

01
T(187)
2.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Facultad de Agronomía

ESTUDIO SOBRE EL CONTROL QUIMICO DEL MAL DEL TALLUELO

EN SEMILLEROS DE CAFE (Coffea arabica L.)

Tesis

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la

FACULTAD DE AGRONOMIA

DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

P o r

WALTER RAMIRO PAZOS MORALES

Al conferírsele el Título Profesional de

INGENIERO AGRONOMO

en el Grado de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Abril de 1973

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA
DEPARTAMENTO DE TESIS-REFERENCIA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Rector

Lic. Rafael Cuevas del Cid

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO :	Ing. Agr. Edgar Leonel Ibarra A.
Vocal 1o. :	Ing. Agr. J. Aníbal Palencia O.
Vocal 2o. :	
Vocal 3o. :	Ing. Agr. Marco Antonio Curley
Vocal 4o. :	P. Agr. Negli Gallardo
Vocal 5o. :	P. Agr. Jaime Carrera
Secretario :	Ing. Agr. Oswaldo Porres G.

TRIBUNAL QUE EFECTUO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO :	Ing. Agr. René Castañeda Paz
Examinador :	Ing. Agr. Mario Molina Llardén
Examinador :	Ing. Agr. Héctor Murga G.
Examinador :	Lic. Alfredo Chacón P.
Secretario :	Ing. Agr. Carlos Aldana

Guatemala
22 de marzo de 1973

Señor Decano de la
Facultad de Agronomía
Ing. Agr. Edgar Leonel Ibarra A.
Ciudad Universitaria

Señor Decano:

En cumplimiento de la honrosa designación que la Honorable Junta Directiva me hiciera, por este medio me permito hacer de su conocimiento que he asesorado al P. Agr. Walter Ramiro Pazos Morales en la elaboración de su tesis de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

Dicha tesis, intitulada "Estudio Sobre el Control Químico del Mal del Talluelo en Semilleros de Café (Coffea arabica L.)", satisface los principios técnicos establecidos por la Universidad de San Carlos para la elaboración y presentación de este tipo de trabajo.

Sin otro particular, me es grato expresar al Señor Decano, las muestras de mi distinguida consideración y aprecio.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. Mario Molina Llardén
Asesor

DEDICO ESTE ACTO

A DIOS TODOPODEROSO

A MIS PADRES

Maximino Pazos Madrid
Carmen Odelia M. de Pazos

A MI ESPOSA

María Luisa

A MIS HIJOS

Edna Lucrecia
Ana Patricia
Walter Fernando
Sergio Antonio

A LA MEMORIA DE MIS ABUELOS

Juan Eliseo Morales
Josefa Navas de Morales

A MIS ABUELOS

José Teodoro Pazos
Margarita M. de Pazos

A MIS HERMANOS

Elida Antonieta
Hilda Leticia
José Orlando
Mario Armando

A MIS FAMILIARES, ESPECIALMENTE A

**Carmencita, mi tía, y
José Eduardo, mi primo**

A LA FAMILIA

Gordillo Castañeda

A MIS CATEDRATICOS

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE TRABAJO

A MIS COMPAÑEROS DE PROMOCIÓN

DEDICO ESTA TESIS

A MI PATRIA

Guatemala

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LOS AGRICULTORES DEL PAIS

RECONOCIMIENTO

A la DIRECCION DE INVESTIGACION AGRICOLA por otorgarme la magnífica oportunidad de realizar estudios superiores en la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. De igual manera reconoce y agradece todas las facilidades que la misma Institución brindó para la ejecución de este trabajo de tesis, que constituye una de las actividades del Departamento de Parasitología Vegetal.

Al Ing. Agr. JULIO ANIBAL PALENCIA ORTIZ, por la revisión original y valiosas sugerencias para la mejor presentación del manuscrito.

Al Ing. Agr. MARIO MOLINA LLARDEN de manera muy especial, reconocimiento a sus enseñanzas, a su estímulo personal y a la valiosa Asesoría y Revisión final del presente trabajo.

Al P. Agr. EFRAIN HUMBERTO REYNA y a todas aquellas personas que en una u otra forma brindaron su desinteresada colaboración, también deja constancia de su gratitud.

El Autor

PRESENTACION

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De conformidad con lo estipulado por los Estatutos de la Universidad de San Carlos, me permito el alto honor de someter ante vuestro ilustrado criterio, el presente trabajo de tesis intitulado:

"ESTUDIO SOBRE EL CONTROL QUIMICO DEL MAL
DEL TALLUELO EN SEMILLEROS DE CAFE
(Coffea arabica L.)"

Al presentarlo como requisito previo para optar al título de INGENIERO AGRONOMO en el Grado Académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, espero que merezca vuestra aprobación.

Atentamente,

W. Ramiro Pazos M.

CONTENIDO

	Hoja
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 De la Enfermedad	3
2.2 De su Importancia Económica	3
2.3 De su Control	4
III. MATERIALES Y METODOS.....	6
3.1 Ensayos de Laboratorio.....	6
3.2 Ensayos de Invernadero	8
3.3 Ensayos de Campo.....	11
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	13
4.1 Ensayos de Laboratorio in vitro.....	13
4.2 Ensayos de Invernadero	17
4.3 Experimentos de Campo	21
V. CONCLUSIONES.....	28
VI. RESUMEN	30
VII. LITERATURA CITADA	31
VIII. APENDICE (Figuras Ilustrativas)	

I. INTRODUCCION

"Todo aquello que aprendemos conversando con la naturaleza y observándola, tiene mucho mas aprecio, que lo que el ingenio produce o saca de sí mismo, porque el estudio de la naturaleza es la verdadera ciencia y sus principios son eternos, como la fuente de donde emanan"

Hufeland

El conocimiento de la presencia en el suelo de especies de hongos patógenos y de las condiciones en que estos organismos causan daños al cafeto, ha derivado como consecuencia un creciente interés por el estudio de los mismos. El "Mal del Talluelo" o "Damping-off" es una de esas enfermedades ocasionadas por estos agentes y sin duda el problema más frecuente en casi todos los cultivos, particularmente en aquellos que como el café, requieren de un crecimiento inicial bajo condiciones especiales antes de llegar al campo definitivo.

La enfermedad es incitada principalmente por Rhizoctonia solani Kühn o por la asociación de éste con diversas especies de Pythium, Phytophthora y Fusarium.

Como resultado del ataque de estos hongos, los caficultores de Guatemala con frecuencia se quejan de las pérdidas que la enfermedad ocasiona con la muerte hasta de un 65% de las plantitas en los semilleros, viveros y en algunos casos después del trasplante al campo definitivo.

El uso de productos químicos a base de cobre es con frecuencia la forma mas generalizada en la represión de la enfermedad. Sin embargo, el control obtenido no ha sido del todo satisfactorio y en consecuencia las probabilidades de que la enfermedad se presente son siempre altas. Además, algunos de estos productos con frecuencia recomendados ya no se encuentran disponibles en el comercio, o bien se ha descontinuado su producción.

Estos hechos motivaron el presente trabajo con el fin de encontrar y poner a disposición de los caficultores, sustancias químicas que aplicadas al suelo ofrezcan un control más eficaz del "Damping-off".

Con tal propósito se evaluó el efecto fungicida de once productos sobre el agente patógeno responsable de la enfermedad, mediante ensayos de laboratorio, invernadero y campo. Dicha evaluación incluyó estudios sobre el poder fungistático, la dosificación y frecuencia de aplicación de todos y cada uno de los productos ensayados.

II. REVISION DE LITERATURA

II.1 De la Enfermedad

El Damping-off, conocido también con los nombres de Mal del Talluelo, Enfermedad de los Almácigos, Mal de Semilleros, Ahogamiento, Pie Negro, Secadera y otros (1,10,12,14,17,22), es la enfermedad fungosa que con mayor frecuencia se presenta en las áreas dedicadas a la producción de plantas de semillero.

La enfermedad se encuentra ampliamente distribuida debido a que el principal organismo incitante Rhizoctonia solani Kühn, puede vivir indefinidamente como saprófito de la materia orgánica del suelo, en ausencia de plantas hospederas (25). No obstante, para que la enfermedad se manifieste, es necesario que existan condiciones apropiadas para el desarrollo y ataque del organismo incitante. Algunas de estas condiciones son las siguientes: Alta densidad de siembra, que limite una buena aereación y luminosidad en el semillero; alta humedad en el suelo y la atmósfera; el pH, pues los hongos que causan el Damping-off se desarrollan mejor en suelos ligeramente ácidos; temperaturas que retardan el período de germinación de las semillas o que favorecen el desarrollo de los organismos responsables de la enfermedad; la época de siembra y otras (3,12,15,18).

En general ocurren cuatro clases de pudriciones debidas a Damping-off. Flores (15), las describe como Damping-off Preemergente; Damping-off Normal; Damping-off Tardío y Damping-off Terminal. Aún cuando en el café ocurren los cuatro casos citados, los más frecuentes corresponden al Damping-off Preemergente y al Damping-off Normal. En el primer caso, la semilla es atacada durante el desarrollo de los procesos fisiológicos de la germinación, o bien el embrión recién germinado es afectado y muere antes de emerger a la superficie del suelo. En el segundo caso, la semilla germina normalmente pero las plantitas pueden morir durante los primeros días de vida. En esta forma de Damping-off, grupos de plantitas suelen presentarse inclinadas y/o marchitas en el semillero. Al extraerlas del suelo, los síntomas de la enfermedad se manifiestan por la presencia de zonas acuosas de color café claro en el tallito a nivel del suelo, las cuales más tarde se tornan necróticas. Dichas lesiones pueden ser superficiales o profundas causando en este último caso, el estrangulamiento y la muerte de la plantita (Fig 2).

II.2 De su Importancia Económica

La enfermedad ocasiona daños de consideración a gran número de especies de plantas hortícolas y de jardinería. Muchas especies foresta-

les y cultivos como el algodón, el café y otros de importancia en la economía del país, son severamente afectados.

En Guatemala, aproximadamente el 65% de las plantitas de café son destruidas por esta enfermedad en los semilleros*.

Datos publicados por el Centro Nacional de Agronomía (10), indican que el Damping-off ha ocasionado por varios años a los caficultores de El Salvador, pérdidas hasta del 50% de las plantitas de café, antes que las mismas estén en edad de trasplante. Bianchini (6), informa que la misma enfermedad ha llegado a producir pérdidas estimadas en un 75%, en semilleros de café en Costa Rica. Valdez y Acedo (32), indican que en Las Filipinas, el Mal del Talluelo es uno de los problemas mas serios en los semilleros, ocasionando con frecuencia, pérdidas en todas las especies de café bajo cultivo. Swank (31), informa que algunos agricultores del Estado de Florida necesitan sembrar dos y tres veces los semilleros de apio, Apium graveolens, debido a la pérdida de las plantitas por ataque de Damping-off. Los costos por cada semillero extra después de un ataque de la enfermedad, son estimados entre 75 y 100 quetzales.

II.3 De su Control

Una forma de prevenir la enfermedad es evitar en lo posible los factores que favorecen su desarrollo. La combinación de buenas prácticas de cultivo con el uso de productos fungicidas adecuados, constituye una buena forma para el control de la enfermedad.

