

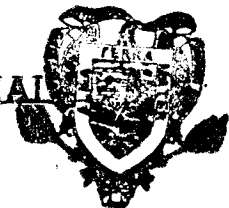
**IDENTIFICACION DE RAZAS PATOGENICAS DE  
 Colletotrichum lindemuthianum (SACC. Y MAGN.) SCRIB.  
 EN EL ESTADO DE DURANGO MEDIANTE UN  
 SISTEMA PROPUESTO INTERNACIONALMENTE Y  
 RESPUESTA DE GENOTIPOS DE FRIJOL  
 TOLERANTES A SEQUIA A RAZAS DEL PATOGENO**

**RAUL RODRIGUEZ GUERRA**

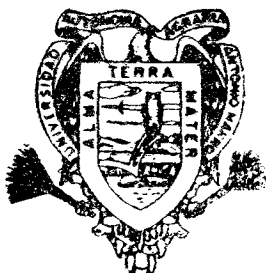
Universidad Autónoma Agraria  
 "ANTONIO NARRO"

**T E S I S**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
 PARA OBTENER EL GRADO DE  
 MAESTRO EN CIENCIAS  
 EN PARASITOLOGIA AGRICOLA**



**BIBLIOTECA**



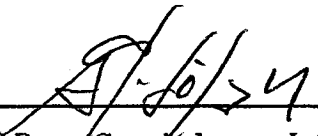
**Universidad Autónoma Agraria  
 Antonio Narro**


**PROGRAMA DE GRADUADOS  
 Buenavista, Saltillo, Coah.  
 DICIEMBRE DE 1991**

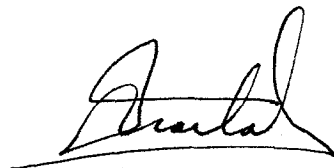
Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar al grado de

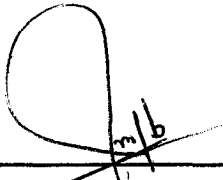
MAESTRO EN CIENCIAS EN PARASITOLOGIA AGRICOLA

COMITE PARTICULAR

Asesor principal:   
Dr. Guadalupe López Nieto

Asesor:   
Ing. M.C. Alberto Flores Olivas

Asesor Externo:   
Dr. Jorge Acosta Gallegos

  
Dr. José Manuel Fernández Brondo  
Subdirector de Asuntos de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Diciembre 1991.

## A G R A D E C I M I E N T O S

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias por haberme brindado todo el apoyo financiero para la realización del Postgrado en la Maestría de Parasitología Agrícola.

A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", por haberme dado la oportunidad de realizar los estudios de Postgrado en esta tan prestigiada Casa de Estudios.

Al Dr. Guadalupe López Nieto, asesor principal de este trabajo de investigación, por su gran amistad y apoyo brindados durante mis estudios en esta Universidad.

Al Ing. M.C. Alberto Flores Olivas, por su asesoría en el presente trabajo y por sus valiosos conocimientos y experiencias compartidos en las aulas; así como por su amistad brindada.

Al Dr. Jorge Acosta Gallegos, por las aportaciones que realizó como asesor externo del presente trabajo y por su atención mostrada durante mi estancia en la Universidad.

Al Ing. Gabriela G. Pastrana León por la aportación brindada en su trabajo de tesis de licenciatura y en la cual se apoya parte importante de este trabajo de investigación.

A los Compañeros y Amigos Juan Soria, Melchor Ramírez y Rosalino G. Martínez, por su apoyo otorgado en el trabajo de esta investigación.

A todos aquellos Maestros, Compañeros de Estudio, y demás personas que me permitieron compartir gratos momentos durante mi estancia en esta Universidad.

D E D I C A T O R I A

CON TODO AMOR Y CARINO,  
ESTE TRABAJO ESTA DEDICADO  
ESPECIALMENTE A:

MI ESPOSA DIANA ESTHELA  
MIS HIJOS RAUL ASael Y  
RUBEN ISRAEL

POR DARME TODA LA COMPRENCION, PACIENCIA, APOYO,  
ESTIMULO Y MOMENTOS FELICES QUE PERMITIERON A  
BIEN CULMINAR MIS ESTUDIOS DE MAESTRIA.

MUCHISIMAS GRACIAS A LAS FAMILIAS:

RODRIGUEZ GUERRA  
VILLARREAL SANTOS  
VILLARREAL BARBOSA  
ORTIZ VILLARREAL  
PALOMINO VILLARREAL

POR SU GENEROSO Y AMABLE APOYO QUE BRINDARON  
A MI PERSONA Y A MI FAMILIA SIEMPRE QUE  
LO NECESITAMOS.

## COMPENDIO

Identificación de Razas Patogénicas de *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. y Magn.) Scrib. en el Estado de Durango Mediante un Sistema Propuesto Internacionalmente y Respuesta de Genotipos de Frijol Tolerantes a Sequía a Razas del Patógeno

POR

RAUL RODRIGUEZ GUERRA

MAESTRIA

PARASITOLOGIA AGRICOLA

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. DICIEMBRE 1991

Dr. Guadalupe López Nieto                      Asesor

Palabras clave: Frijol, Antracnosis, *Colletotrichum lindemuthianum*, Sistema Internacional de Identificación, Razas, Variedades Tolerantes a Sequía, Resistencia.

Se realizó una investigación para conocer las razas de *Colletotrichum lindemuthianum* en el Estado de Durango, mediante un sistema internacionalmente aceptado, y para establecer el potencial genético de variedades tolerantes a

sequía por su reacción a razas del patógeno. Con el sistema de identificación propuesto por el Centro Internacional de Agricultura Tropical en 1988, se identificaron seis razas que fueron denominadas numéricamente; las razas son la cero, 64, 192, 256, 384 y 1024. Las razas 192, 256 y 64 ocurrieron con mayor frecuencia.

Las variedades Pinto Villa y Bayo Victoria tolerantes a sequía, fueron resistentes a todas las razas identificadas.

La variedad diferencial AB 136 mostró ser resistente en etapa adulta a la raza 1024. Las diferenciales PI 207262 y México 222 reaccionaron como susceptibles únicamente en etapa de formación de vaina; la primera con las razas 64 y 1024 y la segunda sólo con la raza 1024.

La identificación de razas de *C. lindemuthianum* en las regiones frijoleras del mundo donde ocurre, mediante un sistema internacionalmente aceptado, facilitará los esfuerzos de los programas de mejoramiento en el combate de este patógeno.

ABSTRACT

Identification of Pathogenic Races of *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Scrib. in the Durango State by Means of a System Internationally Proposed and Response of Drought Tolerants Bean Genotypes to Pathogen Races.

BY  
RAUL RODRIGUEZ GUERRA

MASTER IN SCIENCE  
IN PLANT PROTECTION

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. DICIEMBRE, 1991.

Dr. Guadalupe López Nieto

Advisor

Key words: Beans, Anthracnose, *Colletotrichum lindemuthianum*, International System of Identification, Races, Varieties Drought Tolerants, Resistance.

An investigation to know the races of *Colletotrichum lindemuthianum* presents in Durango State, by means of a system internationally accepted, and for establecing the genetic potential of drought tolerant bean varieties by it

reaction to pathogen races was carried out. With the identification system proposed by Centro Internacional de Agricultura Tropical in 1988 has been identified six races that was numerically denominated; the races are 0, 64, 192, 256, 384 and 1024. The races 192, 256 and 64 are occurred with greater frequency.

The Pinto Villa, and Bayo Victoria, drought tolerant varieties, was resistant to all races identified.

The AB 136 differential variety was resistant in pod formation stage to race 1024. The differentials PI 207262 and México 222 has reacted as susceptibilities in pod formation stage only; the first with races 64 and 1024, and second with 1024 race only.

The identification of races to *Colletotrichum lindemuthianum* in the regions where the bean is cultured and where the pathogen occurs, by means of a system internationally accepted to make easy the effort of the improvement programs at the control for pathogen.



## INDICE DE CONTENIDO

	Página:
INDICE DE CUADROS. -----	xi
INTRODUCCION. -----	1
OBJETIVOS. -----	3
REVISION DE LITERATURA. -----	4
VARIACION PATOGENICA Y DENOMINACION DE RAZAS. ----	4
VARIETADES DIFERENCIALES. -----	6
ESTANDARIZACION DEL SISTEMA DE NOMENCLATURA Y VARIETADES DIFERENCIALES. -----	11
RESISTENCIA AL PATOGENO. -----	12
MATERIALES Y METODOS. -----	19
AREA DE ESTUDIO Y TOMA DE MUESTRAS. -----	19
AREA DE TRABAJO. -----	19
AISLAMIENTO DEL HONGO. -----	20
INCREMENTO DE INOCULO. -----	21
SIEMBRA DE VARIETADES. -----	22
PREPARACION DEL INOCULO. -----	22
INOCULACION. -----	24
MEDICIONES DE LA ENFERMEDAD. -----	25
DENOMINACION DE RAZAS. -----	27
CONSERVACION DEL PATOGENO. -----	28
RESULTADOS. -----	29
IDENTIFICACION DE RAZAS. -----	29

	Página:
RESPUESTA DE VARIEDADES DIFERENCIALES A INOCU- LACIONES EN ETAPA DE FORMACION DE VAINA. ----	31
RESPUESTA DE VARIEDADES TOLERANTES A SEQUIA A INOCULACIONES EN ETAPA DE PLANTULA Y FORMACION DE VAINA. -----	33
DISCUSION. -----	36
IDENTIFICACION DE RAZAS. -----	36
RESISTENCIA AL PATOGENO. -----	39
CONCLUSIONES. -----	43
RESUMEN. -----	45
LITERATURA CITADA. -----	47

## INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Página:
2.1. Denominación de razas de <i>C. lindemuthianum</i> identificadas en algunos países.-----	7
2.2. Variedades diferenciales empleadas en algunos países para la identificación de razas de <i>C.</i> <i>lindemuthianum</i> .-----	9
2.3. Reacción de variedades diferenciales a seis razas de <i>C. lindemuthianum</i> . presentes en México, según el sistema numérico del CIAT (1988).-----	13
3.1. Localidades del estado de Durango donde se colectó material enfermo.-----	20
3.2. Variedades diferenciales utilizadas para la identificación de razas de <i>C. lindemuthianum</i> .----	23
3.3. Variedades tolerantes a sequía evaluadas por su reacción a razas de <i>C. lindemuthianum</i> .----	23
3.4. Escala empleada para medir la reacción de las variedades diferenciales y tolerantes a sequía (Garrido, 1986).-----	26

## Cuadro

No.	Página:
3.5. Variedades diferenciales y sus valores asignados para la identificación de razas de <i>C. lindemuthianum</i> . (CIAT, 1988).-----	27
4.1. Reacción de variedades diferenciales a la inoculación de aislamientos de <i>C. lindemuthianum</i> de 25 localidades del estado de Durango.-----	30
4.2. Reacción de las variedades diferenciales a las razas identificadas en este trabajo.-----	31
4.3. Razas de <i>C. lindemuthianum</i> identificadas y localidades del estado de Durango donde ocurren.-----	32
4.4. Reacción de variedades diferenciales en distintas etapas de desarrollo a la inoculación de razas de <i>C. lindemuthianum</i> .-----	34
4.5. Reacción de variedades tolerantes a sequía en diferentes etapas de desarrollo a la inoculación de razas de <i>C. lindemuthianum</i> .-----	35

## INTRODUCCION

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) reviste gran importancia en México debido a que es parte común de la dieta de la población y por cultivarse en una extensa superficie del territorio nacional.

Durango es el segundo estado donde se siembra la mayor superficie de frijol, con 280,000 ha anuales y de las cuales el cinco por ciento corresponden a riego. En este estado, así como en otros donde se cultiva esta leguminosa, el frijol enfrenta una amplia gama de factores que limitan su producción y entre éstos se encuentran las enfermedades.

Los problemas fitopatológicos son causa de importantes pérdidas en el rendimiento cuando las condiciones ambientales favorecen la infección y desarrollo de patógenos. La antracnosis, causada por *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. y Magn.) Scrib., es una de las más importantes enfermedades del frijol.

Este hongo ataca la parte aérea de la planta. Se transmite por semilla. Se encuentra distribuido en todas las regiones donde se cultiva el frijol y puede llegar a causar

La selección de semilla para siembra, por parte de los agricultores, es un medio de combatir la enfermedad. El control químico y la rotación de cultivos no son posibles, debido al alto riesgo que involucra el temporal, en la obtención de mayores rendimientos para costear el uso de fungicidas, y a la falta de otros cultivos alternativos, que sean costeables.

No obstante que el combate de la antracnosis puede ser eficiente mediante la resistencia genética, es necesario conocer la variación patogénica que presenta *C. lindemuthianum* en las áreas productoras del estado de Durango, para seleccionar o generar genotipos de frijol resistentes a las razas existentes de este hongo.

En los trabajos de identificación de razas que se han realizado en otros países productores de frijol, los investigadores han utilizado diversos juegos de variedades diferenciales y distintas formas de nominación de razas.

Esta situación, ha causado un caos respecto al número de razas existentes, hace imposible comparar la variación patogénica de *C. lindemuthianum* entre las regiones frijoleras donde se presenta y no permite la interacción de programas de mejoramiento a nivel internacional. Actualmente, ya se encuentra uniformizado un juego de variedades diferenciales y la forma de nominación

de razas (Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1988).

El programa de mejoramiento en frijol del Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias del estado de Durango ha liberado recientemente tres variedades comerciales para temporal que han mostrado resistencia a la antracnosis en el campo, y cuenta con otros materiales próximos a ser liberados comercialmente; sin embargo, se desconoce el potencial de estos materiales como fuentes de resistencia a razas del patógeno.

Considerando la importancia de conocer la variación patogénica del hongo de la antracnosis, bajo un sistema internacionalmente aceptado, que permita interactuar con los programas nacionales e internacionales de mejoramiento para el control genético de esta enfermedad, se plantean los siguientes objetivos:

1. Identificar las razas patogénicas de *C. lindemuthianum* en el estado de Durango utilizando un sistema internacional de identificación.

2. Evaluar la reacción de seis genotipos de frijol tolerantes a sequía a la inoculación de razas del patógeno.

## REVISION DE LITERATURA

### Variación Patogénica y Denominación de Razas

La variación patogénica fue inicialmente observada en la roya del tallo del trigo, causada por *Puccinia graminis* (Singh, 1986). Aquí, poblaciones de la especie fitopatógena atacaba en forma diferencial a distintas especies hospedantes de gramíneas. A estas poblaciones del patógeno se les llama formas especiales (Agrios, 1988).

Un tipo diferente de variación patogénica fue descubierto por Barrus (1911) en el hongo *Colletotrichum lindemuthianum*, causante de la antracnosis del frijol. El observó que poblaciones de este hongo causaban una reacción diferencial sobre un mismo grupo de variedades de *Phaseolus vulgaris*. Las poblaciones de una especie fitopatógena que presentan este tipo de variación son llamadas razas patogénicas, razas fisiológicas, patotipos o simplemente razas (Singh, 1986; Agrios, 1988).

A partir de estas observaciones, Barrus (1918) nombra a dos aislamientos de *C. lindemuthianum* como razas alfa y beta. Posteriormente, Burkholder (1923) reportó la



epsilon (Chaves, 1980).

Krüger *et al.* (1977) identificaron la raza kappa, que fue originalmente llamada ebnet por Schnock *et al.* (1975). y Hubbeling identificó la raza lambda (Chaves, 1980).

La denominación de razas de *C. lindemuthianum* con letras del alfabeto griego no ha sido empleada uniformemente por los investigadores de diferentes países.

En el Cuadro 2.1 se aprecia la diversidad de formas en que se han nombrado las razas de este patógeno, hasta 1988 en algunos países. Barrus (1918), Goth y Zaumeyer (1965) y Krüger *et al.* (1977) en Estados Unidos; Tu *et al.* (1984), y Tu (1988) en Canadá; y Ayonoadu (1974) en Malawi han denominado las razas con letras del alfabeto griego.

Sin embargo, en México Meléndez (1951), Yerkes y Teliz (1956), Yerkes (1958), Martínez (1984), Noyola *et al.* (1984) y Garrido (1986) han nombrado las razas de una forma heterogénea, considerando el uso de letras del alfabeto griego, agrupándolas según la reacción que producen sobre un grupo limitado de variedades diferenciales (Grupo alfa) o sobre todas las diferenciales utilizadas (Grupos Mexicanos I, II, III, Y IV).

Brasil, en donde Oliari *et al.* (1973), Ribeiro y Chavez (1981) y Menezes y Dianese (1988) en sus trabajos de identificación de variantes de este hongo, las han llamado con letras del alfabeto griego, agrupándolas bajo nominaciones de otros países (Grupo Mexicano II) o estableciendo sus propios grupos (Brasileño I y II).

Chaves (1980) menciona que existen formas distintas a las mencionadas anteriormente para denominar las razas en Australia (Aust-1 a Aust-8) y Francia (Pv $\sigma$ , Dio, E $\sigma$ b, I $\sigma$ , L $\sigma$  y L $\sigma$ ).

Lo anterior muestra la diversidad de formas de denominar las razas y la dificultad de conocer y comparar la variabilidad patogénica que presenta *C. lindemuthianum* en las regiones del mundo donde se cultiva frijol.

#### Variedades Diferenciales

Cuando variedades de una especie hospedante son empleadas para diferenciar aislamientos de un organismo fitopatógeno forman lo que se llama un grupo o juego de variedades diferenciales.

Las diferenciales utilizadas para la identificación de razas de *C. lindemuthianum* han sido seleccionadas por los investigadores considerando que sean homocigotas, que no

Cuadro 2.1 Denominación de razas de *C. lindemuthianum* identificadas en algunos países.

RAZAS	PAIS
Alfa, beta, gama, delta, lambda, y epsilon.	Estados Unidos y Canadá (Barrus, 1918; Goth y Zaunmeyer, 1965; Krüger <i>et al.</i> ; 1977; Tu, 1988; Tu <i>et al.</i> , 1984.).
Beta, gama y delta.	Malawi (Ayonoadu).
Grupo Mexicano I (MA-1 a MA-6; MA-16; MA-26 a MA-30).	México (Martínez, 1984; Meléndez, 1951; Noyola <i>et al.</i> , 1984; Yerkes, 1958; Yerkes y Teliz, 1956).
Grupo Mexicano II (MA-7, MA-17).	
Grupo Mexicano III (MA-8 a MA-16).	
Grupo Mexicano IV (MA-19, MA-20).	
Grupo Alfa (MA-11 a MA-15; MA-21 a MA-25).	
Beta (MA-18) y gama.	
Grupo alfa (BA-1, BA-2).	Brasil (Menezes y Dianese, 1988; Oliari <i>et al.</i> 1973; Ribeiro y Chavez, 1981).
Grupo delta (BA-10).	
Grupo Brasileño I (BA-4, BA-5).	
Grupo Brasileño II (BA-3).	
Grupo Mexicano I.	
Grupo Mexicano II (BA-6, BA-7).	
Alfa, beta, delta, epsilon, zeta, eta, teta, kappa, lambda, mu.	
Aust-1 a Aust-8.	Australia (Chaves, 1980).
PV6, D10, E8b, I4, L1, L5.	Francia (Chaves, 1980).

posean fuentes potenciales de resistencia para ser empleadas

1965, Oliari *et al.*, 1973; Krüger *et al.*, 1977; Menezes y Dianese, 1988).

