

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA

**EVALUACION DE QUIMICOS, SOLARIZACION Y AGUA CALIENTE CONTRA
Rhizoctonia solani kühn EN SEMILLEROS DE CAFE (*Coffea arabica* L.)**

AUTOR : ORLANDO JOSÉ MARTINEZ MORALES

ASESORES :

Ing. Agr. MSc. RAFAEL ANTONIO UBEDA HERRERA

Ing. Agr. PATRICIA CONTRERAS ESTRADA

Ing. Agr. MSc. MOISES BLANCO NAVARRO

PRESENTADO AL HONORABLE TRIBUNAL CALIFICADOR

MANAGUA , NICARAGUA - 1998

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a :

Mis padres Orlando Jesús Martínez Araúz y María Auxiliadora Morales Navarro, que me han formado y conducido por los caminos correctos de la vida, enseñándome ha ser respetuoso, derecho y mantener siempre el espíritu de superación.

Mis hermanos Ramón Ulises y Oscar Danilo Martínez Morales.

A todos mis familiares, que me aprecian y desean lo mejor para mí.

Orlando José Martínez Morales

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado las fuerzas suficientes para la culminación de este trabajo.

Al Centro Experimental del Café del Norte CECN - UNICAFFE, por haberme brindado la oportunidad de llevar a efecto el presente trabajo.

A los Ing. Agr. M.Sc. Rafael Antonio Ubeda Herrera, Ing. Agr. M.Sc. Moisés Blanco Navarro y a la Ing. Agr. Patricia Contreras Estrada; por sus valiosas contribuciones en la asesoría, revisiones y correcciones del presente estudio.

A mis padres Orlando Jesús Martínez Araúz y María Auxiliadora Morales Navarro, por su apoyo incondicional para la culminación de este trabajo.

A todo el personal del CECN - UNICAFFE por la amistad y colaboración brindada.

A los profesores de la Universidad Nacional Agraria, que a través de sus conocimientos han contribuido a mi formación profesional.

Orlando José Martínez Morales

INDICE GENERAL

Sección	Página
INDICE DE TABLAS	i
INDICE DE FIGURAS	ii
RESUMEN	iii
I - INTRODUCCION	1
II - MATERIALES Y METODOS	6
2.1 Localización del experimento	6
2.2 Tratamientos	6
2.3 Infestación del substrato	9
2.4 Evaluación	10
2.5 Análisis estadístico	12
2.6 Análisis económico	12
III- RESULTADOS	13
3.1 Emergencia	13
3.2 Incidencia	17
3.3 Índice de severidad	21
3.4 Fitotoxicidad	23
3.5 Análisis económico	25
IV- DISCUSION	28
4.1 Emergencia	28
4.2 Incidencia e índice de severidad	31
4.3 Fitotoxicidad	33
4.4 Análisis económico	33
V- CONCLUSIONES	34
VI- RECOMENDACIONES	35
VII- REFERENCIAS	36

INDICE DE TABLAS

Tabla N°	Página
1 - Dosis utilizadas en los tratamientos químicos sobre sustrato suelo y arena para prevenir el mal del talluelo causado por <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn en semilleros de café (<i>Coffea arabica</i> L.) variedad Caturra. Matagalpa 1995.	7
2 - Características químicas del suelo utilizado como sustrato para el establecimiento de los tratamientos físicos y químicos para prevenir el mal del talluelo causado por <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn en semilleros de café (<i>Coffea arabica</i> L.) variedad Caturra. Matagalpa 1995.	7
3 - Análisis de presupuesto parcial de tratamientos físicos y químicos para prevenir el mal del talluelo causado por <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn en semilleros de café (<i>Coffea arabica</i> L.) variedad Caturra. Matagalpa 1995.	26
4 - Análisis de dominancia de los tratamientos físicos y químicos para prevenir el mal del talluelo causado por <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn en semilleros de café (<i>Coffea arabica</i> L.) variedad Caturra. Matagalpa 1995.	27

INDICE DE FIGURAS

Figura N°	Página
1 - Emergencia de plántulas de café (<i>Coffea arabica</i> L.) variedad Caturra en semilleros sobre substrato suelo y arena, con diferentes tratamientos para prevenir el mal del talluelo causado por <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn. Matagalpa 1995.	14
2 - Emergencia de plántulas de café (<i>Coffea arabica</i> L.) variedad Caturra en semilleros sobre substrato suelo y arena, con diferentes tratamientos para prevenir el mal del talluelo causado por <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn. Matagalpa 1995.	16
3 - Incidencia del mal del talluelo causado por <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn en plántulas de café (<i>Coffea arabica</i> L.) variedad Caturra en semilleros sobre substrato suelo y arena, con diferentes tratamientos para la prevención de la enfermedad. Matagalpa 1995.	18
4 - Incidencia del mal del talluelo causado por <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn en plántulas de café (<i>Coffea arabica</i> L.) variedad Caturra en semilleros sobre substrato suelo y arena, con diferentes tratamientos para la prevención de la enfermedad. Matagalpa 1995.	20
5 - Severidad del mal del talluelo causado por <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn en plántulas de café (<i>Coffea arabica</i> L.) variedad Caturra en semilleros sobre substrato suelo y arena, con diferentes tratamientos para la prevención de la enfermedad. Matagalpa 1995.	22
6 - Severidad del mal del talluelo causado por <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn en plántulas de café (<i>Coffea arabica</i> L.) variedad Caturra en semilleros sobre substrato suelo y arena, con diferentes tratamientos para la prevención de la enfermedad. Matagalpa 1995.	24

RESUMEN

Se condujo un experimento durante el período de mayo a octubre de 1995, en las instalaciones del Centro Experimental del Café del Norte. (CECN - UNICAFE), Matagalpa - Nicaragua, con el objetivo de evaluar a nivel de semilleros de café (*Coffea arabica* L.), dos métodos físicos de desinfección de suelo (solarización y agua caliente), seis productos químicos desinfectantes de suelo, de los cuales cuatro son fungicidas (PCNB, clorotalonil, óxido de cobre y carboxín + captan), dos biocidas (dazomet y metam sodio) y un testigo sin aplicación, establecidos en dos tipos de sustratos (suelo y arena), para prevenir ataques de *Rhizoctonia solani* Kühn. Los tratamientos fueron arreglados en bloques con cinco repeticiones donde se evaluaron las variables emergencia, incidencia e índice de severidad de la enfermedad y fitotoxicidad. El análisis de varianza ($P = 0.05$) no detectó diferencias significativas para estas variables excepto para la emergencia en sustrato suelo siendo los mejores tratamientos agua caliente, dazomet y testigo según Tukey al 5 %. Se detectaron diferencias significativas en la interacción sustrato * tratamiento para la variable emergencia; sin embargo Tukey al 5 % no detecta diferencias significativas. Se encontró diferencias significativas entre sustratos, presentándose el mayor número de plántulas emergidas y los menores índices de incidencia y severidad de la enfermedad en los semilleros establecidos en sustrato suelo ($P = 0.05$). El análisis económico de presupuesto parcial demostró que los tratamientos que presentaron el menor costo variable y mayor ingreso neto fueron el testigo seguido del óxido de cobre en ambos sustratos, donde el análisis de dominancia demuestra que el testigo domina a los demás tratamientos.

I - INTRODUCCION

El café (*Coffea arabica* L.), representa en Nicaragua el rubro de mayor importancia agrosocioeconómica y constituye el principal producto agrícola de exportación. El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 1990), menciona que en Nicaragua el café representa el 46.75 por ciento de las exportaciones agrícolas y constituye una de las fuentes generadoras de divisas al país. También su importancia radica porque este cultivo es una de las mayores fuentes generadoras de empleo temporal y permanente. La Comisión Nacional del Café (CONCAFE, 1993), en su informe anual registra que en ese ciclo el cultivo proporcionó empleo a 158,103 ciudadanos, aproximadamente 12,000 familias.

ANACAFE (1991), menciona que uno de los principales inconvenientes del establecimiento de semilleros es la enfermedad conocida como mal del talluelo o dampig off. Bautista *et al.*, (1988), sostiene que dicha enfermedad produce daños muy severos en los primeros estadios de desarrollo de los semilleros y almácigos de café, lo cual representa una fuerte limitante para la obtención de material vegetativo sano, apto para la producción de plántulas en vivero.

Gil (1991), menciona que ataques severos de la enfermedad pueden ocasionar hasta un 80 por ciento de pérdidas de plántulas en los semilleros y los daños económicos a causa del mal del talluelo, están relacionados a que las plántulas afectadas carecen de valor comercial y las pérdidas económicas están relacionadas al valor comercial del semillero en el año.

Agrios (1988), dice que la enfermedad es debida al ataque de los hongos *Rhizoctonia solani*, *Fusarium sp* y *Pythium sp*, de los cuales Cuadra *et al.*, (1994), atribuyen como el principal agente causal de la enfermedad a *Rhizoctonia solani* Kühn, sin embargo Ubeda (1995 a), afirma que *Rhizoctonia solani* y *Fusarium sp.* son los principales agentes causales de la enfermedad en semilleros de café, frecuentemente estos hongos pueden encontrarse asociados, lo cual puede agravar la enfermedad.