Varios estudios han demostrado que los fungicidas aplicados al suelo o directamente a las plantitas hasta saturar la capa superficial del suelo, es un método de control práctico y barato (10,11,26,29). Alvarado (3), recomienda que la aplicación al suelo de Caldo Bordelés, es un tratamiento criptogámico eficaz en semilleros de café. Crandal et al (12) obtuvieron un control casi completo saturando la capa del suelo de semilleros infestados de R. solani, con soluciones de óxido cuproso (Cuproci-de) o bien con tetrachloro-para-benzoquinone (Spergon), en aplicaciones

* Comunicación personal del P.A. Efraín Humberto Reyna, Técnico en la Producción de Café de la Dirección de Investigación Agrícola, DIGESA, Ministerio de Agricultura.

cada diez días, a partir del aparecimiento de la enfermedad. Valdez y Acedo (32), reportan de una prueba de seis fungicidas contra el mal del talluelo, porcentajes de 38.8, 41.2, 44.7, 45.1, 47.9 y 55.7% de plántitas atacadas, después de aplicar al semillero, Vancide Z-65, Cobre metálico al 53%, Captán al 50%, Ferbán al 76%, Zineb al 65% y Oxido cuproso al 50%, respectivamente, comparados con el 86.3% de plantitas afectadas por la enfermedad en el Testigo. En una segunda prueba llevada a cabo por los mismos investigadores (32), para comparar PCNB-75% (Terraclor-75%) y Zinc Omadine con Vancide Z-65, Ferbán y Cobre metálico en semilleros de café, se encontró que las aplicaciones con Ferbán, dieron el porcentaje más bajo de plantitas atacadas, 0.97%, siendo todos los tratamientos, altamente significativos en relación al testigo. Guba y Ames (19), encontraron que una pérdida de un 20.3% en semilleros de claveles no tratados, infestados con *Corticium solani*, se redujo a 4.2% con la aplicación de Ferbán (Fermate). Ellis y Todd (13), controlaron el mal del talluelo en lechuga tratando el suelo de los semilleros en postemergen- cia con cinco a ocho aplicaciones de Ferbán a intervalos de 10 a 14 días. Arndt (4), Brinkerhoff *et al* (8), y Kendrick y Middleton (20), informan que el pentacloro-nitro benzeno (PCNB) aplicado en el surco al momento de la siembra, fue altamente efectivo contra el mal del talluelo del algodón, incitado por *R. solani*. Sowel citado por Valdez y Acedo (32), encontró que la pudrición del pepino con la que *R. solani* está asociada, se redujo significativamente con una sola aplicación de Captán-50%, cuando la enfermedad se hizo presente. Borders (7), en un estudio realizado para evaluar la acción fungicida del DAC 649-50 WP y del Hércules 3944, sobre el control de *R. solani* y *Sclerotium rolfsii*, en frijol ejotero, concluye que ambos productos controlaron satisfactoriamente el ataque de estos organismos patógenos. Frohberger (16), informa que los productos fungicidas Rhizoctol y Rhizoctol combi, usados como desinfectantes de semillas no pertenecientes a los cereales, manifestaron sorprendentemente en suelo contaminado, un efecto protector contra *Rhizoctonia* spp., superior incluso, al de los productos a base de mercurio. Resultados similares encontrados por Rodríguez y Castro (27), indican que el Rhizoctol usado como desinfectante de la semilla de algodón, ofrece buena protección durante la germinación y emergencia de las plantitas, contra la infección del hongo *R. solani*. Storner, citado por Frohberger (16), informa que el Ceresán de aplicación en húmedo, denominado también Agallol o Aretán, es de gran efectividad en la desinfección de la semilla contra *R. solani*, en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*).

III. MATERIALES Y METODOS

Los trabajos de laboratorio e invernadero se realizaron en la Sección de Fitopatología de la Dirección de Investigación Agrícola, del Ministerio de Agricultura. Los experimentos de campo se llevaron a cabo en terrenos de la finca El Portal, localizada en el municipio de Antigua Guatemala a una altura de 1.533 metros sobre el nivel del mar y, en la Estación Experimental Chocolá, situada en el Departamento de Suchitepéquez, a una altura de 830 metros sobre el nivel del mar. Dichos sitios se encuentran ubicados dentro de las zonas ecológicas montano bajo tropical húmeda y tropical húmeda, respectivamente, caracterizados como excelentes para el cultivo del café.

III.1 Ensayos de Laboratorio

Las técnicas modernas para la evaluación de fungicidas en el laboratorio hacen posible la obtención rápida de resultados, los cuales sirven de base para pruebas posteriores bajo condiciones de invernadero y campo.

En la fase que se describe, se incluyó la evaluación de los siguientes productos químicos fungicidas:

- . Rhizoctol Combi (Methylarsenic Sulphide 10%, Ceredón COBH 5%)
- . Mercutal Nuevo (Fenil Cloruro de Mercurio con 2.6% de Hg)
- . Yellow cuprocide (óxido cuproso electrolítico)
- . Terraclor (75 WP, pentacloro-Nitro benzeno)
- . DAC 649-50 WP (3,3,4,4, tetrachlorotetrahydro thiophene-1,1-dioxide)

Para la evaluación se utilizaron cepas del hongo *R. solani* Kühn, que fueron aisladas de lesiones típicas de la enfermedad, localizadas en la base del tallo en plantitas de café provenientes de Morán, departamento de Guatemala.

El medio de cultivo usado para el desarrollo de las cepas del hongo y para las pruebas de acción fungistática fue papa-dextrosa-agar (PDA), previamente esterilizado y tratado en estado líquido con Sulfato de Dihidro Estreptomicina F.E.U. en solución acuosa, con el objeto de inhibir cualquier desarrollo bacteriano, contaminaciones éstas muy frecuentes cuando se trabaja con organismos del suelo.

La evaluación de los fungicidas se hizo de acuerdo a los métodos descritos a continuación:

- a. Mediante el uso de discos de papel filtro de 1.5 cms de diámetro saturados con la suspensión fungicida correspondiente, colocados en número de cuatro sobre el medio de cultivo. Inmediatamente después se sembró en cada plato un disco de micelio de 2 mm de diámetro de R. solani cultivado en PDA. Finalmente las cajas fueron colocadas en una incubadora a 28°C durante 72 horas.

Los tratamientos evaluados fueron:

1. Rhizoctol combi en suspensión acuosa al 0.23%
2. Mercutal nuevo en suspensión acuosa al 0.14%
3. Yellow cuprocide en suspensión acuosa al 0.18%
4. Terraclor en suspensión acuosa al 0.36%
5. Agua destilada (Testigo)

Cada tratamiento incluyó cinco cajas de petrí, haciendo un total de 25 el ensayo completo. El poder fungistático de los productos antes mencionados, se determinó midiendo las áreas sin crecimiento del hongo alrededor de los discos de papel filtro 72 horas después de iniciado el experimento.

En un segundo ensayo efectuado, los discos saturados con fungicida fueron colocados directamente sobre colonias del hongo cuyo micelio cubría totalmente la superficie del medio de cultivo contenido en las cajas petrí. En este caso el poder fungistático fue evaluado haciendo transferencias a medio de cultivo sin tratar, de micelio extraído de la región ubicada debajo de cada disco.

- b. Usando medio de cultivo de papa-dextrosa-agar totalmente mezclado con cada una de las suspensiones fungicidas. La mezcla se llevó a cabo adicionando el fungicida al medio en estado líquido previamente esterilizado. Como en el primer método, se prepararon cinco platos petrí por tratamiento a los cuales una vez sembrados en la forma ya indicada, se les mantuvo en la incubadora a temperatura constante de 28°C durante 72 horas.

Los tratamientos seleccionados para este ensayo fueron los siguientes:

1. Rhizoctol combi en suspensión acuosa al 0.23%
2. Mercutal nuevo en suspensión acuosa al 0.14%
3. Yellow cuprocide en suspensión acuosa al 0.18%

4. DAC 649-50 WP en suspensión acuosa al 0.24%
5. Testigo (medio sin fungicida)

El poder fungistático de los productos anteriormente anotados, se determinó midiendo el crecimiento diametral del hongo sembrado en la parte central de cada plato. Para ésto, las mediciones fueron hechas a las 24, 48 y 72 horas después de iniciado el experimento.

- c. Finalmente, se trató de determinar dosificaciones mínimas efectivas de los fungicidas que inhibieron el desarrollo micelial del hongo, en las pruebas que anteceden. Con tal objeto, se llevó a cabo un ensayo exploratorio con el fungicida Mercutal nuevo, poniendo a prueba dosificaciones decrecientes a partir de la máxima efectiva encontrada.

Los tratamientos ensayados de acuerdo a lo descrito fueron los siguientes:

1. Suspensión acuosa al 0.2%
2. Suspensión acuosa al 0.02%
3. Suspensión acuosa al 0.002%
4. Suspensión Acuosa al 0.0002%
5. Testigo (medio sin tratar)

La mezcla del producto químico con el medio de cultivo, así como la medición del efecto fungistático, se hizo en la forma descrita para el ensayo anterior.

III.2 Ensayos de Invernadero

Dos experimentos bajo condiciones de invernadero fueron realizados para corroborar la efectividad del YELLOW CUPROCIDE y del TERRACLOR, lograda por otros investigadores (1,6,10,12). Además, se incluyeron con el mismo objeto, los fungicidas FERMATE (Ditio-dimetilcarbamato férrico 70%) y el CALDO BORDELES / $\text{CuSO}_4 + \text{Ca(OH)}_2$ Agua/, de uso generalizado entre los agricultores para el tratamiento de las enfermedades iniciadas por organismos del suelo.

Los cinco tratamientos seleccionados para cada experimento, fueron los siguientes:

Primer Experimento

1. Yellow cuprocide 1.5 lbs en 100 gls de agua
2. Terraclor 5.0 lbs en 100 gls de agua
3. Fermate 2.0 lbs en 100 gls de agua
4. Caldo Bordelés 1.5 - 1.5 - 50
5. Testigo (sin aplicación fungicida)

Segundo Experimento

1. Yellow cuprocide 1.5 lbs en 100 gls de agua
2. Terraclor 3.0 lbs en 100 gls de agua
3. Fermate 3.0 lbs en 100 gls de agua
4. Caldo Bordelés 2 - 2 - 50
5. Testigo (sin aplicación fungicida)

El organismo patógeno R. solani fue aislado de lesiones típicas de la enfermedad encontradas en plántulas de café, siguiendo para el efecto las técnicas de laboratorio recomendadas por Alexopoulos y Beneke (2). La identificación se llevó a cabo con la ayuda del microscopio y el uso de tablas de clasificación (2,5,23).

En la propagación del hongo se usaron como medios de cultivo, papa-dextrosa-agar (PDA) y maíz amarillo previamente esterilizados.

Para el uso de PDA, cajas petrí conteniendo 25 ml de medio de cultivo esterilizado y solidificado fueron sembradas con micelio de R. solani, donde 72 horas después se desarrollaron colonias puras del hongo en toda la superficie del medio de cultivo (Fig 1).

Cuando se usó maíz amarillo como medio de cultivo, 200 gramos de éste fueron colocados en frascos de vidrio de un litro de capacidad, agregando enseguida agua suficiente para su maceración y esterilización. Esta última se hizo en autoclave a 15 libras de presión (121°C), durante tres períodos consecutivos de una hora, con intervalos suficientes para permitir enfriar a la temperatura ambiente, con lo cual se logró la completa esterilización del grano. Una vez frío el contenido de los frascos

se procedió a la siembra, utilizando para el efecto pequeños fragmentos de micelio de *R. solani* cultivado en tubos de ensayo con PDA. Doce días después, el hongo creció abundantemente formando colonias compactas de micelio dentro de los frascos.

Los semilleros de café que sirvieron para la distribución de los tratamientos, fueron hechos en cajas de madera de 15 x 30 x 46 cms, conteniendo suelo adecuado previamente esterilizado en autoclave. Luego, con el hongo *R. solani* propagado en los medios de cultivo, previa comprobación de la pureza de éste al microscopio, se procedió a la contaminación del suelo contenido en las cajas-semillero. En el primer experimento, donde se utilizó hongo propagado en PDA, se prepararon suspensiones de micelio mezclando el contenido de diez platos petrí donde crecían colonias del patógeno, en volúmenes de un litro de agua destilada y de esta suspensión se aplicaron 500 ml por caja-semillero, mezclándose uniformemente con el suelo esterilizado contenido en ellas.

