AGRONOMIA

TRANSMISION POR SEMILLA Y CONTROL DE LA ANTRACNOSIS DEL CAUPI, CAUSADA POR *Colletotrichum dematium*, (Pers. ex Fr) GROVE

Jairo A. Osorio Cardona*

RESUMEN

En las instalaciones del Centro Nacional de Investigaciones, Turipaná, del Instituto Colombiano Agropecuario ICA (Cereté, Córdoba), se estudio la transmisión de *Colletotrichum dematium* a través de semillas de caupí, y su control mediante el tratamiento de semillas con fungicidas. De ocho genotipos estudiados, dos exhibieron niveles significativamente más altos (α = 0.01) de infección de semilla, y mayores tasas de transmisión de *C. dematium* a las plantas de caupí. El tratamiento de semilla infectada de la línea Licatur-1 con Benomyl (Benlate PM50, 3.0 gr/kg de semilla) redujo su nivel de infección y la incidencia de antracnosis en plantas de 24 días de edad creciendo en germinadores de arena. El efecto del lote de semilla, el tipo de suelo y el tratamiento de semilla con fungicidas en la incidencia de antracnosis, también fue estudiado. Los resultados indicaron diferencias entre lotes de semilla, debidas posiblemente a variaciones climáticas y de manejo en la producción de los diferentes lotes. La incidencia de antracnosis fue significativamente más baja en suelo arcilloso que en arena. El tratamiento de semilla con Benomyl (Benlate PM50, 2.5 -3.0 gr/kg) o Mancozeb (Dithane M-45, 5.0 gr/kg) redujo la incidencia de antracnosis, por lo cual se considera como un método efectivo para prevenir la diseminación de *C. dematium* a través de semillas de caupí.

Palabras Claves Adicionales: Infección de semilla, tratamiento de semilla, *Vigna unguiculata*.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

ABSTRACT

Seed Transmission and Control of Cowpea Anthracnose, caused by *Colletotrichum dematium*, (Pers. ex Fr) Grove

Seed transmission of *Colletotrichum dematium* through cowpea seeds, and its control with fungicide seed treatments was studied at the Turipaná National Research Center of ICA (Colombian Institute of Agriculture) located in Cereté (Córdoba). Two out of eight genotypes tested showed significantly higher (α = 0.01) seed infection levels; they also exhibited higher seed transmission rates of *C. dematium*. Treatment of infected seeds of line Licatur-1 with Benomyl (Benlate WP50, 3.0 gr/kg of seed)

* I.A., M.Sc. Grupo Multidisciplinario de Sorgo. C.I. Nataima, Apartado Adpostal 40, Ibagué-Tolima.

caused a significant reduction of seed infection levels (α = 0.01), and resulted in comparable decreases in anthracnose incidence, measured 24 days after seedling emergence in sand germinators. The effect of seed lot, soil type and fungicide seed treatment on anthracnose incidence was also evaluated. Results indicated a highly significant effect of seed lots, partially explained by environmental and seed crop management variations. Anthracnose incidence, decreased when the seeds were planted in a clay loam soil as compared to disease incidence in sand. Seed treatment with benomyl (Benlate WP50, 2.5 -3.0 gr/kg) or Mancozeb (Dithane M-45, 5.0 gr/kg) caused a significant reduction in anthracnose incidence. These results suggest that fungicide seed treatment is an effective control practice to prevent spread of *C. dematium* **through cowpea seeds.**

Additional Index Words: Seed infection, seed treatment, *Vigna unguiculata.*

La antracnosis del caupí (*Vigna unguiculata* (L) Walp.) causada por el hongo *Colletotrichum dematium* (Pers. ex Fr) Grove, es una enfermedad registrada en Nigeria, Brasil, Alto Volta, Zambia, India y Colombia entre otros (7, 12, 14 y 16). Su importancia económica varía con las condiciones de producción (sistemas de cultivos, clima, etc.) y con la variedad. En Nigeria, los ataques más severos ocurren en monocultivos de variedades susceptibles (15). En el trópico, la enfermedad se desarrolla rápidamente, durante la estación lluviosa, causando pérdidas considerables (8). El monto de las pérdidas ha alcanzado niveles del 40-50% en monocultivos expuestos a infecciones tempranas que reducen la población e infecciones de las vainas que limitan o impiden la formación de semillas normales (16). No se dispone de información sobre la importancia económica de la antracnosis del caupí en América Latina; en Colombia, sin embargo, se ha registrado pérdidas del 25% de población en una variedad susceptible por la siembra de semilla infectada (7).

La información existente en Colombia sobre la antracnosis del caupí es mínima por la reciente introducción de la enfermedad al país. Hasta el momento su distribución en la región Caribe es limitada pero se puede diseminar rápidamente debido a la alta trasmisibilidad del hongo *C. dematium* a través de la semilla; tasas de transmisión del orden de 40-50% han sido registradas previamente (13, 14).

