

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
Facultad de Agronomía
Escuela de Producción Vegetal

Trabajo de Diploma

EVALUACION DE SIETE FUNGICIDAS PARA EL CONTROL *in vitro* DE CUATRO AISLADOS DE *fusarium oxysporum* (SCH.) SYNDER ET HANSEN

Autor:

Br. Ervin Miguel González López

Asesores:

Ing. Agr. MSc. Rafael Antonio Ubeda Herrera
Ing. Agr. MSc. Moisés Blanco Navarro

MANAGUA, NICARAGUA

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
Facultad de Agronomía
Escuela de Producción Vegetal.

Trabajo de Diploma

EVALUACION DE SIETE FUNGICIDAS PARA EL CONTROL *in vitro* DE CUATRO AISLADOS DE *fusarium oxysporum* (SCH.) SYNDER ET HANSEN

Autor:

Br. Ervin Miguel González López

Asesores:

Ing. Agr. MSc. Rafael Antonio Ubeda Herrera
Ing. Agr. MSc. Moisés Blanco Navarro

**Trabajo presentado a la consideración del Honorable Tribunal Examinador,
como requisito parcial para optar al grado de Ingeniero Agrónomo**

MANAGUA, NICARAGUA

DEDICATORIA

Dedicado el presente trabajo a:

Dios

Mis padres: Enrique González y María López, que me ayudaron durante todo mis estudios.

Mis hermanos: Jorge, Isabel, Fernando, Harby, Imael y Kevin.

Los trabajadores del Centro Experimental del Café del Norte que contribuyen a la realización del trabajo.

Los profesores de la Universidad Nacional Agraria, quienes permitieron mi formación profesional.

Ervin Miguel González López

AGRADECIMIENTO

A la Unión Nicaragüense de Cafetaleros (UNICAFE), en especial al Ing. Agr. MSc. Rafael Antonio Herrera y al Ing. MSc. Moisés Blanco Navarro; por su valiosa Cooperación y asesoría para concluir este trabajo.

A la Ing. Agr. Patricia Contreras del Centro Experimental de Café del Norte (C.E.C.N.-UNICAFE) por apoyarme en la realización al presente trabajo.

Al personal docente y administrativo de la Universidad Nacional Agraria(UNA), por darme la oportunidad de realizar mi carrera, la cual no hubiese sido posible sin su valiosa colaboración y comprensión.

A las personas: Ing. Agr. MSc. Mirna Barrios, Ing. Agr. Oscar Castillo, Tec. Agr. Nadia López, Tec. Agr. Lilliana Uriarte, a los señores Noel López y Julio Hernández, por la colaboración al desarrollo de investigación.

A mis padres y hermanos que siempre me brindaron su apoyo y comprensión e incondicional.

A todos los que me han brindado su amistad, aprecio, y siempre me han apoyado y aconsejado para ir hacia adelante, y que siempre han confiado en mí.

Ervin Miguel González López

INDICE GENERAL

SECCION

INDICE DE FIGURAS

RESUMEN

I	INTRODUCCION.....	1
II	MATERIALES Y METODOS.....	4
2.1	Ubicación del Estudio.....	4
2.2	Evaluación de fungicidas <i>in vitro</i> para el control de cuatro aislados de <i>Fusarium oxysporum</i>	4
2.2.1	Inóculo.....	4
2.2.2	Efecto protector de los fungicidas.....	5
2.2.3	Efecto erradicativo de los fungicidas.....	5
2.2.4	Evaluación.....	6
2.2.5	Análisis estadístico.....	6
2.3	Determinación de la dosis óptima de los fungicidas promisorios	6
2.3.1	Inóculo.....	6
2.3.2	Análisis estadístico.....	7
III	RESULTADOS.....	8
3.1	Evaluación de fungicidas <i>in vitro</i> para el control de cuatro aislados de <i>Fusarium oxysporum</i>	8
3.1.2	Evaluación del método.....	11
3.2	Determinación de la dosis óptima de los fungicidas promisorios para el control de <i>Fusarium oxysporum</i>	14
IV	DISCUSION.....	20
4.1	Evaluación de fungicidas <i>in vitro</i> para el control de <i>Fusarium oxysporum</i>	20
4.2	Determinación de la dosis óptima de los fungicidas promisorios para el control de <i>Fusarium oxysporum</i>	21
V	CONCLUSIONES.....	23
VI	RECOMENDACIONES.....	24
VII	REFERENCIAS.....	25

INDICE DE FIGURAS

FIGURA No.

1	Porcentaje de control <i>in vitro</i> de <i>Fusarium Oxysporum</i> por la aplicación de diferentes fungicidas.....	9
2	Porcentaje de control <i>in vitro</i> de diferentes aislados de <i>Fusarium oxysporum</i> , bajo dos métodos de aplicación protectivo y erradicativo.....	10
3	Porcentaje de control <i>in vitro</i> de <i>Fusarium oxysporum</i> por la aplicación de los diferentes fungicidas, bajo dos métodos de aplicación protectivo y erradicativo.....	12
4	Porcentaje de control <i>in vitro</i> de <i>Fusarium oxysporum</i> bajo dos métodos de aplicación, protectivo y erradicativo.....	13
5	Porcentaje de control <i>in vitro</i> de <i>Fusarium oxysporum</i> causado por diferentes dosis de fluazinam, captan + carboxin (Vitavax) y benomil, bajo los métodos de aplicación, protectivo y erradicativo.....	15
6	Probits del porcentaje de control <i>in vitro</i> de <i>Fusarium oxysporum</i> causado por diferentes dosis de fluazinam, utilizadas de forma protectiva y erradicativa.....	17
7	Probits del porcentaje de control <i>in vitro</i> de <i>Fusarium oxysporum</i> causado por diferentes dosis de captan + carboxin (vitavax), utilizadas de forma protectiva y erradicativa.....	18
8	Probits del porcentaje de control <i>in vitro</i> de <i>Fusarium oxysporum</i> causado por diferentes dosis de benomil, utilizadas de forma protectiva y erradicativa.....	19

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar siete fungicidas *in vitro* para el control de *Fusarium oxysporum* (Sch.) Snyder et Hansen fueron realizados dos experimentos durante Julio de 1995 a Abril de 1996, en el laboratorio de fitopatología del Centro Experimental de Café del Norte (UNICAFE). En el primer experimento se evaluaron los fungicidas: oxicloruro de cobre 7.5 g/m² de i.a.; óxido de cobre 7.5 g/m² de i.a.; clorotalonil 4 g/m² de i.a.; fluazinam 3 g i a/m²; hexaconazol 0.26 g/m² de i.a.; benomil 3.5 g/m² de a.i; captan 4.5 g/m² de a.i + carboxin 4.5 g/m de i.a, contra cuatro aislados de *F. oxysporum* con dos métodos de aplicación. (protectivo y erradicativo), y un testigo absoluto. Se usó un diseño de Bloque Completos al Azar (BCA) con cuatro repeticiones. Se encontró que los fungicidas fluzinam, benomil y captan + carboxin proporcionaron los mayores valores de control (protectivos y erradicativos) de los fungicidas promisorios, utilizándose las siguientes dosis: fluazinam (0.5, 1.5, 4.5 y 6 g/m² de a.i.), benomil (0.5, 1,2,3 y 5 g/m² de i.a.), y captan + carboxin(1,3,5,7 y 9 g/m² de i.a.) más un testigo absoluto para conformar un total de 31 tratamientos. Se usó un diseño Completo de Azar (DCA) con cuatro repeticiones. Se encontró que los fungicidas captan + carboxin (Vitavax), benomil y fluazinam controlaron e inhibieron el crecimiento de *F. oxysporum*. El benomil y fluazinam aplicados de forma protectiva ejercieron excelente control de *F. oxysporum*. De forma erradicativa no presentaron control significativo. La DL₅₀ de captan + carboxin (Vitavax) aplicado de forma protectiva fue estimada en 2.84 g/m². Con el incremento de las dosis de captan + carboxin (Vitavax) aplicado de forma erradicativa no ocurrió incremento en el control del hongo. La aplicación protectiva de los fungicidas evaluados fue la que presentó el mejor efecto de control sobre *F. oxysporum*.