En el segundo experimento donde se usó maíz amarillo como medio de propagación, se procedió mezclando el contenido de dos frascos con el suelo esterilizado de cada caja.

Por razones de espacio en el invernadero, se usó como diseño experimental un Bloques al Azar con 5 repeticiones en vez de un Cuadrado Latino 5 x 5. En ambos experimentos se prepararon 5 cajas-semillero por tratamiento, haciendo un total de 25 el ensayo completo para cada caso. De acuerdo al arreglo experimental elegido, las cajas-semillero fueron colocadas al azar sobre una mesa en el interior del invernadero donde la temperatura diaria varió entre 14°C y 30.5°C y la Humedad Relativa de 32% mínima y 90.5% máxima.

Veinte días después se dio inicio a la aplicación de los diferentes tratamientos fungicidas. Las aplicaciones se hicieron de la siguiente manera: La primera 8 días antes de la siembra, la segunda 32 días después y la tercera 30 días más tarde. El volumen de la suspensión fungicida aplicado sobre el área de 1,380 cm² de caja-semillero, fue de 650 ml en la primera aplicación y de 500 ml en las subsiguientes.

La semilla de café usada en los experimentos de invernadero y campo, corresponde a la variedad Bourbón de la especie Coffea arabica. Previo a la siembra, se removió el suelo ya tratado de las cajas-semillero, hasta dejarlo mas o menos suelto. Inmediatamente después se plantaron 100 semillas por unidad experimental, distribuyéndolas en surcos separados a cinco centímetros y cubriéndolas con una capa de aproximadamente tres centímetros de suelo tratado.

Cada tres días a partir de la siembra, se dieron riegos ligeros para mantener una humedad favorable durante la fase de germinación de las semillas y el desarrollo del organismo patógeno R. solani.

Las observaciones estimativas sobre el comportamiento de las plántulas en relación al efecto de cada tratamiento, se hicieron por espacio de 90 días contados a partir del inicio de la germinación.

Las variables medidas para evaluar la acción fungicida de los productos sobre la represión de la enfermedad Damping-off fueron:

- a. Número de semillas germinadas
- b. Número de plántulas muertas por acción de R. solani o con lesiones típicas de la enfermedad.
- c. Población final de plántulas no afectadas por el hongo.

Para detectar efectos fitotóxicos en el sistema radical, se extrajeron cuidadosamente al final del experimento, 10 plántulas tomadas al azar para medir a cada una, la longitud de la raíz principal y secundarias. Complementariamente, se llevaron a cabo apreciaciones de la conformación y desarrollo en general del follaje y del sistema radical, de todas las plántulas en cada tratamiento.

III.3 Ensayos de Campo

Con el fin de aumentar la confiabilidad de las pruebas de laboratorio e invernadero, fueron conducidos dos experimentos bajo condiciones de campo. Los mismos estuvieron situados en áreas con suelo donde la presencia del hongo fue constatada previamente.

Primer Experimento

En este Ensayo, localizado en la Finca El Portal, se evaluaron los fungicidas RHIZOCTOL COMBI; MERCUTAL NUEVO; YELLOW CUPROCIDE y DAC 649-50 WP. Las dosis usadas fueron: 2 libras por 100 galones de agua para Rhizoctol combi y DAC 649-50 WP y, de 1.25 y 1.5 libras por 100 galones de agua, respectivamente para el Mercutal y el Yellow cuprocide. Los tratamientos incluyendo el testigo, fueron distribuidos en el campo utilizando como diseño un Cuadrado Latino 5 x 5, con unidades experimentales de un metro cuadrado cada una. La siembra de las 125 semillas de café por repetición (625 en total por tratamiento),

se hizo ocho días después de la primera aplicación de los fungicidas. Posteriormente, ocho días antes de que las plántulas emergieran, se hizo una segunda aplicación, la tercera y cuarta con intervalos de 30 días.

Segundo Experimento

En esta prueba localizada en la Estación Experimental Chocollá, se evaluaron los productos fungicidas RHIZOCTOL COMBI, DIFOLATAN 80 WP/Cis-N-(1,1,2,2,-tetracloroetil)tio-4 ciclohexano-1,2-dicarboximida/, TMTD ó CEREDON T (Tetrametiltiuramdisulfuro), RHIZOCTOL SLURRY y AGALLOL (metoxietil mercurio, 3% Hg).

Difolatán y TMTD, se usaron en dosis de 2.4, Rhizoctol combi y Rhizoctol slurry 1.5, y Agallol dos libras por 100 galones de agua respectivamente.

El arreglo experimental usado fue el de un Cuadrado Latino 6 x 6 incluyendo un testigo, con unidades experimentales de 2.84 x 0.76 metros. El número de aplicaciones de los fungicidas evaluados fue de tres. La primera ocho días antes de la siembra y las subsiguientes, a los diez y 28 días después de emergidas las plántulas. Para este experimento se sembraron 500 semilla de la variedad Bourbón por repetición, distribuidas en 5 surcos de 2.54 metros de largo, colocando 100 semillas en cada uno. La distancia entre surcos fue de 15 cms.

Las aplicaciones en ambos experimentos, fueron hechas con una regadera provista de agujeros de salida de diámetro reducido, con el objeto de pretender una distribución uniforme de la suspensión fungicida, teniendo especial cuidado que la capa de suelo tratada fuera por lo menos de ocho a diez centímetros de profundidad. Para mantener en iguales condiciones de humedad a las unidades experimentales, se aplicó al testigo un volumen equivalente de agua, al momento de aplicar las suspensiones fungicidas.

Los datos tomados consistieron en conteos periódicos de plántulas enfermas de Damping-off a partir de la segunda aplicación de los tratamientos. Los conteos finales de plantas sanas se hicieron 15 días después de la última aplicación y sobre estos datos se efectuó el análisis estadístico. Los datos tomados al sistema radical fueron: Peso seco al aire, longitud de la raíz primaria y de las secundarias, de 100 plántulas tomadas al azar por tratamiento. Además de la información anterior, se anotaron los efectos fitotóxicos de los compuestos, tanto al follaje como al sistema radical.

IV RESULTADOS Y DISCUSION

IV.1 Ensayos de Laboratorio in vitro

Primer Experimento

Este consistió en la evaluación de los productos fungicidas: Rhizoctol combi, Mercutal nuevo, Yellow cuprocide y Terraclor. La evaluación se hizo usando discos de papel filtro saturados con las suspensiones fungicidas respectivas, los cuales en número de 4 por caja petrí fueron colocados sobre el medio de cultivo, previo a la siembra del hongo R. solani.

Los resultados obtenidos usando esta metodología, mostraron diferencias significativas en la acción fungistática ejercida por cada tratamiento (Fig 3). Las colonias del hongo R. solani que crecieron en medio tratado con Rhizoctol, mostraron en su desarrollo micelial, un claro efecto inhibitorio del fungicida aún después de 72 horas de iniciado el ensayo (Figs 3 y 4), tratamiento 1). Estas eran de forma irregular, con micelio densamente anastomosado de color amarillento y su diámetro promedio fue de 7 mm, en contraste con las del tratamiento Testigo (sin fungicida) que alcanzaron diámetros hasta de 67.5 mm en el mismo período, siendo además, normales en su desarrollo.

Como una forma de verificar si el efecto inhibitorio producido aparentemente por las emanaciones de los discos, era de acción permanente, porciones de micelio de las colonias incipientes fueron transferidas a medio sin tratar, siendo el resultado la obtención de colonias completamente normales de R. solani. Sin embargo, las colonias originales continuaron siempre incipientes mientras duró la prueba. De acuerdo a estos resultados, puede decirse que el efecto inhibitorio observado no afectó aparentemente las funciones que rigen el crecimiento del hongo, pues el mismo se recuperó una vez fuera de la acción ejercida por el fungicida (Fig 5).

Las colonias obtenidas en medio tratado con Mercutal y Terraclor, aunque en menor grado, también mostraron formas anormales y su desarrollo fue relativamente lento, comparado con el de las colonias tratadas con Yellow cuprocide y las correspondientes al Testigo (Fig 3).

Segundo Experimento

Cuando los mismos fungicidas fueron aplicados sobre las colonias del hongo previamente desarrolladas, usando el método de discos de papel filtro descrito, la acción fungistática de los tratamientos se manifestó con la formación de halos libres del hongo alrededor de los discos saturados de la suspensión fungicida. Tal manifestación fue interpretada como el efecto inhibitorio del fungicida, sobre el desarrollo micelial del hongo R. solani, en la zona fungitóxica situada abajo y alrededor de cada disco. Esta acción inhibitoria se presentó de mayor a menor grado así: Rhizoctol más que Mercutal y, éste más que Terraclor (PCNB). Como en el primer ensayo, nuevamente no hubo diferencias entre el tratamiento con Yellow cuprocide y el Testigo (Figs 3 y 6).

Finalmente se encontró que de los 4 fungicidas ensayados, únicamente el Rhizoctol combi fue letal para el hongo R. solani situado abajo de los discos saturados con la suspensión fungicida, pues al hacer transferencias de éste a medio sin tratar, no se obtuvo ningún crecimiento micelial.

Tercer Experimento

Al utilizar el método de mezcla total de los fungicidas con el medio de cultivo, se encontró que los productos Rhizoctol, Mercutal y DAC 649-50 WP, ejercieron una acción inhibitoria igualmente efectiva sobre el crecimiento micelial del hongo R. solani. Esta acción fungitóxica se mantuvo inalterada después de 120 horas de iniciado el experimento (Fig 7, tratamientos 1, 2 y 4). El efecto inhibitorio del Yellow cuprocide fue como en los ensayos que preceden, completamente negativo como puede verse en el tratamiento 3 de la misma figura.