Las principales fuentes de inóculo de *C. dematium* son los resíduos de plantas enfermas y la semilla infectada. Los resíduos infectados permiten perpetuar el problema en el campo (16), y la semilla infectada aumenta el potencial de inóculo en campos con antecedentes de la enfermedad, y es el medio más eficaz para introducir el patógeno en áreas nuevas (11). Por tanto, el control de esta enfermedad debe incluir la resistencia genética, la destrucción de resíduos de cosecha y el uso de semilla libre del patógeno (14).

Colletotrichum dematium es un patógeno de reciente introducción a las zonas productoras de caupí en el país, y por su alta capacidad de diseminación a través de semilla, representa un peligro potencial para el cultivo. Ante esta situación, el Instituto Colombiano Agropecuario ICA, ha realizado algunas investigaciones sobre el papel de la semilla en el desarrollo de la antracnosis en caupí. En este documento se presentan los resultados obtenidos sobre transmisibilidad y control de *C. dematium* mediante tratamiento de semilla con fungicidas.

MATERIALES Y METODOS

Transmisión de *C. dematium* por semilla de ocho genotipos de caupí

Muestras de 500 gr de semilla, de seis líneas avanzadas y dos variedades de caupí fueron colectadas en 1987 en el CNI Turipaná (Cereté - Córdoba) y almacenadas en un cuarto frío (temperatura 10°C, humedad relativa 70%). Para determinar el nivel de infección de *C. dematium* en el grano, se incubó semilla de los ocho genotipos en cámara húmeda durante cinco días a 25°C y en oscuridad. Las cámaras fueron elabo-

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

radas colocando dos hojas de papel filtro en cajas de Petri y humedeciéndolas con agua destilada. Se utilizaron cuatro repeticiones de 100 semillas por cada genotipo. Al final del período de incubación, las semillas se observaron bajo el microscopio estereoscopio para determinar la presencia de *C. dematium*.

Para determinar el grado de transmisión de *C. dematium* a través de las semillas, se sembraron 400 semillas de cada genotipo (4 repeticiones por 100 semillas) en germinadores de arena de 100 x 60 x 10 cm. La arena utilizada fue previamente lavada y tamizada para eliminar malezas, resíduos de plantas, etc. Los germinadores se regaron cada 48 horas. Ocho días después de la siembra se determinó el porcentaje de emergencia de plántulas, y tres semanas más tarde se evaluó el porcentaje de plantas con síntomas de antracnosis en el tallo. Los datos de infección de semilla e incidencia de antracnosis se analizaron bajo un diseño experimental completamente randomizado.

Evaluación del tratamiento de semilla con fungicidas en el control de *C. dematium*.

Se realizaron dos experimentos con el fin de conocer el efecto de fungicidas aplicados a la semilla en la transmisión de *C. dematium* a plantas de caupí. El primer experimento se estableció en 1988 con dos lotes de semilla de la línea Licatur-1 producidos en 1987 (Lote 1) y 1988 (Lote 2). La línea Licatur-1 fue escogida por sus altos niveles de infección de semilla observados previamente. De cada lote de semilla se tomaron dos muestras de 1 kg, de las cuales una se trató con el fungicida Benomyl (3 gr de Benlate/kg de semilla). De esta manera se conformó un experimento factorial (2 x 2) con cuatro repeticiones.

Semilla tratada y sin tratar de cada lote se analizó en el laboratorio para determinar infección por *C. dematium*; y se sembró en germinadores de arena en casa de malla para determinar incidencia de antracnosis.

Para determinar el nivel de infección de la semilla se utilizó la técnica de cámara húmeda ya descrita, incubando cuatro repeticiones de 100 semillas por tratamiento. Para determinar la incidencia de antracnosis se sembraron cuatro repeticiones de 100 semillas de cada uno de los tratamientos, en germinadores de arena, procediendo de manera similar a la descrita en el punto 1. A los ocho días después de la siembra se evaluó la emergencia de plántulas; la incidencia de antracnosis se determinó a los 24 días de edad. Los datos de infección de semilla, emergencia e incidencia de antracnosis fueron sometidos a análisis de varianza. Para la comparación de medias se utilizó la diferencia mínima significativa (dms).

En un segundo experimento realizado en 1989, se evaluó en condiciones de casa malla, el efecto de tres factores: lote de semilla, tipo de suelo y tratamiento de semilla con fungicidas. Se utilizó un diseño de bloques al azar en arreglo de parcelas subdivididas con cuatro repeticiones, en el cual se asignó el lote de semilla a la parcela principal, el tipo de suelo a la subparcela y el tratamiento fungicida a la sub-subparcela. Los lotes de semilla utilizados fueron: línea Licatur-1 1988 (Lote 1) y 1989 (Lote 2), y Selección Palmira 1989 (Lote 3). Los dos tipos de suelo estudiados fueron: suelo arcillosos colectado en Cereté (Córdoba) y arena. Para el tratamiento de semilla se utilizaron los fungicidas Benomyl (Benlate, 2.5 gr/kg de semilla), Carboxin (Vitavax 200, 2.0 gr/kg de semilla) y Mancozeb (Dithane M-45, 5.0 gr/kg de semilla).