Tronconi (1990), describe los síntomas del mal del talluelo como lesiones de color rojizo oscuro en el tejido blando de la base del tallo que se extiende hasta circundar y estrangular el tallo. Penagos & García (1981), aseguran que las lesiones en la mayoría de los casos se presentan en forma de una constricción negruzca en el tallito a nivel del suelo, donde posteriormente las plántulas se marchitan, doblan y mueren.

El MAG (1959), menciona que la enfermedad está ampliamente distribuida en todas las zonas cafetaleras de Nicaragua, ocasionando pérdidas a los productores de café, no sólo por las plántulas dañadas sino porque al afectar a los semilleros y almácigos de café, atrasa la sustitución de arbustos caducos e improductivos en las plantaciones.

Palma & Osorio (1993), sugieren que antes de sembrar es necesario desinfectar el suelo para evitar ataques de plagas y enfermedades. Para efectuar esta labor proponen la utilización de productos desinfectantes de suelo en dosis adecuadas, haciendo uso de aquellos productos que no causen fitotoxicidad a las plántulas. Bautista (1988), recomienda

que es necesario algún tratamiento químico preventivo al suelo mediante el uso de productos fumigantes como dazomet y metam sodio.

Pichardo (1988), citando varios autores, menciona que pentacloronitrobenceno (PCNB), ha sido reportado por muchos investigadores como el fungicida más comúnmente usado en el control de *R. solani*. Este fungicida es específico y selectivo para controlar dicho hongo, el cual causa una fuerte supresión de su crecimiento más que su destrucción. Thompson (1985), menciona que otros patógenos como *Pythium*, *Phytophthora* y *Fusarium*, no son controlados por este fungicida.

Agrios (1985), recomienda las aplicaciones de fungicidas al suelo en forma de aspersiones antes de sembrar y una o dos veces después que las plántulas han emergido, recomendando algunos fungicidas protectivos como el clorotalonil y sistémicos como el carboxín que proporcionan un control de las enfermedades causadas por *Rhizoctonia*. Además menciona la utilización de compuestos de cobre como los óxidos de cobre para tratamientos de suelo.

De Faz & De Cosio (1980), mencionan que uno de los métodos físicos para desinfección de suelo es la aplicación de agua hirviendo, el cual consiste en la aplicación de suficiente cantidad de agua hirviendo, de manera que caliente la tierra hasta una temperatura de 90 °C y hasta una profundidad de 15 cm. Este método es costoso y requiere

considerables cantidades de agua para alcanzar la temperatura deseada y profundidad conveniente.

Rosales (1994), recomienda la aplicación de agua hirviendo (a punto de ebullición) para el control de nemátodos en viveros de café. No obstante, la bibliografía existente de desinfección de semilleros de café con agua caliente para el control de *R. solani* es limitada.

Katan (1981), cita que la solarización implica el uso de calor del sol como un agente letal para el control de plagas de suelo, por medio de la cobertura del suelo con polietileno transparente, el cual captura y transmite la mayor parte de la radiación solar y de esa manera ejerce control por medio del calentamiento del suelo.

Gómez & Baeza (1978), hacen referencia que una de las etapas importantes del cultivo del café es la del germinador, aquí la enfermedad conocida como mal del talluelo mayoritariamente es manejada de manera preventiva con tratamientos químicos al suelo antes de la siembra. En este estudio se evalúan diferentes opciones para el manejo de esta enfermedad incluyendo tratamientos físicos poco usuales como la solarización, como también las opciones químicas en dosis comerciales, establecidas a nivel de campo, ésto con el propósito de establecer la similitud de este estudio con la realidad del productor en el establecimiento de semilleros de café.

Dada la problemática antes mencionada se realizó el presente estudio en el cual fueron evaluados una serie de tratamientos con los siguientes objetivos :

1 - Evaluar tratamientos físicos y químicos, para prevenir el mal del talluelo causado por *Rhizoctonia solani* Kühn en semilleros de café.

2 - Determinar si los tratamientos físicos y químicos evaluados, provocan fitotoxicidad en las plántulas de café.

3 - Proporcionar una alternativa económica para la prevención del mal del talluelo causado por *Rhizoctonia solani* Kühn, con el fin de obtener material vegetativo apto para el trasplante.

II - MATERIALES Y METODOS

2.1 Localización del experimento.

El estudio fue conducido de mayo a octubre del año 1995, en las áreas del Centro Experimental del Café del Norte CECN - UNICAFE, localizado en el kilómetro 136 carretera Matagalpa a San Ramón (12° 55' 24'' Latitud Norte y 85° 50' 30'' Longitud Oeste).

2.2 Tratamientos.

Los tratamientos consistieron en dos métodos físicos (solarización y agua caliente), seis productos químicos, de los cuales cuatro son fungicidas (PCNB, clorotalonil, óxido de cobre, carboxin + captan) y dos biocidas (dazomet y metam sodio) y un testigo sin aplicación, establecidos en dos tipos de substratos (suelo y arena), para un total de 18.

Los tratamientos fueron arreglados en bloques completos al azar con cinco repeticiones. Los tratamientos químicos fueron aplicados en dosis comercial. (Tabla 1). El suelo utilizado como substrato presentó las siguientes características químicas. (Tabla 2).

Tabla 1 Dosis utilizadas en los tratamientos químicos sobre sustrato suelo y arena para prevenir el mal del talluelo causado por *Rhizoctonia solani* Kühn en semilleros de café (*Coffea arabica* L.) variedad Caturra. Matagalpa 1995.

Tratamientos	Dosis (g / m ² de i.a)
PCNB	4
Dazomet	4 4
Clorotalonil	4
Oxido de cobre	6
Carboxín + Captan	4.5 + 4.5
Metam sodio	21.25

Tabla 2 Características químicas del suelo utilizado como sustrato para el establecimiento de los tratamientos físicos y químicos para prevenir el mal del talluelo causado por *Rhizoctonia solani* Kühn, en semilleros de café (*Coffea arabica* L.) variedad Caturra. Matagalpa 1995.

Carbón orgánico	K	Ca	Mg	P	Cu	Zn	pH
%	meq/100 ml			mg/kg			
2.39	1.3	13.93	5.64	0.61	7.14	7.65	5.06

Fuente : Laboratorio de suelos del CECN - UNICAFE 1995.

Los tratamientos químicos fueron aplicados en dosis comerciales con bomba de mochila, utilizando la cantidad de tres litros de agua / m², excepto el dazomet, el cual fue aplicado en forma granulada e incorporado al suelo. Los substratos donde fueron aplicados los biocidas (dazomet y metam sodio) fueron cubiertos con plástico, conforme las instrucciones del uso de tales productos.

El agua caliente se aplicó a punto de ebullición en dosis de 20 y 30 litros de agua / m² para los substratos de arena y suelo respectivamente. Estas dosis fueron obtenidas de un ensayo preliminar donde se verificó que el substrato quedaba completamente saturado.

La solarización consistió en colocar una cobertura de plástico transparente en los dos tipos de substratos suelo y arena, por un período de cinco días. Aproximadamente los substratos recibieron siete horas diarias de luz solar.

El tamaño de la unidad experimental fue de 0.3 m de ancho por 0.5 m de largo para un área total de 0.15 m², en condiciones de campo.

La siembra se realizó cinco días después de la aplicación de los tratamientos, sembrando la cantidad de 1 kg / m² al voleo, utilizando semilla de la variedad Caturra. Seguidamente las semillas se cubrieron con una capa del substrato aproximadamente de 2 -3 cm y se colocó cobertura de paja de montaña, tal como se realiza en la zona norte de Nicaragua.

2.3 Infestación del sustrato.

La infestación del sustrato se realizó 24 horas antes de la aplicación de los tratamientos, colocando 300 g / m² del arroz precocido conteniendo el inóculo de *R. solani*. Para esto se utilizó el aislado (G-RS) de *Rhizoctonia solani* Kühn, proporcionado por la micoteca de Fitopatología del CECN - UNICAFE. Las colonias del hongo fueron replicadas en platos petri con medio Papa Dextrosa Agar (PDA) y colocados en cámara de incubación a 25 °C de temperatura, en condiciones de obscuridad por un período de siete días.

Para la multiplicación del inóculo se utilizó arroz (*Oriza sativa* L.) precocido, enfriado y vertido en erlenmeyer, colocando aproximadamente 15 g en cada uno. Posteriormente se adicionó cinco ml de solución de azúcar al cuatro por ciento con el fin de aumentar el contenido de carbohidratos, para facilitar el crecimiento y virulencia del hongo. Seguidamente los erlenmeyers fueron tapados y esterilizados en autoclave, utilizando 15 libras por pulgada cuadrada de presión, durante un tiempo de 15 minutos de esterilización. Después los erlenmeyers se trasladaron a la cámara de flujo laminar, en donde se procedió a la siembra del hongo, colocando un disco de la colonia de *R. solani* de siete mm de diámetro en cada erlenmeyer. Inmediatamente fueron colocados en cámara de incubación a 25 °C de temperatura bajo condiciones de obscuridad durante siete días.