Los juegos de variedades diferenciales son distintos a los empleados de un país a otro, e inclusive investigadores de un mismo país basan la identificación de razas sobre distintas variedades. En el Cuadro 2.2 se presentan las diferenciales que han sido utilizadas hasta 1988 para identificar razas patogénicas de *C. lindemuthianum* en algunos países.

Inicialmente, Barrus (1918) en los Estados Unidos denominó dos aislamientos como razas distintas basándose en la reacción diferencial de 69 cultivares de frijol, entre los que se encontraba White Kidney, Early Market y Well's Red Kidney.

Debido a que nuevos aislamientos rompían la resistencia de las variedades diferenciales existentes, fue necesario incrementar el número de éstas con nuevos genotipos que mostraran ser resistentes a las nuevas razas que se iban identificando. Así, Goth y Zaumeyer en 1965 ya empleaban en los Estados Unidos de Norteamérica un grupo de seis diferenciales compuesto por Michelite, Dark Red Kidney, Perry Marrow, Sanilac, Cornell 49-242 y Emerson 51-2. A este mismo juego, Ayonoadu (1974) le agregó la variedad Emerson 847 para identificar las razas en Malawi (Cuadro 2.2).

Cuadro 2.2. Variedades diferenciales empleadas en algunos países para la identificación de razas de *C. lindemuthianum*.

VARIETADES DIFERENCIALES	PAISES					
	E. U. A.	CANADA	EUROPA	MALAWI	BRASIL	MEXICO
White Kidney	X					
Early Market	X					
Well's Red Kidney	X					
Michelite	X	X		X	X	X
Dark Red Kidney	X	X	X	X	X	X
Perry Marrow	X			X	X	X
Cornell 49-242	X	X		X	X	
Widusa		X	X		X	
Kaboon		X	X		X	
Sanilac	X	X		X	X	
Emerson 51-2	X			X		
Emerson 847				X	X	
Prelude		X				
Costa Rica 1031					X	
Aiguille Vert			X		X	
Imuna					X	
BO 22					X	
To					X	
PI 207262					X	
México 222					X	
<i>P. aborigeneus</i> 283					X	
Negro 150						X
Negro 152						X
Amarillo 155						X
Bayo 164						X
Canario 101						X

En Europa se han separado seis razas empleando sólo

las variedades Widusa, Dark Red Kidney, Kaboon y Aiguille Vert (Garrido, 1986).

Para identificar las razas presentes en Canadá, Tu *et al.* (1984) y Tu (1988) utilizaron una combinación de variedades Americanas y Europeas: Michelite, Dark Red Kidney, Cornell 49-242, Widusa, Kaboon, Aiguille Vert y Prelude.

Los investigadores que estudiaron la variación patogénica de este hongo en Brasil (Oliari *et al.*, 1973; Ribeiro y Chavez, 1981; Menezes y Dianese, 1988) emplearon distintos grupos de diferenciales, donde se incluían variedades Americanas, Europeas, algunas seleccionadas por ellos e inclusive genotipos de otras especies de *Phaseolus* (Cuadro 2.2).

En México, desde el primer trabajo de identificación de razas (Yerkes y Teliz, 1956) se había venido empleando, hasta 1986, el mismo juego de variedades diferenciales formado por Michelite, Dark Red Kidney, Perry Marrow, Negro 150, Negro 152, Amarillo 155, Bayo 164 y Canario 101.

La heterogeneidad de los juegos de variedades diferenciales no ha permitido identificar fuentes de resistencia uniformes a variantes patogénicas de *C. lindemuthianum* y limitan su flujo entre programas de

## Estandarización del Sistema de Nomenclatura y Variedades Diferenciales

Algunos investigadores como Oliari *et al.* (1973), Ayonoadu (1974) y Chavez (1980) ya habían señalado la necesidad de uniformizar el sistema de nomenclatura para razas de *C. lindemuthianum* y el juego de variedades diferenciales para su identificación.

Considerando lo anterior, Menezes y Dianese (1988) reunieron un grupo de variedades diferenciales compuesto por aquellas de uso más frecuente en América y Europa, junto con algunas incluidas por ellos, y con éste identificaron las razas presentes en Brasil denominándolas con letras del alfabeto griego.

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en 1988, junto con fitopatólogos y fitomejoradores de frijol de países Latinoamericanos, estableció un sistema internacional de nomenclatura para la denominación de razas de *C. lindemuthianum* basándose en un juego de variedades diferenciales que debe ser utilizado en su identificación.

En este sistema, se emplean 12 variedades que guardan un orden establecido con valores asignados geoméricamente. La suma de los valores asignados de aquellas variedades que reaccionen como susceptibles a un

denominará la raza (CIAT, 1988).

En México recientemente se han realizado trabajos de identificación de razas de este patógeno empleando este sistema. Aceves (1991) inoculó 10 aislamientos de *C. lindemuthianum*, obtenidos del estado de Jalisco, sobre las doce variedades diferenciales y determinó la presencia de tres razas, la 384, 385 y 392. La raza 256 fue identificada por Pastrana (1991) y López-N. *et al.* (1991) en aislamientos provenientes del estado de Durango. Además, López-N. *et al.* (1991) también reportaron la presencia de las razas cero, y 448 para el mismo Estado. La respuesta del nuevo grupo de variedades diferenciales a estas razas se presenta en el Cuadro 2.3.

En el trabajo realizado por Menezes y Dianese (1988) existe suficiente información para establecer que existen al menos siete razas de *C. lindemuthianum* en Brasil, siguiendo este nuevo sistema numérico de nomenclatura.

#### Resistencia al Patógeno

Existen varios métodos para combatir la antracnosis del frijol causada por *C. lindemuthianum*, sin embargo, la resistencia genética es la más adecuada para enfrentar esta enfermedad considerando el costo de productos químicos, la presencia de otros problemas fitosanitarios y los riesgos



Cuadro 2.3. Reacción de variedades diferenciales a seis razas de *C. lindemuthianum* presentes en México, según el sistema numérico de nomenclatura del CIAT (1988).

VARIEDAD	RAZAS					
	0	256	384	385	392	448
Michelite	R	R	R	S	R	R
Michigan Dark Red Kidney	R	R	R	R	R	R
Perry Marrow	R	R	R	R	R	R
Cornell 49-242	R	R	R	R	S	R
Widusa	R	R	R	R	R	R
Kaboon	R	R	R	R	R	R
México 222	R	R	R	R	R	S
PI 207262	R	R	S	S	S	S
To	R	S	S	S	S	S
Tu	R	R	R	R	R	R
AB 136	R	R	R	R	R	R
G 2333	R	R	R	R	R	R

La resistencia es la capacidad de un organismo de vencer, completamente o en algún grado, el efecto de un patógeno (Strobel y Mathre, 1970). Así, desde el descubrimiento de la variación patogénica de *Colletotrichum lindemuthianum* (Barrus, 1918) se han identificado genotipos de frijol resistentes. El mismo Barrus (1915, 1918) observó que la variedad Well's Red Kidney fue resistente a las razas identificadas de ese tiempo. Burkholder (1918) realizó cruces entre esta variedad y White Marrow para incorporar

La variedad Cornell 49-242 ha sido caracterizada por poseer genes de resistencia a un gran número de variantes patogénicas de *C. lindemuthianum* (Tu, 1988). Esta variedad y Kaboon mostraron ser resistentes a la mayoría de las razas presentes en Brasil (Ribeiro y Chavez, 1981).

Krüger *et al.* (1977) encontraron que los materiales B0 22 y Evlutie, entre otros, son resistentes a la raza kappa, que causa reacción de susceptibilidad sobre Cornell 49-242.

En Canadá, Park, Tu y Aylesworth (1987) y Park, Tu, Aylesworth y Buzzell (1987) han generado las variedades Aresteuben y Dresden altamente resistentes a cinco razas, y Park y Aylesworth (1987) la variedad Mitchel resistente a alfa y beta. Fuentes de resistencia a estas dos razas también fueron identificadas en Brasil por Augustin y Da Costa (1971) en Perry Marrow, Asgrow Valentine y Barac Ibirubia I, las cuales se usaron en programas de mejoramiento para generar variedades resistentes a *C. lindemuthianum*.

Menezes y Dianese (1988) reportaron que los materiales A 321, A 381, AB 136, Evlutie, G0 2338, G0 3367 y Tu fueron resistentes a todas las razas identificadas por ellos en Brasil y que dentro de los genotipos de frijol que evaluaron existen otras fuentes importantes de resistencia

Los materiales de frijol PI 207262, G 2333, G 2338, G 3367, G 3991, G 4032, G 4360 y G 11680 fueron identificados por Schwartz *et al.* (1982) como resistentes a todos los aislamientos o razas Latinoamericanas y Europeas de *C. lindemuthianum* que evaluaron bajo condiciones de campo e invernadero.