En condiciones de casa de mallas, se dispusieron 24 recipientes de 100 x 60 x 10 cm, de los cuales 12 se llenaron con arena y los 12 restantes con suelo arcilloso. De cada uno de los tres lotes de semilla se tomaron cuatro muestras de 1 kg y cada una fue asignada a uno de los tratamientos fungicidas. Cuatro repeticiones de 100 semillas cada una, de los tratamientos fungicidas, así como de los testigos sin tratar de cada uno de los tres lotes de semilla, fueron sembrados en los germinadores de arena y suelo arcilloso. Se aplicaron riegos cada 48 horas. La emergencia de plántulas y la incidencia de antracnosis se evaluaron de manera similar a la descrita en el primer experimento.

RESULTADOS Y DISCUSION

Transmisión de *C. dematium* por semilla en ocho genotipos de caupí

Colletotrichum dematium fue observado en semillas de siete de los ocho genotipos de caupí evaluados; así mismo, se observaron síntomas de antracnosis en cinco de esos genotipos cuando

la semilla infectada se sembró en arena previamente lavada y tamizada (Tabla 1). Los caracteres morfológicos usados para identificar a *C. dematium* fueron los acérvulos con setas largas y la conidia unicelular curva, falcada y de ápices agudos (11). Se obtuvieron diferencias significativas entre genotipos tanto en los porcentajes de infección en semilla como de antracnosis en plantas de caupí (Tabla 1). Las diferencias en niveles de infección de semilla entre genotipos sembrados en la misma época y sitio podrían indicar diferencias en susceptibilidad a *C. dematium*, al menos en la fase de ataque a las vainas, que preceden a la infección de la semilla.

Los síntomas de antracnosis en los tallos de caupí se caracterizaron por ser lesiones ovaladas, hundidas, de color café rojizo (Chancros), en las cuales se desarrollan grandes cantidades de acérvulos de *C. dematium*. Estos síntomas fueron claramente observados en plantas de caupí, cuatro semanas después de la siembra de semilla infectada en arena; indicando que el uso de arena limpia como substrato, es una técnica aparentemente confiable para determinar transmisibilidad de *C. dematium* de la semilla a la nueva planta. Los resultados del presente estudio confirman los resultados obtenidos por otros investigadores sobre la transmisión de *C. dematium* en semillas de caupí (11, 14, 15). Como se puede apreciar en la Tabla 1, aquellos genotipos como Licatur-1 y Selección Palmira con altas tasas de infección de la semilla (91.0 y 30%) mostraron alta incidencia de antracnosis (88.8 y 20.3% respectivamente) con porcentajes de transmisión de 90 y 65%; superiores a los registrados en la literatura (2).

TABLA 1. Porcentajes promedios de incidencia de *C. dematium* en semillas, y antracnosis en plantas de ocho genotipos de caupí. Turipaná, 1988.

Genotipo	Semilla infectada (%)	Antracnosis (%)
ICA-Sinú	2.9 cd	0.5 c
Licatur-1	91.0 a	88.8 a
Licatur-2	3.6 c	0.3 c
Licatur-3	0.0 d	0.0 c
Licatur-4	1.0 d	0.0 c
Licatur-5	4.1 c	0.0 c
Licatur-6	6.0 c	0.3 c
Selección Palmira	30.0 b	20.3 b
C.V.	41.0	5.8

Promedios identificados con la misma letra no difieren en la prueba DMS para α = 0.01.

En la línea Licatur-1 la transmisión de *C. dematium* a las plántulas resultó en muerte de las mismas a los 20-25 días después de la emergencia. En la variedad Selección palmira en cambio, los síntomas fueron menos severos y las plantas sobrevivieron por más tiempo. Los altos niveles de infección de semilla y transmisibilidad de *C. dematium*, se señala la de reducir el riesgo de diseminación del patógeno recurriendo a la resistencia genética y a la eliminación del inóculo en la semilla infectada.

Evaluación del tratamiento de semillas con fungicidas

La infección de semillas de Licatur-1 con *C. dematium*; la emergencia de plántulas en arena, y la incidencia de antracnosis en plantas de 24 días de edad variaron significativamente con el lote de semilla y con la aplicación de fungicida a la semilla infectada. En la Tabla 2 se presenta el porcentaje de infección en dos lotes de semilla Licatur-1 tratados con Benomyl. El análisis de varianza mostró diferencias significativas (α = 0.01) para los efectos principales de lote de semilla (LS) y fungicida (F), así como para interacción (LS x F). El efecto del lote de semilla se relaciona directamente con la época de producción de se-

TABLA 2. Efecto del lote de semilla y el tratamiento con Benomyl[1] en el porcentaje de infección de semilla de caupí linea Licatur-1 por *C. dematium*. Turipaná, 1988.