I - INTRODUCCION

El café (*Coffea arabica* L.) es una planta perteneciente a la familia de las Rubiaceas; es el rubro más importante para Nicaragua, generando divisas y empleo. Obregón (1994), afirma que en los años 80 el aporte en divisas del cultivo fue de 35 por ciento de las exportaciones totales y un 45 por ciento de las agropecuarias. UNICAFE (1995), en su informe trimestral refiere que el área en producción durante el ciclo 1994/1995 fue de 99,077 ha.

El cultivo del café es afectado por enfermedades, plagas, malezas y nemátodos que disminuyen la producción; en este sentido es tarea de la investigación tratar de solucionar estos problemas.

Sarasola & Rocca (1975), mencionan que en la fase de semillero del cultivo de café, la enfermedad más importante es la conocida como mal del talluelo (damping off), el cual puede ser causado por: *Fusarium sp.*, *Rhizoctonia solani* Kuhn y *Pythium sp.*, actuando aisladamente o en sinergismo. Ubeda (1994), indica que el Laboratorio de Fitopatología del Centro Experimental del Café del Norte (UNICAFE) registra a *R. solani* Kuhn y *F. oxysporum* como los patógenos comúnmente encontrados en plántulas de café con síntomas del mal del talluelo.

Ubeda & López (1995), sostienen que dentro del género *Fusarium*, la especie más común asociada al mal del talluelo en semillero y vivero, así como la marchitez lenta en plantaciones de café es *F. oxysporum*. Gil (1991), manifiesta que *Fusarium* es muy severo durante los primeros cuatro meses de vivero; en este período las plantas pueden morir en un lapso entre ocho a diez días y causar pérdidas hasta de 50 por ciento del vivero.

Agrios (1988), agrega que el mal del talluelo (Damping off) por ser causado por una serie de patógenos de dos clases diferentes: Oomycetes y Deuteromycetes; al momento de utilizar químicos, debe de saberse cual es la clase presente para poder seleccionar el o los productos indicados.

Agrios (1985) y Thurston (1989), mencionan que *F. oxysporum* produce tres tipos de esporas asexuales: microconidios, macroconidos y clamidosporas. Diversos autores como: Sherif & McNab (1986), Thurston (1989) y García (1992), afirman que el patógeno inverna en el suelo en forma de esporas, pero con mayor frecuencia en forma de clamidosporas, pudiendo sobrevivir en el suelo por más de diez años debido a que diferentes plantas hospederas son atacadas por el patógeno.

El hongo *F. oxysporum* puede asociarse con otros patógenos que permiten una mayor agresividad. Monterroso (1973), cita que la asociación de *Pratylenchus coffeae* Filipjev y *Meloidogyne exigua* Goeldi con el hongo *F. oxysporum* forman un complejo altamente detrimental para las plantas de café en vivero. Dhaliwal et al., (1963) y Castaño & Mendoza (1994), recomiendan que el tratamiento del suelo con nematicida puede reducir la incidencia, pues elimina los nemátodos que pudieran abrir entradas para el hongo.

La marchitez lenta del cafeto es un problema que actualmente causa pérdidas económicas a los caficultores. López et al., (1993), mencionan que la enfermedad está afectando los cafetos de la IV Región de Nicaragua, registrándose un 17.8 por ciento de fincas afectadas, con un máximo de incidencia de 8.88 por ciento de cafetos muertos. Calderón et al., (1993), han aislado e identificado cinco cepas de *Fusarium sp.* asociadas a la enfermedad

Agrios (1985), Castaño & Mendoza (1994), afirman que la marchitez es más severa en suelos arenosos, livianos y a temperaturas entre 27 y 33°C. Además, es favorecida por niveles bajos de potasio y altos de nitrógeno, pH de 5 a 5.6. La enfermedad decrece en suelos con pH de 7.

Para reducir las pérdidas causadas por el mal del talluelo es común entre técnicos y agricultores, el uso de penta cloruro nitro benceno (PCNB) en el combate de la enfermedad. Ubeda (1995), informa que el PCNB reduce la enfermedad cuando es provocada por *R. solani*, sin embargo, no es fungitóxico para *F. oxysporum*.

Barbosa & Blandón (1992), mencionan que para controlar las enfermedades se han hecho uso indiscriminado de productos químicos aplicado al suelo en mezclas, dosis y frecuencia no adecuadas, lo cual ha ocasionado en algunos casos la resistencia de algunos patógenos a ciertos fungicidas que más bien elevan los costos de producción.

La evaluación de productos *in vitro* permite obtener resultados en corto tiempo y costos reducidos; lo que sirve como una práctica de apoyo para la evaluación en campo. De esto se puede deducir que todo fungicida debería ser probado *in vitro* y posteriormente a nivel de campo. Dada la problemática antes planteada se desarrolló el presente trabajo con los objetivos de:

- 1) Estudiar el efecto de fungicidas protectores y sistémicos sobre el control *in vitro* de diferentes aislados de *F. oxysporum*.
- 2) Determinar si los fungicidas presentan propiedades protectoras y erradicativas.
- 3) Determinar la dosis óptima de los fungicidas que presenten un mejor control de *F. oxysporum*.

II - MATERIALES Y METODOS

2.1 - Ubicación del estudio

El estudio fue conducido de julio 1995 a abril 1996 en el laboratorio de Protección Vegetal del Centro Experimental del Café del Norte (C.E.C.N) UNICAPE, situado en el km 136 carretera al Tuma, empalme San Francisco (12° 55' 24" latitud norte y 85° 50' 30" longitud oeste); Matagalpa, Nicaragua.

Las muestras de campo fueron desinfectadas con hipoclorito de sodio al 3% durante 3 minutos y enjuagados con agua destilada estéril; luego colocado en cámaras húmedas y posteriormente sembrados en medios de cultivos con el fin de obtener colonias puras del hongo.

Para preparar un litro del medio P.D.A. (Papa, dextrosa y Agar), se cocinó 200 gramos de papa pelada, luego se obtuvo el jugo de papa, al que se le mezcló 15 gramos de agar y 8 gramos de dextrosa. El medio fue esterilizado en autoclave durante 45 minutos a 15 libras de presión y vertido en platos petri; en la cámara de flujo laminar donde a la vez se agregaron 2 gotas de ácido láctico al 25% para inhibir cualquier crecimiento bacteriano.

En el cuarto de aislamiento, el medio de cultivo se abrió ligeramente cerca del mechero e introducir el tejido afectado con asa estéril. Cada plato petri fue sellado y debidamente rotulado con la fecha y el día en que se realizó la siembra y un número codificado para fines de ordenamiento de los tratamientos.

El experimento se llevó a cabo en dos etapas diferentes, en la primera se evaluaron siete fungicidas en dosis comercial para el control de cuatro aislados de *F. oxysporum*, en la segunda se evaluaron los fungicidas promisorios contra el aislado La Cuesta.

2.2 - Evaluación de fungicidas *in vitro* para el control de cuatro aislados de *Fusarium oxysporum* (Sch.) Snyder et Hansen.

2.2.1 - Inóculo

El inóculo fue aislado de plantas de cafeto y fue cultivado y reproducido en PDA (papa, dextrosa y agar), en incubadora a 25°C bajo oscuridad. Se obtuvieron cuatro aislados de *F. oxysporum* que fueron recolectados de las fincas cafetaleras: Chale Haslan, Tuma, Santa Marta y Vietnam.