El manejo agronómico del ensayo consistió en cuatro controles manuales de maleza cada vez que fueron necesarios. El riego se realizó diariamente por la mañana cuando hubo ausencia de precipitaciones.

2.4 Evaluación

La evaluación se realizó a los 60 días después de la siembra (dds) cuando las plántulas no habían expandido sus cotiledones (fósforo). Para determinar el efecto de los tratamientos sobre *R. solani* fueron evaluadas las variables: Emergencia, incidencia, índice de severidad y fitotoxicidad.

a - Emergencia.

La emergencia fue determinada por medió del recuento de las plántulas en cada uno de los tratamientos.

b - Incidencia .

Para determinar la incidencia de la enfermedad se efectuó el recuento correspondiente en la etapa de fósforo, donde se evaluó plántula por plántula mediante la siguiente relación porcentual:

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{Plántulas afectadas}}{\text{Plántulas totales}} \times 100$$

c - Índice de severidad.

El índice de severidad de la enfermedad se obtuvo haciendo uso de la escala propuesta por Shehata *et al.*, (1981), que consiste en:

- 1 - Sin síntomas.
- 2 - Una o pocas manchas con pigmentos oscuros en el cuello.
- 3 - Lesiones necróticas menores de 0.5 cm de longitud con 25 - 50 % del área superficial alrededor del pie del tallo dañado.
- 4 - Lesiones necróticas mayores de 0.5 cm de longitud con 50 - 75 % del área superficial alrededor del pie del tallo dañado.
- 5 - Plantas muertas con 100 % de daño.

Con base a esta escala, se calculó el índice de severidad de la enfermedad de acuerdo a la fórmula propuesta por Mc Kinney, según Ubeda & Sequeira (1991).

$$\text{Índice de severidad} = \frac{V}{P \cdot V \text{ max.}} \times 100$$

Donde:

V = Sumatoria de los valores de la escala obtenidos de las plántulas muestreadas.

P = Número de plántulas muestreadas.

V max. = Valor máximo de la escala.

d - Fitotoxicidad.

La fitotoxicidad se determinó mediante la observación visual de los posibles trastornos o alteraciones morfológicas en cada uno de los tratamientos.

2.5 Análisis estadístico.

Para detectar diferencias entre los tratamientos fue realizado análisis de varianza y separación de medias por medio de la prueba de Tukey al 5 %, todos ellos en SYSTAT.

2.6 Análisis económico.

Se realizó análisis de presupuesto parcial y análisis de dominancia donde se estimó la curva de los beneficios netos para concluir con el análisis marginal de acuerdo a la metodología implementada por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, 1990).

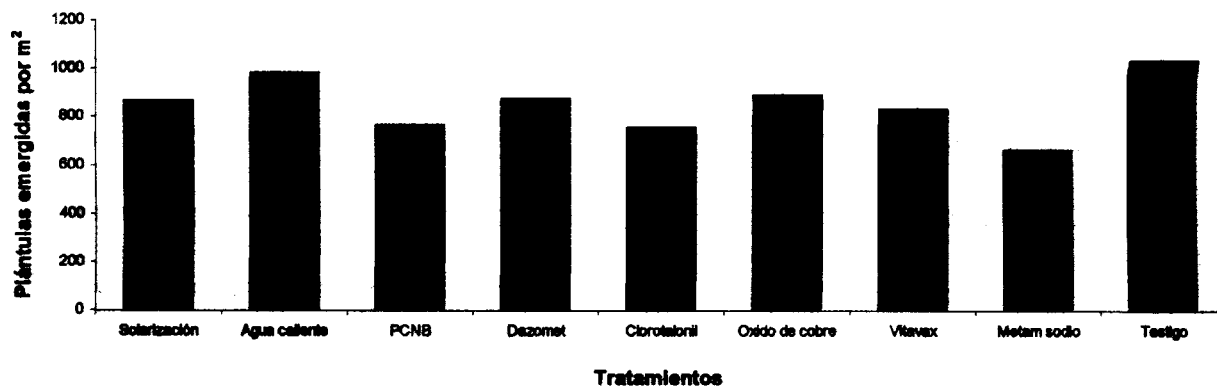
III - RESULTADOS

3.1 Emergencia

El análisis de varianza de los tratamientos evaluados a nivel general para la variable emergencia no encontró diferencias significativas entre los tratamientos, presentándose una tendencia donde los mayores valores de emergencia se presentaron en los tratamientos testigo y agua caliente y los menores valores en el metam sodio (Figura.1.a).

Se encontró diferencias significativas entre los sustratos, presentándose los mayores valores de emergencia de plántulas en el sustrato suelo ($P = 0.05$). Para la interacción sustrato * tratamiento, el análisis de varianza encontró diferencias significativas; sin embargo al realizar la separación de medias Tukey al 5 % no detecta diferencias significativas. Se observó la tendencia de que los mayores valores de emergencia se presentaron en el sustrato suelo y los menores valores en el sustrato arena (Figura.1.b).

a : Emergencia (General)



b : Substrato * Tratamiento (Emergencia)

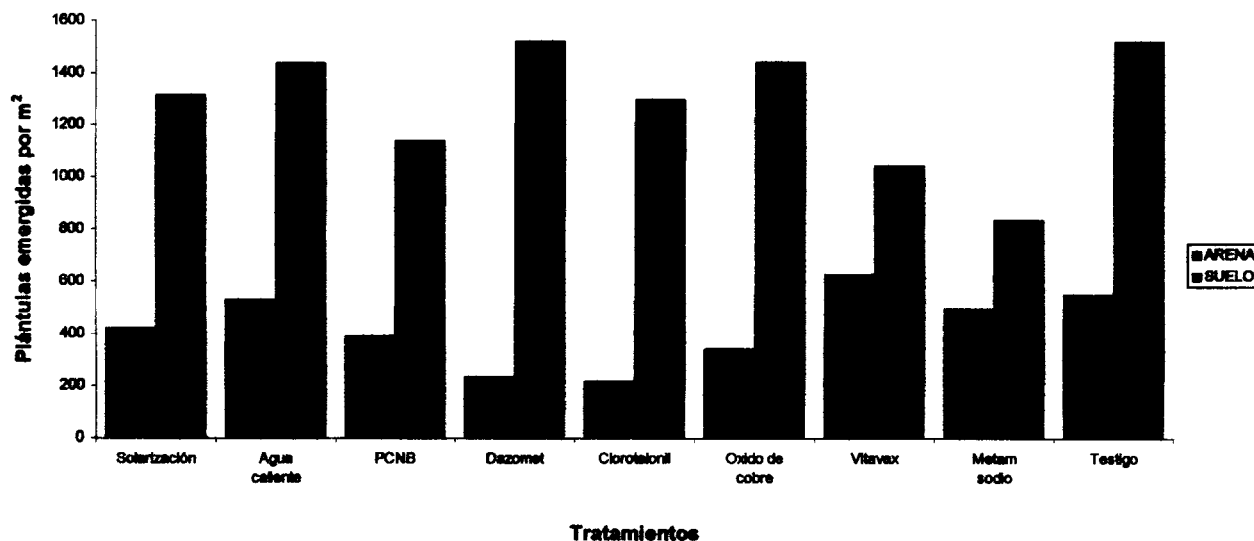


Figura 1. Emergencia de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) variedad Caturra en semilleros sobre substrato suelo y arena, con diferentes tratamientos para prevenir el mal del talluelo causado por *Rhizoctonia solani* Kühn. Matagalpa 1995.

En sustrato suelo los mayores valores de emergencia fueron obtenidos en los tratamientos agua caliente, dazomet y testigo donde el análisis de varianza ($P = 0.05$) encontró diferencias significativas siendo éstos los mejores tratamientos según Tukey al 5 %, registrándose los menores valores en el metam sodio (Figura.2.a). En cambio en arena, el análisis de varianza no encontró diferencias significativas, observándose una tendencia donde los tratamientos que presentaron mayores valores de emergencia fueron agua caliente, vitavax y testigo, presentando los menores valores el dazomet y clorotalonil (Figura.2.b).