Lote de semilla	Tratamiento fungicida		$\bar{X}$ lote de semilla dms 0.01 = 3.4%
	Benomyl	Testigo	
Lote 1	6.0	32.5	19.25 b
Lote 2	5.2	86.5	45.85 a
C.V. = 2.22%			
$\bar{X}$ fungicida	5.6 b	59.5 a	
dms 0.01 = 3.4%			

1 Interacción lote de semilla por fungicida (LS x F) en el análisis de varianza fue altamente significativa; dms 0.01 = 4.8.

milla; así 1988 por su mayor precipitación resultó más conducente para la infección del hongo a la semilla (86.5) que 1987 con un 32.5%. La influencia de la época de producción, en la calidad sanitaria de la semilla está ampliamente documentada para varias enfermedades fungosas (3, 5, 11); y está asociada con variaciones del clima de un año a otro, o con cambios en condiciones de manejo del cultivo que puedan afectar la dinámica y el nivel del inóculo presente en el campo de producción de semillas. Por tanto, conviene observar el clima y hacer monitoreo de la enfermedad para prevenir la infección de la semilla. Existen técnicas simples de detección temprana de infecciones (10) que se podrían adaptar para detectar *C. dematium* en vainas de caupí.

Benomyl (Benlate PM50, 3.0 gr/kg de semilla) aplicado a la semilla infectada, redujo el nivel de infección en ambos lotes de semilla. La gran capacidad inhibidora del fungicida sobre el *Colletotrichum* lo corroboran (11, 15). La diferencia en la magnitud de la respuesta al fungicida entre los lotes 1 y 2 de Licatur-1 (interacción LS x F) fue altamente significativa (dms 0.01 = 4.8) y está relacionada con las diferencias en los niveles iniciales de infección de semilla en los dos lotes.

La emergencia de plántulas en los dos lotes de semilla está representada en la Figura 1. El análisis de varianza indicó diferencia entre lotes de semilla (α = 0.01), así como entre semilla tratada y sin tratar (α = 0.05). La emergencia del lote 1 fue inferior a la del lote 2 (Figura 1-A), debido posiblemente a que estuvo expuesto durante un año, a condiciones de almacenamiento deficientes (T°, baja, HR alta) que causan deterioro de la semilla por pérdida de estructura en las membranas celulares, degradación de lípidos y proteína, colonización de hongos de almacén, etc. (1, 2).

El uso de Benomyl como tratamiento de semilla, incrementó la emergencia de Licatur-1 (Figura 1-A) al reducir la población de hongos de diversos hábitos, presentes en la superficie de la semilla y en el suelo circundante.

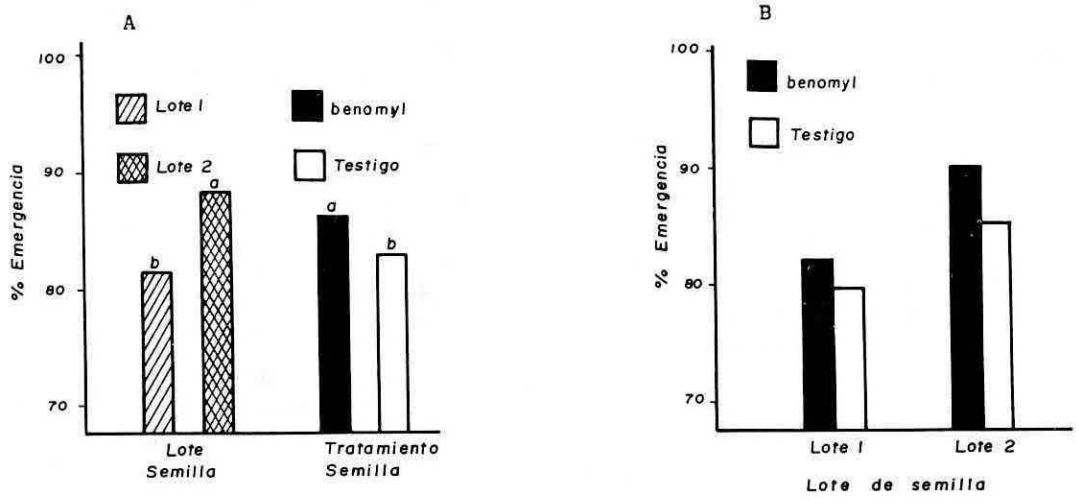

FIGURA 1. Emergencia en arena de semilla de caupí, línea Licatur-1. (A) Efectos principales de lote de semilla y tratamiento fungicida. Columnas con diferente letra difieren estadísticamente (dms 0.01 + 3.97 para lotes de semilla; dms 0.05 + 2.76 para tratamiento fungicida). (B) Efecto combinado de los dos factores (LS x F).

