2.3.3 Aspectos etiológicos	5
2.3.4 Condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad	7
2.3.5 Control	7
2.3.5.1 Cultural	7
2.3.5.2 Químico	8
2.3.5.3 Resistencia de variedades	8
III. MATERIALES Y METODOS	11
3.1 Aislamiento e identificación	11
3.2 Comprobación de la patogenicidad	12
3.2.1 A nivel de maceteros	12
3.2.2 A nivel de campo	12
3.3 Reacción de 100 variedades de frijol	14
3.3.1 Arbustivas comerciales	14
3.3.2 Volubles comerciales	14
3.3.3 Volubles A	14
3.3.4 Volubles B	14
3.3.5 Promisorias arbustivas y volubles C	15
3.3.6 <u>Phaseolus</u> <u>coccineus</u>	15

	Pág.
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	17
4.1 Distribución de la enfermedad	17
4.2 Síntomas	17
4.3 Agente causal	18
4.4 Pruebas de patogenicidad	20
4.4.1 A nivel de maceteros	20
4.4.2 A nivel de campo	21
4.5 Reacción de 100 variedades de frijol	31
4.5.1 A nivel de campo	31
4.5.2 A nivel de maceteros	32
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
5.1 Conclusiones	35
5.2 Recomendaciones	36
VI. RESUMEN	37
SUMMARY	38
VII. BIBLIOGRAFIA	39

ILUSTRACIONES

Pág.

FIGURA 1. Agrietamientos longitudinales de la base del tallo en plantas de frijol variedad Mortiño atacadas por Fusarium oxysporum forma phaseoli. (A los 40 días después de la inoculación 19

FIGURA 2. Necrosis oscura de los extremos de la raíz principal en plantas de frijol variedad Mortiño inoculadas con Fusarium oxysporum forma phaseoli. (A los 50 días después de la inoculación) 22

FIGURA 3. Necrosis de los haces vasculares en el cuello de las raíces principal de frijol variedad Mortiño, después de la inoculación de Fusarium oxysporum forma phaseoli. (A los 50 días después de la inoculación 23

TABLAS

Pág.

TABLA I.	Número de plantas vivas y sanas de frijol voluble variedad Mortiño, después de la inoculación de <u>Fusarium oxysporum</u> f. <u>phaseoli</u> , en 3 épocas de inoculación y con 2 tipos de inóculo	24
TABLA II.	Análisis de variancia para los números promedios de plantas vivas y sanas de frijol voluble variedad Mortiño, después de la inoculación de <u>Fusarium oxysporum</u> f. <u>phaseoli</u> , a nivel de campo en 3 épocas y con 2 tipos de inóculo	25
TABLA III.	Comparación de los números promedios de plantas vivas y sanas de frijol voluble variedad Mortiño, después de la inoculación de <u>Fusarium oxysporum</u> f. <u>phaseoli</u> , en 3 épocas a nivel de campo. prueba de Tukey	26
TABLA IV.	Comparación de los promedios de plantas vivas y sanas de frijol voluble variedad Mortiño, después de la inoculación de <u>Fusarium oxysporum</u> f. <u>phaseoli</u> , a nivel de campo en la época de siembra, utilizando 2 tipos de inóculo. Prueba de Tukey	28
TABLA V.	Comparación de los promedios de plantas vivas y sanas de frijol voluble variedad Mortiño, después de la inoculación de <u>Fusarium oxysporum</u> f. <u>phaseoli</u> , a nivel de campo en la época de germinación, utilizando 2 tipos de inóculo. Prueba de Tukey	29

TABLA VI. Comparación de los promedios de plantas vivas y sanas de frijol voluble variedad Mortiño, después de la inoculación de Fusarium oxysporum f. phaseoli a nivel de campo, al mes de la germinación, utilizando 2 tipos de inóculo

Prueba de Tukey 30

ESTUDIO SOBRE EL MARCHITAMIENTO DEL FRIJOL DE ENREDADERA
(Phaseolus vulgaris L.) EN EL MUNICIPIO DE FOTOSI,
DEPARTAMENTO DE NARIÑO (*)

Por

JAIRO HERNAN LEDESMA BARRAZO
ROGER ERINO RENDON TORRES

I. INTRODUCCION

El Municipio de Fotosi, localizado al Sur del Departamento de Nariño, fue el mayor productor de frijol de enredadera variedad Hortiño, hasta hace pocos años (aproximadamente 5 años), los rendimientos de maíz y frijol por hectárea eran altos y el agricultor obtenía excelentes beneficios económicos aprovechando las ventajas de la asociación con maíz.

Sin embargo, en la actualidad se observa una disminución notable de los rendimientos y del área cultivada, debido a la presencia de un marchitamiento y muerte de las plantas, síntomas más frecuentes, a partir de la época de floración. La incidencia y distribución de la enfermedad es cada vez mayor, hasta el punto de que amenaza acabar con el cultivo del frijol en dicha zona.

Por lo tanto, se justifica la realización de investigaciones tendientes a aclarar la causa de la enfermedad, buscando diferentes medidas

(*) Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agrónomo, bajo la presidencia de Benjamín Salgado Solórzano, I.A., a quien los autores expresan sus agradecimientos.

de control. En base a los anteriores criterios, el presente trabajo se realizó teniendo en cuenta los siguientes objetivos :

1.1 Determinación de la causa del marchitamiento del frijol de en redadera, variedad Mortino en el Municipio de Potosí.

1.2 Búsqueda de un sistema práctico de inoculación del patógeno

1.3 Evaluación del comportamiento de 100 variedades frente a la enfermedad en condiciones de campo y en maceteros

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades

Las pudriciones radicales constituyen un problema patológico grave en el frijol, siendo causadas por especies de hongos de los géneros Rhizoctonia, Fusarium, Verticillium, Sclerotium y Pythium, que atacan las semillas y plántulas (12).

Cardona (8) anota las siguientes enfermedades radicales del frijol presentes en Colombia: "sclerotiniasis" (Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) de Bary), "fusariosis" (Fusarium solani (Sart.) Appel and Wollemw. f. sp. phaseoli Snyder and Hansen y Fusarium oxysporum Schlecht. f. sp. phaseoli Kendrick and Snyder), "pudriciones de la raíz" (Sclerotium f. sp. phaseoli Kendrick and Snyder), "rizoctoniasis" (Rhizoctonia solani Kuhn). Arango (1) menciona además a los patógenos Pythium sp., Marasmius sp. y Macrophomina phaseoli (Haubl.) Ashby, causando problemas radicales del frijol en varias zonas del país.

Según Rodríguez (26), en el Departamento de Mariño, las pudriciones radicales del frijol, son causadas por Fusarium oxysporum, Pythium sp., Sclerotium rolfii y Rhizoctonia solani.

2.2 Especies de Fusarium patógenas del frijol

Barros (3), identificó las especies de Fusarium oxysporum forma phaseoli, Fusarium solani forma phaseoli y Fusarium roseum forma phaseoli, como patógenos del frijol, diferenciadas de acuerdo a la morfología y patogenicidad.

Fare Dongo (13), son diferentes las especies de Fusarium que pueden atacar al frijol; sin embargo el mayor grado de patogenicidad se atribuye a las cepas de Fusarium oxysporum forma phaseoli.