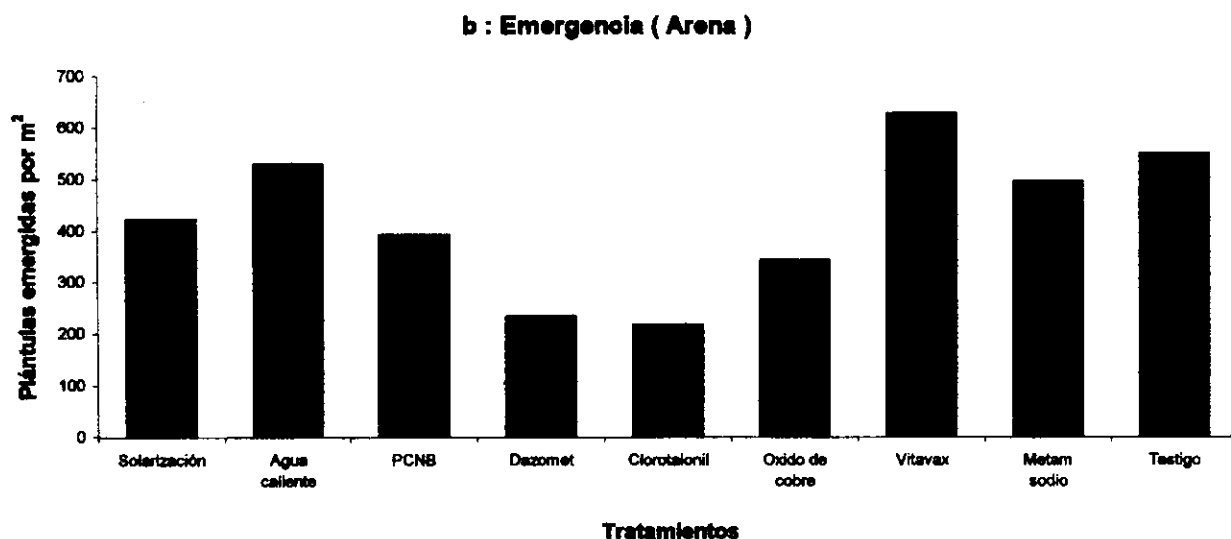
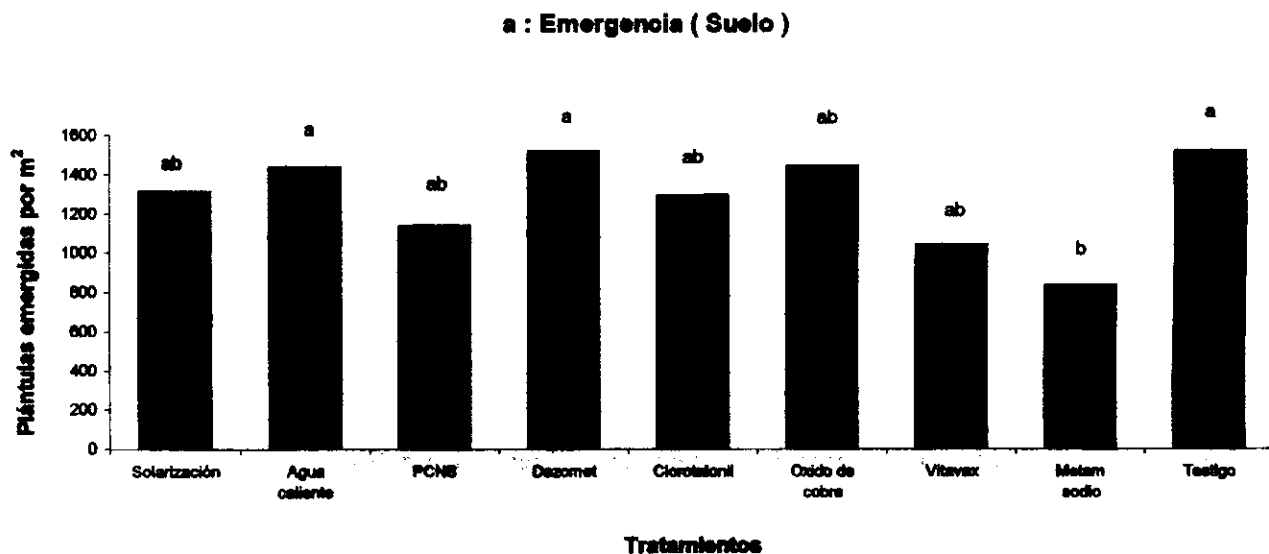


Figura 2. Emergencia de plántulas de café (*Coffea arabica* L.) variedad Caturra en semilleros sobre sustrato suelo y arena, con diferentes tratamientos para prevenir el mal del talluelo causado por *Rhizoctonia solani* Kühn. Matagalpa 1995.

Según Tukey 5 % letras iguales indican que no hay diferencias significativas

3.2 Incidencia

El análisis de varianza de los tratamientos evaluados a nivel general *para la variable* incidencia no detectó diferencias significativas. La *tendencia observada fue* que la menor incidencia de la enfermedad se encontró en los tratamientos PCNB y testigo y la mayor en dazomet (Figura.3.a).

Se encontraron diferencias significativas entre sustratos, presentándose los menores valores de incidencia en el sustrato suelo ($P = 0.05$). Para la interacción sustrato * tratamiento, el análisis de varianza no encontró diferencias significativas, ocurriendo la *tendencia*, que la mayor incidencia de la enfermedad fue registrada en el sustrato arena y la menor en el sustrato suelo (Figura.3.b).

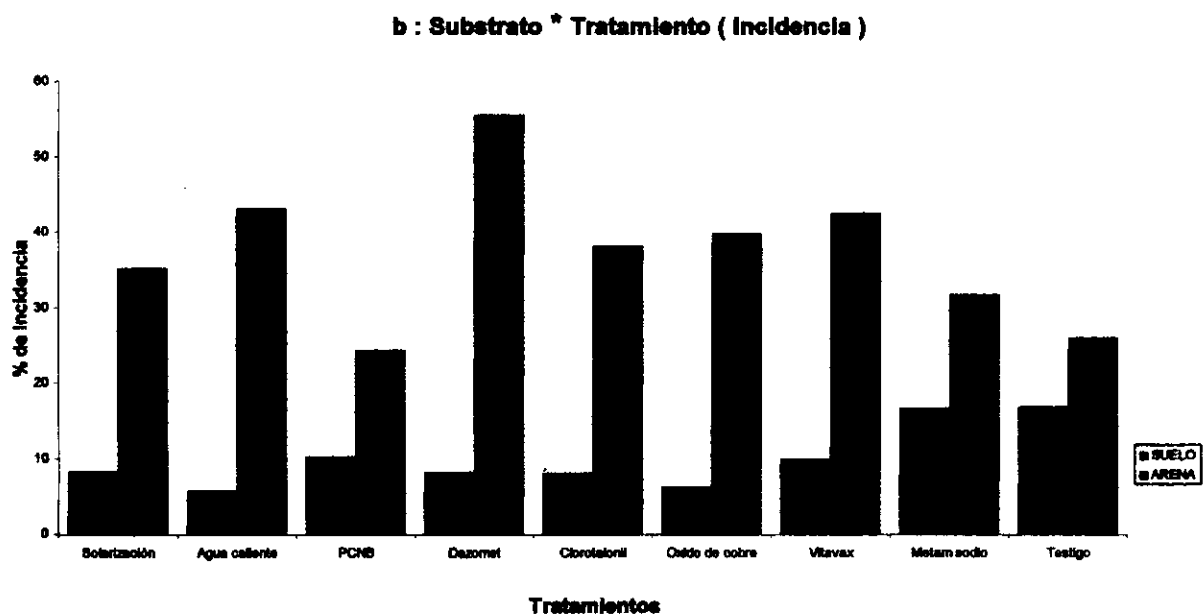
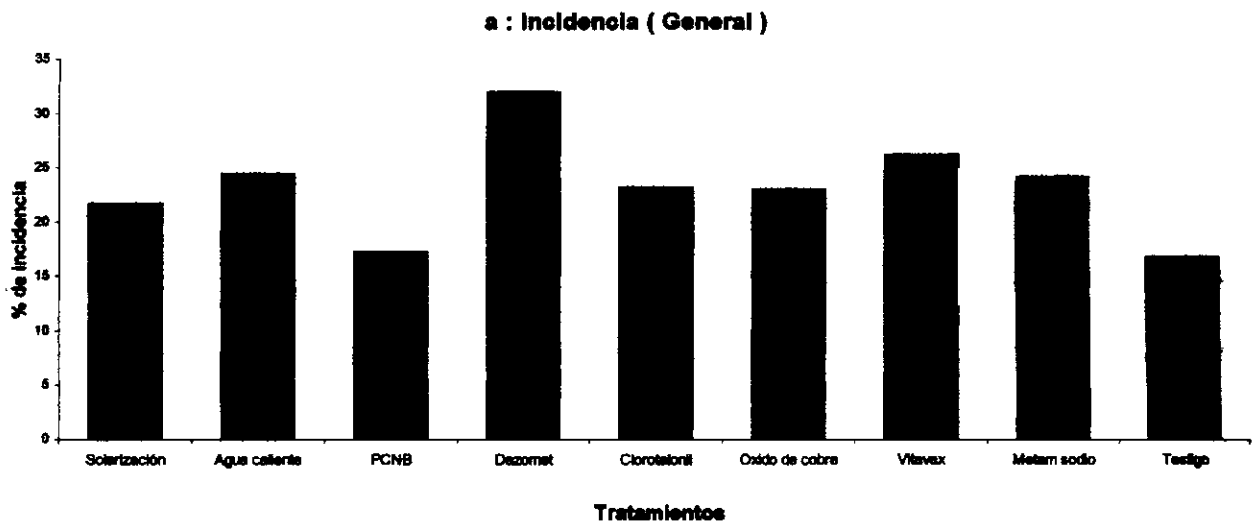
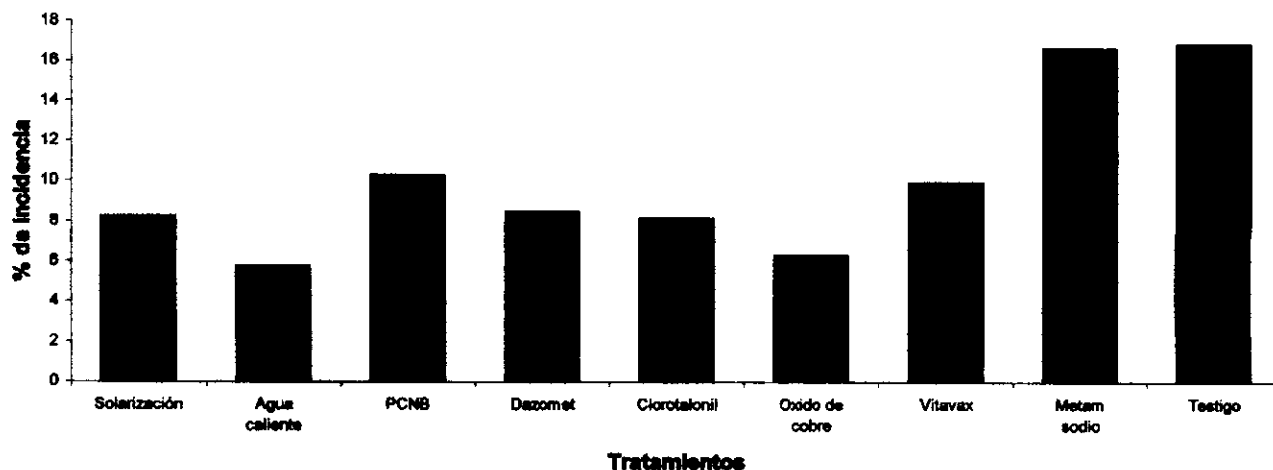