La germinación y crecimiento de estos hongos son estimulados por exudados provenientes de semillas de inferior calidad, las cuales son invadidas, previniendo así su germinación o la emergencia de plántulas (4, 5). Adicionalmente, Benomyl previene la mortalidad de plántulas al erradicar la infección de *C. dematium*. La respuesta de cada uno de los lotes de semilla tratados con Benomyl fue similar pero de mayor magnitud en el lote 2 (Figura 1-B). Esto se explica por los elevados niveles de infección en este lote, en el cual la adición del fungicida elevó la calidad de la semilla; el incremento de la calidad fisiológica de semillas de baja calidad sanitaria, por el uso de fungicida ha sido previamente discutido (6, 11).

El porcentaje de incidencia de antacnosis en parcelas tratadas con Benomyl así como en parcelas testigo de los dos lotes de semilla, fue inferior a los correspondientes valores de infección de semilla observados en el laboratorio; esto es explicable porque una proporción de las semillas infectadas pueden poseer cargas bajas de inóculo que son insuficientes para inducir enfermedad en ambientes favorables para la germinación de la semilla y desarrollo inicial rápidos (2).

La incidencia de antracnosis en plantas provenientes del lote 2 de semilla fue significativamente mayor (α = 0.01) que para el lote 1 (Tabla 3). estos resultados concuerdan con los niveles de infección de semilla observados y confirman la existencia de una alta relación entre el nivel de infección de semilla y la incidencia de la enfermedad. Estos resultados también sugieren que el método de germinación en arena puede ser potencialmente útil para futuros trabajos de evaluación de la calidad fisiológica y sanitaria, simultáneamente.

La aplicación del fungicida Benomyl a la semilla de la línea Licatur-1 redujo la incidencia de antracnosis a 3% (Tabla 3). Este efecto es claramente similar al efecto sobre el nivel de infección de semilla medido en laboratorio.

La magnitud del efecto varió con el lote de semilla (interacción LS x F, altamente significativa) porque el nivel de inóculo en la semilla fue diferente en los lotes. La efectividad del tratamiento fungicida para el control de antracnosis era previsible con base en la alta capacidad de Benomyl

TABLA 3. Efecto del lote de semilla y del tratamiento con Benomyl[2] en el porcentaje de incidencia de antracnosis en plantas de caupí línea Licatur-1 a los 24 días de edad. Turipaná, 1988.

Lote de semilla	Tratamiento fungicida		$\bar{X}$ lote semilla dms 0.01 = 3.84%
	Benomyl	Testigo	
Lote 1	4.0	22.25	13.12 b
Lote 2	2.0	63.75	32.87 a
C.V. = 5.14%			
$\bar{X}$ fungicida	3.0 b	43. a	
dms 0.01 = 3.84			

Interacción lote de semilla por fungicida (LS x F) altamente significativa en el análisis de varianza; dms 0.01 = 5.43.

para erradicar inóculo de la semilla. Por tanto este fungicida es recomendable para tratar semilla de caupí línea Licatur-1, proveniente de campos infectados por *C. dematium*.

En el segundo experimento de tratamiento de semillas con fungicida el análisis de varianza del porcentaje de emergencia detectó diferencias (α = 0.01) entre lotes de semilla, entre tipos de suelo y entre fungicidas. Los efectos generales de estos tres factores aparecen representados en la Figura 2-A. La emergencia de los tres lotes de semilla fue estadísticamente mayor (α = 0.01) en arena que en suelo arcilloso; este patrón de emergencia es teóricamente normal en semillas de muchas especies (9). El efecto principal del tratamiento de semilla indicó diferencias (α = 0.01) entre fungicidas, siendo superiores los tratamientos con Carboxin y Mancozeb.

Las diferencias en los porcentajes de emergencia de los tres lotes de semilla en arena fueron de la misma magnitud respecto a la semilla sembrada en suelo arcilloso (Figura 2-B). Así, en arena Selección Palmira emergió 9% y 3% menos que la línea Licatur-1, lotes 1 y 2 respectivamente, y en arcilla la reducción fue de 25% y 18% con respecto a los mismos lotes. La drástica caída en emergencia del lote 3 en arcilla pudo ocurrir por una limitada capacidad de la semilla en germinación para vencer la resistencia que ofreció el suelo a la elongación del hipocotilo. (9), han descrito éste fenómeno en semilla de soya con bajo vigor. El presente estudio, sin embargo, no se realizaron pruebas para conocer el vigor