Cuarto Experimento

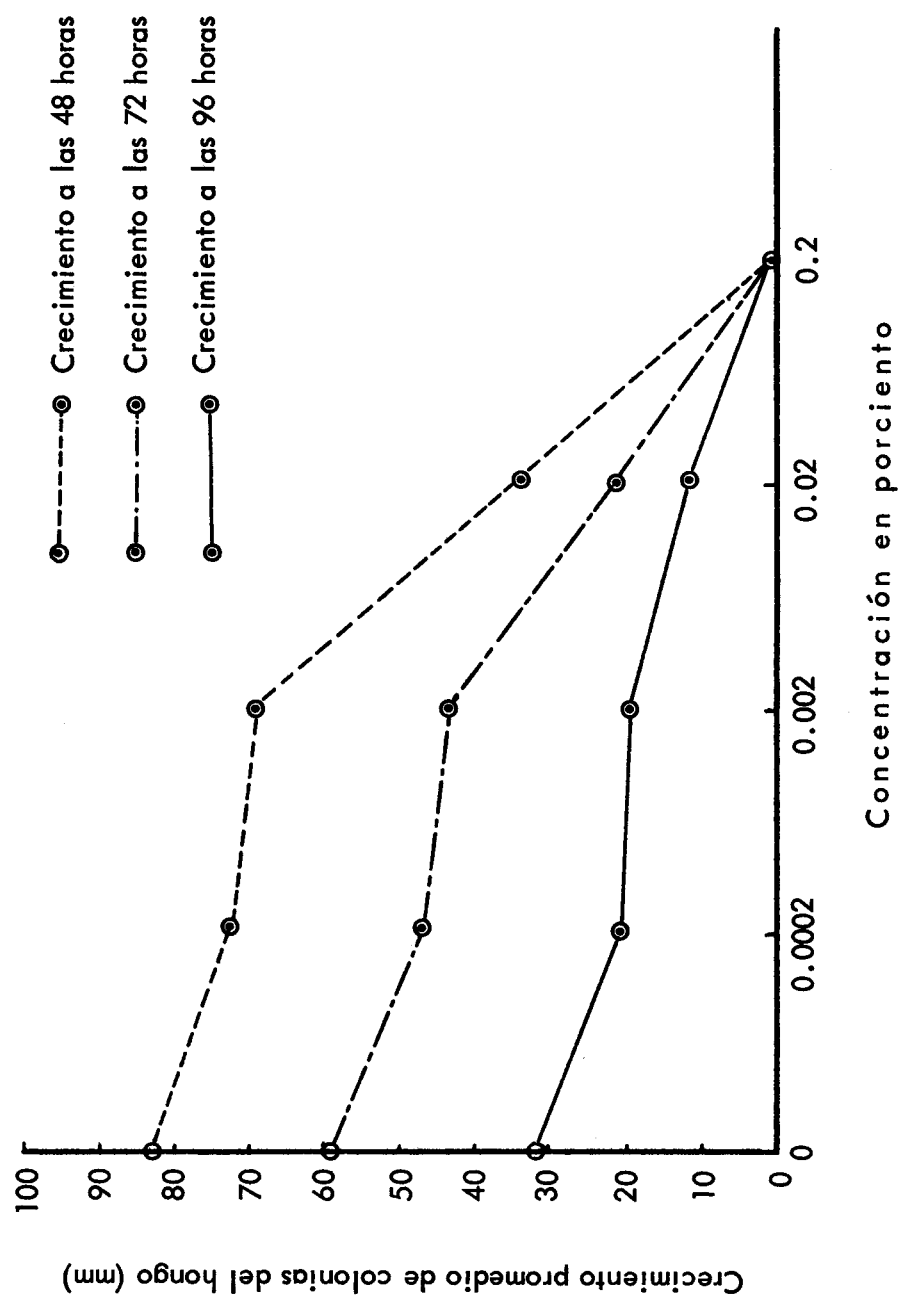
En este experimento que sirvió para poner a prueba dosificaciones crecientes de Mercutal, se encontró que el crecimiento radial de las colonias del hongo medido a las 48, 72 y 96 horas después de aplicado el fungicida, varió de 0 a 31.9, 0 a 58.9 y 0 a 81.6 milímetros respectivamente, tal como se muestra en las curvas presentadas en la

Gráfica 1. En esta gráfica puede observarse que las dosificaciones al 0.02% y 0.2% fueron las más efectivas, siendo esta última la que inhibió por completo el crecimiento radial de R. solani (Fig 8, tratamientos 1 y 2).

Las dosificaciones al 0.002% y 0.0002% no ejercieron ningún control sobre el desarrollo del hongo, siendo el comportamiento de ambas, semejante al del Testigo (Gráfica 1; tratamientos 3, 4 y 5 de la Figura 8).

GRAFICA No. 1.

Crecimiento promedio de *Rhizoctonia solani* en Papa-Dextrosa-Agar, mezclado con el fungicida "Mercutal" en cinco concentraciones.



IV.2 Ensayos de Invernadero

Primer Experimento

En este ensayo se evaluaron comparativamente los productos: Yellow cuprocide, Terraclor (PCNB), Fermate y Caldo Bordelés.

Con el objeto de lograr la aditividad requerida, los resultados expresados en porcentaje de éste y los obtenidos en los experimentos subsiguientes, fueron para su análisis transformados a grados angulares ($\text{Sen}^{-1} \sqrt{X}$).

El análisis de variancia de los datos de incidencia final y la comparación estadística de las medias de éstos se encuentran contenidos en los Cuadros 1 y 2. Este análisis reflejó diferencias altamente significativas entre tratamientos.

En la comparación de medias (Cuadro 2), se encontró que los mejores tratamientos fueron Yellow cuprocide y Terraclor, los cuales difieren significativamente del tratamiento Testigo (sin aplicación fungicida).

El tratamiento a base de Fermate y el Testigo mostraron en este experimento, la mayor incidencia de Damping-off (Figs 2 y 11). Ambos tratamientos no difieren estadísticamente entre sí.

Al estudiar los efectos de los fungicidas sobre las plántulas de café, se encontró que únicamente el Terraclor en la concentración usada fue fitotóxico. Clorosis y achaparramiento fueron los síntomas mas notorios (Fig 10). Además se observó en todas las unidades experimentales bajo este tratamiento, un retardo en la germinación con respecto a los otros tratamientos (Figs 9 y 10).

Los síntomas de toxicidad observados en este experimento parecen coincidir con los reportados por Livingston et al. (21) de un estudio en el cual se evaluaron dosis crecientes de Terraclor, como tratamiento químico del suelo en áreas infestadas con R. solani.

CUADRO 1. Análisis de Variancia de los Datos de Incidencia de Damping-off en el invernadero

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F _c
Bloques	4	946.61	236.65	0.57 N.S.
Tratamientos	4	8 745.77	2 186.44	5.29 **
Error	16	6 614.75	413.42	
Total	24	16 307.13		

N.S. - No significativo

** - Significativo al nivel de 1% de probabilidad

CUADRO 2. Comparación de Medias en Grados Bliss de la Incidencia de Damping-off usando la prueba de Tukey

Rango	Tratamiento	Media en Grados
1	Yellow cuprocide	0.00 a
2	Terraclor	0.00 a
3	Caldo Bordelés	27.37 ab
4	Fermate	39.64 b
5	Testigo	43.00 b
Error Standar $\pm$		9.09
M.D.S. (5%)		27.24
M.D.S. (1%)		37.53

Segundo Experimento

Aún cuando incluye los mismos fungicidas, este experimento sirvió para evaluar dosificaciones de Fermate, Terraclor y Caldo Bordelés, diferentes a las ensayadas en la prueba que antecede. El Yellow cuprocede en la dosis probada anteriormente y el Testigo sin aplicación fungicida, sirvieron como tratamientos de comparación.

Como resultado de este ensayo, en los Cuadros 3 y 4 se presenta el análisis de variancia de los datos de incidencia final de la enfermedad y la comparación estadística de las medias de cada tratamiento.

CUADRO 3. Análisis de Variancia de los Datos de Incidencia de Damping-off en el invernadero

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F _c
Bloques	4	265.99	66.49	0.61 N.S.
Tratamientos	4	8 533.44	2 133.36	19.55 **
Error	16	1 746.31	109.14	
Total	24	10 545.74		

N.S. = No significativo

** = Significativo al nivel de 1% de probabilidad

CUADRO 4. Comparación de Medias en Grados Bliss de la Incidencia de Damping-off usando la prueba de Tukey

Rango	Tratamiento	Media en Grados
1	Yellow cuprocide	0.00 a
2	Terraclor	1.14 a
3	Caldo Bordelés	12.50 ab
4	Fermate	21.60 b
5	Testigo	22.62 b
	Error Standar $\pm$	4.67
	M.D.S. (5%)	9.94
	M.D.S. (1%)	13.69

De la interpretación de los resultados del análisis, se encontró que nuevamente los tratamientos Yellow cuprocide y Terraclor se comportaron superiores estadísticamente al resto de tratamientos.

En el presente experimento, al igual que en el primero, el Terraclor conservó su posición como tratamiento efectivo en el control de la enfermedad, con la ventaja de no haber causado fitotoxicidad como la observada anteriormente, debido a la dosis más baja de aplicación. Estos resultados positivos concuerdan con los reportados por otros investigadores (1,4,6,8,20).

El aumento de la dosificación en los tratamientos con Caldo Bordelés y Fermate no mejoró significativamente la efectividad de éstos en el control de la enfermedad.

Los resultados negativos del Fermate sobre el control de *R. solani* en ambos experimentos, son contrarios a los expresados por Ellis y Todd (13), Guba y Ames (19), Valdez y Acedo (32) y otros investigadores.

Esta falta de concordancia podría ser explicada en términos de la evidencia existente acerca de la degradación que sufren algunos productos fungicidas al ser aplicados al suelo debido a la presencia de algunas especies de hongos y bacterias (24) o bien de ciertas condiciones de pH y de contenido de materia orgánica (28). Cualesquiera de estas condiciones pudieron haber prevalecido en el presente ensayo.

IV.3 Experimentos de Campo

Primer Experimento

En este ensayo se evaluaron los fungicidas Rhizoctol combi, Mercutal nuevo, Yellow cuprocide y DAC 649- 50 WP.

El análisis de Variancia de los datos de población final de plantas sanas y la comparación estadística de medias, se encuentran expresados en los Cuadros 5 y 6.

CUADRO 5. Análisis de Variancia de los Datos de Población Final de Plantas Sanas de Damping-off (Finca "El Portal", Antigua)

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F _c
Columnas	4	15.92	3.98	0.70 N.S.
Hileras	4	20.20	5.05	0.88 N.S.
Tratamientos	4	10 342.74	2 586.68	453.01 **
Error	12	68.51	5.71	
Total	24	10 447.37		

N.S. = No significativo

** = Significativo al nivel de 1% de probabilidad

CUADRO 6. Comparación Estadística entre Medias de Población Final de Plantas Sanas

Rango	Tratamiento	Media en Grados
1	Rhizoctol combi	59.74 a
2	Yellow cuprocide	58.26 a
3	Mercutal nuevo	57.36 a
4	Testigo	51.24 b
5	DAC 649-50 WP	6.32 c

El análisis de los datos de población final, muestra diferencias estadísticamente significativas al nivel de 1% de probabilidad entre tratamientos.

De las comparaciones múltiples de medias, se encontró que los tratamientos Rhizoctol combi, Yellow cuprocide y Mercutal Nuevo fueron en efectividad, estadísticamente iguales entre sí y superiores al resto.

El "DAC 649-50 WP" a la concentración empleada, resultó ser más bajo que el Testigo, pero, evidentemente, debido a los efectos extremadamente fitotóxicos que ocasionaron la muerte de casi la totalidad de las plantitas germinadas.

Es de hacer notar que la acción sobresaliente del fungicida Yellow cuprocide en la represión de *R. solani* en las pruebas de invernadero y campo, contrasta con los resultados negativos obtenidos con este mismo producto en las pruebas *in vitro* en el laboratorio. Esta acción negativa observada, posiblemente, se debió a que la concentración de producto activo en la superficie de los discos de papel filtro utilizados en las pruebas, bajó a niveles no tóxicos por efecto de precipitación. De igual manera, cuando se mezcló totalmente con el medio de cultivo, la presencia de hongos del género *Penicillium*, *Fusarium* y otros, en forma de contaminantes en las unidades experimentales tratadas (cajas petri), probablemente ejerció sobre este fungicida, una acción degradante similar a la citada para el Fermate.

Cuando se estudió el efecto del Cobre en las formas de Sulfato ($\text{Cu SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) y de Oxido cuproso (Cu_2O), aplicados como Caldo Bordelés y Yellow cuprocide respectivamente, no se detectó ningún signo de atrofia radical en las plántulas de café que fuera atribuido al efecto de las aplicaciones de Cobre al suelo de los semilleros. Estos resultados no parecen concordar con los reportados por Castillo y Parra (9), quienes al estudiar concentraciones crecientes de 25 a 1000 ppm de Cobre elemental, aplicadas a macetas plantadas con semillas de café, indican haber inducido atrofia radical en las plántulas tratadas, en todas las concentraciones estudiadas.

Segundo Experimento

En este ensayo se evaluaron los productos: Rhizoctol combi, Difolatán, TMTD ó Ceredón T, Rhizoctol Slurry y Agallol.