Los tratamientos evaluados consistieron de siete fungicidas: óxido de cobre 7.5 g/m² de i.a (Cobre-Nordox), oxiclóruo de cobre 7.5 g/m² de i.a (Oxicloruro de cobre), fluazinam 3 g/m² de i.a (Shogun), hexaconazol 0.0087 g/m² de i.a (Anvil), clorotalonil 4 g/m² de i.a (Daconil 2787), benomil 3.5 g/m² de i.a (Benlate), captan 4.5 g/m² de i.a + carboxin 4.5 g/m² de i.a (Vitavax 300); contra cuatro aislados de *F. oxysporum*.

Para determinar las propiedades de cada fungicida, fueron simulados *in vitro* dos métodos de aplicación: protectivo y erradicativo, para los dos métodos de aplicación se utilizó un testigo por cada aislado para conformar un total de 60 tratamientos.

Para preparar los tratamientos los fungicidas, fueron disueltos en agua destilada a razón de 3 l/m², en cada plato petri se colocaron 5 ml de la suspensión fungicida. Los tratamientos fueron arreglados en un diseño de bloques completamente al azar (BCA) con cuatro repeticiones. Cada plato petri fue considerado como una unidad experimental, el cual tiene un área de 63.62 cm².

2.2.2 - Efecto protectorio de los fungicidas.

De los platos petri que contenían el hongo, se aislaron discos de micelio de 7 mm de diámetro, y se colocaron en el centro de los platos petri que contenían el medio PDA, mezclado con cada uno de los tratamientos.

2.2.3 - Efecto erradicativo de los fungicidas.

El método erradicativo, consistió en sumergir el disco de micelio en la concentración fungicida, para luego colocarlo en el plato petri que contenía PDA, el testigo fue inmerso en agua destilada.

2.2.4 - Evaluación

Para conocer el efecto de los tratamientos sobre el control de los diferentes aislados de *F. oxysporum*, se midió el crecimiento del micelio, por medio de la medición del diámetro de la colonia fúngica a los 14 días, comparado con el diámetro del tratamiento testigo (sin fungicida), utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de control} = 100 - \left(\frac{\text{diámetro con fungicida}}{\text{diámetro sin fungicida}} \right) * 100$$

2.2.5 - Análisis estadístico

Se realizó análisis de varianza (ANDEVA), con el fin de encontrar diferencias significativas entre los tratamientos, además, se efectuó una separación de medias por Tukey al 5% para determinar las categorías estadísticas.

2.3 - Determinación de la dosis óptima de los fungicidas promisorios.

Con base a los resultados de la primera fase, se seleccionaron los fungicidas que resultaron promisorios en el control de *F. oxysporum* con el fin de determinar la dosis óptima que controla el patógeno.

2.3.1 - Inóculo

El aislado de *F. oxysporum* que se utilizó en la segunda etapa se obtuvo de la hacienda La Cuesta, el cual se reprodujo en PDA con el fin de obtener colonias puras. El inóculo consistió de discos de micelios de 7 mm de diámetro.

Los tratamientos se seleccionaron en dependencia de aquellos fungicidas que tuvieron el mejor porcentaje de control del patógeno en la primera fase, los cuales fueron: fluazinam (0.5, 1.5, 3, 4.5, 6 g/m² de i. a), captan + carboxin (1, 3, 5, 7 y 9 g/m² de i.a) y benomil (0.5, 1, 2, 3 y 5 g/m² de i a) más un testigo absoluto para conformar un total de 31 tratamientos. Se usó un diseño Completo al Azar (DCA).

Para determinar las propiedades de cada fungicida, fueron simulados *in vitro* los dos métodos de aplicación: protectivo y erradicativo siguiendo el procedimiento antes descrito.

2.3.2 - Análisis estadístico

Para determinar la dosis letal (DL_{50}), se realizó análisis de regresión con la variable porcentaje de control, conforme al procedimiento antes mencionado.

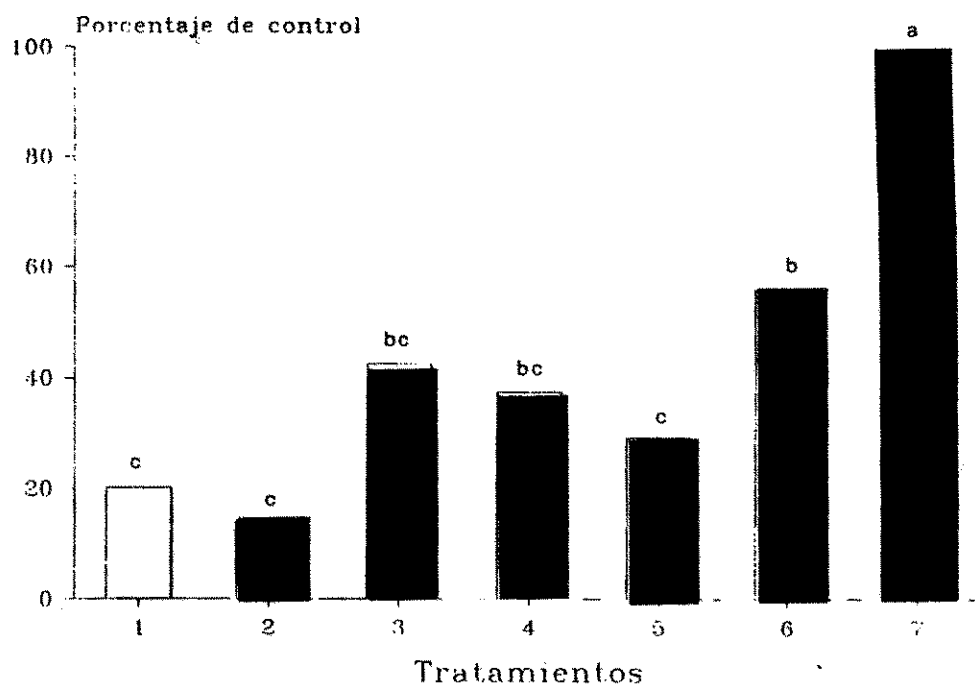
El porcentaje de control fue transformado en PROBIT. La regresión lineal de los probit fue considerada como variable dependiente y las dosis (transformadas en logaritmo) como variable independiente permitiendo obtener la curva de respuesta (Finney, 1945). Todos los cálculos estadísticos fueron realizados en SYSTAT.

III - RESULTADOS

3.1. Evaluación de fungicidas *in vitro* para el control de *Fusarium oxysporum*

El análisis de varianza ($P = 0.05$), permitió detectar diferencia significativa entre los tratamientos para la variable porcentaje de control, independientemente del método de aplicación de los fungicidas. La prueba de Tukey ($P = 0.05$) indica que el mejor tratamiento fue captan + carboxin (Vitavax); seguido de los fungicidas fluazinam, hexaconazol y benomil. El óxido de cobre, oxiclорuro de cobre, clorotalonil presentaron menor porcentaje de control como se observa en la Figura 1.

El análisis de varianza ($P = 0.05$) no permitió detectar diferencia significativa entre los diferentes aislados de *Fusarium oxysporum* a como se puede ver en la Figura 2.



1: oxido de cobre (7.5 g/m² de i.a.)

2: oxiclورو de cobre (7.5 g/m² de i.a.)

3: fluazinam (3 g/m² de i.a.)

4: hexaconazol (0.26 g/m² de i.a.)

5: clorotalonil (4 g/m² de i.a.)