Figura 3. Incidencia del mal del talluelo causado por *Rhizoctonia solani* Kühn en plántulas de café (*Coffea arabica* L.) variedad Caturra, en semilleros sobre sustrato suelo y arena con diferentes tratamientos para la prevención de la enfermedad. Matagalpa 1995 .

En substrato suelo no se encontró diferencias significativas para la variable incidencia, donde la tendencia observada fue que los mayores valores de incidencia se encontraron en los tratamientos testigo y metam sodio; mientras que los menores fueron registrados en agua caliente y óxido de cobre (Figura.4.a). Para el substrato arena el análisis de varianza no detectó diferencias significativas y la tendencia presentada fue que los mayores valores de incidencia se encontraron en el dazomet y los menores en el PCNB y testigo (Figura.4.b)

a : Incidencia (Suelo)



b : Incidencia (Arena)

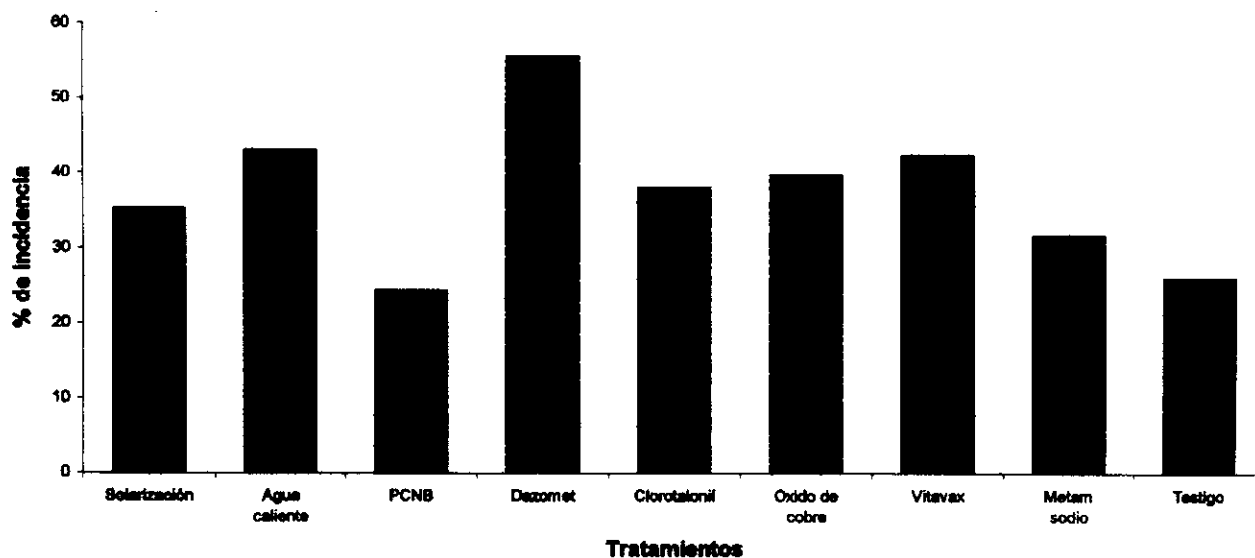


Figura 4. Incidencia del mal del talluelo causado por *Rhizoctonia solani* Kühn en plántulas de café (*Coffea arabica* L.) variedad Caturra en semilleros sobre substrato suelo y arena, con diferentes tratamientos para la prevención de la enfermedad. Matagalpa 1995

3.3 Índice de severidad

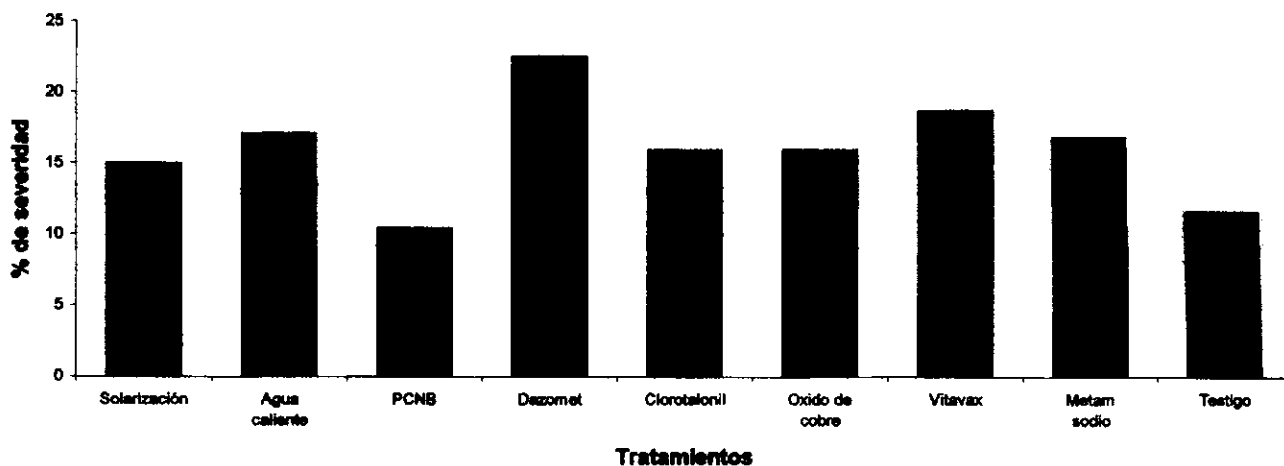
Se observó que los síntomas en las plántulas de café a causa de *R. solani*, fueron más severos en los puntos de emisión de radícula. Se observó la sintomatología típica de puntos oscuros con apariencia pardo rojiza, lo cual provocó la muerte del tejido, neutralizando su crecimiento y en consecuencia su emergencia.

En plántulas que lograron emerger, el avance de la enfermedad fue de la parte apical hacia la parte basal, presentándose también síntomas en la parte media del talluelo. Se observaron pocas plántulas con síntomas en el cuello del tallo a nivel del suelo y pocas plántulas con la totalidad del tallo dañado.

No se encontraron diferencias significativas para el índice de severidad, cuando los tratamientos se evaluaron a nivel general. La tendencia que se presentó fue que los mayores valores de severidad fueron registrados en dazomet y los menores en el PCNB y testigo (Figura 5.a).