Los datos presentados en el Cuadro 7 indican los porcentajes de plantas sanas para los distintos tratamientos al finalizar la prueba.

En los Cuadros 8 y 9 se presenta el análisis de variancia sobre la población final de plantas libres de Damping-off y la comparación estadística de medias de tratamientos.

CUADRO 7. Porcentaje de Plantas Sanas al Finalizar el Ensayo *

Trata- miento	I	II	III	IV	V	VI	Total	$\bar{X}$
A	72.4	70.6	72.2	65.0	67.4	56.0	403.6	67.3
B	77.2	74.2	74.6	78.8	76.2	77.0	458.0	76.3
C	90.0	91.8	92.2	88.0	88.6	87.8	538.4	89.7
D	70.4	74.2	61.6	69.0	69.0	74.8	419.0	69.8
E	46.2	33.8	37.0	26.6	39.6	33.4	216.6	36.1
T	48.0	54.8	47.2	52.2	43.4	38.4	284.0	47.3

* Datos calculados en base a 500 semillas de café sembradas por unidad experimental

CUADRO 8. Análisis de Variancia

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	F_c
Columnas	5	25.07	5.01	0.52 N.S.
Hileras	5	57.49	11.50	1.20 N.S.
Tratamientos	5	4 578.84	915.77	95.79 **
Error	20	191.17	9.56	
Total	35	4 852.56		

N.S. = No significativo

** = Significativo al nivel de 1% de probabilidad

CUADRO 9. Comparaciones Estadísticas de Medias de Población Final

Rango	Tratamiento	Media en Grados
1	C: TMTD (Ceredón (T)	71.38 a
2	B: Difolatán	60.90 b
3	D: Rhizoctol Slurry	56.74 b
4	A: Rhizoctol combi	55.17 b
5	T: Testigo (Agua)	43.46 c
6	E: Agallol	36.87 d

El análisis de Variancia reflejó diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos al nivel de 1% de probabilidad. De la prueba de medias se encontró que el tratamiento con TMTD (Ceredón T) superó estadísticamente al resto. En su orden, los tratamientos Difolatán, Rhizoctol Slurry y Rhizoctol combi formaron el segundo grupo importante, siendo estadísticamente iguales entre sí pero superiores al tratamiento con Agallol y Testigo. Estos últimos produjeron el menor número de plántulas sanas y de ellos el Testigo resultó ser estadísticamente superior (Cuadro 9).

De las observaciones de carácter estimativo realizadas después de la última aplicación de los fungicidas, se obtuvieron para cada tratamiento los resultados siguientes:

A. RHIZOCTOL COMBI

Plántulas en estado de Mariposa y Cola de Perico, poco desarrolladas y de aspecto anormal. El follaje clorótico con signos de fitotoxicidad y presencia abundante de lesiones necróticas incitadas por Cercospora sp. El sistema radical aparentemente normal. La longitud media de la raíz principal de 25 plántulas

tomadas al azar fue de 10.56 cms y el peso promedio de 100 plántulas secadas al aire de 25 gramos.

B. DIFOLATAN

Plántulas normales, de crecimiento uniforme con 3 y 4 pares de hojas verdaderas. Follaje de color verde intenso sin efectos fitotóxicos y libre de lesiones fungosas. El sistema radical aparentemente normal. La longitud media de la raíz principal de 25 plántulas tomadas al azar fue de 9.44 cms y el peso de 100 plántulas secadas al aire de 20 gramos.

C. TMTD ó CEREDON T

Este tratamiento destacó sobre los demás por el tamaño y aspecto general de las plantas. En todas las unidades experimentales que recibieron este tratamiento, se observó uniformidad en el crecimiento de las plántulas, las cuales mostraban 3 y 4 pares de hojas verdaderas de un color verde intenso, sin efectos fitotóxicos y ausencia total de lesiones fungosas. El sistema radical evidentemente normal y superior en desarrollo al resto de tratamientos. La longitud media de la raíz principal de 25 plantas tomadas al azar fue de 11.8 cms y el peso de 100 plántulas secadas al aire de 36 gramos.

Estas observaciones que califican como excelente al "TMTD" en el campo, se confirman al comparar estadísticamente la eficiencia de todos los tratamientos, según se muestra en el Cuadro 9.

D. RHIZOCTOL SLURRY

Las plántulas tratadas con este producto, presentaron características muy similares a las observadas en las unidades que recibieron Rhizoctol combi. Sin embargo, pudo observarse que los síntomas de toxicidad en el follaje eran menos severos y que la ausencia total de enfermedades foliares daban en términos generales, una mejor apariencia a las plantas.

E. AGALLOL

La acción ejercida por el Agallol fue totalmente desfavorable para las plántulas de café bajo las condiciones en que se realizó el ensayo, pues éstas en estado de "Mariposa" mostraban enanismo y síntomas muy severos de fitotoxicidad. Las hojas se presentaban cloróticas, de forma casi lanceolada, con bordes ondulados y sus nervaduras se necrosaron. Las lesiones incitadas por Cercospora sp. fueron numerosas.

Las manifestaciones de fitotoxicidad en el sistema radical se presentaron igualmente severas. En muchos casos se produjo atrofia de la raíz principal y de muchas secundarias.

El comportamiento negativo del Agallol en este experimento, se confirma con los resultados que se presentan en el Cuadro 9 al comparar estadísticamente todos los tratamientos, pues su rango es inclusive inferior al del Testigo.

T. TESTIGO (sin aplicación fungicida)

Plantas de apariencia normal, con 3 y 4 pares de hojas verdaderas. Estas eran de color verde claro, con lesiones necróticas abundantes y severas de Cercospora sp. El sistema radical bien desarrollado y normal, excepto aquellos casos de plántulas atacadas de R. solani.

Al hacer un análisis general de los resultados expuestos, referido a la efectividad mostrada por cada uno de los productos evaluados, se encontró que éstos coinciden en buena parte con los reportados por Alvarado (3), Crandal (13), Arndt (4), Brinkerhoff (8), Kendrick y Middleton (20), Frohberger (16) y Rodríguez y Castro (27), consolidando así la validez de los mismos.

V. CONCLUSIONES

De conformidad con los resultados expuestos, puede concluirse en lo siguiente:

1. Se confirma que la enfermedad de los semilleros de café incitada por el hongo Rhizoctonia solani Kühn puede controlarse eficazmente con aplicaciones al suelo de fungicidas adecuados.
2. Las pruebas in vitro de productos fungicidas proporcionan buena información en cuanto a la acción fungitóxica de los mismos contra el hongo R. solani.
3. En las pruebas de laboratorio los productos Rhizoctol combi, Mercual nuevo y DAC 649-50 WP, inhibieron el crecimiento micelial de R. solani. El Terraclor fue de efectos fungistáticos intermedios y Yellow cuprocide no ejerció ninguna acción positiva.
4. De los cinco fungicidas probados in vitro, se concluye que únicamente Rhizoctol combi fue de efectos letales cuando se aplicó directamente sobre colonias desarrolladas del hongo.
5. Dosificaciones al 0.02% y 0.2% del fungicida Mercutal nuevo, inhiben en forma parcial y total respectivamente, el crecimiento radial de R. solani, cuando se mezclan con medio de cultivo de papa-dextrosa-agar.
6. Excepto Yellow cuprocide y Terraclor, ninguno de los fungicidas estudiados erradicó a Rhizoctonia solani, en las pruebas de invernadero y campo.
7. Los productos Difolatán, TMTD, Mercutal nuevo, Rhizoctol slurry y Rhizoctol combi, aún cuando no fueron de acción erradicante, su empleo en la forma y concentración estudiadas puede reducir al mínimo las pérdidas de plántulas de café, debidas al ataque de R. solani.

8. Agallol y DAC 649-50 WP, a la concentración de 2 libras por 100 galones de agua, fueron extremadamente fitotóxicos a las plántulas de café, provocando la muerte prematura de un alto porcentaje de las mismas.
9. Terraclor, Rhizoctol slurry y Rhizoctol combi en dosis de 5 y 1.5 libras por 100 galones de agua respectivamente, producen efectos fitotóxicos no severos en las plántulas de café. Sin embargo, controlan efectivamente a R. solani, lo que sugiere el estudio de mejores dosificaciones.

VI. RESUMEN

Se estudió el efecto fungitóxico de 11 productos químicos fungicidas sobre el organismo patógeno Rhizoctonia solani Kühn, principal incitante de la enfermedad de los semilleros de café.

La evaluación se realizó en condiciones de laboratorio usando cepas puras de R. solani y, en el invernadero y campo con semilleros de café sembrados en suelo infestado con el patógeno.

Difolatán, TMTD, Yellow cuprocide, Rhizoctol slurry, Rhizoctol combi, Mercutal nuevo y Terraclor, controlaron eficazmente la enfermedad y de ellos los tres primeros superaron al resto cuando además de su efecto fungitóxico sobre R. solani, se consideró el aspecto general de las plántulas en relación a cada tratamiento.

Agallol y el DAC 649-50 WP, en las concentraciones usadas resultaron inferiores inclusive que el tratamiento Testigo; esto se debió a los efectos extremadamente fitotóxicos que ocasionaron la muerte en más del 50% de las plántulas germinadas.

Fermate en las pruebas de invernadero, fue de acción negativa, contrariamente a lo informado en la literatura citada.

VII. LITERATURA CITADA

1. ABREGO, L. 1965. Técnica para el Combate de las Enfermedades en el Semillero. Santa Tecla, El Salvador, C.A., Boletín Informativo. Suplemento No. 23:16-19, Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café.
2. ALEXOPOULOS, C.J. and E.S. BENEKE. 1955. Laboratory Manual for Introductory Mycology. Minneapolis 15, Burgess Publishing Co. pp 1-13.
3. ALVARADO, J.A. 1935. Mal Negro de los Semilleros. Tratado de Caficultura Práctica. Tomo I. pp 294-297. Library Bureau, Div. of Remington Rand Inc. Magazine Binder. Cat. No. 1505.
4. ARNDT, C.H. 1953. Evaluation of fungicides as protectants off cotton seedlings from infection by *Rhizoctonia solani*. Plant Disease Reporter. 37:397-400.
5. BARNETT, H.L. 1955. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Minneapolis 15, Minn, Burgess Publishing Co. pp 17; 212-213.
6. BIANCHINI, C. 1962. Síntomas, prevención y combate de las principales enfermedades del Cafeto en Costa Rica. El Agricultor Costarricense 20(4):488-496.
7. BORDERS, H.I. 1962. Chemical control of *Rhizoctonia solani* and *Sclerotium rolfsii* of snap beans in Boca Raton, Florida. Plant Disease Reporter 46:651-652.
8. BRINKERHOFF, L.A., BILL B. BRODIE and R.A. KARSTEN. 1954. Cotton seedling tests with chemicals used as protectants against *Rhizoctonia solani* in the greenhouse. Plant Disease Reporter. 38:476-482.
9. CASTILLO, J. y JAIME PARRA H. 1959. Efecto tóxico del Cobre en Semilleros de Café. CENICAFE. Colombia, Centro Nacional de Investigaciones de Café. Vol 10(4):109-117.
10. CENTRO NACIONAL DE AGRONOMIA. 1949. El Mal del Talluelo de los Semilleros de Café controlado por un Nuevo Método anunciado por el Centro Nacional de Agronomía. El Café de El Salvador 222:1883-1885. Revista de la Asociación Cafetalera de El Salvador.