\*En México, Garrido (1986) evaluó cerca de 200 genotipos de frijol por su reacción a 8 razas mexicanas del hongo y encontró que solo 22, entre los que se encuentra Bayo Madero, Bayo Zacatecas, Canario 400, Mich-121, Gto-155-A, Ver-110-A y Chis-116, mostraron ser resistentes a todas las razas.

Varios trabajos se han realizado para establecer la herencia de la resistencia a razas de *C. lindemuthianum*. Burkholder (1918) observó que la resistencia a la raza gama, donada por la variedad Well's Red Kidney a la descendencia de cruces con White Marrow, era gobernada por un solo gen dominante.

Lo anterior también fué observado por McRostie (1919) quien encontró que la resistencia a la raza alfa y beta era gobernada por genes dominantes e independientes entre sí.

Cardenas *et al.* (1964) encontraron que la

resistencia a la raza alfa en nueve variedades de frijol es gobernada por alelos dominantes y que están en 1 o 2 loci comportandose como un factor duplicado; además, mencionan que un sistema similar rige la reacción a las razas beta, gama y que en ciertas instancias alelos dominantes y alelismo múltiple confieren susceptibilidad a la raza beta.

Los resultados obtenidos por Muhalet *et al.* (1981) también mostraron que genes independientes y complementarios actúan en 1 o 2 loci diferentes para gobernar la resistencia a las razas beta, gama y delta.

Los mecanismos por los que se confiere resistencia en genotipos de frijol a *C. lindemuthianum* también han sido estudiados. Mercer *et al.* (1974) encontraron que la muerte hipersensitiva de células de tres variedades resistentes a alguna o todas las razas que estudiaron, es la causa más importante de su resistencia y que las paredes externas de células epidérmicas son importantes en la resistencia que muestran hipocotilos más viejos. Esto último ya había sido referido por Griffey y Leach (1965), quienes además observaron que las lesiones necróticas producidas en tejido viejo de hipocotilos de plantas susceptibles se asemejan a la respuesta hipersensitiva que ocurre en tejido joven de variedades resistentes.

tejido de plantas susceptibles y resistentes y que en estas últimas puede sobrevivir en hipocotilos juvenes y viejos por mas de 25 días (Erb *et al.*, 1973). Las hifas permanecen con vida dentro de células resistentes a pesar de la presencia de grandes cantidades de fitoalexinas isoflavonoides potencialmente fungicidas (Bailey y Rowell, 1980).

Rahe (1973b) ha identificado la fitoalexina faseolina en tejidos de plantas compatibles (susceptibles) e incompatibles (resistentes) con *C. lindemuthianum* y mencionó que en interacciones de este último tipo aparece más rápidamente, coincidiendo con la aparición de células hipersensitivas.

También, se ha encontrado que una proteína extraída de las paredes celulares de hipocotilos de la variedad Red Kidney puede ser capaz de inhibir la enzima endopoligalacturonasa sintetizada por *C. lindemuthianum*, la cual juega un papel importante en la degradación de las paredes celulares del tejido del hospedante (Fisher *et al.* 1973).

Por otra parte, Gupta *et al.* (1981) asociaron una actividad mayor de peroxidasa y la presencia de isoenzimas con líneas isogénicas de frijol susceptibles, que no ocurren en las líneas resistentes.

Rahe *et al.* (1969) observaron que una variedad susceptible puede ser inducida a dar una reacción de hipersensibilidad inoculándolas previamente con una raza no patogénica de *C. lindemuthianum* o con especies no patógenas al frijol (protección cruzada). Este tipo de resistencia inducida puede actuar en células distantes del sitio donde ocurre la interacción con la raza no patogénica (Elliston *et al.*, 1971). Berard *et al.* (1973) observaron que el factor que confiere esta resistencia es difusible en agua.

La protección cruzada también puede ser inducida inoculando filtrados de cultivos de razas que producen reacciones compatibles o incompatibles con genotipos de frijol (Skipp y Deverall, 1973).

Otra forma de inducir resistencia consiste en someter hipocotilos de frijol, infectados con *C. lindemuthianum*, a un tratamiento térmico de 28-32°C que induce una mayor síntesis de faseolina con respecto a aquellos que exhiben una interacción susceptible normal (Rahe, 1973a).

## MATERIALES Y METODOS

### Area de Estudio y Toma de Muestras

Las áreas de estudio contempladas en este trabajo fueron regiones productoras de frijol del estado de Durango.

Durante el ciclo primavera-verano de 1989 y 1990 se realizaron 32 colectas de material enfermo en lotes comerciales de frijol de 25 localidades del estado (Cuadro 3.1). Debido a que la colecta de material se realizó durante el período de formación de vaina de los cultivos y antes de su madurez, no se registró la variedad de la cual se obtuvo cada muestra.

Las muestras, que consistieron de hojas o vainas con síntomas y esporulación causadas por *Colletotrichum lindemuthianum*, fueron colocadas en bolsas de papel para su transporte.

### Area de Trabajo

La identificación de razas del patógeno, a partir de las muestras colectadas en campo, y la evaluación de la respuesta de genotipos de frijol tolerantes a seguir a las

razas identificadas, se llevaron a cabo en los laboratorios de Parasitología Agrícola e invernaderos de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".

#### Aislamiento del Hongo

Las muestras, hojas o vainas, se colocaron en cámara húmeda en cajas Petri y se incubaron a 20°C por 24 hr. Después, con la ayuda de un microscopio de disección, se colocó una gota de agua destilada estéril sobre los acérvulos del hongo, se removieron los conidios con una aguja entomológica y fueron transferidos con pipeta Pasteur a cajas Petri conteniendo medio de cultivo.

Cuadro 3.1. Localidades del estado de Durango donde se colectó material enfermo.

1. Francisco I. Madero *	14. Venustiano Carranza
2. Jerónimo Hernández	15. Flores Magón *
3. Guadalupe Victoria	16. Bruno Martínez *
4. Dos de Abril	17. La Normal
5. Antonio Amaro	18. Vicente Guerrero
6. Pino Suárez *	19. Suchil
7. Cuauhtémoc *	20. Orizaba *
8. Luis Moya *	21. Villa Unión
9. Lázaro Cardenaz	22. Rojas
10. Zaragoza	23. Santa Cruz de Guadalupe
11. Francisco Javier Mina	24. Campo Experimental Valle del Guadiana
12. Pánuco de Coronado	
13. Hermenegildo Galeana	25. Felipe Angeles

\* Se tomaron muestras de dos lotes comerciales.



El medio de cultivo consistió, por litro, de 39 g de papa-glucosa-agar, 20 gotas de ácido láctico (85%) y 5 g de dextrosa. Este medio permitió un rápido crecimiento y mayor esporulación del hongo.

Las cajas inoculadas por dispersión se incubaron a 25°C durante 24-48 horas. Después, con ayuda del microscopio compuesto, se removieron de 3-5 conidios germinados y se transfirieron al medio de cultivo mencionado. Posteriormente se incubaron a 25°C durante 5 días.

Cuando el crecimiento de los conidios se hizo conspicuo, se transfirió una sola colonia a una nueva caja Petri con medio de cultivo no acidificado y así se obtuvo un cultivo monoconidial por muestra.

#### Incremento de Inóculo

El incremento de inóculo, que consistió de conidios del hongo, se realizó a partir de los cultivos monoconidiales esporulados.

Se esterilizaron ejotes de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) durante 30 min en matraces de 500 ml y posteriormente se inocularon, ya sea con una suspensión de conidios o con trozos de la colonia esporulada. Los matraces se mantuvieron a 20°C durante 8-10 días hasta que mostraron abundante esporulación.

### Siembra de Variedades

Las variedades diferenciales (Cuadro 3.2) fueron proporcionadas por el CIAT y las variedades tolerantes a sequía (Cuadro 3.3) por el Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Durango.

Las variedades diferenciales Michelite, Michigan Dark Red Kidney, Perry Marrow, y Cornell 49-242 han sido frecuentemente utilizadas en el pasado para la identificación de razas, no así el resto de las variedades.

Las variedades Pinto Villa, Negro Durango y Bayo Victoria, tolerantes a sequía, se encuentran comercialmente disponibles. Sin embargo, Michoacán 91-A, Guanajuato 157 y 33 VEF-MXA-238 son materiales de frijol promisorios para ser liberados comercialmente. Las semillas de estas variedades fueron sembradas en bolsas de vivero (15 x 30 cm), conteniendo suelo estéril, y permanecieron en invernadero hasta el momento de la inoculación.

### Preparación del Inóculo

Una vez que el hongo esporuló en los matraces con ajotes, se les agregó agua destilada estéril y se agitaron para obtener una suspensión concentrada de conidios.

De esta suspensión original se tomó una alicuota conocida y se pasó a un volumen determinado de agua para hacer un conteo de conidios en el hematocímetro.

En seguida la suspensión inicial se llevó a una concentración final de  $10^7$  conidios/ml para ser inoculada a las variedades diferenciales y tolerantes a sequía.

Cuadro 3.2. Variedades diferenciales utilizadas para la identificación de razas de *C. lindemuthianum*.

---

1. Michelite	7. México 222
2. Michigan Dark Red Kidney	8. PI 207262
3. Perry Marrow	9. TO
4. Cornell 49-242	10. Tu
5. Widusa	11. AB 136
6. Kaboon	12. G 2333

---

Cuadro 3.3. Variedades tolerantes a sequía evaluadas por su reacción a razas de *C. lindemuthianum*.