2.3 Conocimiento de Fusarium oxysporum forma phaseoli

2.3.1 Aspectos generales

La enfermedad del frijol llamada comúnmente "amarillamiento", "marchitez", "podredumbre seca" o simplemente "fuseriosis", es ocasionada por el hongo Fusarium oxysporum Schlecht forma phaseoli Kendrick y Snyder, siendo observada en varios países como Estados Unidos de Norteamérica, Inglaterra, Costa Rica, Colombia y Perú (13).

La enfermedad fue mencionada por primera vez por Harter en 1929 como "amarillamiento", en el Valle de Sacramento, Estado de California (15). Posteriormente, entre 1929 y 1933, Kendrick y Snyder (19) observaron una enfermedad similar en la misma localidad y la atribuyeron a Fusarium oxysporum.

La enfermedad fue observada en el Brasil por primera vez en 1966, afectando la variedad Rosinha; su epidemiología se confirmó por inoculaciones (25).

2.3.2 Síntomas

Las plantas afectadas por Fusarium oxysporum forma phaseoli, muestran amarillamiento en las hojas inferiores, que progresa rápidamente hacia la parte superior de la planta. Las hojas amarillas pronto se desprenden; sin embargo, a veces ocurre que las hojas superiores se marchitan sin llegar a mostrar amarillamiento. De igual manera, las plantas enfermas presentan un notorio achaparramiento.

Las plantas atacadas por el hongo generalmente mueren, pero en ciertos casos, algunas mantienen una ligera decoloración de las hojas a un lado de la planta. Los haces vasculares muestran ennegreci-

miento a lo largo del tallo, ramas y pecíolos, siendo éste, un diagnóstico importante para el reconocimiento de la enfermedad (10).

El hongo una vez que ha penetrado en la planta, se confina en el xilema, aun en estados muy avanzados de la enfermedad, cuando logra invadir células adyacentes, produciéndose una necrosis de coloración parda a marrón oscura, la cual se hace menos pronunciada, a medida que aumenta la distancia desde el punto de penetración del hongo. Simultáneamente con la necrosis marrón oscuro, se produce un taponamiento de los haces vasculares por deposición de material gomoso, de color amarillo a pardo, que a veces aparece en el parénquima y en las fibras adyacentes a los vasos afectados (21).

Butler y Jones (6) anotan que las plantas enfermas pueden madurar más temprano, debido al efecto secante de la enfermedad sobre los tejidos.

2.3.3 Aspectos etiológicos

Snyder y Hansen (32) identifican a Fusarium oxysporum por la presencia de clamidosporas, microconidias en falsas cabezas sobre conidióforos cortos y macroconidias con un ancho inferior a 4 micras.

El hongo Fusarium oxysporum forma phaseoli, crece bien en PDA, produciendo abundante cantidad de esporodoquios y esclerocios. Estos cuerpos de resistencia aparecen como puntos negros en la superficie del medio; el micelio del hongo es blanco algodonoso y no produce pigmentación en el substrato (16).

etiología (3) y SNYDER Según Nasch y otros (23), la infección natural en el campo, no se debe tanto al estado conidial sino más que todo al provocado por las clamidosporas, las cuales germinan fácilmente cuando se encuentran cerca a las semillas y raíces de frijol.

López y Miller (21) afirman que la penetración de Fusarium oxysporum forma phaseoli, puede ocurrir tanto por las raíces, como por el hipocótilo; sin embargo, se requieren heridas que expongan el tejido vascular. Al respecto, Christon y Snyder, citados por los anteriores autores, anotan que las aberturas naturales como los estomas del hipocótilo, no son lugares importantes para la penetración del hongo.

etología (4)

El hongo puede ser diseminado por medio de las esporas localizadas en la parte exterior de las semillas y permanecer activo de una cosecha a otra (10).

Al respecto, Gálvez (17) indica que Fusarium oxysporum no es un patógeno estricto de semillas y plántulas, necesitando de heridas para producir el ataque en el frijol; sin embargo observa que algunas plántulas recién germinadas pueden ser afectadas, manifestando amarillamiento y muerte por necrosis de la corteza y de los haces vasculares.

Mediante inoculaciones del hongo, procedente de aislamientos obtenidos en el Brasil, USA y Europa, en variedades y líneas de frijol, Ribeiro y Hagedorn (25) caracterizaron 2 razas patogénicas. Las cepas Europeas y Norteamericanas fueron representantes de una misma raza virulenta sobre Phaseolus coccineus, mientras que las cepas Brasileñas pertenecientes a una raza diferente, no produjeron síntomas en esta especie.

Zaunmeyer y Thomas (34) indican que además de Phaseolus vulgaris, son susceptibles al ataque del hongo las especies P. acutifolius, variedad latifolius, P. coccineus, P. angularis, P. acutifolius, P. lunatus forma macrocarpus, Vigna sinensis y Pueraria thumbergiana.

2.3.4 Condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad

El grado de severidad del ataque de Fusarium oxysporum forma phaseoli, depende tanto de la cantidad de inóculo presente en un campo, como de las condiciones ambientales en las cuales se desarrolla el cultivo (1).

Las pudriciones radicales son más evidentes en suelos secos que en suelos húmedos, ya que si bien el hongo tiene mayor capacidad de infección en condiciones de mediana o alta humedad del suelo, la severidad de la enfermedad es mayor en épocas secas y/o lugares con baja precipitación. Además el ataque se ve favorecido por altas temperaturas del suelo (1, 5, 7). No obstante, se ha observado que una textura compacta de los suelos, así como el pH entre 6,25 y 7,45, ayudan al desarrollo de patógenos radicales, especialmente especies de Fusarium (20).

2.3.5 Control

2.3.5.1 Cultural

De acuerdo con Walters (33), las prácticas más importantes son la rotación de cultivos y el uso de semilla certificada. Crispín y Cifuentes (11) recomiendan además, no dañar las raíces de las plantas con las labores de cultivo, pues las heridas son puertas de entrada al organismo patógeno; igualmente es aconsejable quemar los residuos de plantas, procurando no sembrar inmediatamente después, en el caso de que dichos residuos se hayan enterrado.

Cafati (7) menciona que no existen medidas que proporcionen un control absoluto, pero que preventivamente puede recomendarse :

a. No sembrar frijol en suelos muy orgánicos y en especial, en terrenos que han tenido siembras de ésta u otra leguminosa

b. Evitar aplicaciones de estiércol proveniente de animales alimentados con residuos de frijol u otra leguminosa contaminada con el hongo

c. Efectuar rotaciones por 4 a 5 años con cultivos no susceptibles, entre ellas las gramíneas.

2.3.5.2 Químico

Crispín y Cifuentes (11) dan como recomendación general contra las pudriciones radicales del frijol, el tratamiento de semillas con Semasan, Arasan S.F. y Rhizoctol, a razón de 1 kilo de producto por tonelada de semilla.

Santamaría, citado por Sarasola y Rocca de Sarasola (29) recomiendan Arasan, Tersan y Nomersan, en dosis de 100 a 250 g por 100 kilos de semilla. Según Sánchez (27), los fungicidas más efectivos para el control de la "fusariosis" son Arasan SF-X, Agrox y Semesan.

Martín (22) recomienda el Orthocide 50 P.M. para las pudriciones radicales del frijol, en razón de 10 a 12 libras por 100 galones de agua, aplicado en las primeras 2 a 4 pulgadas del suelo.

2.3.5.3 Resistencia de variedades

Para López y Müller (21), no existen diferencias anatómicas entre variedades de frijol tolerantes y susceptibles, que permitan explicar un sistema de resistencia, sino mecanismos fisiológicos.

lógicos que pueden impedir el desarrollo del hongo dentro del hospedero.