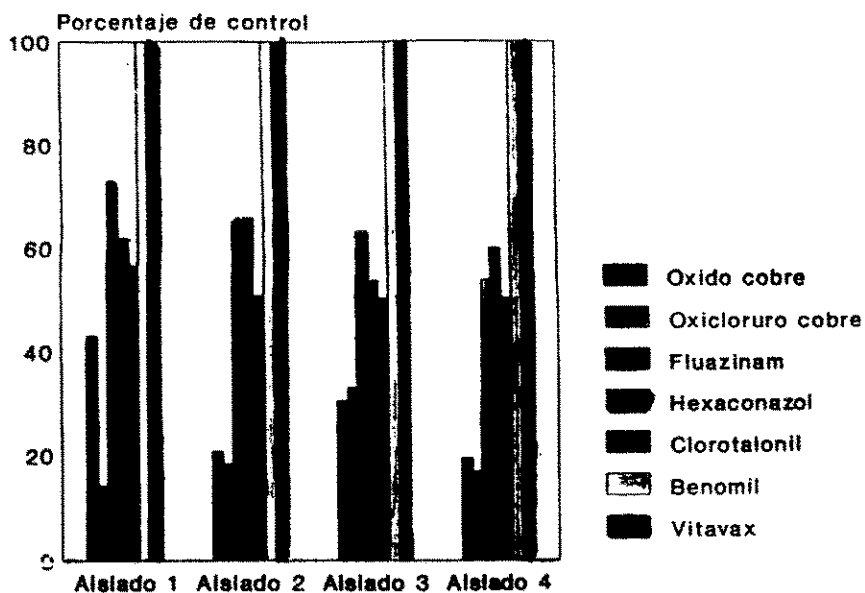
6: benomil (3.5 g/m² de i.a.)

7: captan (4.5 g/m² de i.a.) + carboxin (4.5 g/m² de i.a.)

Según la prueba de Tukey P = 0.05 medias con letras iguales no difieren significativamente.

Figura 1. Porcentaje de control *in vitro* de *Fusarium oxysporum* por la aplicación de diferentes fungicidas.

Protectivo



Erradicativo

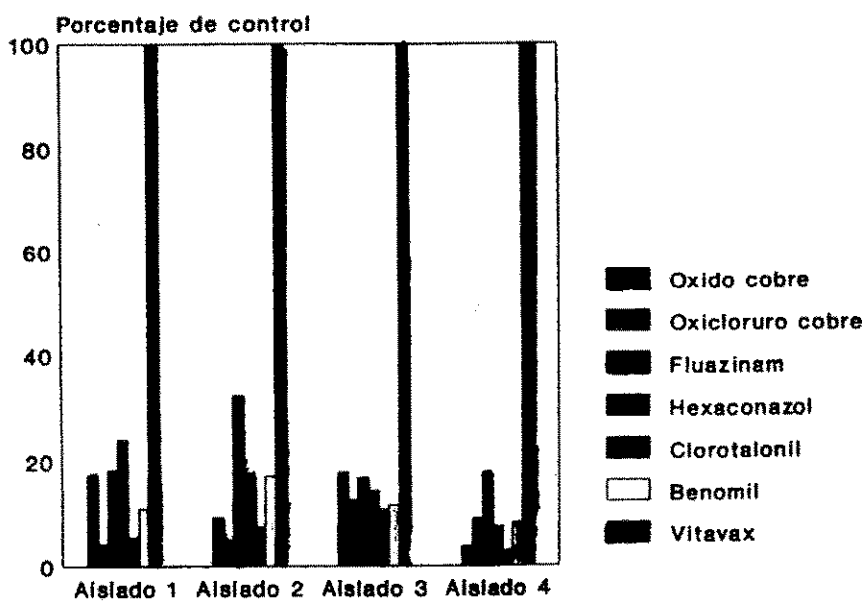


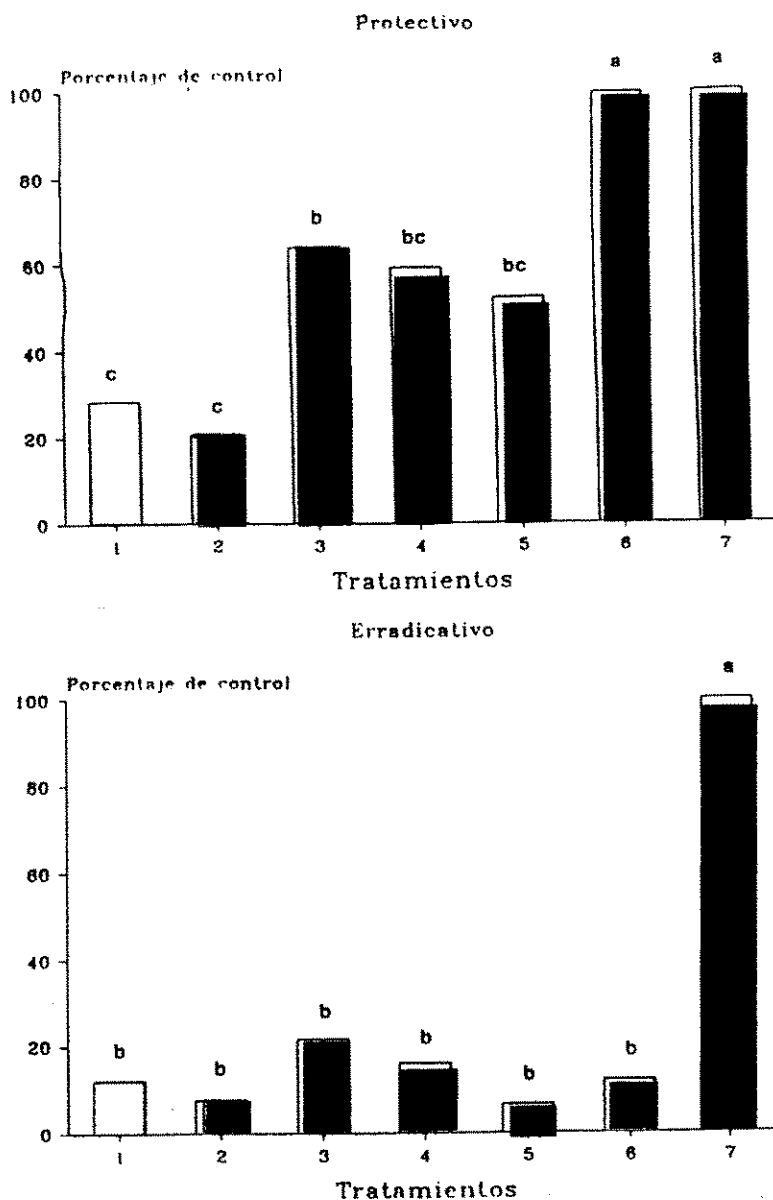
Figura 2. Porcentaje de control *in vitro* de diferentes aislados de *Fusarium oxysporum* bajo dos métodos de aplicación, protectivo y erradicativo.

Los mejores tratamientos de forma protectiva fueron el benomil y el captan + carboxin (Vitavax), seguido por fluazinam que presentó porcentaje de control de 70 por ciento. El oxiclورو de cobre, óxido de cobre, hexaconazol y clorotalonil presentaron valores bajos de control.

Bajo el método erradicativo, el mejor tratamiento fue el captan + carboxin (Vitavax). Los demás fungicidas no mostraron efecto erradicativo, véase la Figura 3.

3.1.2. Evaluación del método.

Se encontró diferencia significativa entre el método protectivo y el erradicativo, encontrándose que los fungicidas evaluados presentan mayor porcentaje de control cuando son utilizados de forma protectiva, a como se ejemplifica en la Figura 4.