Se detectaron diferencias significativas entre sustratos, presentándose la menor severidad de la enfermedad en el sustrato suelo ($P = 0.05$). Para la interacción sustrato * tratamiento, el análisis de varianza no encontró diferencias significativas, observándose la tendencia que los mayores valores de severidad de la enfermedad fueron registrados en el sustrato arena y los menores en suelo (Figura.5.b).

a : Índice de severidad (General)



b : Substrato * Tratamiento (Severidad)

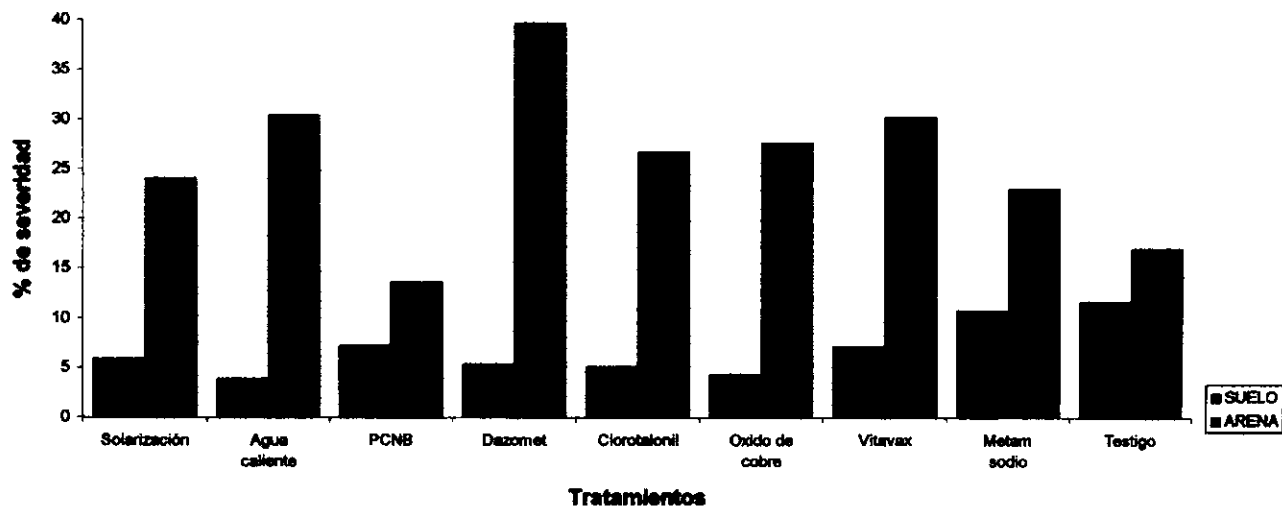


Figura 5. Severidad del mal del talluelo causado por *Rhizoctonia solani* Kühn en plántulas de café (*Coffea arabica* L.) variedad Caturra en semilleros sobre sustrato suelo y arena, con diferentes tratamientos para la prevención de la enfermedad. Matagalpa 1995.

En sustrato suelo no se encontraron diferencias significativas, ocurriendo la tendencia que la mayor severidad de la enfermedad se presentó en los tratamientos testigo y metam sodio y la menor en agua caliente y óxido de cobre (Figura.6.a). En el sustrato arena no se encontraron diferencias significativas. La tendencia presentada fue que la mayor severidad de la enfermedad se registró en dazomet y la menor en el testigo (Figura 6.b).

3.4 Fitotoxicidad

En ninguno de los tratamientos químicos se observaron síntomas de fitotoxicidad a excepción de una repetición del tratamiento óxido de cobre aplicado en el sustrato arena en donde se observaron deformaciones radiculares en la mayoría de las plántulas.

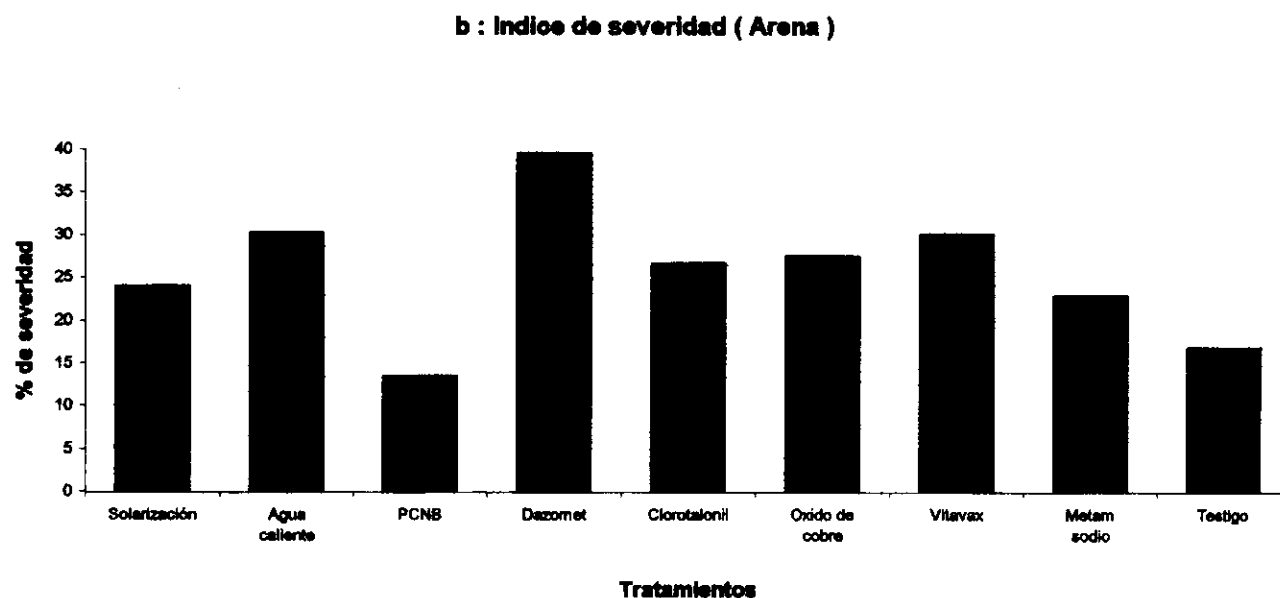
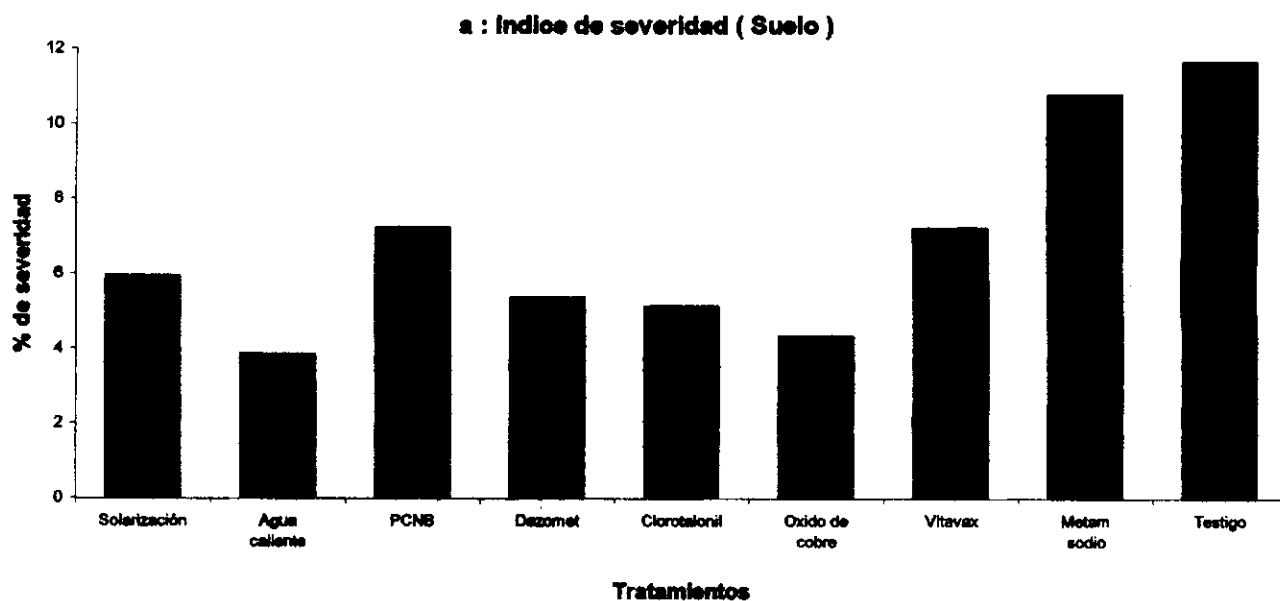


Figura 6. Severidad del mal del talluelo causado por *Rhizoctonia solani* Kühn en plántulas de café (*Coffea arabica* L.) variedad Caturra en semilleros sobre sustrato suelo y arena, con diferentes tratamientos para la prevención de la enfermedad. Matagalpa 1995.

3.5 Análisis económico

El análisis económico de presupuesto parcial (Tabla 3), demostró que los tratamientos que presentaron menor costo variable y mayor ingreso neto fueron el testigo, seguido del óxido de cobre, tanto en sustrato suelo como en arena. El mayor costo variable y menor ingreso neto fue encontrado en el tratamiento de solarización, seguido del metam sodio. En el análisis de dominancia (Tabla 4), se encontró que el testigo domina a los demás tratamientos, seguido del óxido de cobre, ésto para ambos sustratos.

Tabla 3 Análisis de presupuesto parcial de tratamientos físicos y químicos para prevenir el mal del talluelo causado por *Rhizoctonia solani* Kühn en semilleros de café (*Coffea arabica* L.) variedad Caturra sobre substrato suelo y arena. Matagalpa 1995.