Aparentemente existe una relación entre los síntomas foliares debidos al ataque vascular de Fusarium oxysporum forma phaseoli y el color de la cubierta seminal del frijol. El amarillamiento intenso de las hojas es más frecuente en variedades con semillas de color claro y, la marchitez de las hojas en los granos de testa oscura (15).

Hashen y Rahim (18) indican que la sustancia L-alanina se encontró en la variedad Klein Thüringer resistente a Fusarium oxysporum pero no en la variedad susceptible Baali. Se sugiere que este ácido puede jugar papel importante en la resistencia.

Dongo (14) anota que algunas variedades tolerantes al estado conidial del hongo, fueron sin embargo susceptibles al estado de clamidospora. Igualmente, la concentración del inóculo es decisiva en la reacción; Ribeiro y Hagedorn (25) indican que la variedad Tenderett resistente al hongo en una concentración de 10^4 conidias/cc, fue susceptible cuando la concentración se incrementó en 10^6 . No obstante, encontraron que el cultivo Preto Ubara Binha fue resistente a las distintas concentraciones.

Bravo, Wallace y Wilkinson (4) afirman que la resistencia a la enfermedad está controlada por 3 a 7 pares de genes, de acuerdo con observaciones de los segregantes al cruzar líneas resistentes con la variedad susceptible Red Kote.

Ogilvie y Mulligan (24), en Inglaterra, encontraron la variedad Flat Marrow como resistente al ataque de Fusarium oxysporum forma phaseoli.

13. Cardona (8) verificó en Colombia, las variedades Negrito, Caraota Negro, Estrada Blanco y Riñón Rojo, como altamente resistentes.

Este trabajo se realizó entre marzo de 1972 y junio de 1973, inicialmente se hicieron observaciones sobre la presencia de la enfermedad en el Municipio de Parosí, situado al Sur del Departamento de Nariño y con las siguientes condiciones climáticas: temperatura promedio 18° C, altura 2.800 msnm y precipitación promedio anual de 1.000 a 1.500 mm, condiciones que sitúan al lugar dentro de la zona de alta humedad, se realizó además un reconocimiento en los meses anteriores, después de observar los síntomas externos e internos de la enfermedad se realizaron análisis de tejidos afectados, los cuales se llevaron al Laboratorio de Microbiología de la Universidad de Cúcuta, para realizar cultivos por rutina.

2.1. aislamiento e identificación

Se realizaron pruebas rutinarias de tejidos afectados con cuidado por rutina y parte de los tejidos fueron desmenuados en placas de Petri de medio S. M. durante 3 minutos, para sembrarlos en cajas Petri con agar y agar de lactosa a pH 7,0.

Los cultivos fueron de nuevo inoculados, en recipientes de vidrio, en el medio de cultivo, para observar su desarrollo y cambios producidos en las colonias, posteriormente se hicieron cultivos de rutina en medio de cultivo, para observar su desarrollo en el laboratorio con el fin de aislarlos.

El cultivo de rutina fue inoculado en recipientes de vidrio con el fin de observar su desarrollo en el laboratorio con el fin de aislarlos, para observar su desarrollo y cambios producidos en las colonias, posteriormente se hicieron cultivos de rutina en medio de cultivo, para observar su desarrollo en el laboratorio con el fin de aislarlos.

III. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó entre Marzo de 1978 y Junio de 1979. Inicialmente se hicieron observaciones sobre la presencia de la enfermedad en el Municipio de Potosí, situado al Sur del Departamento de Tarija y con las siguientes condiciones climáticas: temperatura promedio 12° C, altura 2.880 msnm y precipitación promedio anual de 1.000 a 1.100 mm, condiciones que sitúan el lugar dentro de la zona de vida bs-MB/bh-MB; se realizó además un reconocimiento en las zonas vecinas. Después de observar los síntomas externos e internos de la afección se recolectaron muestras de tejidos afectados, los cuales se llevaron al Laboratorio de Microbiología de la Universidad de Tarija, para realizar diferentes estudios.

3.1 Aislamiento e identificación

Se cortaron pequeños trozos de tejidos radicales con porción necrosada y parte sana, los cuales fueron desinfectados en hipoclorito de sodio al 5% durante 3 minutos, para sembrarlos en cajas Petri con PDA ácido y Agar Nutriente a pH 7,0.

Las colonias fungosas de mayor frecuencia, se replicaron en cajas Petri con PDA ácido, para observar su desarrollo y cambios producidos; se hicieron preparaciones microscópicas en diferentes etapas del desarrollo micelial, empleando como colorante el lactofenol con azul de algodón.

El género de hongo fue reconocido de acuerdo con la clave de Barnett (2). Igualmente se identificó la especie de Fusarium, utilizando las claves de Snyder y Hansen (32) y de Messiaen Cassine, citado por Sarasola y Rocca de Sarasola (29). Se efectuaron mediciones de las esporas presentes en base a 20 de cada tipo, con el fin de obtener la medida en micras para comparar con las descritas por otros autores, para algunas especies de Fusarium patógenas del frijol (3, 16).

3.2 Comprobación de la patogenicidad

3.2.1 A nivel de maceteros

El hongo se multiplicó en cajas Petri con PDA; cuando se obtuvo una mayor proporción de clamidosporas, se efectuó una suspensión del hongo en Agar Agua 1:1.000, a una concentración de 2×10^6 esporas/ml con ayuda del hematocitómetro; para efectuar el siguiente método de inoculación:

Se sembraron semillas de frijol variedad Hortiño en su contenido en bolsas plásticas hasta la germinación, época en que se sacaron las plantas del suelo, procurando no dañar el sistema radical, el cual fue lavado inmediatamente con agua corriente. A 40 de ellas se les cortó el extremo de las raíces, dándoles la apariencia de brocha y colocando 20 en agua destilada (Testigo) y 20 en la suspensión de esporas durante 10 minutos. Con 40 plantas restantes se repitió la misma operación pero sin corte de raíces.

Inmediatamente, las plantas fueron trasplantadas en bolsas plásticas con suelo previamente tratado con formol al 2%. Se hicieron observaciones sobre los síntomas producidos, efectuando resislimientos del patógeno a partir de las lesiones primarias.

3.2.2 A nivel de campo

Para comprobar la patogenicidad del hongo aislado y a la vez, observar el mejor método de campo se empleó un diseño de parcelas divididas en base a bloques al azar con 3 tratamientos, 3 subtratamientos y 3 replicaciones. Los tratamientos fueron representados por 3 épocas de inoculación del hongo, al momento de la siembra, en la germinación y un mes después de la germinación. Las subtratamientos correspondieron al Testigo y dos fuentes de inóculo, el uno correspondió a gra

nos de trigo contaminado por el hongo y el otro a una suspensión de 2×10^6 esporas/cc de agua destilada.

Para cumplir con lo anterior, se preparó un lote de 17 x 13 m, situado en los terrenos aledaños a la Universidad de Maribó el cual se dividió en 3 bloques, cada uno de 17 x 4 m, para trazar por bloque 18 surcos con separación de 1 m. Para cada subtratamiento correspondieron 2 surcos.

El hongo se había sembrado previamente en erlenmeyers con granos de trigo humedecidos y esterilizados. Cuando se observó total invasión de dicho substrato con el hongo, se procedió a la inoculación.