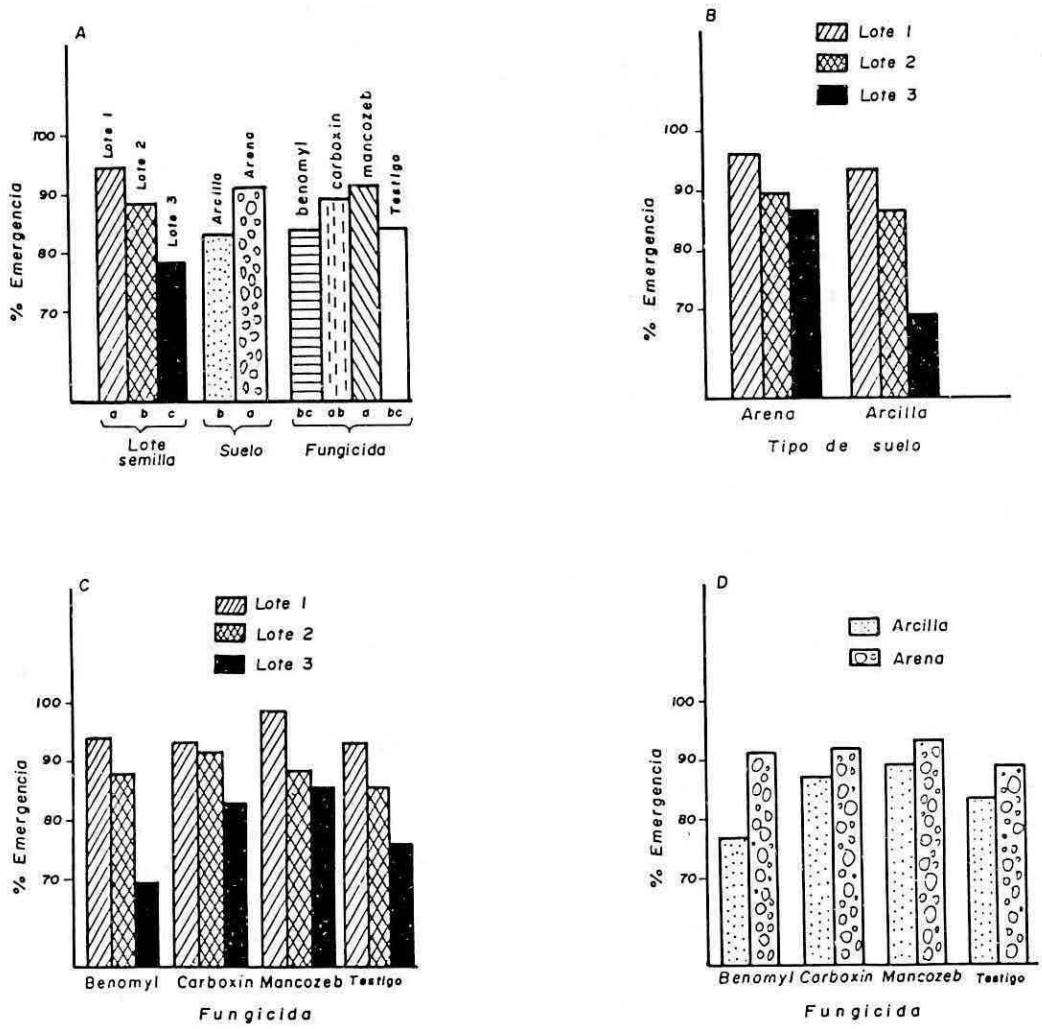

FIGURA 2. Emergencia de plántulas de fríjol caupí. (A) Efectos principales de los factores lote de semilla (dms 0.01 + 4.97), tipo de suelo (dms 0.01 + 4.6) y fungicida (dms 0.01 + 4.39). Columnas con igual letra (dentro de cada factor) son estadísticamente similares. (B) Efecto de la interacción lote de semilla por tipo de suelo (dms 0.01 + 7.13). (C) Efecto de la interacción lote de semilla por fungicida (dms 0.01 + 7.60). (D) Efecto de la interacción tipo de suelo por fungicida (dms 0.01 + 6.20).

de la semilla utilizada. Con relación al efecto de Benomyl sobre el lote 3 (Figura 2-C) en suelo arcillosos (Figura 2-D), la literatura consultada no registra casos de fitoxicidad. Sin embargo, la semilla de Selección Palmira usada en este estudio presentó un aparente menor vigor y testa frágil; ésta característica estructural ha sido asociada con una mayor sensibilidad de la semilla a daños mecánicos que aumentan la susceptibilidad a daños por tratamientos químicos (2). Otros estudios son necesarios para evaluar la sensibilidad de semillas de diferentes materiales variedades de caupí con diferentes características de la testa y diferente calidad fisiológica, al tratamiento de semilla con fungicida.