- 1: oxido de cobre (7.5 g/m² de i.a.)
- 2: oxiclورو de cobre (7.5 g/m² de i.a.)
- 3: fluazinam (3 g/m² de i.a.)
- 4: hexaconazol (0.26 g/m² de i.a.)
- 5: clorotalonil (4 g/m² de i.a.)
- 6: benomil (3.5 g/m² de i.a.)
- 7: captan (4.5 g/m² de i.a.) + carboxin (4.5 g/m² de i.a.) Vitavax

Figura 3. Porcentaje de control *in vitro* de *Fusarium oxysporum* por la aplicación de los diferentes fungicidas, bajo dos métodos de aplicación protectivo y erradicativo.

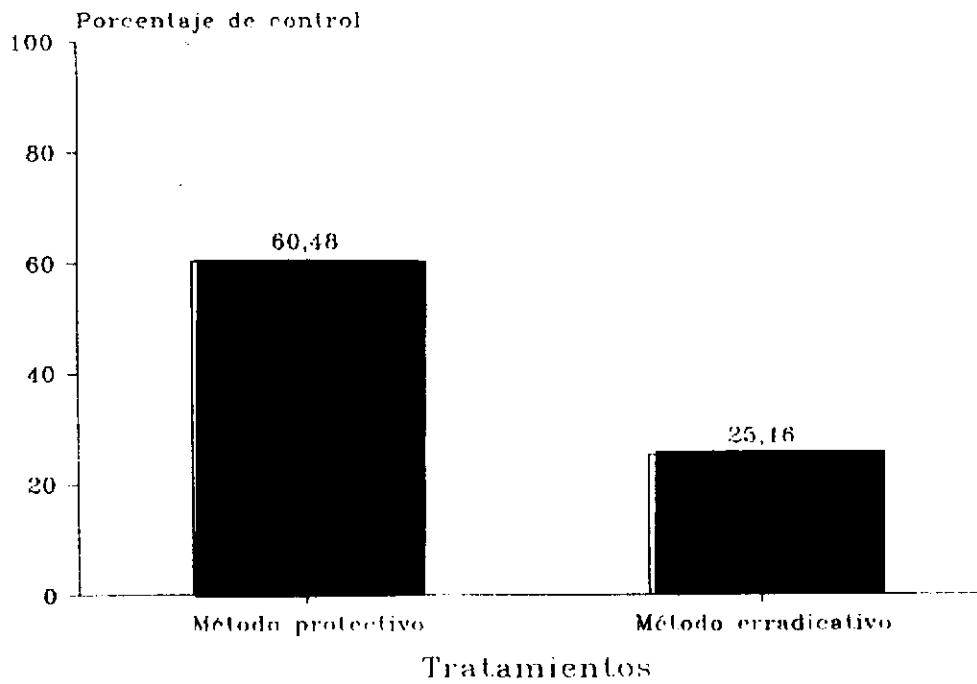
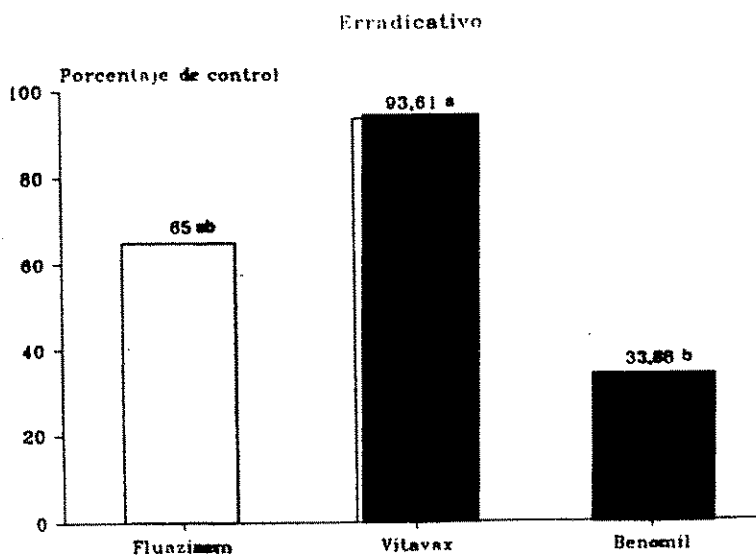
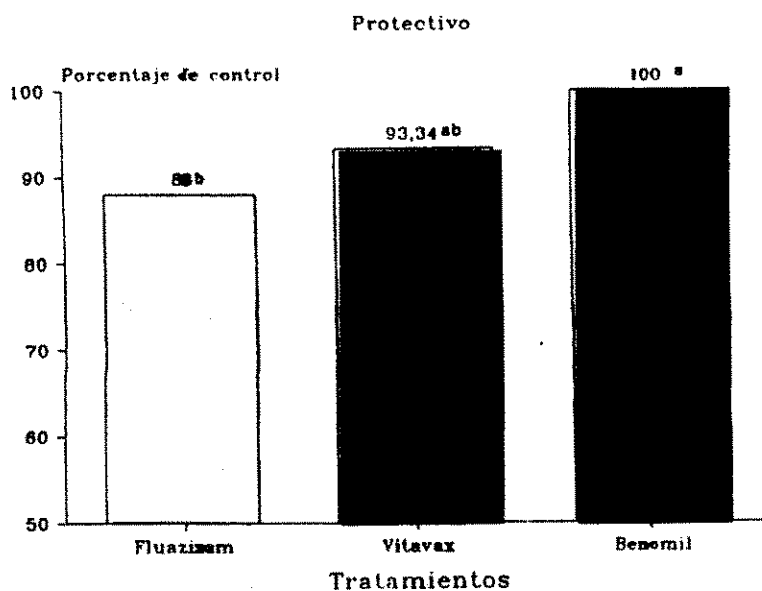


Figura 4. Porcentaje de control *in vitro* de *Fusarium oxysporum* bajo dos métodos de aplicación, protectivo y erradicativo

3.2. Determinación de la dosis óptima de los fungicidas promisorios para el control de *Fusarium oxysporum*.

El análisis de varianza ($P = 0.05$), muestra que existen diferencias significativas entre los fungicidas. Por medio de la prueba de Tukey ($P = 0.05$), se encontró que el mejor tratamiento de forma protectiva fue el benomil, seguido de captan + carboxin (Vitavax) y fluazinam (Figura 5).

Bajo el método erradicativo, el mejor tratamiento fue el captan + carboxin (Vitavax), el cual tuvo igual porcentaje de control para ambos métodos, siendo de forma protectiva de 93.34 y de forma erradicativa de 93.61. El fluazinam resultó tener un porcentaje de control más bajo de forma protectiva, sin embargo, de forma erradicativa superó al benomil, a como se puede apreciar en la Figura 5.



fluazinam (0.5, 1.5, 3, 4.5 y 6 g/m² de i.a.)

Vitavax (captan + carboxin, 1, 3, 5, 7 y 9 g/m² de i.a.)