En cada uno de los surcos se sembraron 40 semillas de frijol variedad Nortillo a una distancia de 10 cm entre ellas. Para aquellos surcos correspondientes a la inoculación en el momento de la siembra, se depositaron granos de trigo contaminados con el hongo alrededor de las semillas de frijol o se regó sobre ellas la suspensión de esporas. Todos los surcos inoculados o no, se taparon en forma manual.

Para la inoculación en el momento de la germinación y al mes después de ella, en los surcos correspondientes se procedió a descubrir la base de las plantas hasta el sistema radical, colocando alrededor granos de trigo contaminados o la suspensión de esporas del hongo, cubriendo luego con el suelo removido.

Se tomaron datos sobre el número de plantas marchitas, hasta los 3 meses de la siembra. Para las diferentes inoculaciones, se procuró que el suelo estuviera húmedo para evitar el secamiento del infusculo.

3.3 Reacción de 100 variedades

Se emplearon las siguientes variedades :

3.3.1 Arbustivas comerciales

Catalino, Blanquillo, Mortifito, ICA Duva, Diacol Andino, Capulí, Querzo, Diacol Nisa, Masías, Limoneño, Mandarino y Checho.

3.3.2 Volubles comerciales

Sardinato, Liborino Pintas Rojas, Poroto, Cargamento Pintas Negras, Radical, Manto Negro, Cargamento Blanco, Carevaca, Mortifito Selección Rojo, Bayo, Mortifito, Liborino Pintas Negras y Sabanero o Rosado.

3.3.3 Volubles A (*)

Catambuco 1A, Mapachico 7, Córdoba 2, Mercado No. 9, Juanoy 5A, Laguna 12, Laguna 11, Catambuco 9B, Túquerres 7, Laguna 3, Negro sin número, Túquerres 1, Córdoba 4, Morado Pintado sin número, Córdoba 6, Mapachico 11, Juanoy 2, Laguna 5, Túquerres 2A, Juanoy 3A, Catambuco 9A, Mapachico 1, Laguna 10, Juanoy 3, Túquerres 8, Túquerres 6, Juanoy 7 e Ipiales 1

3.3.4 Volubles B(**)

ICA 33003, ICA 201, ICA 32980, ICA Ecuador 51 e ICA 32983.

(*) Cedidas por Bernardo Martínez S. I.A.

(**) Cedidas por el ICA

3.3.5 Promisorias arbustivas y volubles C (*)

P478, P512, P526, P454, P793, P661, P693, P498, P12, 4659, P479, P691, P758, 8209, P566, 7395, P712, P786, P432, P737, 7446, 4585, P790, P792, P646, 7900, 5819, P303, 4718, 8169, 4695, 6935, 4610, 4633, 4779, 7831, 4674, P717, P281 y 6933. Dichas variedades fueron reportadas como tolerantes a pudriciones radicales por sañudo (28).

3.3.6 Phaseolus coccineus

Se empleó la variedad voluble perenne Cacha amarillo de la especie P. coccineus sub-especie polianthus que es la más conocida en el Departamento de Nariño y el Valle de Sibundoy de la Intendencia Nacional del Putumayo.

Las variedades anotadas fueron sembradas en el campo; para ello se preparó un lote de 20 x 13 m, el cual se dividió en 2 parcelas de 9,50 x 13 m, separadas por una calle de 1 m. En cada parcela se trazaron 100 surcos de 2 m, distribuidos en 5 subparcelas cada una de 25 surcos. La distancia entre surcos y subparcelas fue de 0,50 m. Los 200 surcos totales sirvieron para la siembra de las 100 variedades con 2 replicaciones distribuidas al azar; en cada surco se sembraron 21 semillas de la variedad correspondiente, a una distancia de 10 cm entre semillas.

Se aplicó el mejor método de inoculación, obtenido en condiciones de campo y se hicieron observaciones sobre la reacción de las variedades hasta los 3 meses de efectuada la siembra, de acuerdo a la escala elaborada por los autores :

(*) Ceditas por el CIAT

Reacción

Interpretación

Resistente	Sin síntomas externos y radicales permanentes
Tolerante	Sin síntomas externos, pero necrosis en la punta de la raíz principal con ligero secamiento medular
Susceptible	Marchitamiento y amarillamiento de la planta con necrosis de los haces vasculares

Para aquellas variedades que tuvieron reacción tolerante o resistente en el campo, se repitió la evaluación en condiciones controladas, para lo cual cada variedad se sembró en 2 bolsas plásticas con suelo previamente tratado con formal al 2%, empleando por recipiente 6 semillas. Se aplicó el mejor método de inoculación para condiciones de invernadero y se hicieron evaluaciones hasta los 3 meses después de la siembra.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Distribución de la enfermedad

El marchitamiento del frijol de enredadera, se encontró preferentemente en las variedades Mortiño y Cargamanto del Municipio de Potosí, aunque actualmente se ha observado en las regiones de Puerres, Yanaí y Córdoba. En la primera zona, la incidencia es tal, que según concepto de agricultores, en lotes donde se obtenían hasta 34 bultos de frijol Mortiño desgranado, actualmente se están produciendo un máximo de 5 costales de 60 kilos.

Tal incidencia en la producción se debe a la tendencia general que tiene el agricultor de cultivar año tras año, el frijol en asociación con el maíz, debido a los excelentes beneficios económicos iniciales, efectuando en algunas ocasiones rotación por una temporada. De tal manera, el hongo patógeno tiene condiciones para incrementar su población hasta el punto de constituirse en un problema limitante, más, teniendo en cuenta su capacidad de supervivencia en los suelos, al desarrollar estructuras de resistencia como clamidosporas y microesclerocios, tal como lo menciona Arango (1) y Echandi (16).

4.2 Síntomas

En general, los síntomas externos fueron más notorios y graves a partir de los 3 meses de establecido el cultivo, especialmente desde la época de floración de las plantas. De allí en adelante se inició un amarillamiento y flacidez de las hojas inferiores, progresando rápidamente hacia la parte superior de la planta.

Cuando las plantas manifestaron el amarillamiento foliar general ocurrió también aborto floral y secamiento de las vainas formadas. Sin embargo, en ataques tardíos, se alcanzó a obtener producción aunque

escasa. Como síntoma final, ocurrió el secamiento total de la planta, con marcada defoliación.

Al arrancar el sistema radical, se observó mejor el síntoma de estos órganos; las raíces secundarias manifestaron una pudrición severa, mientras que la raíz principal, hasta su cuello, presentó un hinchamiento con agrietamientos longitudinales notorios (Figura 1).

Al hacer un corte transversal de dichos órganos, se observó un secamiento marrón rojizo de los haces vasculares y a veces de la médula, siendo este último caso más ostensible en la punta de la raíz. A medida que avanzó el secamiento de las plantas, ocurrió un taponamiento ascendente de los haces vasculares hasta la parte superior de la planta, para luego ocurrir un secamiento general de todos los tejidos del tallo.

4.3 Agente causal

Después de pruebas de aislamiento, identificación y comprobación de la patogenicidad y resislamiento, se identificó al hongo Fusa - rium oxysporum como causante del marchitamiento del frijol en el Municipio de Potosí.

Dicho hongo creció bien en PDA, produciendo un micelio abundante y aéreo de color blanco crema con ligeras tonalidades violáceas, dándole al medio de cultivo una tonalidad cremosa. En cultivos viejos aparecieron sobre el PDA escasos microesclerocios globosos y de color negro.

En cultivos establecidos del hongo, hasta los 30 días se obtuvieron macroconidias y microconidias en mayor proporción; sin embargo, después de este tiempo se observó un predominio de clamidosporas, hasta presentarse exclusivamente en cultivos de aproximadamente 2 meses de establecidos.