En la Tabla 4, se presenta el porcentaje de incidencia de antracnosis para los tres lotes de semilla en arena y suelo arcilloso. El efecto altamente significativo del lote de semilla está

asociado con la época de producción de la semilla. El efecto del tipo de suelo en la incidencia de antracnosis indicó que ésta es favorecida por la siembra de semilla infectada en suelo arenoso, donde los niveles de incidencia fueron estadísticamente superiores (α = 0.01) a los de suelo arcilloso. Este efecto se apreció claramente en el lote 2 (interacción LS x S, significativa para α = 0.01), debido a su mayor nivel de infección de semilla. En semillas infectadas, *C. dematium* es llevado principalmente en la testa, aunque los cotiledones y el embrión también pueden ser invadidos por este patógeno (2, 11). En suelos arenosos, la testa es empujada hacia la superficie durante la emergencia; de esta manera el inóculo llevado en la testa queda más expuesto a condiciones favorables para su esporulación y diseminación hacia la planta para iniciar infección. En suelos pesados, en cambio, la testa queda retenida en el suelo, donde la actividad del inóculo es mínima. Este fenómeno ha sido descrito para otros patógenos fungosos, como *Phomopsis* spp. el cual invade principalmente la testa de la semilla de soya (6, 11).

TABLA 4. Efecto del lote de semilla y el tipo de suelo[1] en porcentaje de incidencia de antracnosis en plantas de caupí de 24 días de edad. Turipaná, 1989.

Líneas	Tipo de suelo		$\bar{X}$ lote de semilla dms 0.01 = 1.69
	Arcilla	Arena	
Licatur-1 (88)	2.15	3.46	2.80 b
Licatur-1 (89)	3.06	11.69	7.37 a
Selección Palmira	2.23	5.10	3.67 b
C.V. = 23.4%			
$\bar{X}$ tipo de suelo	2.48 b	6.7 a	
dms 0.01 = 1.53			

Interacción lote de semilla por tipo de suelo (LS x S) altamente significativa en el análisis de varianza (dms 0.01 = 2.39).

En la Tabla 5, se presenta el efecto del tratamiento con fungicida en la incidencia de antracnosis en los tres lotes de semilla; el análisis de varianza indicó diferencias (α = 0.01) entre lotes, entre fungicidas (efectos principales) y en la interacción lote de semilla por fungicida (LS x F).

El efecto del lote de semilla fue ilustrado previamente. El tratamiento de semilla con fungicidas redujo significativamente el porcentaje de antracnosis especialmente a los dos lotes de semilla de Licatur-1, ésta reducción fue mayor con los fungicidas Mancozeb y Benomyl. Estos resultados concuerdan con los del primer ensayo de este estudio donde se usó Benomyl en la línea Licatur-1, y con previos registros de la efectividad de estos dos fungicidas para control de *Colletotrichum* sp. en semillas (11). La efectividad del Mancozeb para prevenir el desarrollo de antracnosis en caupí ofrece perspectivas interesantes por su amplio espectro, acción no específica, bajo costo y fácil obtención en el mercado. Sin embargo, en este experimento el nivel de infección de la semilla en los tres lotes fue bajo, comparado con el primer experimento, en el cual Benomyl probó una altísima capacidad para erradicar la infección y prevenir el desarrollo de antracnosis.

La interacción altamente significativa entre lotes de semilla y fungicidas (LS x F) indica diferencias en magnitud de las respuestas de los diferentes lotes de semilla a ese fungicida en particular. Así, el lote 3 aparentemente respondió en menor grado que los lotes 1 y 2 a la aplicación de Benomyl o Mancozeb para prevención de antracnosis.

La influencia del genotipo o del lote de semilla en la capacidad de control de antracnosis por los fungicidas, podría estar asociada con características estructurales de la semilla, o por condiciones ambientales en el campo de producción de esa semilla, que afectan la profundidad de colonización de los componentes de la semilla por *C. dematium* (11).

En la Tabla 6, se presenta la incidencia de antracnosis en plantas de caupí sembrados en arcilla y arena con los diferentes tratamientos fungicidas. El análisis de varianza detectó alta significancia (α = 0.01) en interacción fungicida por tipo de suelo; para el fungicida carboxin (D = 5.6; >dms para interacción F x S = 2.04, α = 0.01), cuya aplicación a la semilla fue aparentemente más efectiva en suelo arcilloso que en arena. Una posible explicación es que este fungicida tiene una limitada capacidad de control de deuteromicetos, y, como se discutió previamente, al emerger en arena la plántula de caupí lleva la testa hacia la superficie donde la multiplicación y diseminación de *C. dematium* son favorecidos, en consecuencia, la dinámica del patógeno desborda esta limitada capacidad de control del fungicida.

TABLA 5. Efecto del lote de semilla del tratamiento con fungicidas [1] en el porcentaje de incidencia de antracnosis en plantas de caupí. Turipaná, 1989.