		Costos de aplicación en dólares / m ²						
Nº	Tratamiento	Substrato	Químicos	Otros	Substrato	Mano de obra	Costos variables	Ingreso neto
1	Solarización	Suelo	0.00	2.46	0.17	0.07	2.70	20.46
2	Agua caliente	Suelo	0.00	0.96	0.17	0.03	1.16	24.71
3	PCNB	Suelo	0.06	0.00	0.17	0.04	0.27	19.09
4	Dazomet	Suelo	0.14	0.93	0.17	0.26	1.49	25.34
5	Clorotalonil	Suelo	0.09	0.00	0.17	0.04	0.30	22.61
6	Oxido de cobre	Suelo	0.04	0.00	0.17	0.04	0.26	25.71
7	Vitavax	Suelo	0.38	0.00	0.17	0.04	0.60	16.89
8	Metam sodio	Suelo	0.20	0.93	0.17	0.50	1.80	12.17
9	Testigo	Suelo	0.00	0.00	0.17	0.00	0.17	26.86
10	Solarización	Arena	0.00	2.46	2.51	0.07	5.04	0.28
11	Agua caliente	Arena	0.00	0.75	2.51	0.03	3.29	2.39
12	PCNB	Arena	0.06	0.00	2.51	0.04	2.61	3.32
13	Dazomet	Arena	0.14	0.93	2.51	0.26	3.83	1.83
14	Clorotalonil	Arena	0.09	0.00	2.51	0.04	2.64	0.05
15	Oxido de cobre	Arena	0.04	0.00	2.51	0.04	2.60	1.77
16	Vitavax	Arena	0.38	0.00	2.51	0.04	2.94	5.00
17	Metam sodio	Arena	0.20	0.93	2.51	0.50	4.13	2.26
18	Testigo	Arena	0.00	0.00	2.51	0.00	2.51	5.78

Tabla 4 Análisis de dominancia de tratamientos físicos y químicos para prevenir el mal del talluelo causado por *Rhizoctonia solani* Kühn en semilleros de café (*Coffea arabica* L.) variedad Caturra sobre sustrato suelo y arena. Matagalpa 1995 .

Suelo			Arena		
Tratamientos	Costos variables	Ingreso neto	Tratamientos	Costos variables	Ingreso neto
Testigo	0.17	26.86	Testigo	2.51	5.78
Oxido de cobre	0.43	25.71	Oxido de cobre	2.77	1.77
PCNB	0.44	19.09	PCNB	2.78	3.32
Clorotalonil	0.47	22.61	Clorotalonil	2.81	0.05
Vitavax	0.77	16.89	Vitavax	3.11	5.00
Agua caliente	1.13	24.71	Agua caliente	3.26	2.39
Dazomet	1.49	25.34	Dazomet	3.83	1.83
Metam sodio	1.97	12.17	Metam sodio	4.30	2.26
Solarización	2.70	20.46	Solarización	5.03	0.28

IV - DISCUSION

4.1 Emergencia .

Los bajos valores de emergencia en los tratamientos establecidos, denotan el fuerte ataque preemergente a causa de *R . solani*. De acuerdo a varios autores como Sarrasola & Roca de Sarrasola (1975), García (1984), ICAFE - MAG (1989). Esto se produce cuando se siembran semillas en suelos con abundante presencia de inóculo y son atacados por *R . solani*, justo en la zona de emisión de la radícula, observándose la pudrición de los embriones, radícula y semilla en su totalidad. Esto causa la muerte preemergente en el período en que las plántulas se abren paso a salir a la superficie del suelo, lo que resulta en una pobre emergencia y ocasiona fallas en la población de plántulas en los semilleros .

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para esta variable, cuando los tratamientos fueron considerados a nivel general. Se encontraron diferencias significativas entre los substratos presentándose la mayor emergencia en substrato suelo ($P = 0.05$).

Para la interacción substrato * tratamiento, el análisis de varianza detectó diferencias significativas; sin embargo al realizar la separación de medias Tukey al 5 % no detecta diferencias significativas. Presentándose los mayores valores de emergencia en substrato suelo.

Al evaluar la emergencia en cada substrato, el análisis de varianza solamente detectó diferencias significativas en los tratamientos establecidos en substrato suelo, donde se presentó la mayor emergencia de plántulas. Estos resultados sugieren que el substrato suelo favoreció la emergencia. Resultados similares fueron encontrados por Ubeda (1995 b), en evaluaciones usando substrato suelo y arena, donde obtuvo mejores resultados de emergencia en substrato suelo; sin embargo los resultados obtenidos en este estudio difieren de lo expuesto por Hernández *et al.*, (1991), Irigoyen (1991), Gil (1991) & Zepeda *et al.*, (1997), por medio de los manuales de Caficultura Centroamericana, donde recomiendan substrato arena como el más adecuado para el establecimiento de semilleros, ésto con el objetivo de facilitar la emergencia de plántulas y disminuir los ataques del mal del talluelo.

Algunas de las ventajas que presenta la utilización de substratos arenosos según Estrada & Jiménez (1979) & Irigoyen (1991), es que facilita la extracción de las plántulas a la hora del trasplante; sin embargo ICAFE - MAG (1989), menciona que con la utilización de un tipo de suelo suelto, permeable, que permita buena aireación, se obtienen buenos resultados de germinación y se evitan complicaciones a la hora de la extracción de las plántulas, siempre y cuando se realice con anticipación un riego abundante sobre el semillero, hasta llevar a capacidad de campo al suelo.

La variable emergencia evaluada en substrato suelo en los tratamientos en estudio fue significativa según el análisis de varianza, siendo los mejores tratamientos agua caliente, dazomet y testigo según Tukey 5 al %. Autores como Lanzas & Hernández (1995), encontraron resultados similares con la utilización de agua caliente como opción en el manejo de patógenos de suelo. CATIE - INTA (1995), en experiencias con productores de Nicaragua han obtenido buenos resultados con agua caliente como método de desinfección en semilleros de café. Barrios & Ubeda (1995), mencionan que este método es eficiente para la reducción del inóculo inicial, sin embargo puede requerir de tratamiento químico cuando ocurra la emergencia de los fosforitos.

Bautista *et al.*, (1988), demuestra que el dazomet presentó buena efectividad cuando se utilizó como tratamiento preventivo contra el mal del talluelo en semilleros de café, con la diferencia que en este estudio tanto el dazomet como el agua caliente no superan al testigo. Lo anterior puede atribuirse a la diferencia que existe en el método de siembra, el cual es en hilera que difiere del método al voleo utilizado en este estudio. García (1984) & Gil (1991), mencionan que una medida para el control del mal del talluelo es mediante el aumento de la densidad de siembra, ésto se logra sembrando la semilla al voleo.

Blandón & Moreno (1997), encontraron mayor número de plántulas sanas en semilleros de tomate (*Lycopersicon sculentum* Mill.) cuando la siembra se realizó al voleo. Probablemente el éxito de la siembra al voleo se deba a que la capacidad del inóculo en un suelo sólo es capaz de atacar un número determinado de semillas y plántulas, por esta razón la siembra al voleo puede sobrepasar la capacidad de ataque.

La siembra al voleo requiere que el transplante se realice en el estado de fósforo, ya que la plántula al alcanzar el estado de mariposa podría crear condiciones altamente favorables para el mal del talluelo.

4.2 Incidencia e índice de severidad .

Se encontró diferencias significativas entre substrato para la incidencia y severidad a causa del mal del talluelo ($P = 0.05$), donde la mayor incidencia y severidad de la enfermedad se presentó en substrato arena. Resultados que difieren de los obtenidos por Chavarría (1995), el cual demuestra que el mal del talluelo a causa de *R. solani* se desarrolla con igual intensidad tanto en substrato suelo como en arena siempre y cuando las condiciones le sean favorables. Esta situación puede ser atribuida a que en este estudio se utilizó el método de siembra al voleo y se aplicó mayor cantidad de inóculo al substrato.

La menor incidencia y severidad de la enfermedad en sustrato suelo pudo ser debida a la mayor interacción microbiana. De acuerdo a Lockwood (1988), esta interacción proporciona un antagonismo microbial que se puede traducir en parasitismo, competición y depredación, lo que indica que por cualquiera de estas vías se ve disminuida la densidad de inóculo existente en un suelo. Esta situación está a la vez regulada por factores abióticos como el pH del suelo.

Agrios (1985), menciona que el pH del suelo es importante en la aparición y severidad de las enfermedades de las plantas ocasionadas por patógenos de suelo. Arzola *et al.*, (1981), cita que la actividad de los microorganismos en un suelo se ve disminuida a consecuencia de la acidificación, donde diferentes autores citados por Chavarría (1995), informan que a pH menores a 5.6 se reduce el ataque de *R. solani*.

Posiblemente un factor asociado a la menor incidencia y severidad de la enfermedad en sustrato suelo, pudo ser la mayor persistencia, menor lixiviación y volatilización de los tratamientos; ya que los suelos arenosos están compuestos por partículas relativamente más grandes con respecto a las que componen los suelos de textura fina, lo que les permite tener mayor porosidad, lo cual facilita la mayor movilidad de agua y aire entre sus espacios. Millar *et al.*, (1980).

4.3 Fitotoxicidad.

No se observaron síntomas de fitotoxicidad en ninguno de los tratamientos químicos, a excepción del óxido de cobre en una de las repeticiones en sustrato arena; el cual provocó deformación radicular. Este resultado no puede considerarse como una referencia significativa para juzgar a este producto como fitotóxico cuando se usa como tratamiento preventivo al suelo antes de la siembra; sin embargo autores como Gálvez (1989), menciona que el cobre provoca problemas de toxicidad en las plántulas debido al contacto de las raicillas con el producto, donde es preciso mencionar que no se hace alusión a que dosis el producto presenta estos problemas.