FIGURA 1. Agrietamientos longitudinales de la base del tallo en plantas de frijol variedad Mortiflo, atacadas por Fusarium oxysporum forma phaseoli . (a los 40 días después de la inoculación).

Foto : L.E. Arturo.

Las macroconidias fueron falcadas, hialinas y septadas, hasta con 5 septas, presentando las siguientes dimensiones :

	<u>Máximo</u>	<u>Promedio</u>	<u>Mínimo</u>
Largo (micras)	41,50	31,00	23,50
Ancho (micras)	4,20	3,20	2,60

Las microconidias fueron hialinas, ovoides o cilíndricas y uniceldadas, con las siguientes dimensiones :

	<u>Máximo</u>	<u>Promedio</u>	<u>Mínimo</u>
Largo (micras)	19,25	9,75	7,00
Ancho (micras)	3,80	2,24	1,75

Las clamidosporas se produjeron en montones sobre el micelio; fueron globosas, hialinas y uniceldadas, con el siguiente diámetro :

<u>Diámetro</u>	<u>Máximo</u>	<u>Promedio</u>	<u>Mínimo</u>
(micras)	10,50	6,40	3,90

Estas dimensiones están relacionadas con las obtenidas por Barro (3), Echandi (16) y Sherbakoff (31) para la especie Fusarium oxysporum forma phaseoli.

4.4 Pruebas de patogenicidad

4.4.1 A nivel de maceteros

El método de inoculación empleado, consistió en sumergir raíces de plantas recién germinadas en una suspensión de esporas del hongo y hacer el trasplante inmediato; fue efectivo para la obten-

ción de síntomas típicos a los 30 días; sin embargo cuando se hicieron cortes de las puntas de raíces, los síntomas aparecieron a los 20 días, debido a que el hongo penetró rápidamente a través de las heridas artificiales. Cuando la inoculación se hizo sin heridas, el hongo posiblemente aprovechó la formación de raíces secundarias y pelos absorbentes durante la época de post-germinación, para penetración por las heridas naturales que dejan dichas raíces al romper la principal.

Los síntomas generales se manifestaron como una disminución del tamaño de las plantas, en comparación con el observado en las plantas Testigo, las hojas se enrollaron hacia el envés y tuvieron una coloración amarillo bronceado a partir de las bajas; luego ocurrió flacidez y secamiento total de las plantas. En cortes transversales se determinó una necrosis de color marrón rojizo desde el extremo de la raíz principal, abarcando luego los haces vasculares y finalmente secando todos los tejidos (Figuras 2 y 3); las raicillas de las plantas inoculadas se murieron.

4.4.2 A nivel de campo

En la Tabla I se observan los números de plantas vivas y aparentemente sanas de frijol Mortiño, después de la inoculación de Fusarium oxysporum forma phaseoli en 3 épocas y 2 tipos de inóculo (granos de trigo contaminado y suspensión de esporas).

El análisis de variancia (Tabla II) mostró la existencia de diferencias altamente significativas entre épocas de inoculación y significativas para la interacción épocas de inoculación x tipos de inóculo, pero no se observaron diferencias a los niveles de 1 y 5% para el tipo de inóculo.

En la Tabla III se observa la comparación de los promedios de plantas vivas de frijol Mortiño a los 3 meses de efectuada la



FIGURA 2. Necrosis oscura de los extremos de la raíz principal en plantas de frijol variedad Mortiflo inoculadas con Fusarium oxysporum forma phaseoli. (A los 50 días después de la inoculación).

Foto : L.E. Arturo.

TABLA I



FIGURA 3. Necrosis de los haces vasculares en el cuello de la raíz principal de frijol variedad Hortiño, después de la inoculación de Fusarium oxysporum forma phaseoli. (A los 50 días después de la inoculación).

Foto : L.E. Arturo.

TABLA I

NUMERO DE PLANTAS VIVAS Y SANAS DE FRIJOL VOLUBLE VARIEDAD MORTINO
 DESPUES DE LA INOCULACION DE Fusarium oxysporum f. phaseoli,
 EN 3 EPOCAS DE INOCULACION Y CON 2 TIPOS DE INOCULO

		Trigo contaminado	Suspensión de esporas	Testigo	
I	Siembra	48	51	65	164
	Germinación	55	13	60	128
	1 mes germinación	67	70	67	<u>204</u>
					496
II	Siembra	47	66	65	178
	Germinación	68	11	59	138
	1 mes germinación	71	68	68	<u>207</u>
					523
III	Siembra	60	72	67	199
	Germinación	51	15	71	137
	1 mes germinación	75	78	68	<u>221</u>
					557
Total		542	444	590	1.576
Promedio		60	49	66	

TABLA II

ANALISIS DE VARIANCIA PARA LOS NUMEROS PROMEDIOS DE PLANTAS VIVAS Y SANAS DE FAJOL VOLUBLE VARIEDAD MOSTIÑO, DESPUES DE LA INOCULACION DE Fusarium oxysporum f. phaseoli A NIVEL DE CAMPO EN 3 EPOCAS Y CON 2 TIPOS DE INOCULO

F.V.	G.L.	S.G.	C.M.	Fc.	5%	Ft. 1%
Bloques	2	207,630	103,815	5,584 ^{NS}	6,94	18
Tratamientos	2	2.954,297	1.477,148	79,449 ^{**}	6,94	18
Parcela principal	8	3.236,297	404,537			
Error (a)	4	74,369	18,592			
Subtratamientos	2	1.230,519	615,259	6,236 ^{NS}	6,94	18
Treat. x Subtrat.	4	3.718,813	929,703	9,423 ^{**}	6,39	15,98
Error (b)	4	394,667	98,666			
Total	26					

** : Significativo al nivel del 1% de probabilidad
 * : Significativo al nivel del 5% de probabilidad
 NS : No significativo

TABLA III

COMPARACION DE LOS NUMEROS PROMEDIOS DE PLANTAS VIVAS Y SANAS DE FRIJOL VOLUBLE VARIEDAD MORTIÑO, DESPUES DE LA INOCULACION DE Fusarium oxysporum f. phaseoli EN 3 EPOCAS A NIVEL DE CAMPO PRUEBA DE TURKEY.

		Mes germinación 70,22	Siembra 60,11	Germinación 44,78
Germinación	44,78	25,44 ^{**}	15,33 [*]	-
Siembra	60,11	10,11 ^{NS}	-	
Mes germinación	70,22	-		

** : Significativo al nivel del 1% Valor Tukey 1% = 16,42
 * : Significativo al nivel del 5% Valor Tukey 5% = 10,17
 NS : No significativo

inoculación, en diferentes épocas, de acuerdo a la prueba de Tukey. Se observó mayor número promedio de plantas vivas cuando la inoculación se hizo al mes de la germinación (70,22), pero dicho número no difirió a los niveles de 1 y 5% respecto al obtenido cuando la inoculación se hizo en la época de siembra (60,11).

La inoculación del hongo en la siembra y al mes de la germinación permitió mayor número de plantas vivas a los niveles del 5 y 1%, respectivamente, respecto al obtenido cuando la inoculación se hizo en la época de la germinación (44, 78).

Debido a que la inoculación se hizo en una zona como Pasto, donde no existe la enfermedad, porque el hongo no encuentra condiciones de suelo favorables para su desarrollo, al inocular el hongo al momento de la siembra puede ocurrir la competencia de la población microbial, reduciéndose la población del patógeno hasta los 15 días o sea en el momento de la germinación. Igualmente, el hongo no puede encontrar un sustrato adecuado para desarrollar un hábito saprofitico, teniendo entonces una persistencia muy escasa.