11. COOPER, W.E. 1954. The seed-furrow application of fungicides to control stand failures. (Abst). *Phytopathology*. 44:331.
12. CRANDALL, B.S., L. ABREGO y B. PATIÑO. 1949. Investigaciones sobre enfermedades del Café. El Salvador. *El Café de El Salvador* 222:1879-1881. *Revista de la Asociación Cafetalera de El Salvador*.
13. ELLIS, D.E. and F.A. TODD. 1945. Control of lettuce Damping-off. *North Carolina Agr. Exp. Sta. Circ.* 4:1-7 (Abst. *Rev. Appl. Mycol.* 25:23. 1946).
14. FERNANDEZ VARELA, M.V. 1952. *Introducción a la Fitopatología*. Buenos Aires, Argentina, Talleres Gráficos "Gadola", pp 197-199.
15. FLORES, MA. (sin fecha). *Enfermedades de los semilleros*. Curso de Patología Forestal. Guatemala, Escuela de Capacitación Forestal. Mimeografiado. pp 10-11.
16. FROHBERGER, P.E. 1969. Sobre el desarrollo de criptogamicidas por Farbenfabriken Bayer AG para el control de las enfermedades fungosas de las plantas, que provienen de las semillas y del suelo. Alemania, *Pflanzenschutz Nachrichten Bayer*. pp 24-51.
17. GARCIA ALVAREZ, M. 1971. Ahogamiento, Damping-off, Secadera. *Patología Vegetal Práctica*. México, Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional (AID). pp. 9-12.
18. GARCIA, W. 1963. Estudio de la patogenicidad de cinco organismos fungosos en Jitomate (*lycopersicum esculentum* Mill) y su asociación con nemátodos de la raíz. Tesis (sin publicar). México, Escuela de Agricultura y Ganadería. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, N.L. pp 1-43.
19. GUBA, E.F. and R.W. AMES. 1951. Annual reporter for the fiscal year ending June 30, 1961. *Massachusetts Agr. Exp. Sta. Bull.* 466. En: (Abst. *Rev. Appl. Mycol.* 33:17, 1954).
20. KENDRICK, J.B. Jr. and JOHN T. MIDDLETON. 1954. The efficacy of certain chemicals as fungicides for a variety of fruit, root and vascular pathogens. *Plant Disease Repr.* 38:350-353.

21. LIVINGSTON, C.H., NAGAYOSHI, O. and C.C., MORRIL. 1962. Evaluation of Terraclor (Pentachloronitrobenzene) as a control measure for Rhizoctonia disease of potatoes. (Abst). *Phytopathology* 52:18.
22. MARCHIONATO, J.B. 1944. Damping-off o enfermedad de los almá-cigos. *Manual de las Enfermedades de las Plantas*. Buenos Aires, Argentina. Editorial Sudamericana. pp 79-81.
23. MOLINA LLARDEN, M. 1961. *Criptogamia ilustrada*. Guatemala, Editorial Escolar Piedra Santa. pp 287-288.
24. MUNNECKE, D.E. 1958. The persistence of nonvolatile diffusible fungicides in soil. *Phytopathology* 48:581-585.
25. PAPAVIDAS, G.C. and C.B. DAVEY. 1959. Isolation of Rhizoctonia solani Kühn from naturally infested and artificially inoculated soils. *Plant Disease Reporter* 43:404-410.
26. RANNEY, C.D. and L.S. BIRD. 1956. Greenhouse evaluation of in-the-furrow fungicides at two temperatures as a control measure for cotton seedling necrosis. *Plant Disease Reporter* 40:1032-1040.
27. RODRIGUEZ SANTIAGO, H. y J. CASTRO. 1962. Etiología y Control de la Marchitez de las plantitas de Algodonero. México, Agricultura Técnica en México. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, SAG. 2(1):8-11.
28. RUSHDI, M.T. and W.F. JEFFERS. 1956. Effect of some soil factors on efficiency of fungicides in controlling Rhizoctonia solani. *Phytopathology* 46:88-90.
29. SCHEFFER, R.P. and W.J. HANEY. 1956. Causes and control of root rot in Michigan greenhouses. *Plant Disease Reporter*. 40:570-579.
30. SOTO, H. E. 1959. Estudios preliminares sobre el control de Rhizoctonia solani en la patata. Tesis (sin publicar). Guatemala, Sección de Protección de Cultivos. SCIDA. pp 29-39.
31. SWANK, G. 1951. A preliminary report of new compound, trans 1,4-dibromobutene-2, for the control of Damping-off. *Plant Disease Reporter* 35:492-493.

32. VALDEZ, R.B. and J.R. ACEDO. 1963. An evaluation of fungicides off the control of Damping-off coffee seedlings. Plant Disease Reporter 47:176-179.

Vo.Bo.

Palmira R. de Quan
Bibliotecaria

A P E N D I C E

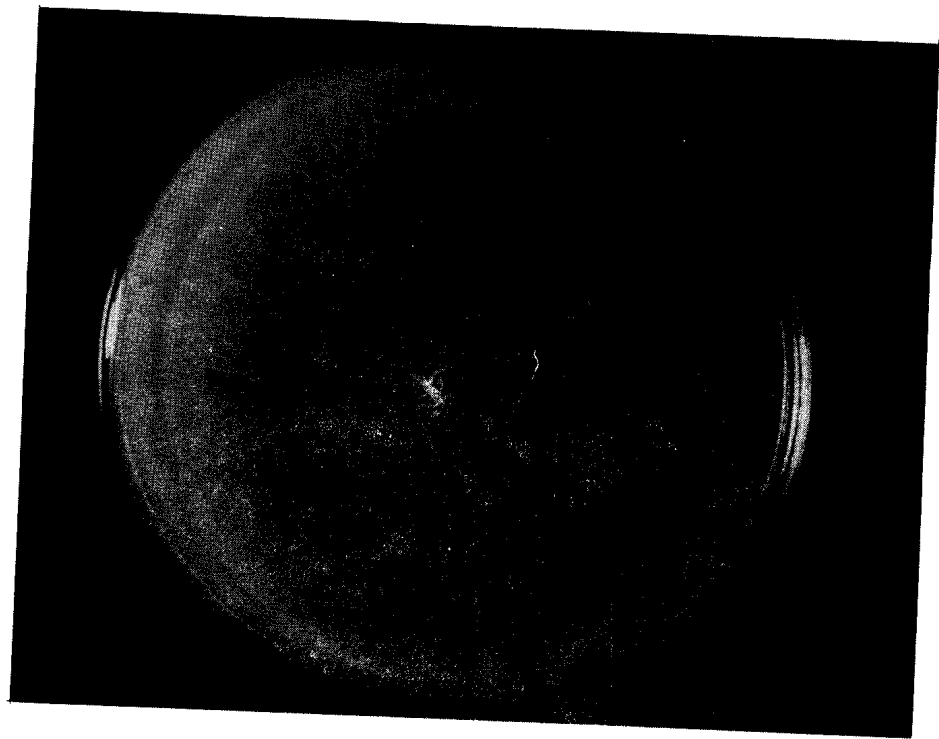


Fig. 1.- Colonia pura de *Rhizoctonia solani* Kühn, cultivada en Papa-Dextrosa-Agar (PDA).



Fig. 2.- Ataque severo de *Rhizoctonia solani* en café creciendo en suelo sin tratamiento fungicida bajo condiciones de invernadero.

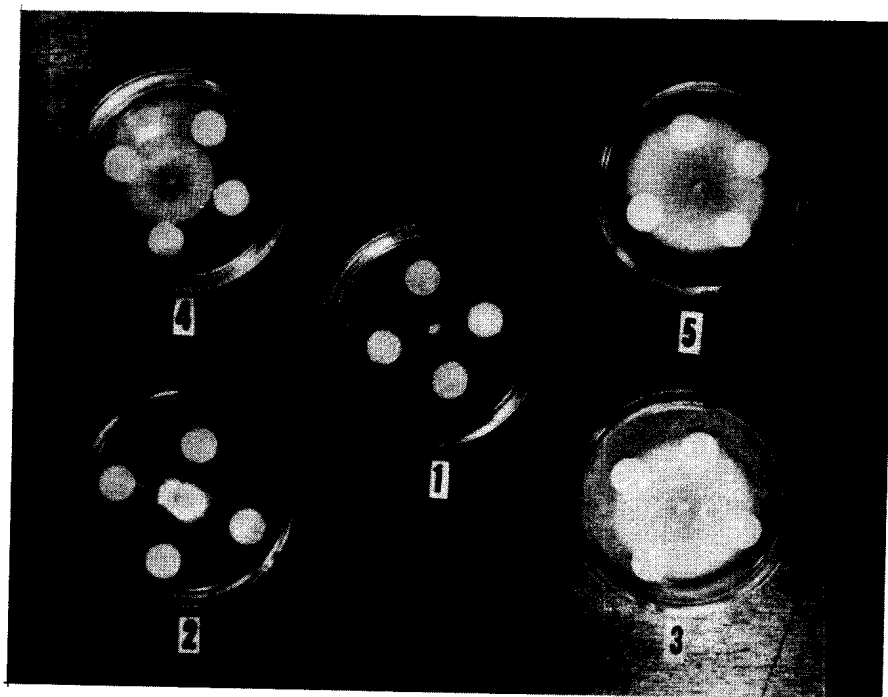


Fig. 3.- Diferentes grados de desarrollo de Rhizoctonia solani en medio parcialmente tratado.

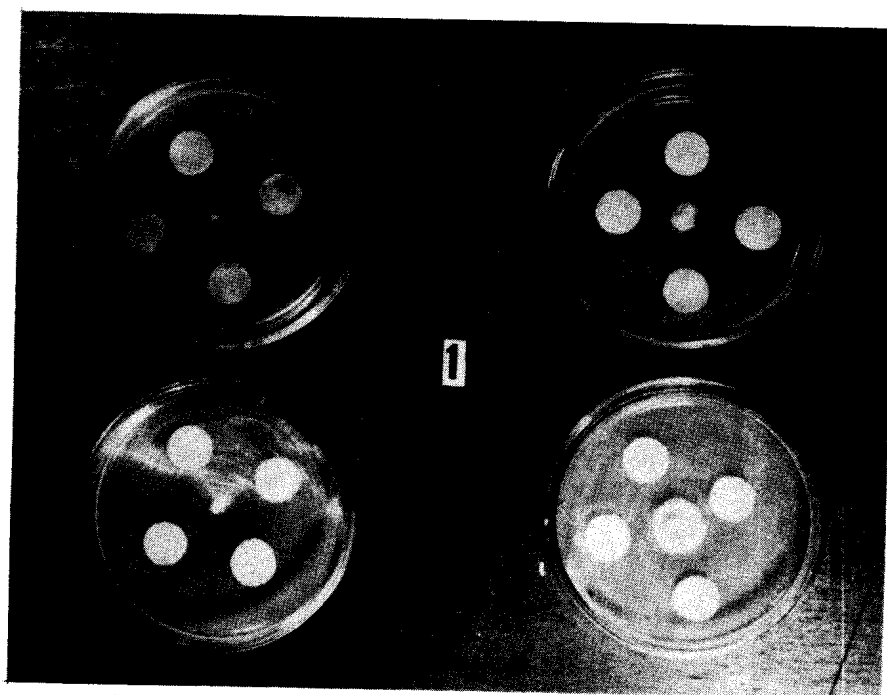


Fig. 4.- Efecto del "Rhizoctol combi" sobre el desarrollo de Rhizoctonia solani in vitro.