- 
1. Pinto Villa
  2. Negro Durango
  3. Bayo Victoria
  4. 83 VEF MXA-238
  5. Michoacán 91-A
  6. Guanajuato 157
-

## Inoculación

Para la identificación de razas se inoculó cada aislamiento monoconidial a hojas primarias plenamente expandidas, de plántulas de 7-10 días de emergidas, de las variedades diferenciales. Las variedades tolerantes a sequía también fueron inoculadas en hojas primarias.

Como se ha observado que genotipos de frijol reaccionan en forma distinta al ser inoculados en plántula y en etapas avanzadas de desarrollo (Gallegos, 1964), en este trabajo también se inocularon trifolios de todas las variedades en la etapa de formación de vaina (CIAT, 1987b) con razas identificadas del patógeno.

Las inoculaciones se realizaron por la técnica de hoja desprendida. Esta fue utilizada por Tu en 1988 para seleccionar genotipos de frijol por la presencia o ausencia de síntomas y por Pastrana en 1991 para la identificación de razas de *C. lindemuthianum*.

Hojas primarias o trifoliadas de las variedades fueron separadas de las plantas y llevadas al laboratorio. Estas se colocaron con el envés hacia arriba, sobre tela mosquitera de plástico, dentro de charolas conteniendo papel húmedo. En seguida se inocularon con una suspensión de  $10^7$  conidios/ml, hasta que las hojas quedaron cubiertas de

dentro de bolsas de polietileno transparente. A la suspensión se le agregó Tween 20 (.01%) como dispersante.

Las hojas fueron incubadas a 20<sup>o</sup>C durante 10 días y se mantuvieron con 10 hr-luz/día hasta el momento de la evaluación. Las inoculaciones a hojas primarias y trifoliadas de las variedades se realizaron por duplicado.

Se realizó un ensayo preliminar, con dos aislamientos monoconidiales del hongo, para evaluar esta técnica respecto a la inoculación de hojas adheridas a plántulas; los resultados mostraron una concordancia completa en la respuesta de resistencia y susceptibilidad que mostraron las variedades diferenciales por ambos métodos de inoculación.

#### Mediciones de la Enfermedad

La reacción de las hojas fue evaluada a los 10 días después de la inoculación mediante la escala utilizada por Garrido en 1986 (Cuadro 3.4). Esta escala consta de los valores 0 - 4, donde 0 es sin infección, 1 infección leve, 2 infección moderada, 3 infección severa y 4 infección muy severa. De esta escala se excluyeron las apreciaciones que se hacen sobre planta entera ya que se emplearon hojas desprendidas.

Cuadro 3.4. Escala empleada para medir la reacción de las variedades diferenciales y tolerantes a sequía (Garrido, 1986).

VALOR	DESCRIPCION DE SINTOMAS
0	Sin infección. No hay síntomas visibles en el envés ni en el haz de la hoja. Las plantas se consideran inmunes.
1	Infección leve. Se observan algunas lesiones pequeñas, color café rojizo, sobre las nervaduras principales de la hoja, visibles sólo por el envés. Las manchas miden 1-2 mm de ancho por 2 - 5 mm de largo.
2	Infección moderada. Se observan manchas necróticas de color café en las nervaduras principales y secundarias, rodeadas de áreas necróticas del tejido del mesófilo adyacente. Este síntoma se aprecia tanto por el haz como por el envés. Esporulación nula.
3	Infección severa. Se observan decoloraciones de color café oscuro en todas las nervaduras de la hoja, tanto por el haz como por el envés. En ocasiones el tejido del mesófilo adyacente presenta necrosis. Esporulación en las lesiones.
4	Infección muy severa. Decoloración completa de las nervaduras y necrosis del tejido del mesófilo. Abundante esporulación en las lesiones.

### Denominación de Razas

Para la denominación de razas se siguió el sistema propuesto por el CIAT en 1988, en el cual cada variedad diferencial guarda un orden establecido con valores asignados geoméricamente (Cuadro 3.5).

Las variedades que mostraron una reacción en las hojas con valores 0 - 2 se consideraron resistentes y con valores 3 y 4 susceptibles.

Cuadro 3.5. Variedades diferenciales y sus valores asignados para la identificación de razas de *C. lindemuthianum* (CIAT, 1988).

NUMERO	VARIEDAD DIFERENCIAL	VALOR
1	Michelite	(1)
2	Michigan Dark Red Kidney	(2)
3	Perry Marrow	(4)
4	Cornell 49-242	(8)
5	Widusa	(16)
6	Kaboon	(32)
7	México 222	(64)
8	PI 207262	(128)
9	To	(256)
10	Tu	(512)
11	AB 136	(1024)
12	G 2333	(2048)

La suma de los valores geométricos que poseen aquellas variedades que mostraron reacción de susceptibilidad, es el número con el que se designó el aislamiento y se denominó la raza.

#### Conservación del Patógeno

Después de haber identificado a qué raza correspondían los aislamientos, éstos se conservaron en aceite mineral en tubos de ensaye con medio de cultivo inclinado.

Los aislamientos identificados con su raza y procedencia quedaron depositados en el Laboratorio de Fitopatología del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".



## RESULTADOS

### Identificación de Razas

Con el uso del nuevo grupo de variedades diferenciales internacionales y siguiendo la propuesta del CIAT (1988), se identificaron seis razas de *Colletotrichum lindemuthianum* entre los 32 aislamientos monoconidiales obtenidos de las 25 localidades del estado de Durango.

La reacción que causaron los aislamientos sobre las hojas de plántulas de las doce variedades diferenciales se muestra en el Cuadro 4.1. La mayoría de los aislamientos causaron reacción de susceptibilidad al menos sobre alguna de las variedades México 222, PI 207262 y To.

Los aislamientos obtenidos de las localidades Dos de Abril, Suchil y uno de Cuauhtémoc no causaron reacción de susceptibilidad sobre ninguna de las diferenciales. Uno de los aislamientos obtenidos de Bruno Martínez produjo una respuesta de susceptibilidad sobre la variedad AB-136 (Cuadro 4.1).

Las razas identificadas en el estado de Durango y la

muestra en el Cuadro 4.2.

Cuadro 4.1. Reacción de variedades diferenciales a la inoculación de aislamientos de *C. lindemuthianum* de 25 localidades del estado de Durango.

LOCALIDAD	VARIETADES											
	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Francisco I. Madero(1)	R**	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R
Francisco I. Madero(2)	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R
Jerónimo Hernández	R	R	R	R	R	R	S	S	R	R	R	R
Guadalupe Victoria	R	R	R	R	R	R	S	S	R	R	R	R
Dos de Abril	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Antonio Amaro,	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R
Pino Suárez(1)	R	R	R	R	R	R	R	S	S	R	R	R
Pino Suárez(2)	R	R	R	R	R	R	S	S	R	R	R	R
Cuahtémoc(1)	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Cuahtémoc(2)	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R
Luis Moya(1)	R	R	R	R	R	R	S	S	R	R	R	R
Luis Moya(2)	R	R	R	R	R	R	R	S	S	R	R	R
Lázaro Cardenas	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R
Zaragoza	R	R	R	R	R	R	S	S	R	R	R	R
Francisco Javier Mina	R	R	R	R	R	R	S	S	R	R	R	R
Pánuco de Coronado	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R
Hermenegildo Galeana	R	R	R	R	R	R	S	S	R	R	R	R
Venustiano Carranza	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R
Flores Magón(1)	R	R	R	R	R	R	S	S	R	R	R	R
Flores Magón(2)	R	R	R	R	R	R	S	S	R	R	R	R
Bruno Martínez(1)	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R
Bruno Martínez(2)	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R
La Normal	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R
Vicente Guerrero	R	R	R	R	R	R	R	S	S	R	R	R
Suchil	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Orizaba(1)	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R
Orizaba(2)	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R
Villa Unión	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R
Rojas	R	R	R	R	R	R	S	S	R	R	R	R
Santa Cruz de Guadalupe	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R
Campo Experimental Valle del Guadiana	R	R	R	R	R	R	S	S	R	R	R	R
Felipe Angeles	R	R	R	R	R	R	S	S	R	R	R	R

- \* 1. Michelite.
- 2. Michigan Dark Red Kidney.
- 3. Perry Marrow.
- 4. Cornell 49242.
- 5. Widusa.
- 6. Kaboon.
- 7. México 222.
- 8. PI 207262.
- 9. To.
- 10. Tu.
- 11. AB 136.
- 12. G 2333.

\*\* R= Resistente.  
S= Susceptible.

En el Cuadro 4.3 se presentan las razas identificadas de *C. lindemuthianum*, por localidad. La raza 192 resultó ser la más frecuente, identificándose en 12 aislamientos provenientes de 11 localidades, seguida de la raza 256 en 7 aislamientos de 6 localidades, después la raza 64 en 6 aislamientos de 5 localidades, las razas 384 y cero se presentaron en tres localidades cada una, y la raza 1024 se identificó sólo en una localidad.

Cuadro 4.2. Reacción de las variedades diferenciales a las razas identificadas en este trabajo.