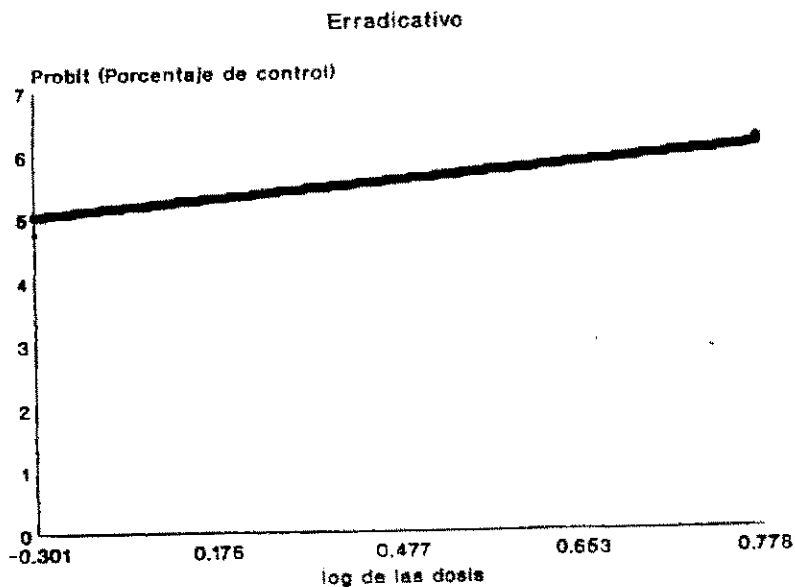
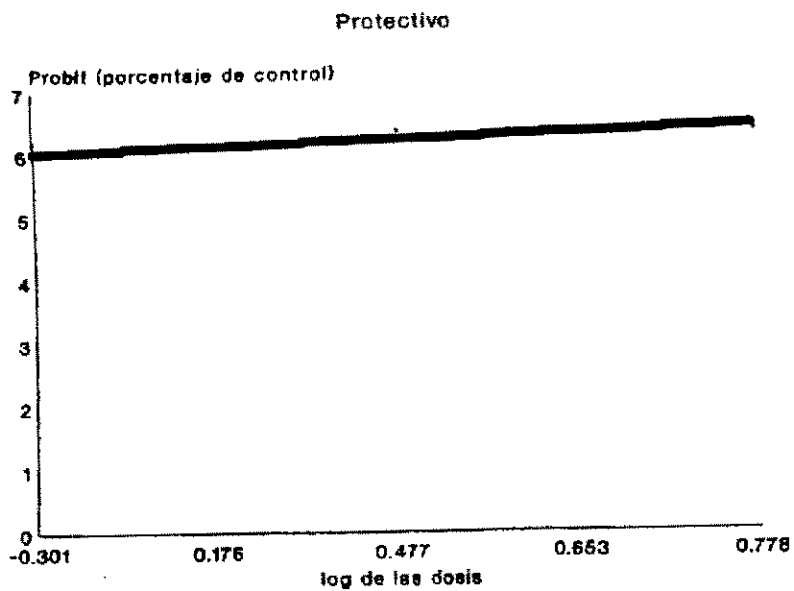
benomil (0.5, 1, 2, 3 y 5 g/m² de i.a.)

Figura 5. Porcentaje de control *in vitro* de *Fusarium oxysporum* causado por diferentes dosis de fluazinam, captan + carboxin (Vitavax) y benomil, bajo los métodos de aplicación, protectiva y erradicativa.

El análisis de regresión entre los probits de los porcentajes de control y el logaritmo de las dosis de fluazinam, no permitió detectar diferencias significativas entre las diferentes dosis evaluadas de forma protectiva y erradicativa, según se observa en la Figura 6.

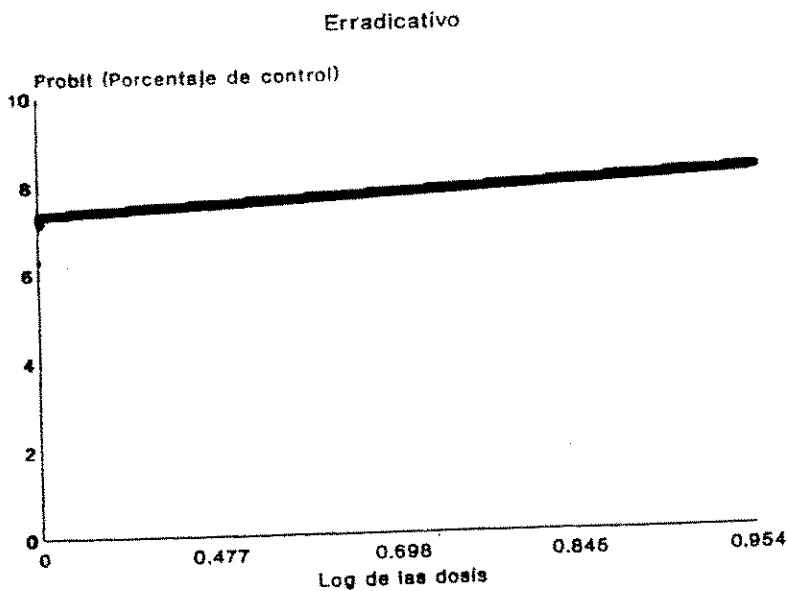
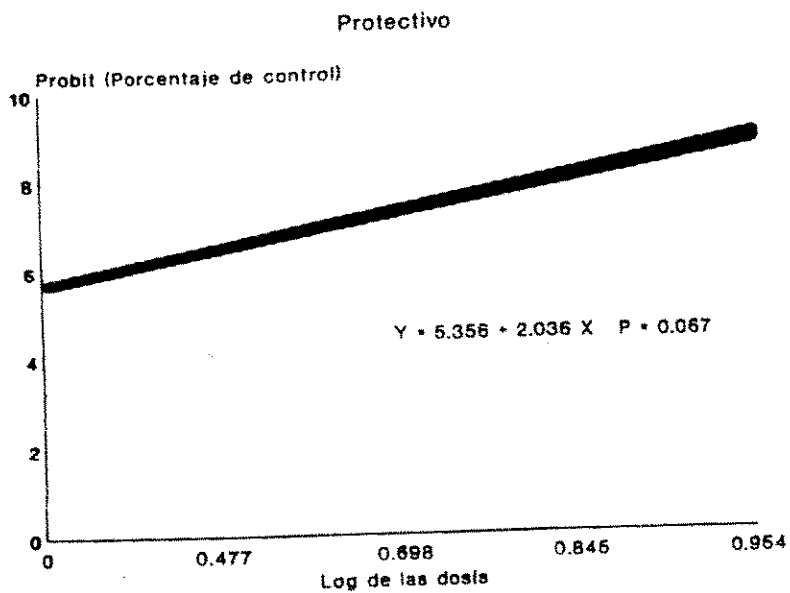
El análisis de regresión del captan + carboxin (Vitavax) permitió detectar diferencia significativa entre las dosis evaluadas de forma protectiva. La DL_{90} de forma protectiva fue estimada en 2.84 g/m² de i.a. De forma erradicativa no se encontró diferencia significativa entre las dosis evaluadas, a como se puede ver en la Figura 7.

El análisis de regresión del benomil no permitió detectar diferencia significativa entre las dosis evaluadas de forma protectiva ya que el producto controló el patógeno en 100 por ciento. De forma erradicativa se determinó diferencia significativa entre las dosis evaluadas, la DL_{90} se estimó en 35.8 g/m² de i.a. (Ver Figura 8)