Cuando la inoculación se hizo en la época de germinación de las plantas de Mortiño, hubo mayor incidencia de la enfermedad, porque al colocar el hongo junto al sistema radical, éste aprovechó para la penetración las heridas naturales ocasionadas por las raíces secundarias y pelos absorbentes que iniciaron su formación en dicha época. Al mes de la germinación no se obtuvo mayor proporción de plantas afectadas por *F. oxysporum* forma *phaseoli*, debido a que para esa época, es escasa la formación de raíces, no existiendo heridas para la penetración del patógeno.

En las Tablas IV, V y VI se comparan los números promedios de plantas vivas de frijol Mortiño, de acuerdo al tipo de inóculo en tres épocas de inoculación, utilizando la prueba de Tukey. No se encontraron diferencias en cuanto al número de plantas vivas después de

TABLA IV

COMPARACION DE LOS PROMEDIOS DE PLANTAS VIVAS Y SANAS DE FRIJOL VOLUBLE
VARIEDAD MORTIÑO, DESPUES DE LA INOCULACION DE Fusarium oxysporum f.
phaseoli A NIVEL DE CAMPO EN LA EPOCA DE SIEMBRA, UTILIZANDO
2 TIPOS DE INOCULO. PRUEBA DE TUKEY

	Testigo 65,67	Suspensión de esporas 63,00	Trigo contaminado 51,67
Trigo contaminado 51,67	14,00 ^{NS}	11,33 ^{NS}	-
Suspensión de esporas 63,00	2,67 ^{NS}	-	
Testigo 65,67	-		

NS : No significativo

Valor Tukey 1% = 65,52

Valor Tukey 5% = 40,55

TABLA V

COMPARACION DE LOS PROMEDIOS DE PLANTAS VIVAS Y SANAS DE FRIJOL VOLUBLE VARIEDAD MORTIRO, DESPUES DE LA INOCULACION DE Fusarium oxysporum f. phaseoli A NIVEL DE CAMPO EN LA EPOCA DE GERMINACION UTILIZANDO 2 TIPOS DE INOCULO. PRUEBA DE TUKEY

	Testigo	Trigo contaminado	Suspensión de esporas
	63,33	58,00	13,00
Suspensión de esporas	13,00	50,33*	45,00*
Trigo contaminado	58,00	5,33 ^{NS}	-
Testigo	63,33	-	-

* : Significativo al nivel del 5%
 NS : No significativo

Valor Tukey 1% = 65,52
 Valor Tukey 5% = 40,55

TABLA VI

COMPARACION DE LOS PROMEDIOS DE PLANTAS VIVAS Y SANAS DE FRIJOL VOLUBLE VARIEDAD MORTINO, DESPUES DE LA INOCULACION DE Fusarium oxysporum f. phaseoli A NIVEL DE CAMPO AL MES DE LA GERMINACION, UTILIZANDO 2 TIPOS DE INOCULO. PRUEBA DE TUKEY

	Suspensión de esporas	Trigo contaminado	Testigo
	72,00	71,00	67,67
Testigo	67,67	4,33 ^{NS}	3,33 ^{NS}
Trigo contaminado	71,00	1,00 ^{NS}	-
Suspensión de esporas	72,00	-	-

NS : No significativo

Valor de Tukey 1% = 65,52

Valor de Tukey 5% = 40,55

inocular el hongo en dos formas en las épocas de siembra y al mes de la germinación, porque en esas épocas el hongo no encontró un medio adecuado para penetrar en las raíces. Se nota visualmente, sin embargo, que cuando se inoculó el hongo en la siembra, con el sistema de granos de trigo contaminados, se obtuvo menor número de plantas vivas, porque el hongo persistió más hasta la germinación viviendo como saprófito del grano.

Cuando la inoculación se hizo en época de germinación, en las parcelas Testigo y en aquellas donde se aplicó trigo contaminado con F. oxysporum forma phaseoli, el número de plantas sanas de frijol fue mayor al nivel del 5% respecto al obtenido cuando se aplicó una suspensión del hongo. Se observa que en esta época, los procesos de formación de raíces provocan heridas que las aprovecha el hongo para su penetración. Igualmente, al aplicar la suspensión y existiendo buenas condiciones de humedad en el suelo, las esporas del hongo quedan más en contacto con la zona radical y hay mayor dispersión de ellas, lo cual no sucede con los granos, que constituyen centros locales de infestación del patógeno.

4.5 Reacción de 100 variedades de frijol

4.5.1 A nivel de campo

Después de varias evaluaciones se tuvieron como resistentes las variedades Sardinato, P478, P498, P464, 4639, P479, P758, P566, P712, P737, Capulí, P790, Córdoba 4, P792, P646, 7900, P303, 4718, 8169, 4610, 4633, Cacha Amarillo (Phaseolus coccineus sub-especie po-lianthus), 7831, 4674, P717, 7901, ICA 32983 M(4), P281, 6933, Juanoy 7, ICA 33003 y 8209.

Se comportaron como tolerantes las variedades P512, P566, Blanquillo, P793, P661, P693, P12, P691, P786, P432, 4585, 5819, Juanoy 2, 4695, 6935, Laguna 5, 4779 e ICA 32980.

Como susceptibles se comportaron las variedades Catali no, Mortifíco, ICA Buva, Diacol Andino, Guarzo, Diacol Nina, Masías, Limoneño, Mandarino, Chocho, Liborino pintas rojas, Poroto, Cargamento pintas negras, Radical, Mantonegro, Cargamento blanco, Carevaca, Mortifíco selección rojo, Bayo, Mortifíco, Liborino pintas negras, Sabanero o Rosado, Catambuco 1A, Napachico 7, Córdoba 2, Mercado No. 9, Juanoy 5A, Laguna 12, Laguna 11, Catambuco 9D, Túquerres 7, Laguna 3, Negro sin número, Túquerres 1, Morado pintado sin número, Córdoba 6, Napachico 11, Túquerres 2A, Juanoy 3A, Catambuco 9A, Napachico 1, Laguna 10, Juanoy 3, Túquerres 8, Túquerres 6, Ipiales 1, ICA 201, ICA Ecuador 51, 7395 y 7446.

4.5.2 A nivel de maceteros

Las 50 variedades resistentes y tolerantes se sembraron en maceteros, haciendo la inoculación del patógeno por el método de corte de los extremos de las raíces, obteniéndose resultados diferentes a los del campo.

Se comportaron como resistentes las variedades P432, P790, P661, P691, P693, 4585, 4779, 4633, 6935, 4610, 7900, 4718 y Cacha Amarillo (Phaseolus coccineus sub-especie polianthus).

Fueron tolerantes las variedades Juanoy 7, ICA 33003, 4674, 4659, P526, P646 y P303.

De acuerdo con lo anterior, tuvieron comportamiento susceptible las variedades Sardinato, P478, P498, P464, P479, P758, P566, P712, P737, Capullí, Córdoba 4, P792, 8169, 7831, P717, 7901, ICA 32983 N(4), P281, 6933, 8209, P512, Blanquillo, P793, P12, P786, 5819, Juanoy 2, 4695, Laguna 5 e ICA 32980.