VARIETADES	RAZAS					
	0	64	192	256	384	1024
Michelite	R	R	R	R	R	R
Michigan Dark Red Kidney	R	R	R	R	R	R
Perry Marrow	R	R	R	R	R	R
Cornell 49-242	R	R	R	R	R	R
Widusa	R	R	R	R	R	R
Kaboon	R	R	R	R	R	R
México 222	R	S	S	R	R	R
PI 207262	R	R	S	R	S	R
To	R	R	R	S	S	R
Tu	R	R	R	R	R	R
AB 136	R	R	R	R	R	S
G 2333	R	R	R	R	R	R

Respuesta de Variedades Diferenciales a Inoculaciones  
en Etapa de Formación de Vaina

Para evaluar la reacción de las variedades

diferenciales a la inoculación de *C. lindemuthianum* en etapa de formación de vaina, se utilizaron las razas cero de la localidad de Suchil, 64 de Francisco I. Madero, 192 de Luis Moya, 256 de Orizaba, 384 de Pino Suárez y la raza 1024 de Bruno Martínez. Estas razas se mantuvieron en tubos con ejotes estériles, después de haberse identificado, y posteriormente fueron utilizadas para su inoculación en la etapa de formación de vaina.

Cuadro 4.3. Razas de *C. lindemuthianum* identificadas y localidades del estado de Durango donde ocurren.

RAZA	LOCALIDADES
0	Dos de Abril, Suchil y Cuauhtémoc (en un lote muestreado).
64	Francisco I. Madero (en ambos lotes muestreados), Lázaro Cardenas, Pánuco de Coronado, Venustiano Carranza y La Normal.
192	Jerónimo Hernández, Guadalupe Victoria, Zaragoza, Francisco Javier Mina, Hermenegildo Galeana, Flores Magón (en ambos lotes), Rojas, Felipe Angeles, Campo Experimental Valle del Guadiana y en un lote de las localidades de Pino Suárez y Luis Moya.
256	Orizaba (en ambos lotes muestreados), Santa Cruz de Guadalupe, Villa Unión, Antonio Amaro, y en un lote de las localidades de Bruno Martínez y Cuauhtémoc.
384	Vicente Guerrero, y en un lote de las localidades de Pino Suárez y Luis Moya.
1024	Bruno Martínez (en un lote).

En el Cuadro 4.4 se presenta la reacción que causaron estas razas sobre las variedades diferenciales al ser inoculadas hojas en las etapas de plántula y formación de vaina. Las razas cero, 192, 256 y 384 causaron una reacción similar sobre las diferenciales en ambas etapas de desarrollo.

Las razas 64 y 1024 difirieron en la reacción que causaron sobre hojas de distintas etapas de desarrollo del grupo de las diferenciales. La raza 64, que produjo una reacción de susceptibilidad en la variedad México 222, en hojas primarias y en etapa de formación de vaina, causó una respuesta similar sobre PI 207262 pero sólo en hojas de plantas en formación de vaina (Cuadro 4.4).

Las variedades México 222 y PI 207262 fueron las únicas susceptibles en etapa de formación de vaina a la raza 1024, la cual indujo reacción de susceptibilidad a AB 136 en etapa de plántula.

#### Respuesta de Variedades Tolerantes a Sequía a Inoculaciones en Etapa de Plántula y Formación de Vaina

En esta prueba se utilizaron las mismas razas de *C. lindemuthianum* empleadas para la inoculación de variedades diferenciales en etapa de formación de vaina.

En el Cuadro 4.5 se observa que no hubo diferencia en la reacción causada por las razas cero, 64, 192, 256, 384 y 1024 al inocular hojas de los materiales tolerantes a sequía en etapa de plántula y formación de vaina.

Las variedades Pinto Villa y Bayo Victoria mostraron ser resistentes a todas las razas del patógeno. La raza cero que no produjo reacción de susceptibilidad sobre ninguna variedad diferencial, sí lo hizo sobre la variedad Negro Durango (Cuadro 4.5).

Cuadro 4.4. Reacción de variedades diferenciales en distintas etapas de desarrollo a la inoculación de razas de *C. lindemuthianum*.

VARIETADES	RAZAS					
	0	64	192	256	384	1024
	P*FV**	P FV	P FV	P FV	P FV	P FV
Michelite	R R	R R	R R	R R	R R	R R
Michigan Dark Red						
Kidney	R R	R R	R R	R R	R R	R R
Perry Marrow	R R	R R	R R	R R	R R	R R
Cornell 49242	R R	R R	R R	R R	R R	R R
Widusa	R R	R R	R R	R R	R R	R R
Kaboon	R R	R R	R R	R R	R R	R R
México 222	R R	S S	S S	R R	R R	R S
PI 207262	R R	R S	S S	R R	S S	R S
To	R R	R R	R R	S S	S S	R R
Tu	R R	R R	R R	R R	R R	R R
AB 136	R R	R R	R R	R R	R R	S R
G 2333	R R	R R	R R	R R	R R	R R

\* Hojas inoculadas en estado de plántula.

\*\* Hojas inoculadas en etapa de formación de vaina.

Sólo el material 83 VEF MXA-238 fue susceptible a dos razas del patógeno, a la raza 64 y 1024. Las variedades Michoacán 91-A y Guanajuato 157 únicamente fueron susceptibles a la raza 192.

Cuadro 4.5. Reacción de variedades tolerantes a sequía en diferentes etapas de desarrollo a la inoculación de razas de *C. lindemuthianum*.

VARIEDADES	RAZAS					
	0	64	192	256	384	1024
	P*FV**	P FV	P FV	P FV	P FV	P FV
Pinto Villa	R R	R R	R R	R R	R R	R R
Negro Durango	S S	R R	R R	R R	R R	R R
Bayo Victoria	R R	R R	R R	R R	R R	R R
83 VEF MXA-238	R R	S S	R R	R R	R R	S S
Michoacán 91-A	R R	R R	S S	R R	R R	R R
Guanajuato 157	R R	R R	S S	R R	R R	R R

\* Hojas inoculadas en estado de plántula.

\*\* Hojas inoculadas en etapa de formación de vaina.

Mientras que las razas cero, 64 y 1024 indujeron reacción de susceptibilidad sólo sobre uno de los materiales tolerantes a sequía, las razas 256 y 384 no lo hicieron sobre ninguna de las variedades estudiadas.

## DISCUSION

### Identificación de Razas

La existencia de una gran diversidad de razas patogénicas de *C. lindemuthianum* en el estado de Durango ya había sido mencionada por Garrido (1986), quien empleó un sistema de nomenclatura y diferenciales distintas. En este trabajo, se identificaron seis razas del patógeno, de las cuales la raza 256 fue reportada previamente por Pastrana (1991) y por López-N. et al. (1991) para Durango. Las razas cero y 448 también han sido encontradas en este estado (López-N. et al., 1991). De estas razas, la 448 no se reporta en este trabajo.

La raza 384, que aquí se encontró, fue identificada también en Jalisco por Aceves (1991), además de la 385 y 392. Estas dos últimas razas difieren de la 384 por atacar no solo a las variedades PI 207262 y To, sino que también lo hacen sobre Michelite y Cornell 49-242, respectivamente. Ningún aislamiento de los aquí estudiados causó susceptibilidad sobre las últimas variedades mencionadas; sin embargo, Garrido (1986) observó que tres aislamientos obtenidos del estado de Durango sí causaron reacción de



Lo anterior sirve como un indicador de que puede existir mayor variación patogénica del hongo de la antracnosis en las regiones frijoleras del estado que la que aquí se encontró.

En el trabajo realizado por Menezes y Dianese (1988) se presentó suficiente información para establecer que las razas patogénicas identificadas por ellos en Brasil, son completamente diferentes a las que ocurren en Jalisco (Aceves, 1991) y a las que se están reportando para Durango en el presente trabajo.

Las razas 192, y 384 fueron las más virulentas sobre el grupo de variedades diferenciales, ya que cada una causó reacción de susceptibilidad sobre dos de éstas; ambas indujeron susceptibilidad en la variedad PI 207262, mientras que la raza 192 y 384 causaron reacción similar a México 222 y To, respectivamente.

Todos los aislamientos obtenidos del estado de Durango indujeron respuesta de susceptibilidad al menos en una de las variedades diferenciales, excepto aquellos de las localidades Dos de Abril, Suchil y Cuauhtémoc (en un lote muestreado) identificados como la raza cero. Aunque todas las diferenciales mostraron resistencia, no significa que esta raza haya perdido su virulencia y sea incapaz de infectar otros genotipos de frijol, como se observó con la

Si bien es posible que otros aislamientos pueden ser identificados como raza cero, pudiera justificarse la modificación del grupo de variedades diferenciales siempre y cuando esta raza sea prevalecte en una o varias regiones frijolerías del mundo y que un nuevo grupo de variedades permita diferenciar en razas distintas los aislamientos que no causaron reacción de susceptibilidad sobre las variedades utilizadas. Sin embargo, no sería importante alguna modificación basada en esta justificante ya que los programas de mejoramiento desean contar principalmente con genotipos de frijol resistentes, y no susceptibles, a las variantes patogénicas del hongo.

Se justifica plenamente la modificación de este grupo de diferenciales cuando uno o varios aislamientos de *C. lindemuthianum* causen una reacción de susceptibilidad sobre todas las variedades, y exista una que muestre ser resistente para ser utilizada como fuente de resistencia a estos aislamientos.

Debido a que las razas 192, 256 y 64, de las 6 identificadas en este trabajo, son las que se presentan con mayor frecuencia, debe considerarse seleccionar o generar genotipos de frijol resistentes a las razas prevalentes o que posean resistencia a la mayoría de las razas identificadas. Estas prácticas han sido llevadas a cabo en otros países por varios investigadores (Ayonoadu, 1974; *et al.*, 1981; Park, *et al.*, 1982).