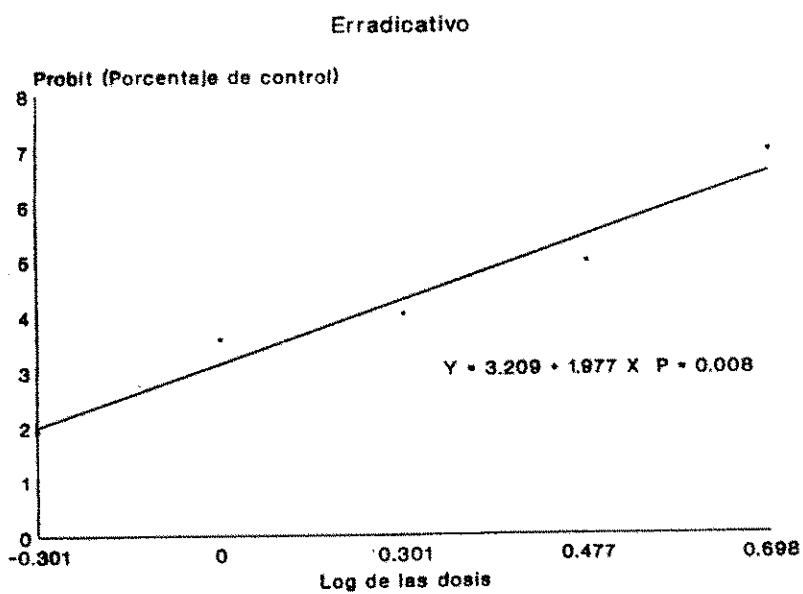
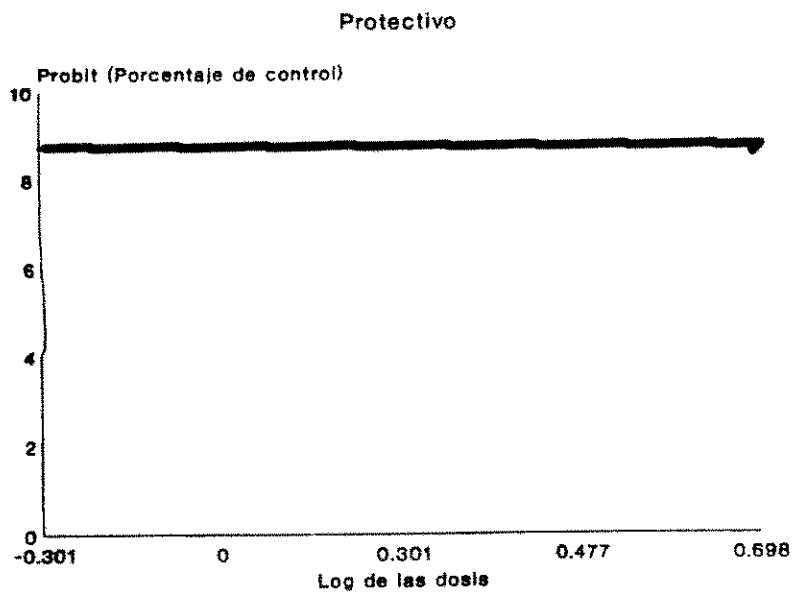
fluazinam (0.5, 1.5, 3, 4.5 y 6 g/m² de i.a.)
log: logaritmo

Figura 6. Probits del porcentaje de control *in vitro* de *Fusarium oxysporum* causado por diferentes dosis de fluazinam utilizada de forma protectiva y erradicativa.



Vitavax (captan + carboxin, 1, 3, 5, 7 y 9 g/m² de i.a.)
log: logaritmo

Figura 7. Probits del porcentaje de control *in vitro* de *Fusarium oxysporum* causado por diferentes dosis captan + carboxin (Vitavax), utilizado de forma protectiva y erradicativa.



benomil (0.5, 1, 2, 3 y 5 g/m² de i.a.)
log: logaritmo

Figura 8. Probits del porcentaje de control *in vitro* de *Fusarium oxysporum* causado por diferentes dosis de benomil, utilizado de forma protectiva y erradicativa.

IV - DISCUSION

4.1. Evaluación de fungicidas *in vitro* para el control de *Fusarium oxysporum*

Los fungicidas captan + carboxin (Vitavax) y benomil controlaron eficazmente *in vitro* el crecimiento de *F. oxysporum*, seguidos por fluazinam. Estos productos tienen alta eficiencia para detener el crecimiento del hongo.

El captan + carboxin (Vitavax) bajo el método protectivo y erradicativo, controló *F. oxysporum* a dosis comercial. El benomil de forma protectiva controló el patógeno en alto porcentaje, sin embargo, de forma erradicativa tuvo un bajo control. Guenzi (1974), Cremlyn (1986) y Del Río (1992), mencionan que benomil es extremadamente tóxico para muchos géneros de la clase Deuteromycetes (*Fusarium* y *Rhizoctonia*), sin embargo, no es tóxico para los géneros de la clase Oomycetes.

El fluazinam controló el patógeno en 70 por ciento de forma protectiva, por lo que se considera un producto promisorio para el control de *F. oxysporum*, sin embargo, de forma erradicativa el porcentaje de control fue bajo.

El óxido de cobre, oxiclóruo de cobre, hexaconazol y clorotalonil ejercieron un bajo porcentaje de control de *Fusarium* con ambas formas de aplicación. Los resultados coinciden con los encontrados por Blandón (1992) que observó que el oxiclóruo de cobre (Cupravit) controló en bajo porcentaje a *F. oxysporum*. En relación al óxido de cobre los resultados son diferentes a los encontrados por Ubeda (comunicación personal), Thomson (1985) y Monterroso (1991). La diferencia de estos resultados puede ser atribuido a que en este estudio fue utilizado óxido de cobre (Nordox), mientras que en las pruebas realizadas por Ubeda (comunicación personal) se utilizó óxido de cobre de la Sandoz.

4.2. Determinación de la dosis óptima de los fungicidas promisorios para el control de *Fusarium oxysporum*.

No se detectó diferencias significativas entre las dosis de benomil (0.5, 1, 2, 3 y 5 g/m² de i.a.) ya que el producto controló el patógeno en un 100 por ciento; por lo que para poder determinar su DL₅₀, se deberá disminuir las dosis evaluadas. Estos resultados indican que las dosis que recomiendan los fabricantes del producto podría ser disminuidas en aquellos lugares donde no exista historial de uso del producto.

El buen nivel de control de *Fusarium* sp. por el benomil ya ha sido informado por diferentes autores Thomson (1985), Blandón (1992) que lo evaluó contra *F. oxysporum*, y Ubeda (1992) contra *F. subglutinans*. Sin embargo, el benomil aplicado de forma erradicativa requiere de dosis elevadas. La DL₅₀ encontrada para benomil está fuera del rango evaluado. Esto significa que para obtener una dosis óptima de control erradicativo se deben incrementar la dosis. Sin embargo, esto tendría como consecuencia incremento en los costos, mayor riesgos de seleccionar poblaciones resistentes al producto. Por tal razón, el benomil deberá ser utilizado de forma protectiva.

Además de *Fusarium*, el benomil controla satisfactoriamente *Rhizoctonia solani* (Fonseca, 1995); por tanto, este fungicida es una alternativa de control para el damping off causado por estos dos patógenos.

El captan + carboxin (Vitavax) ejerció control significativo de forma protectiva como erradicativa para *Fusarium oxysporum*. Thomson (1985), afirma que el carboxin ejerce un control eficiente contra el damping off. Sin embargo, Barberá (1988), afirma que el captan + carboxin (Vitavax) en suelos con pH ácidos es oxidado rápidamente, en tales suelos su eficiencia protectora de enfermedades se reduce con cierta rapidez.

Martínez (1997) también encontró que el captan + carboxin (Vitavax) aplicado a substratos de semilleros (suelo y en arena) presentó bajo control de *Rhizoctonia solani*.

Las observaciones de los autores antes mencionados sugieren que el captan + carboxin debe ser utilizado en el tratamiento de semillas. Bautista (1991), encontró que captan + carboxin (Vitavax) controlan *Rhizoctonia solani* en semillas de café. IICA (1988), afirma que el carboxin estimula la germinación de la semilla de café tanto de *Cofea arabica* como de *Cofea canephora*, por lo tanto se debe usar para la desinfección de semilla.

Se encontró que fluazinam ejerció un buen porcentaje de control para *F. oxysporum* de forma protectiva y erradicativa. El hecho de no haber detectado diferencia significativa entre las dosis de fluazinam puede ser atribuido a que el producto controla el patógeno aún en dosis bajas; por lo que para detectar su DL_{50} hay que disminuir las dosis (Ubeda, 1995)

Ubeda (1995) menciona que fluazinam aplicado de forma protectiva, ejerce un excelente control de *R. solani*. Según los resultados obtenidos en este estudio y los obtenidos por Ubeda (1995) indican que fluazinam controla eficientemente *F. oxysporum* y *R. solani*, por tanto los productores disponen de un fungicida para el control del mal del talluelo causado por ambos patógenos.