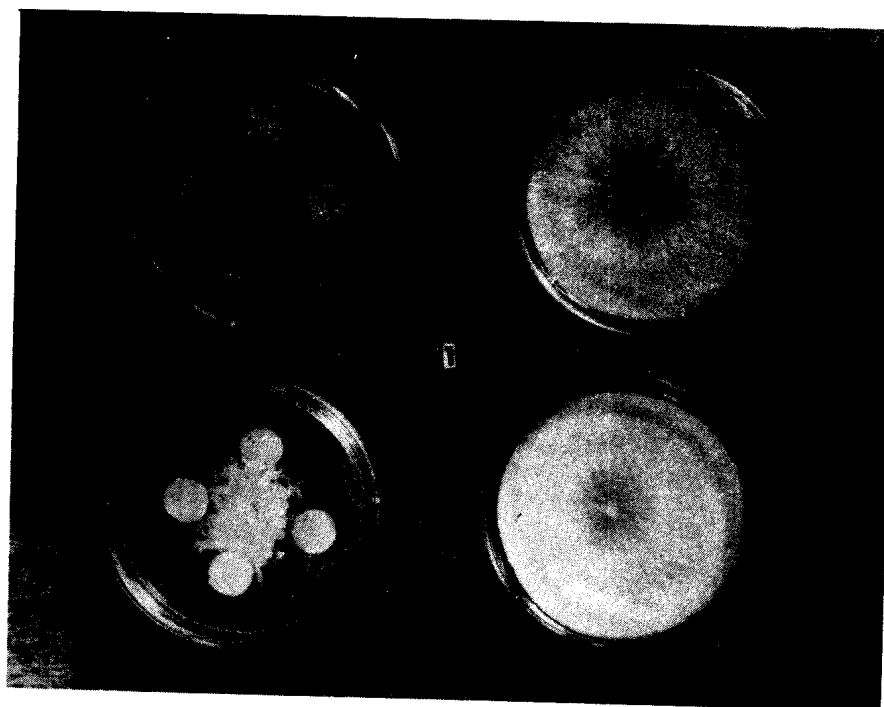


Fig. 5.- Efecto de los vapores de "Rhizoctol" emanados de los discos, sobre el desarrollo de Rhizoctonia (izquierda) en contraste con las transferencias a medio sin tratar (derecha).

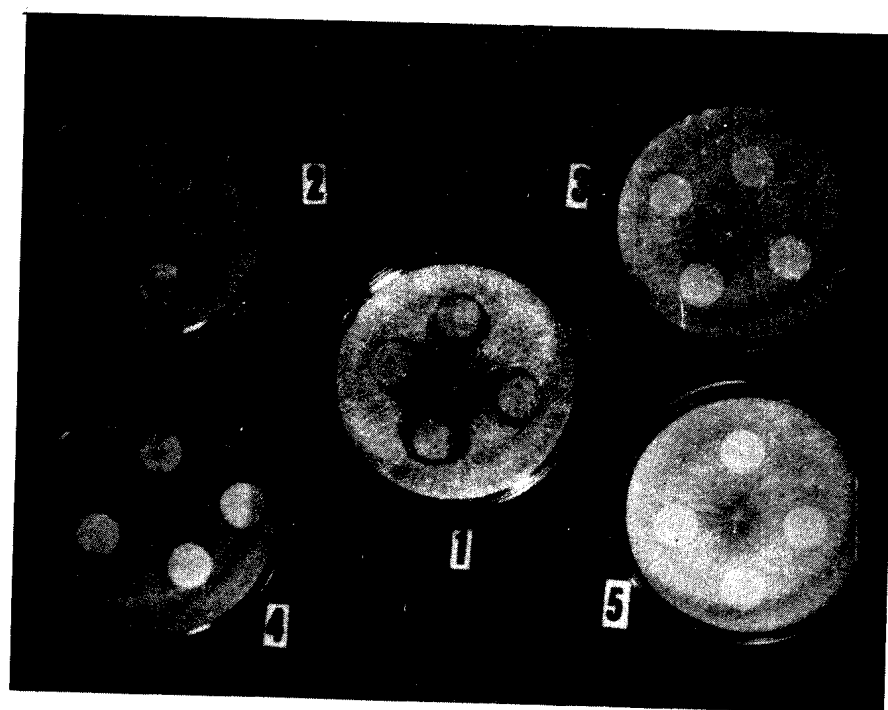


Fig. 6.- Efecto de los diferentes fungicidas aplicados sobre colonias previamente desarrolladas.

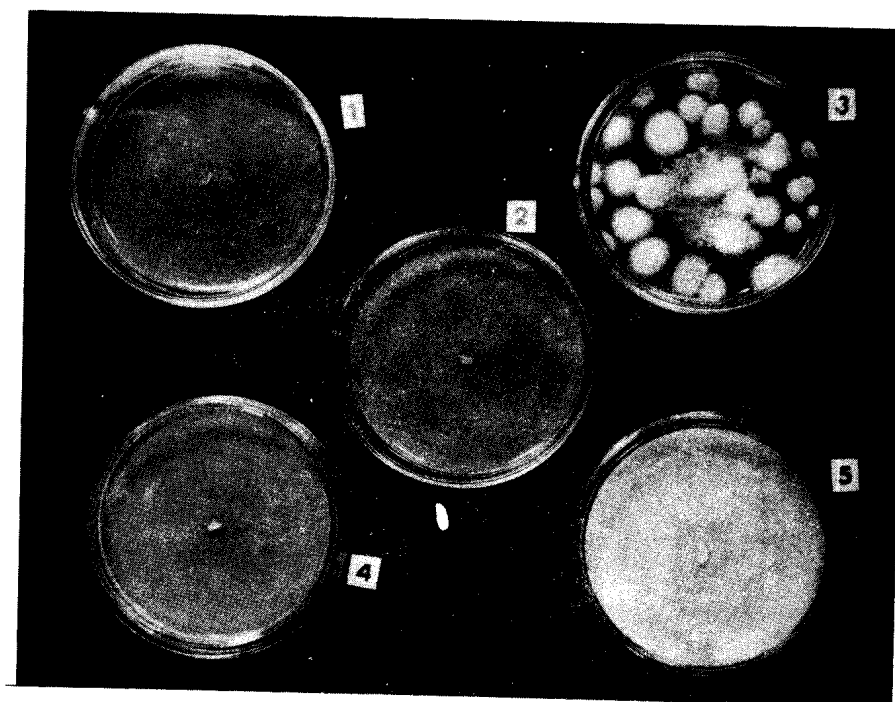


Fig. 7.- Efecto sobre el desarrollo de Rhizoctonia solani, de cuatro fungicidas mezclados con el medio de cultivo.

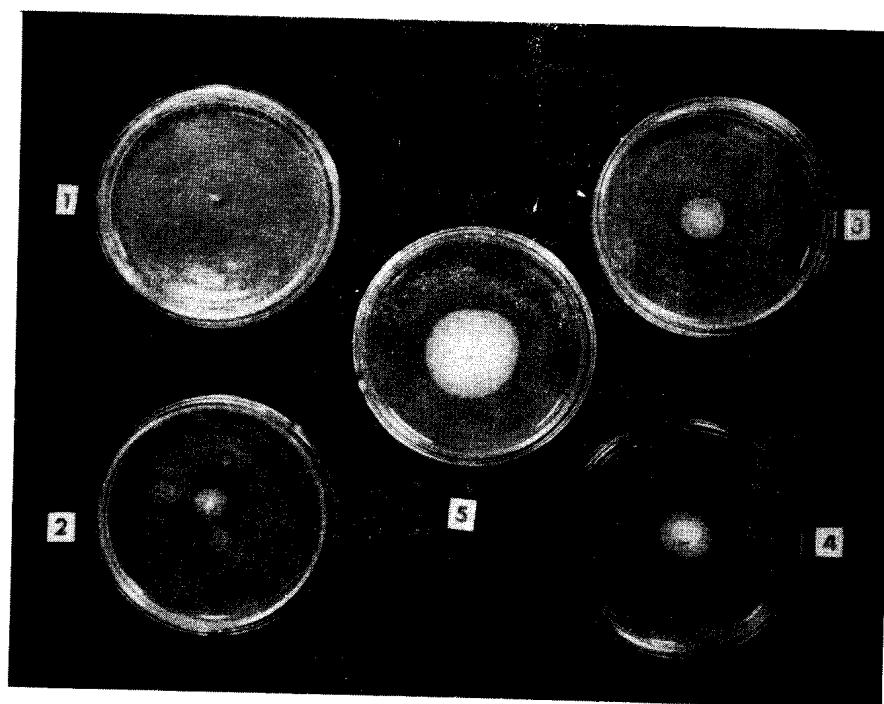


Fig. 8.- Relación de cinco dosificaciones de "Mercutal" mezcladas con PDA. y el desarrollo de Rhizoctonia solani.

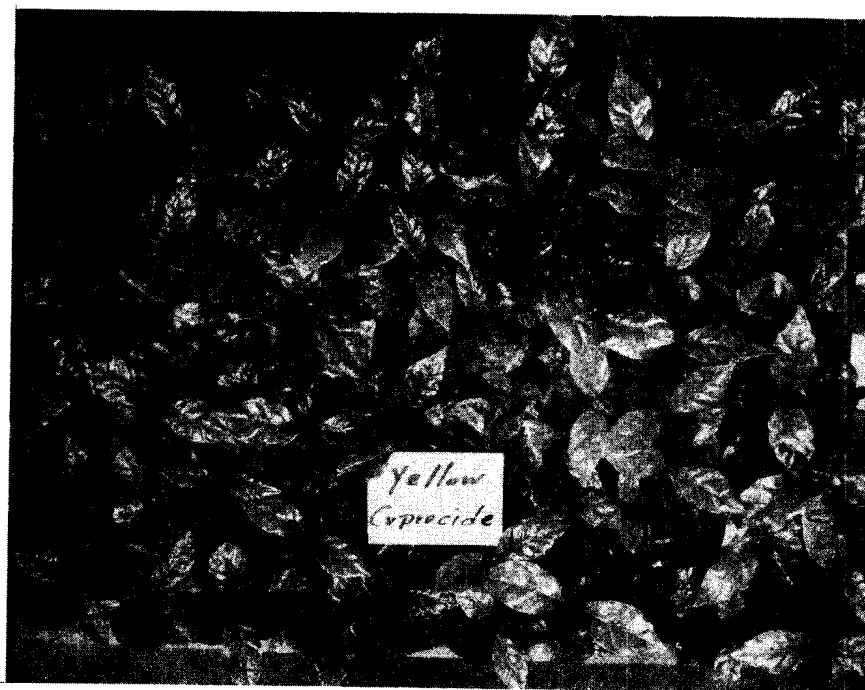


Fig. 9.- Tratamiento con el fungicida "Yellow cuprocide" bajo condiciones de invernadero.



Fig. 10.- Plantitas de café mostrando síntomas de toxicidad en suelo tratado con "Terraclor".

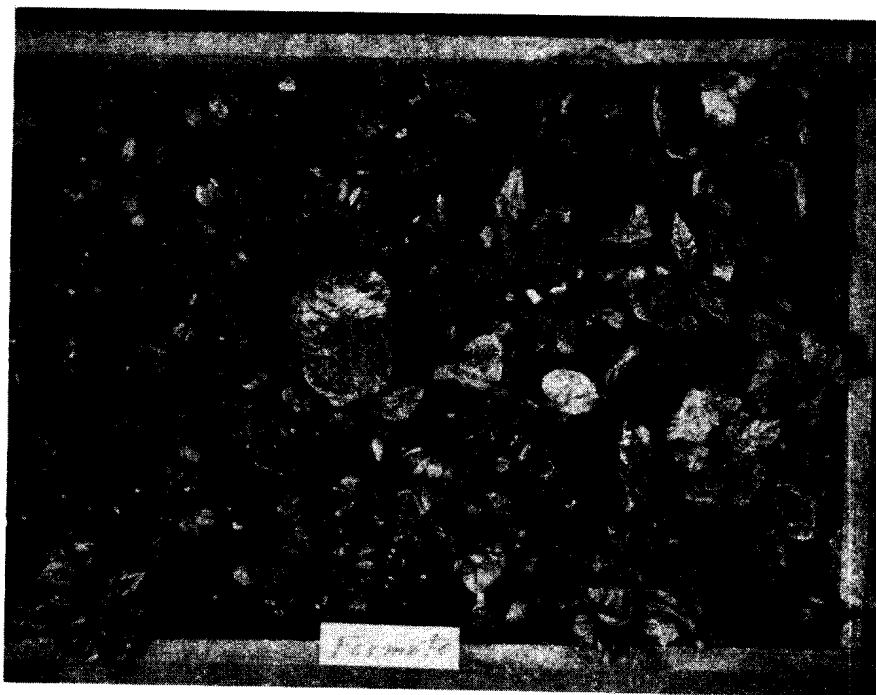


Fig. 11.- Tratamiento con el fungicida "Fermate" bajo condiciones de invernadero.