El método de aspersión a plántulas es el más utilizado para la identificación de razas. Sin embargo, también se ha empleado la inmersión de hipocotilos (Menezes y Dianese, 1988). Otros autores han realizado inoculaciones de suspensión de conidios con brocha (Tu y Aylesworth, 1980) o utilizando inóculo seco (Inglis et al., 1988) para evaluar genotipos de frijol por su resistencia a *C. lindemuthianum*, pero estos no han sido empleados en la identificación de razas. El método de inoculación por aspersión llevado en este trabajo, permitió diferenciar claramente la reacción de hojas desprendidas de las variedades diferenciales, en resistentes y susceptibles.

#### Resistencia al Patógeno

La "resistencia post-plántula" ocurre cuando un cultivar es susceptible en el primer estado foliar a una raza, pero en estados posteriores de desarrollo se vuelve resistente a la misma raza (Singh, 1986). Este fenómeno se presentó en este estudio sobre la variedad diferencial AB 136, la cual fue susceptible en plántula y resistente en la etapa de formación de vaina a la raza 1024 de *C. lindemuthianum*.

Resultados similares fueron obtenidos con anterioridad con las variedades Bayomex, Canocel y Negro Mecentral (Gallegos, 1964) y en la línea Ecuador 1056 (CIAT,

inverso. Las variedades México 222 y PI 207262 reaccionaron como susceptibles sólo en etapa de formación de vaina a la raza 1024 y la variedad PI 207262 a la raza 64; estas variedades fueron resistentes en etapa de plántula a las inoculaciones con dichas razas. Este tipo de reacción diferencial es posible que esté relacionado a la condición fisiológica de la planta al momento de la inoculación y que se deba a la alteración de los mecanismos de resistencia que ocurren en la etapa de plántula.

Lo anterior sugiere que es necesario evaluar en ambas etapas de desarrollo para evitar la eliminación de materiales de frijol con características agronómicas deseables, pero con susceptibilidad en estado de plántula, y para no seleccionar genotipos resistentes en plántula que se comportarán como susceptibles en etapas avanzadas de desarrollo.

Considerando que las variedades diferenciales son inoculadas en plántula para la identificación de razas y que frecuentemente son utilizadas en programas de mejoramiento como fuentes de resistencia, es necesario tomar en cuenta los resultados aquí obtenidos para seleccionar aquellos que mantengan su resistencia durante todo su ciclo de desarrollo.

La respuesta mostrada por las variedades tolerantes

inverso. Las variedades México 222 y PI 207262 reaccionaron como susceptibles sólo en etapa de formación de vaina a la raza 1024 y la variedad PI 207262 a la raza 64; estas variedades fueron resistentes en etapa de plántula a las inoculaciones con dichas razas. Este tipo de reacción diferencial es posible que esté relacionado a la condición fisiológica de la planta al momento de la inoculación y que se deba a la alteración de los mecanismos de resistencia que ocurren en la etapa de plántula.

Lo anterior sugiere que es necesario evaluar en ambas etapas de desarrollo para evitar la eliminación de materiales de frijol con características agronómicas deseables, pero con susceptibilidad en estado de plántula, y para no seleccionar genotipos resistentes en plántula que se comportarán como susceptibles en etapas avanzadas de desarrollo.

Considerando que las variedades diferenciales son inoculadas en plántula para la identificación de razas y que frecuentemente son utilizadas en programas de mejoramiento como fuentes de resistencia, es necesario tomar en cuenta los resultados aquí obtenidos para seleccionar aquellos que mantengan su resistencia durante todo su ciclo de desarrollo.

La respuesta mostrada por las variedades tolerantes a sequía en estado de plántula y en formación de vaina

Victoria, las que resultaron resistentes, pueden empleadas por los programas de mejoramiento para incorporar resistencia a las cinco razas identificadas en Durango.

Los materiales Michoacán 91-A y Guanajuato resultaron susceptibles a la raza 192, la que es prevalente en el estado, por lo que sería riesgoso liberarlas para su utilización comercial.

El hecho de que estas dos últimas variedades, que previamente fueron identificadas como sobresalientes en su tolerancia a sequía, resultarán susceptibles, reafirma la conocida susceptibilidad de las variedades "criollas" a este patógeno; ya que estos materiales son colectas hechas en los estados mencionados en su identificación.

Las diferenciales México 222, PI 207262 y To habido sido reportadas con anterioridad (Krüger *et al.*, 1979; Schwartz *et al.*, 1982) como importantes fuentes de resistencia a razas de *C. lindemuthianum*; pero, al menos una de estas resultó susceptible a alguna de las razas 64, 192, 256 y 384, identificadas en este trabajo. Esto debe considerarse en el momento de establecer un programa de mejoramiento, para evitar el uso de progenitores con genes de resistencia provenientes de las variedades mencionadas, ya que en el estado de Durango existen razas que pueden vencer esta resistencia.

El flujo de materiales resistentes a razas de *lindemuthianum*, entre programas de mejoramiento genético diversos países, será facilitado conociendo las razas prevalentes en las diversas regiones frijoleras mediante el uso del sistema de nomenclatura numérico y las variedades diferenciales utilizadas en este trabajo y que fueran propuestas por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (1988).

## CONCLUSIONES

1. En el estado de Durango se identificaron 6 razas patogénicas de *C. lindemuthianum*, las razas cero, 64, 192, 256, 384 y 1024.

2. La raza 192 fue encontrada con mayor frecuencia (12 localidades), seguida de la 256 (6 localidades), la 64 (5 localidades), las 384 y cero (3 localidades cada una) y por último la raza 1024 (1 localidad).

3. El fenómeno de "resistencia post-plántula" se presentó en la variedad diferencial AB 136. Las variedades diferenciales México 222 y PI 207262 reaccionaron contrariamente a este fenómeno, ya que resultaron susceptibles en etapa adulta, con la raza 1024, y la variedad PI 207262 con la raza 64.

4. Las variedades Pinto Villa y Bayo Victoria, tolerantes a sequía, resultaron resistentes a todas las razas identificadas. El material 83 VEF MXA-238 fue el más susceptible, mientras que la variedad Negro Durango sólo fue susceptible a la raza cero.



5. La raza 192 mostró ser la más virulenta sobre los materiales tolerantes a sequía, al causar reacción de susceptibilidad a Michoacán 91-A y Guanajuato 157.

## RESUMEN

El cultivo del frijol es afectado por una serie de factores que limitan su producción en el estado de Durango. Entre éstos se encuentran las enfermedades; la antracnosis, causada por *Colletotrichum lindemuthianum*, es una de las más importantes. El control genético es la medida más adecuada de enfrentar la enfermedad bajo las condiciones de temporal que prevalecen en el estado. Sin embargo es necesario conocer la variación patogénica de este hongo bajo un sistema de identificación internacionalmente aceptado. Recientemente se han liberado variedades comerciales de frijol tolerantes a sequía, y existen otras promisorias para ser liberadas de la misma forma; sin embargo se desconoce el potencial genético de éstas como fuente de resistencia a razas del patógeno. Por lo anterior, los objetivos de este trabajo son: Identificar las razas patogénicas de *C. lindemuthianum* en el estado de Durango utilizando un sistema internacional de identificación y evaluar la reacción de seis genotipos de frijol tolerantes a sequía a la inoculación de razas del patógeno. Se obtuvieron 32 aislamientos monoconidiales, de 25 localidades, y se inocularon las variedades diferenciales y tolerantes a sequía por la técnica de hoja desprendida, en condiciones de

duplicado en hojas primarias y en hojas en atapa de formación de vaina. La identificación de razas se basó en la reacción de hojas primarias de las variedades Michelite, Michigan Dark Red Kidney, Perry Marrow, Cornell 49-246, Widusa, Kaboon, México 222, To, Tu, AB 136 y G 2333. Se identificaron las razas cero, 64, 192, 256, 384 y 1024 de *C. lindemuthianum*. Las razas 192, 256 y 64 se presentaron con mayor frecuencia. La variedad AB 136 mostró una resistencia "post-plántula" a la raza 1024. Las variedades PI 207262 y México 222 reaccionaron como susceptibles únicamente en etapa de formación de vaina; la primera con las razas 64 y 1024 y la segunda sólo con la raza 1024. Las razas identificadas se inocularon a las variedades tolerantes a sequía: Pinto Villa, Bayo Victoria, Negro Durango, 83 VEF MXA-238, Michoacán 91-A y Guanajuato 157. Las primeras dos fueron resistentes a todas las razas. Este grupo de variedades reaccionó en forma similar en ambas etapas de inoculación. El uso del sistema de identificación de razas empleado en este trabajo, y que fue propuesto por el Centro Internacional de Agricultura Tropical, permitirá denominar las variantes patogénicas de este hongo de una manera uniforme y facilitará la interacción de programas de mejoramiento genético de diversos países que cuentan con regiones frijoleras donde ocurre la antracnosis.