La disimilitud de resultados entre los ensayos de campo y maceteros se debe a que en el primer caso, no se presentan condiciones

favorables para un desarrollo óptimo del hongo, mientras que mediante el sistema de inoculación por sumersión de raíces, se obtiene una rápida penetración del hongo F. oxysporum forma phaseoli. Es probable que la resistencia o tolerancia de campo en variedades susceptibles a nivel de invernadero, se deba a que presentan un sistema radical con tejidos externos más consistentes que no permite un desarrollo óptimo del patógeno mientras que en maceteros tiende a presentarse un sistema radical débil y que continuamente está produciendo raíces.

Se observó que en las variedades tolerantes se produjo una banda necrótica irregular a partir del extremo de la raíz principal, siguiendo por la parte central de la médula pero que no avanza hacia los haces vasculares. Es posible que existan mecanismos fisiológicos que impidan el progreso del hongo, una vez que ha penetrado.

Las variedades cedidas por el CIAT y que tuvieron comportamiento resistente o tolerante, no tienen características comerciales, a excepción de P693, cuyas semillas tienen un color rojo rosado y tamaño mediano. Igualmente, aunque no existe una relación general, se puede indicar que predominan las variedades de grano negro (P432, P691, 4779, 4633, P646 y P526) o rojo (P661, P693, 6935, 4610, 7900, 4718, 4674 y 4659) tolerantes al marchitamiento por F. oxysporum forma phaseoli. Es posible que pueda existir relación entre el color de las semillas y la reacción frente a la enfermedad.

No obstante lo anterior, Dongo y Müller (15) encontraron que el amarillamiento es frecuente en variedades con semillas de color claro, mientras que la marchitez en las hojas, ocurre en plantas provenientes de semilla con testa oscura.

Las variedades resistentes o tolerantes deben evaluarse en condiciones de campo, principalmente en las zonas donde existe el problema para aprovechar la variabilidad que tienen, con el objeto de obtener plantas con características promisorias para cruzamientos con

las volubles comerciales del Departamento de Mariño, que a excepción de Juanoy 7, fueron susceptibles a la enfermedad.

Entre las variedades volubles con carácter promisorio por su tolerancia a la enfermedad y que tienen características comerciales, se tienen Juanoy 7 con grano grande alargado y de color crema pintado con estrías negras, así como la selección ICA 33003, de semilla blanca grande, materiales que necesariamente deben evaluarse en la zona de Potosí, para determinar su posibilidad de comercialización.

Debido a que el hongo F. oxysporum forma phaseoli puede diseminarse a través de semillas contaminadas con esporas, es muy posible que la enfermedad tenga en un futuro una distribución geográfica más amplia, ya que existen zonas cultivadoras de frijol Mortiño cerca al Municipio de Potosí, como Córdoba, Yanalá y Contadero, que además manifiestan condiciones climáticas similares a la zona donde la enfermedad es grave.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

5.1.1 El "marchitamiento del frijol", es una enfermedad limitante de la producción de la variedad voluble Mortiño, cultivada en el Municipio de Potosí, en el Departamento de Nariño

5.1.2 Se identificó al hongo Fusarium oxysporum forma phaseo-li como causante de la enfermedad

5.1.3 En el campo el hongo tiene mayor capacidad de penetración en plantas susceptibles al iniciar su germinación, por la mayor producción de raíces, las cuales causan heridas naturales en dicho proceso. A nivel de maceteros, se obtienen síntomas a los 20 días cuando la inoculación se hace colocando en una suspensión de esporas del patógeno las plantas recién germinadas con sus raíces cortadas en los extremos

5.1.4 Mediante inoculaciones del hongo en 100 variedades de frijol, se observa que todas las variedades volubles recolectadas en las zonas frías del Departamento de Nariño fueron susceptibles

5.1.5 Unicamente Juanoy 7 e ICA 33003 con características comerciales son tolerantes al ataque del patógeno

5.1.6 Entre el material cedido por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) son resistentes al marchitamiento las variedades P432, P790, P661, P691, P693, 4585, 4779, 4633, 6935, 4610, 7900 y 4718

5.1.7 Son tolerantes las variedades 4674, 4659, P526, P646

5.1.8 Se observa resistencia al amarillamiento en la variedad Cacha Amarillo (Phaseolus coccineus sub-especie polianthus), de amplia distribución en Mariño y Putumayo.

5.2 Recomendaciones

5.2.1 Efectuar estudios sobre la herencia de la resistencia al marchitamiento del frijol, mediante observaciones de la segregación resultante del cruzamiento entre variedades resistentes y susceptibles

5.2.2 Realizar inoculación en las variedades comerciales empleando un gran número de plántulas, para seleccionar aquellas sin síntomas, que mediante evaluación de su progenie, permitan obtener selecciones individuales con resistencia o tolerancia a la enfermedad

5.2.3 Estudiar las características físico-químicas de los suelos de la zona de Potosí, para establecer su relación con la incidencia de la enfermedad

5.2.4 Evaluar nuevo material voluble de frijol promisorio para clima frío, frente al ataque de Fusarium oxysporum forma phaseoli

5.2.5 Realizar estudios sobre el control químico de la enfermedad

5.2.6 Efectuar estudios sobre la microbiología de los suelos de la zona, buscando microbios antagónicos del Fusarium oxysporum forma phaseoli

5.2.7 Realizar inspecciones permanentes sobre el ataque de este patógeno en las zonas productoras de frijol del Departamento.

VI. RESUMEN

El presente trabajo se realizó entre Marzo de 1978 y Junio de 1979 con el fin principal de determinar la causa de un marchitamiento del frijol de enredadera variedad Nariño, que ha disminuido notoriamente su producción en el Municipio de Potosí (2.800 msnm), Departamento de Nariño.

Después de pruebas de aislamiento, identificación de patogenicidad a niveles de maceteros y campo, se reconoció al hongo Fusarium oxysporum forma phaseoli, como causante del amarillamiento del frijol. En forma experimental, la enfermedad mostró mayor incidencia, cuando el hongo se inoculó en plantas recién germinadas, aprovechando para penetrar las heridas naturales, producidas por las raíces secundarias y raíces en su proceso de formación.

Al evaluar 100 variedades de frijol frente a la enfermedad en campo y en maceteros, se encontró tolerancia en dos variedades de enredadera con buenas características comerciales: Jusnoy 7 e ICA 33003. El material restante obtenido en Nariño fue susceptible.

De las variedades cedidas por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), fueron resistentes P432, P790, P661, P691, P693, 4585, 4779, 4633, 6935, 4610, 7900 y 4718. Fueron tolerantes las variedades 4674, 4659, P526, P646 y P303. Además se observó resistencia en la variedad Cacha Amarillo (Phaseolus coccineus sub-especie polianthus)

SUMMARY

This work was carried out among March/78 and June/78, with the main goal to determine the cause of certain wilting of the Mortiño, a voluble bean variety which has considerably decreased the yielding in the County of Potosi (2.880 m above the sea level), in the Department of Nariño.

After different isolation, identifying and pathogenicity tests at pot and field levels it was recognized the Fusarium oxysporum fungus form phaseoli as the causal of yellowing of the bean. Experimentally, the disease showed a greater incidence when the fungus was inoculated on early germinated plants, this gain to penetrate the natural wounds, Produced by the secondary roots and little roots in its formation stage.

When evaluating 100 bean varieties against the disease in pots and in field, it was found tolerance on two (2) voluble bean varieties with very good commercial characteristics : Juanoy 7 and ICA 33003. The last material obtained in Nariño was found susceptible.