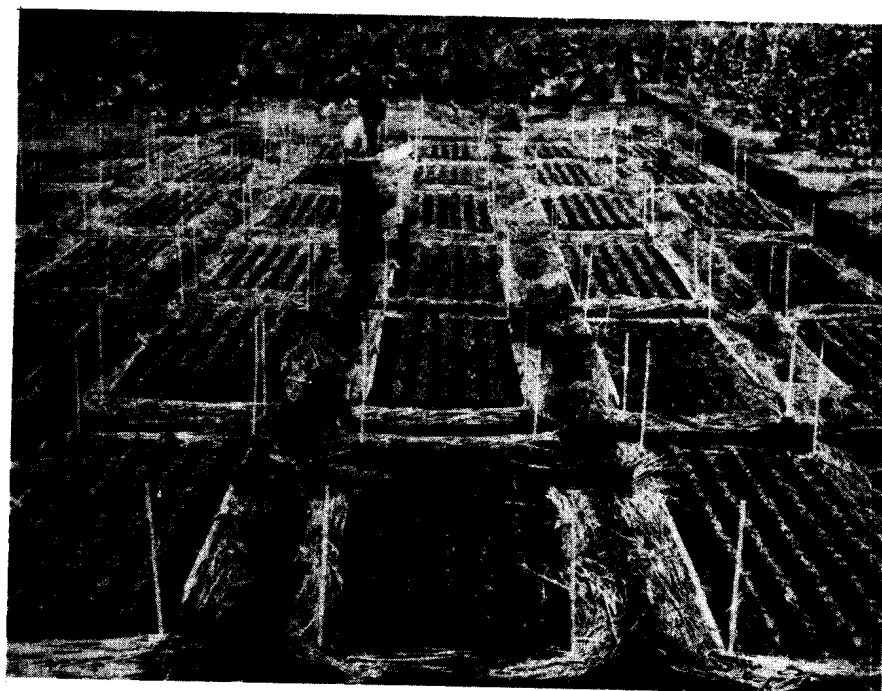


Fig. 12.- Aspecto general del experimento realizado bajo condiciones de campo en Chocó.

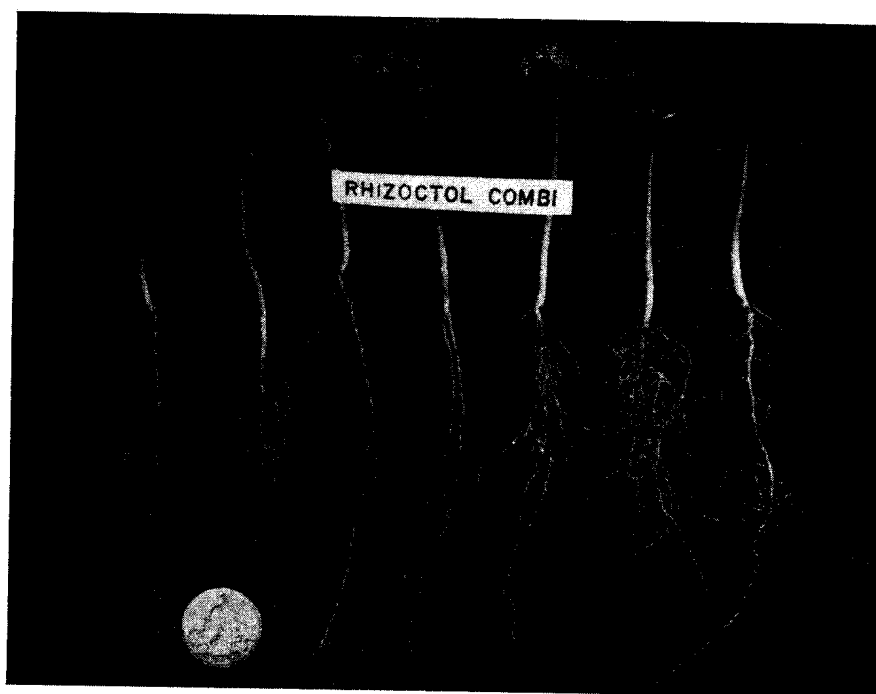


Fig. 13.- Desarrollo radical de plantitas de café en suelo tratado con el fungicida "Rhizoctol" bajo condiciones de campo.

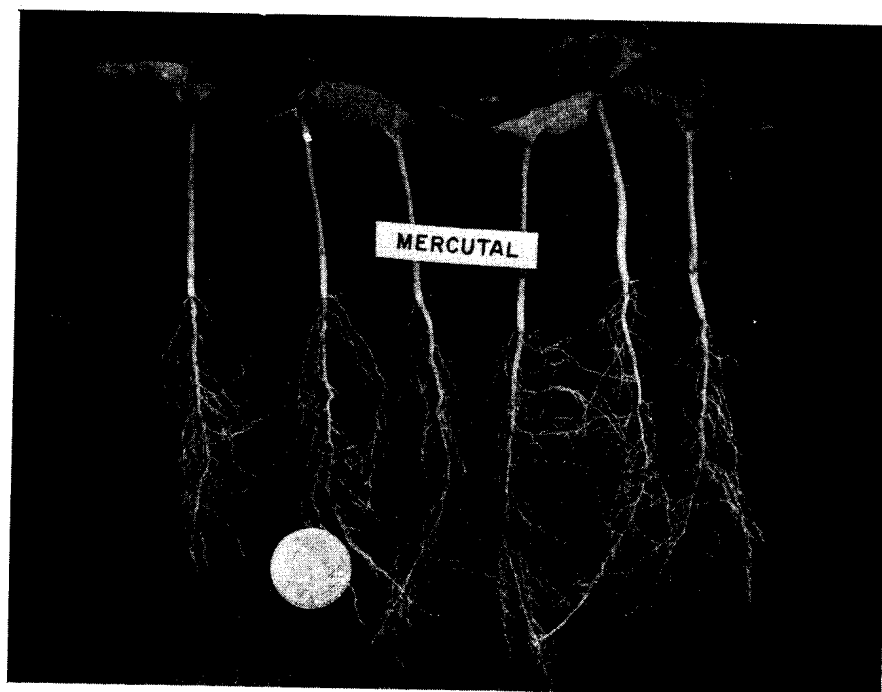


Fig. 14.- Desarrollo radical de plantitas de café en suelo tratado con el fungicida "Mercutal" bajo condiciones de campo.

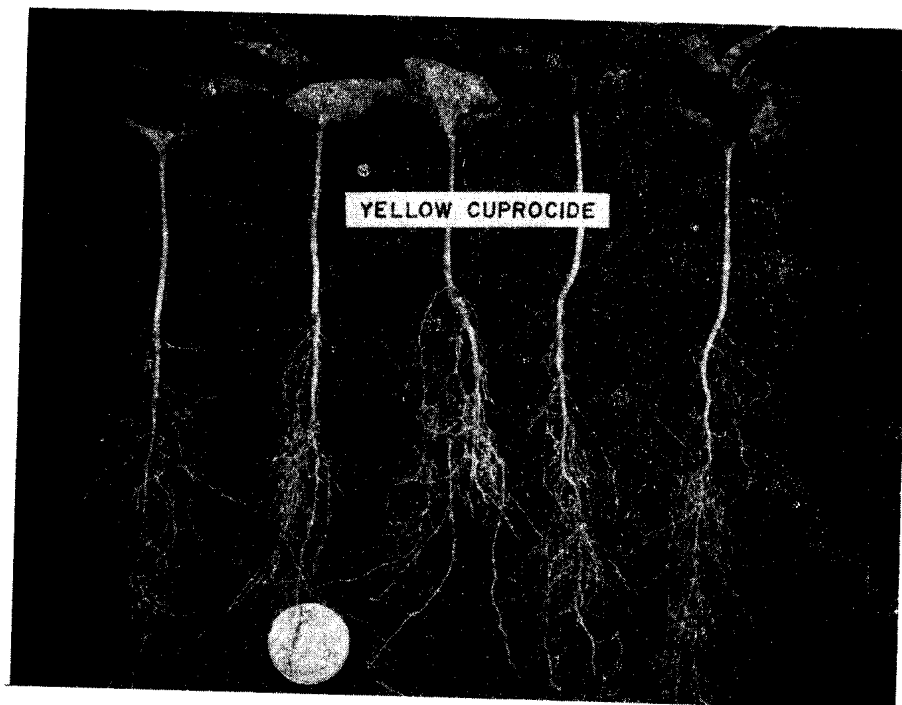


Fig. 15.- Desarrollo normal de las raíces de plantitas de café en suelo tratado con el fungicida "Yellow cuprocide" bajo condiciones de campo.

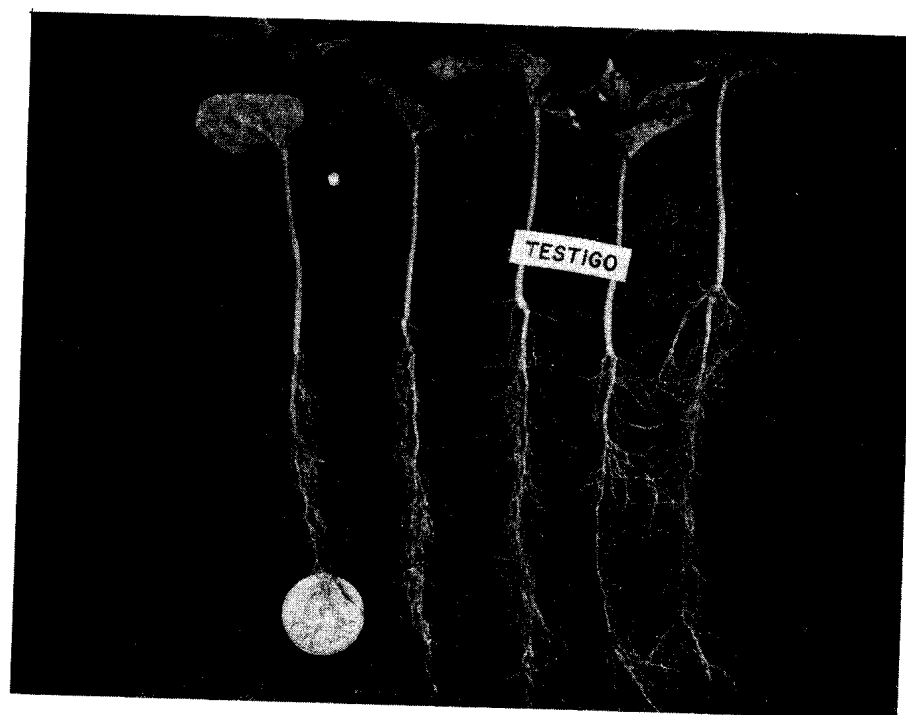


Fig. 16.- Sistema radical de plantitas de café en Suelo sin tratamiento fungicida.

Vo. Bo.

Ing. Agr. Mario Molina Llardén
Asesor

Imprimase:

Ing. Agr. Edgar Leonel Ibarra A.
Decano