## LITERATURA CITADA

- Aceves R., J.J. 1991. Identificación de razas de *Colletotrichum lindemuthianum* en frijol en Jalisco con un nuevo juego de diferenciales y nomenclatura utilizadas actualmente a nivel internacional. XVII Congreso de la Sociedad Mexicana de Fitopatología Puebla, México. (Resumen). pp:14.
- Agrios, G.N. 1988. Fitopatología. 1 ed. Limusa. México pp:113.
- Augustin E., e J.D.C. Da Costa. 1971. Fontes de resistenci a duas racas fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* no melhoramento do feijoeiro no su do Brasil. Pesq. Agrop. Bras., Sér. Agron., 6:265-272.
- Ayonoadu, U.W.U. 1974. Races of bean anthracnose in Malawi Turrialba. 24:311-314.
- Bailey, J.A., and P.M. Rowell. 1980. Viability o *Colletotrichum lindemuthianum* in hipersensitiv cells of *Phaseolus vulgaris*. Physiological Plan Phathology. 17:341-345.
- Barrus, M.F. 1911. Variation of varieties of beans in thei susceptibility to anthracnose. Phytopathology 1:191-195.
- \_\_\_\_\_ 1915. An anthracnose-resistant Red Kidney bean Phytopathology. 5:303-311.
- \_\_\_\_\_ 1918. Varietal susceptibility of beans t strains of *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc & Magn.) B & C. Phytopathology. 8:589-614 + ix.
- Berard, D.F., J. Kuc and E.B. Williams. 1973. Relationshi of genes for resistance to protection by diffusate from incompatible interactions of *Phaseolus vulgaris* with *Colletotrichum lindemuthianum*. Physiologica Plant Pathology. 3:51-56.
- Burkholder, W.H. 1918. The production of an anthracnos resistant White Marrow bean. Phytopathology 8:353-357.

1923. The gamma strain of *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) B. et C. *Phytopathology*. 13:316-323.
- Cardenas, F., M.W. Adams and A. Andersen. 1964. The gene system for reaction of field beans (*Phaseolus vulgaris* L.) to infection by three physiologic races of *Colletotrichum lindemuthianum*. *Euphytica*. 13:178-186.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1987a. Informe anual 1986. Programa de frijol. Cali, Colombia pp:55-61.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1987b. Standard system for the evaluation of bean germplasm. van Schoonhoven, A., and M.A. Pastor-Corrales (Comp.). Cali, Colombia. 54p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1988. Annual Report Bean Program. Cali, Colombia. pp:159-180.
- Chaves, G. 1980. La antracnosis. En: Problemas de Producción del Frijol. Schwartz, H.F. y G.E. Gálvez. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. pp:37-53.
- Elliston, J.E., J. Kuc and E.B. Williams. 1971. Induced resistance to bean anthracnose at a distance from the site of the inducing interaction. *Phytopathology*. 61:1110-1112.
- Erb, K., M.E. Gallegly and J.G. Leach. 1973. Longevity of mycelium of *Colletotrichum lindemuthianum* in hypocotyl tissue of resistant and susceptible bean cultivars. *Phytopathology*. 63:1334-1335.
- Fisher, M.L., A.J. Anderson and P. Albersheim. 1981. Host-pathogen interactions. VI. A single protein efficiently inhibits endopolygalacturonase secreted by *Colletotrichum lindemuthianum* and *Aspergillus niger*. *Plant Physiol*. 51:489-491.
- Gallegos B., C.C. 1964. La edad de la planta de frijol y resistencia a la antracnosis. *Agricultura Técnica en México*. 2:165-167.
- Garrido R., E.R. 1986. Identificación de razas fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Scrib. en México y búsqueda de resistencia genética a este hongo. Tesis. Maestría. Colegio Postgraduados. 103 p.

- Goth, R.W., and W.J. Zaunmeyer. 1965. Reactions of varieties to four races of anthracnose. *Plant Repr.* 49:815-818.
- Griffey, R.T., and J.G. Leach. 1965. The influence of tissue on the development of bean anthracnose lesions. *Phytopathology*. 55:915-918.
- Gupta, V.K., M.A. Okiror and E.W.M. Van Breukelen. Electrophoretic studies of two isogenic bean lines differing in their resistance to bean anthracnose. *Kenya J. Sci. Technol.* 2:85-90.
- Inglis, D.A., D.J. Hagedorn and R.E. Rand. 1988. Use of inoculum to evaluate beans for resistance to anthracnose and angular leaf spot. *Plant Dis.* 72:771-774.
- Krüger, J., G.M. Hoffman and N. Hubbeling. 1977. The race of *Colletotrichum lindemuthianum* and sources of resistance to anthracnose in *Phaseolus* and *Euphytica*. 26:23-25.
- López-N., G., R. Rodríguez-G. y G.G. Pastrana-L. Identificación de razas patogénicas de *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Sacc. en el estado de Durango mediante la inoculación de hojas desprendidas de doce variedades diferenciadas. XVIII Congreso de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Puebla, México. (Resumen). pp:13
- Martínez R., J.L. 1984. Nuevas razas de *Colletotrichum lindemuthianum* en México. XI Congreso de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. San Luis Potosí, México. (Resumen). pp:74.
- McRostie, G.P. 1919. Inheritance of anthracnose resistance as indicated by a cross between a resistant and susceptible bean. *Phytopathology*. 9:141-148.
- Meléndez, de la G. M. de los A. 1951. Reacción de frijol en México a tres razas de *Colletotrichum lindemuthianum*. Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG). Folio Técnico No 9. 27 p.
- Menezes, J.R., and J.C. Dianese. 1988. Race characterization of Brazilian isolates of *Colletotrichum lindemuthianum* and detection of resistance to anthracnose in *Phaseolus vulgaris*. *Phytopathology*. 78:650-655.
- Mercer, P.C., R.K.S. Wood and A.D. Greenwood. Resistance to anthracnose of french bean (*Phaseolus vulgaris*). *Physiological Plant Pathology*. 4:291-306.

- Muhalet, C.S., M.W. Adams, A.W. Saettler and A. Ghac. 1981. Genetic system for the reaction of field bean to beta, gama, and delta races of *Colletotrichum lindemuthianum*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106:601-604.
- Noyola I., U.T., G. López A. y J. Muruaga. 1984. Determinación de razas fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Bri. & Cav. Congreso de la Sociedad Mexicana de Fitopatología San Luis Potosí, México. (Resumen). pp:75.
- Oliari, L., C. Vieira and R.E. Wilkinson. 1973. Physiological races of *Colletotrichum lindemuthianum* in the state of Minas Gerais, Brazil. Plant Dis. Reprtr. 57:870-872.
- Park, S.J., and J.W. Aylesworth. 1987. Mitchell field bean. Can. J. Plant Sci. 67:819-820.
- Park, S.J., J.C. Tu and J.W. Aylesworth. 1987. Dre field bean. Can. J. Plant Sci. 67:821-822.
- Park, S.J., J.C. Tu, J.W. Aylesworth and R.I. Buzzell. 1987. Aresteuben field bean. Can. J. Plant Sci. 67:817-818.
- Pastrana L., G.G. 1991. Comparación de dos métodos de inoculación de *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Scrib. e identificación de razas patogénicas utilizando doce variedades diferenciadas de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Buenavista, Coahuilla, México. 38 p.
- Rahe, J.E. 1973a. Phytoalexin nature of heat-induced protection against bean anthracnose. Phytopathology 63:572-577.
- \_\_\_\_\_ 1973b. Occurrence and levels of the phytoalexin phaseollin in relation to delimitation at sites of infection of *Phaseolus vulgaris* by *Colletotrichum lindemuthianum*. Can. J. Bot. 51:2423-2430.
- Rahe, J.E., and J. Kuc. 1970. Metabolic nature of heat-induced infection-limiting effect of heat on bean anthracnose. Phytopathology. 60:1005-1009.
- Rahe, J.E., J. Kuc, Ch. Chien-Mei and E.B. Williams. 1970. Induced resistance in *Phaseolus vulgaris* to bean anthracnose. Phytopathology. 59:1641-1645.
- Ribeiro, S.R. e G.M. Chavez. 1981. Identificação de razas fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Bri. & Cav. em feijão de campo. An. Inst. Bot. Univ. São Paulo 29:1-10.

- Ribeiro, S.R., G.M. Chavez and J.T.L. Thiébaud. 1981. Reação de cultivares de feijão a nove raças fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. et Magn.) Scrib. Revista Ceres. 28:342-350.
- Schnock, M.G., G.M. Hoffman and J. Krüger. 1975. A physiological strain of *Colletotrichum lindemuthianum* infecting *Phaseolus vulgaris* L. Hort. Science. 10:140.
- Schwartz, H.F., M.A. Pastor C. and S.P. Singh. 1982. Sources of resistance to anthracnose and angular leaf spot of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Euphytica. 31:741-754.
- Singh, D.L. 1986. Breeding for resistance to diseases and insect pests. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York. pp:11,20.
- Skipp, R.A., and B.J. Deverall. 1973. Studies on cross-protection in the anthracnose disease of bean. Physiological Plant Pathology. 3:299-313.
- Strobel, G.A., and D.E. Mathre. 1970. Outlines of plant pathology. Van Nostrand Reinhold Co. New York. pp:396-403, 441.
- Tu, J.C. 1986. A detached leaf technique for screening bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in vitro against anthracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*). Can. J. Plant Pathology. 66:805-809.
- \_\_\_\_\_. 1988. Control of bean anthracnose caused by delta and lambda races of (*Colletotrichum lindemuthianum*) in Canada. Plant Disease. 72:5-8.
- Tu, J.C., and J.W. Aylesworth. 1980. An effective method of screening White (pea) bean seedlings (*Phaseolus vulgaris* L.) for resistance to *Colletotrichum lindemuthianum*. Phytopath. Z. 99:131-137.
- Tu, J.C., J.W. Sheppard and D.M. Laidlaw. 1984. Occurrence and characterization of the epsilon race of *Colletotrichum lindemuthianum* causing anthracnose in Ontario. Plant Disease. 68:69-70.
- Yerkes, W.D., Jr. 1958. Additional new races of *Colletotrichum lindemuthianum* in México. Plant Dis. Repr. 42:329.
- Yerkes, W.D., Jr., and M. Teliz O. 1956. New races of *Colletotrichum lindemuthianum* in México. Phytopathology. 46:564-567.