Bajo el método protectivo se obtuvieron los mayores porcentajes de control de los fungicidas, contrario a lo esperado con los fungicidas sistémicos (benomil y hexaconazol) que no presentaron control de forma erradicativa.

V - CONCLUSIONES

Los fungicidas captan + carboxin (Vitavax), benomil y fluazinam controlaron e inhibieron el crecimiento de *Fusarium oxysporum*.

El captan + carboxin (Vitavax) en dosis comercial controló el crecimiento de *Fusarium oxysporum* de forma protectora como erradicativa.

El benomil y fluazinam aplicados de forma protectora ejercieron excelente control de *Fusarium oxysporum*. De forma erradicativa no presentaron control significativo.

El oxiclóruo de cobre, óxido de cobre, hexaconazol y el clorotalonil presentaron bajo porcentaje de control de *Fusarium oxysporium*.

La DL_{50} de captan + carboxin (Vitavax) aplicado de forma protectora fue de 2.84 g/m². Con el incremento de las dosis de captan + carboxin (Vitavax) aplicado de forma erradicativa no ocurrió incremento en el control del hongo.

La aplicación protectora de los fungicidas evaluados fue la que presentó el mejor efecto de control de *Fusarium oxysporum*.

VI - RECOMENDACIONES

Evaluar el captan + carboxin (Vitavax), benomil y el fluazinam a nivel de campo, para determinar el efecto contra el patógeno *Fusarium oxysporum*.

Evaluar el efecto de captan + carboxin (Vitavax) como desinfectante de semilla de café, ya que es altamente fungitóxico para *Fusarium oxysporum*.

Usar el método protectivo, ya que los fungicidas ejercen un mejor control del hongo.

Cuando se utilice benomil para el control de *Fusarium oxysporum*, se debe alternar con otros fungicidas para evitar la selección de poblaciones resistentes al patógeno.

VII - REFERENCIAS

- Agrios, G. N. 1985. Fitopatología. Primera Edición. Editorial Limusa. México. 371 pp
- Agrios, G. N. 1988. Plant Pathology. Third Edition. Edition published by ACADEMIC PRESS INC. (LONDON). 293 pp.
- Barberá, C. 1988. Pesticidas agrícolas. Tercera edición. Edición Omega S A. 265 pp.
- Bautista, P. F. 1991. Evaluación de fungicidas en prevención y control de *Rhizoctonia solani* Kuhn en semilleros de café. In XIV simposio de caficultura Latinoamericana, ciudad Panamá. Pp 86 - 88.
- Barbosa, T. I. & Blandón, A. M. 1992. Enfermedades de los cafetos y su control . CONCAFE. Boletín técnico número dos. Nicaragua. 9 pp
- Blandón, R. A. M. 1992. Evaluación de seis fungicidas *in vitro* para el manejo de tres patógenos del cafeto (*Coffea arabica* L) Región IV. Trabajo de diploma. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 35 pp.
- Calderón, P. J., & Moterroso, D. & Hernández, B. 1993. Diagnóstico de distribución de la marchitez lenta del café en la IV Región de Nicaragua. Managua, Nicaragua. 32 pp
- Castaño, Z. J. & Mandoza, L. 1994. Guía para el diagnóstico y control de enfermedades en cultivos de importancia económica. Tercera Edición, El Zamorano. Honduras. 189 pp.
- Cremlyn, R. 1986. Plagidas modernos y su acción bioquímica. 2 ed. Editorial Limusa. México. Pp 207 - 208.
- Del Río, L. 1992. Control químico de las enfermedades. El Melonero. Departamento de Protección Vegetal. EAP. Honduras. N°. 12. Pp 1 - 6.
- Dhaliwal, S. T.; López, R, J.H.; Steiner. G.; Igaravidez, L.; Torres. S.A 1963. Studies of coffee root rot and horticultural practices for its amelioration. Experiment al Station, Puerto Rico. (no 36) 30 pp.
- Finney, D. F. 1945. Probit Analysis. Cambridge University Press, C. 20 pp.

- Fonseca, A. A. 1995. Evaluación de fungicidas para el manejo de gomosis *Mycosphaerella citrullina* (Smith) Gross) y mal del talluelo (*Rhizoctonia sp.*) en melón de exportación en Nicaragua. Trabajo de diploma. El Zamorano, Honduras. Pp 11-20.
- Gil, F. S. 1991. Enfermedades del cultivo del café. In. Manual del cultivo del café. . ISIC. NUEVO SAN SALVADOR, EL SALVADOR, C. A. 98 pp.
- García, C. E. 1992. Manejo racional de plagas en arveja China. In. Manejo integrado de plagas. ICTA. CATIE. ARF. Guatemala. Pp. 20-25.
- Guenzi, W. D. 1974. Pesticides in soil and water. Soil Science Society of America, Inc., publisher Madison, Wisconsin USA. 327 pp.
- IICA. 1988. Efecto del tratamiento con fungicida sobre la germinación de la semilla de café. In. Boletín de PROMECAFE. Pp 35-36
- López, G. E., Calderón, P.J. & Monterroso, D. 1993. Identificación de los agentes bióticos que provocan la marchitez lenta del café. Managua, Nicaragua. 21 pp.
- Martínez, M. O.J. 1997. Evaluación de químicos, solarización y agua caliente contra *Rhizoctonia solani* Kuhn en semilleros de café (*Coffea arabica* L.). Trabajo de diploma. In prees. 41 pp.
- Monterroso, D. 1973. Estudio de los nematodos que afectan el café (*Coffea arabica* L), su distribución en Puerto Rico y algunas alternativas de control. Tesis de M.Sc. Universidad de Puerto Rico. 112 pp.
- Monterroso, D. 1991. Enfermedades del cafeto. Fitopatólogo Proyecto MIP / CATIE - MAG / NICARAGUA. 21 pp.
- Obregón, S. 1994. Como mejorar el beneficiado humedo iniciativa PLANECO CAFE. in El café de Nicaragua. UNICAPE. Managua, Nicaragua. N°. 2. 10 pp.
- Sarasola, A. A. & Rocca, M. 1975. Introducción a la Fitopatología. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. Pp 156-157.
- Sherf, A. F. & McNab, 1986. Vegetable diseases and their control. USA. 2 ed. 320 pp.
- Thomson, W. T. 1985. Agricultural chemical. Book IV - Fungicidas. Thomson publicaciones, Fresno C-A USA. Pp 64.

- Thurston, H, D. 1989. Enfermedades de cultivos en el trópico/ H. D. Thurston; J. J. Galiano.; tr. - Turrialba, C.R.: Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza. 236 pp.
- Ubeda, H. R. 1992. Screenig de fungicidas no controle de *Fusarium subglutinans* agente causal de fusariose do abacaxizeiro. *In*. Resúmenes. Brasil. 10 pp.
- Ubeda, H. R. 1994. Control de *Rhizoctonia solani* INVITRO por aplicación de Fluazinam 500 F. CECN - UNICAFE. Matagalpa, Nicaragua. Artículo no publicado. 6 pp.
- Ubeda, H. R. 1995. Control de *Rhizoctonia solani* en vivero de café por la aplicación de Fluazinam 500 F. CECN - UNICAFE. Matagalpa, Nicaragua. Artículo no publicado. Pp 4.
- Ubeda, H. R. & López, N. 1995. Control de *Fusarium oxysporum* IN VITRO por la aplicación de fluazinam 500F. CECN - UNICAFE. Matagalpa, Nicaragua. Artículo no publicado. 7 pp.
- UNICAFE. 1995. Principales resultados del ciclo cafetalero 1994/1995. *In*. El caficultor. Revista trimestal (octubre-diciembre). 12 pp.