Fungicida	Lote de semilla			$\bar{X}$ fungicida
	1	2	3	dms 0.01 = 1.45
Benomyl	1.21	4.30	2.48	2.66 c
Carboxin	1.22	8.03	3.37	4.20 b
Mancozeb	0.79	1.66	3.07	1.84 c
Testigo	8.01	15.50	5.74	9.75 a
C.V. = 20.3%				
$\bar{X}$ lote de semilla	2.80 b	7.37 a	3.67 b	
dms 0.01 = 1.69				

Interacción lote de semilla por fungicida (LS x F) altamente significativa; dms 0.01 = 2.50.

TABLA 6. Efecto de la interacción, tipo de suelo y tratamiento de semilla con fungicida en la incidencia de antracnosis en plantas de caupí. Turipaná, 1989.

Fungicida	Tipo de suelo		$\bar{X}$ fungicida dms 0.01 = 1.45
	Arcilla	Arena	
Benomyl	2.53	2.80	2.66 c
Carboxin	1.27	7.14	4.20 b
Mancozeb	1.67	2.01	1.84 c
Testigo	4.45	15.05	9.75 a
C.V. = 20.3%			
$\bar{X}$ tipo de suelo	2.48 b	6.75 a	
dms 0.01 = 1.53			

Interacción fungicida por tipo de suelo (F x S) altamente significativa; dms = 0.01 = 2.04.

CONCLUSIONES

1. Se confirmó la presencia de *Colletotrichum dematium* infectando semillas de varios genotipos de caupí.
2. La tasa de transmisión semilla-planta de *C. dematium* es afectada por el tipo de suelo. Usando arena como substracto para la germinación de semillas infectadas, se comprobó la alta transmisibilidad de *C. dematium* hacia la nueva planta. Esta eficiente transmisión del patógeno sugiere la necesidad de usar fungicidas como tratamiento de semilla.
3. Se observaron grados de control de antracnosis entre 80-97% dependiendo del lote de semilla, al tratar semilla infectada con benomyl (Benlate PM50, 2.5 -3.0 gr/kg). Mancozeb (Dithane M-45, 5.0 gr/kg), también fue efectivo cuando se trató semilla con niveles medios o bajos de infección.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

9. **Knittle, H.H.; Burris, J.S.** 1979. Effect of downward force on soybean hypocotyl growth. Crop. Sci. (Estados Unidos). v. 19. p. 47-51.

10. **McGee, D.C.** 1986. Prediction of Phomosis seed decay by measuring soybean pod infection. Plant Disease (Estados Unidos). v. 70. p. 329-333.

1. **Anderson, J.P.; Baker, J.E.** 1983. Deterioration of seeds during aging. Phytopath. (Estados Unidos). v. 73, no.2. p. 321-325.

2. **Baker, K.F.; Smith, S.H.** 1966. Dynamics of seed transmission of plant pathogens. Annual Review of Phytopath. (Estados Unidos). v. 4, p. 311-329.

3. **Baker, K.F.** 1972. Seed pathology. p. 317-403. *In*: Kozlowski, T.T. (ed.). Seed Biology. Academic Press. New York.

4. **Bewley, J.O.; Black, M.** 1985. Seeds: Physiology of development and germination. 1st. ed. Plenum Press, New York.

5. **Harman, G.E.** 1983. Mechanisms of seed infection and pathogenesis. Phytopath. (Estados Unidos). v. 73, no. 2. p.326-329.

6. **Henning, A.A.** 1988. Seed treatment and the fungal pathogens they are designed to control. p. 14-21. *In*: American Phytopathological Society. Soybean Diseases of the North Central Region. APS Press, St. Paul. MN.

7. **Instituto Colombiano Agropecuario.** 1988. Sección de Fitopatología. Informe Anual de Progreso de 1988. Monteria.

8. **International Institute of Tropical Agriculture.** 1979. Root and Tuber Improvement Program Annual Report, 1978. Ibadán (Nigeria).

11. **Neergaard, P.** 1979. Seed Pathology, 2nd. ed. The Macmillan Press Ltd. London.

12. **Onesirosan, P.T.; Baker, L.N.** 1971. Stem anthracnose of cowpea in Nigeria. Plant Disease reporter. (Estados Unidos). v. 55, p. 820-822.

13. **Richardson, M.J.** 1979. An annotated list of seed-borne diseases. 3rd. ed. The Commonwealth Mycological Institute (Kew, England). Phytopathological Paper, no. 23 320 p.

14. **Singh, S.R.; Allen, P.J.** 1979. Parásitos y enfermedades del caupí. Traducción 1a. Ed. por Daquelare, Ch. IITA Manual Series. no. 2. 113 p.

15. **Williams, R.J.** 1974. Plant Pathology in the Grain Legume Improvement Program at IITA. *In*: Proceedings Ist Grain Legume Improvement Workshop, International Institute of Tropical Agriculture. Ibadan, Nigeria. 325 p.

16. **Williams, R.J.** 1975. Diseases of cowpea (*Vigna unguiculata* (L) Walp) in Nigeria. PANS. (Inglaterra) v. 21, no.3 p.253-267.