Of the CIAT granted bean varieties were resistant : P432, P790, P661, P693, 4585, 4779, 4633, 6935, 4610, 7900 and 4718. It were tolerant the next varieties : 4674, 4659, P526, P646 and P303. Besides, it was observed resistance in the Cacha Amarillo bean variety (Phaseolus coccineus ssp. polyanthus).

VII. BIBLIOGRAFIA

1. ARANGO, B.B. Algunas enfermedades del frijol (Phaseolus vulgaris L.) en el Valle del Cauca. Acta Agronómica (Colombia) 8(1-2): 1-9. 1938
2. BARNETT, H.L. Illustrated genero of imperfect fungi. 2a. ed. Minneapolis, Burges, 1960. 225 p.
3. BARROS, N., O. Especies de Fusarium asociadas en pudriciones de la raíz del frijol en Colombia. Revista del Institute Colombiano Agropecuario ICA 1(2): 97-108. 1966. Resumen analítico en Resúmenes Analíticos sobre Frijol (Phaseolus vulgaris L.) (Colombia) 1(29): 251-252. 1977
4. BRAVO, A., WALLACE, D.H. y WILKILSON, R.E. Inheritance of resistance to Fusarium roots rot of beans. Phytopathology 59: 1930-1933. 1969. Resumen analítico en Resúmenes Analíticos sobre Frijol (Phaseolus vulgaris L.) (Colombia) 1(29): 259-269. 1977
5. BURKOLDER, W.H. The effect of varying moisture of healthy bean plants and of those infested by a root parasites. Ecology 5(5): 179-187. 1924
6. BUTLER, E.J. y JONES, S.G. Plant pathology. London, McMillan, 1949. 979 p.
7. CAFATI, K.G. Investigación y progreso agrícola. (Chile) 5(1): 15-16.
8. CARDONA, A.C. Enfermedades del frijol en Colombia. Agricultura Tropical (Colombia) 17(4): 225-228. 1961

9. GARDONA, A.C. Pudriciones fungosas radiculares del frijol (Phaseolus vulgaris L.) en el Valle de Medellín, Colombia. Revista Facultad de Agronomía (Medellín). 1954
10. CRUPP, C. y SHERF, A.F. Vegetable diseases and their control. The Ronald Press Company, 3(25): 34-39. 1960
11. CRISPIN, H.A. y CIFUENTES, J.A. Enfermedades y plagas del frijol en México. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, México. Circular No. 36. 15-18 p. 1961
12. DONCO, D., S.L. Podredumbres radiculares del frijol y medios de control. Lima, Perú, Ministerio de Agricultura, Servicio de Investigación y Promoción Agraria. Boletín Técnico No. 40. 1963. Resumen analítico en Resúmenes Analíticos sobre Frijol (Phaseolus vulgaris L.) (Colombia) 2(32): 212. 1978
13. _____ . Especies de Fusarium patógenos sobre frijol en el Perú. Lima. Estación Experimental Agrícola La Molina. Boletín No. 3. 1961. 15 p.
14. _____ . Estudio sobre la patogenicidad de Fusarium oxysporum forma phaseoli en el frijol. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1967. Resumen analítico en Resúmenes Analíticos sobre Frijol (Phaseolus vulgaris L.) (Colombia) 1(29): 279-280. 1977
15. _____ . y MULLER, L.E. Estudio sobre la patogenicidad del Fusarium oxysporum forma phaseoli en el frijol. II. Pruebas varietales. Turrialba (Costa Rica) 19(1): 82-90. 1969.
16. SCHANDI, E. Amarillamiento del frijol (Phaseolus vulgaris L.) provocado por Fusarium oxysporum for. phaseoli. Turrialba (Costa Rica) 17(4) : 409-410. 1967.

17. GALVEZ V, G. y LEON T., F.F. Estudio de los agentes causales de las pudriciones radicales del frijol (Phaseolus vulgaris L.) en el Departamento de Mariño. Tesis Ing. Agr. Pasto, Colombia, Universidad de Mariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1976. 53 p.
18. RASHEN, H. y ABDEL REHIM, M.A. The posible rote of amino acids in resistance of plants to fungal infection. University of Alexandria, Egypt. 1958(2): 265-267. Resumen analítico en Review of Applied Mycology, Vol. 48, 1969. (Abstract)
19. KENDRICK, I.B. y SNYDER, W.C. Fusarium yellows of beans. Phyto - pathology 3(32): 1010-1014. 1942
20. LOPEZ, A. Efectividad de varios fungicidas en la represión del "damping-off" y de la pudrición húmeda de semillas de frijol. Acta Agronómica (Colombia) 7(2): 141-163. 1957
21. LOPEZ, D. y MULLER, L.E. Estudio sobre la patogenicidad de Fusarium oxysporum for. phaseoli en el frijol. I. Patogenesis e histología sintomatológica. Turrialba (Costa Rica) 19(1): 71-81. 1969
22. MARTIN, H. Guide to the chemicals used in crop protection. Canada Department of Agriculture, 1953. 76 p.
23. NASH, SHIRLEY y SNYDER, W.C. Comparative ability of pathogenic and saprofitic Fusaria colonize primary lesions. Phytopathology 57(3): 293-296. 1967
24. OGILVIE, L. y MULLIGAN, B.G. Progress report on vegetable diseases. Britol Univ. Agr. and Hort. Resstat. Ann. Rept. 1932. 98-120. 1933

25. RIBEIRO, R. de L.D. y HAGEDORN, D.J. Screening for resistance to an pathogenic specialization of Fusarium oxysporum for. phaseoli the causal agent of bean yellows. *Phytopathology* 4: 152-153. (Abstract).
26. RODRIGUEZ, W. Distribución e incidencia de las enfermedades del frijol en las zonas de cultivo intensivo en el Departamento de Nariño. Tesis Ing. Agr. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1970. 38 p. (Mecanografiada).
27. SANCHEZ, P.A. Efectividad de varios fungicidas usados solos y en combinaciones para el control del "damping-off" y la pudrición de semillas de arvejas y frijoles. *Acta Agronómica (Colombia)* 6(1): 1-35. 1956
28. SANUDO, S.B. Informe sobre actividades realizadas. Programa de Fitopatología de Frijol. CIAT, Palmira (Colombia), 1978. 27 p.
29. SARASOLA, A.A. y KOCCA DE SARASOLA, M. Fitopatología. Tomo I. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 1975. 374 p.
30. SCHEWARTZ, H.F. y GALVEZ, G.R. Problemas de campo en los cultivos de frijol en América Latina. Palmira (Colombia), Centro Internacional de Agricultura Tropical. Boletín Técnico, Serie GS-19. 50 p. 1978
31. SHERBAKOFF, C.D. Fusaria of potatoes. New York (Cornell). Exp. Sta. Mem. 6:87-270. 1955
32. SNYDER, W.C. y HANSEN, H.N. The species concept in Fusarium with reference to disedor and other sections. *Am. J. Botan.* 19(32): 657-666. 1955

33. WALTERS, H.J. Effect of irrigation of bean root rot. *Phytopathology* 26(46): 615. 1956
34. ZAUNSEYER, W.J. y THOMAS, H.R. A monographic study of bean diseases and methods for their control. Dept. Agr. Technical Bulletin No. 868. 1957. 255 p.

ENCUENTRO

AN
T

22120

635.652 Ledesma Manzano, Jairo Hernán
L473

Ej.1 Estudio sobre el marchitamiento ~~VENDE~~ de
frijol de enredadera

AN

T

635.652

L473

Ej.1.

22120

[Handwritten signature]