4.4 Análisis económico.

Al realizar el análisis de presupuesto parcial, comparando los tratamientos establecidos en ambos sustratos, los tratamientos que presentaron el menor costo variable y el mayor ingreso neto fueron los tratamientos establecidos en el sustrato suelo, además el costo de este tipo de sustrato resultó ser más barato; sin embargo si el productor tiene acceso a la arena en su finca no habría diferencia en cuanto al costo. Al comparar los tratamientos químicos fungicidas con los biocidas; éstos últimos presentaron el mayor costo variable y al comparar las opciones físicas, el agua caliente presentó el menor costo variable y el mayor ingreso neto con respecto a la solarización. El costo de la solarización se puede disminuir mediante la utilización de un tipo de plástico inferior al utilizado en este estudio. Según el análisis de dominancia el testigo domina a los demás tratamientos .

V - CONCLUSIONES

La mayor emergencia de plántulas de café se presentó en el sustrato suelo y la menor en arena.

Los menores valores de incidencia y severidad del mal del talluelo causados por *Rhizoctonia solani* Kühn fueron registrados en sustrato suelo y los mayores en arena.

Los tratamientos que proporcionaron la mayor emergencia de plántulas en sustrato suelo fueron agua caliente, dazomet y testigo con similar categoría estadística según Tukey al 5 %.

No se detectaron diferencias significativas para las variables emergencia, incidencia e índice de severidad cuando los tratamientos fueron considerados a nivel general.

De los tratamientos químicos utilizados sólo el óxido de cobre provocó fitotoxicidad, en una de las repeticiones en sustrato arena, donde provocó deformación radicular.

Los tratamientos establecidos en sustrato suelo presentaron el menor costo variable y mayor ingreso neto.

VI - RECOMENDACIONES

Usar sustrato suelo para el establecimiento de semilleros de café.

Para el manejo del mal del talluelo a causa de *Rhizoctonia solani* Kühn en semilleros de café, es necesario hacer un control fitosanitario preventivo al suelo antes de la siembra, pudiendo usar tratamientos químicos como dazomet en dosis de 44 g / m² de i.a. o la aplicación de agua caliente en dosis de 30 litros / m² .

No realizar siembras profundas y no utilizar semillas con poca capacidad de germinación y vigor.

Evaluar el óxido de cobre en diferentes dosis, ésto para determinar el nivel de toxicidad del producto.

VII - REFERENCIAS

- Agrios, G. 1985. Fitopatología. Editorial Lumisa. México Pp. 458, 158 y 133.
- Agrios, G. 1988. Plant Pathology. 3th ed. San Diego. Academic Press 810 Pp.
- ANACAFE. 1991. Manual de Caficultura. Guatemala 110 Pp.
- Arzola, P. N., Herrera, F. O. & Machado De Armas, J. 1981. Suelo, Planta y Abonado. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. Pp 26 - 28.
- Barrios, M. & Ubeda, H. R. A. 1995. Principales Plagas y enfermedades del café. Guía de campo 1^{ra} ed. Managua, Nicaragua. Unión Nicaragüense de Cafetaleros. UNICAFE. Pp. 35 - 37.
- Bautista, P. F. 1988. Principales enfermedades del cafeto. Instituto Salvadoreño de Investigación del Café. ISIC. Ministerio de Agricultura y Ganadería. El Salvador. Documento mecanografiado. 12 Pp.
- Bautista, P. F., Hurtado, G. E. & Rivera, A. A. 1988. Determinación de la efectividad de los fungicidas en la prevención y control de *Rhizoctonia solani* Kühn en semilleros de café. El Salvador, In XI Simposio de Caficultura . L.A. IICA, PROMECAFE . Pp 133 - 158.
- Blandón, H. M. L. & Moreno, M. O. A. 1997. Evaluación de métodos de control sobre el mal del tallo en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tesis Técnico Superior. Universidad Popular de Nicaragua, Matagalpa, Nicaragua. In prees.
- CATIE - INTA 1995. Como producir plantas de café sin usar productos químicos. Folleto Técnico. Matagalpa, Nicaragua 11 Pp.
- CECN - UNICAFE . 1995. Laboratorio de suelos . Matagalpa, Nicaragua.
- CIMMYT. 1990. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. México, D.F. 79 Pp.
- CONCAFE. 1993. Informe Anual Ciclo Cafetalero 1992 - 1993. Nicaragua Pp 1, 6 y 13.
- Cuadra, L. A., Hernández, F., Hernández, J. P., Icabalceta, J. & González, A. 1994. Consolidado del diagnóstico tecnológico en las zonas cafetaleras del departamento de Jinotega. UNICAFE - Nicaragua 116 Pp.

- Chavarría, M. M. E. 1995. Reacción de dos líneas y tres variedades de café (*Coffea arabica* L.) al ataque de *Rhizoctonia solani* Kühn. Tesis Ingeniería Agronómica Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. 49 Pp.
- De Faz, A.B. & De Cosio, F. 1980. Principios de protección de plantas. Editorial Científico Técnico. La Habana, Cuba. Pp 330.
- Estrada, C. C. F. & Jiménez, O. H. 1979. Ensayo sobre germinación de café utilizando cuatro sustratos y tres coberturas en el semillero. In II Simposio Latinoamericano sobre Caficultura. Guarnica, Xalapa, México. IICA, PROMECAFE . Pp 30 - 31.
- Gálvez, G. C. 1989. Técnicas modernas para el cultivo del café. Instituto Salvadoreño de Investigación del Café. ISIC, Nueva San Salvador, El Salvador. Pp 140.
- García, A.M. 1984. Patología Vegetal Práctica .2^{da} ed. Editorial Lumisa. México. Pp 9 - 11.
- Gil, F. S. L. 1991. Manual para el Caficultor Salvadoreño. Instituto Salvadoreño de Investigación del Café. ISIC, Nueva San Salvador, El Salvador. Pp 91 - 95.
- Gómez, Q. R. & Baeza, A. C. A. 1978. Control de *Rhizoctonia solani* Kühn en germinadores de café. CENICAFE. Colombia Vol. 29. Pp 56 - 58.
- Hernández, M., San Juan, E. R., Morales, J. A., Rodríguez, G., López, E. & Estraube, E. 1991. Semilleros de café. In Manual de Caficultura Guatemala, Guatemala. ANACAFE Pp 19 - 24.
- ICAFE - MAG. 1989. Manual de recomendaciones para el cultivo del café. 6^{ta} ed. ICAFE San José, Costa Rica. Pp 104.
- Irigoyen, J. N. 1991. Semilleros y viveros de café. In Manual para el Caficultor Salvadoreño. Instituto Salvadoreño de Investigación del Café. ISIC. Nueva San Salvador. El Salvador. Pp 19 - 28 .
- Katan, J. 1981. Solar Heating of soil for control of soilborne pests. Annual Review Phytopathology. 19:211-36.
- Lanzas, M. & Hernández, M. 1995. Opciones para el manejo de patógenos de suelo. In Resúmenes de Avances Técnicos. Proyecto Manejo Integrado de Plagas (MIP). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE. Managua, Nicaragua, Tomo IV. Pp 52 .
- Lockwood, J. L. 1988. Evolution of concepts associated with soilborne plant pathogens. Annual Review Phytopathology. 26:93-114.

- MAG. 1959. Enfermedades fungosas en Nicaragua. Boletín N° 3. Pp 18.
- MAG. 1990. Informe de Planificación y Estadística. Managua, Nicaragua.
- Millar, C. E., Turk, L. M. & Foth, H. D. 1980. Fundamentos de la ciencia del suelo México. Pp 66.
- Palma, R. & Osorio, D. 1993. Guía técnica para el cultivo del café. Instituto Hondureño del Café. IHCAFE. Tegucigalpa, Honduras. Pp 9.
- Penagos, D. J. & García, R. J. 1981. Control de enfermedades y plagas de café. Instructivo práctico. Nicaragua. Pp 26-27.
- Pichardo, G. S. T. 1988 . Evaluación de pentacloronitrobenceno (PCNB) en el control de *Rhizoctonia solani* Kühn en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Ingeniería Agronómica. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. ISCA, Managua, Nicaragua. Pp 2 y 3.
- Rosales, M.J. 1994. Compostas solarizadas comparadas con basamid para el control de nemátodos en viveros de café. Centro Experimental del Pacifico, UNICAFE. In boletín trimestral. El café de Nicaragua. UNICAFE. Nicaragua. Pp 15-16.
- Sarrasola, A. A. & Roca De Sarrasola, M. A. 1975. Fitopatología, Curso moderno. 1^{ra} ed. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires Argentina, Tomo II (Micosis) Pp 157.
- Shehata, M . A., Davis, D.W. & Anderson, M. P. 1981. Screening Peas For Resistance to stem root caused by *Rhizoctonia solani*. Plant disease. St. Poul, Minesota Vol. 65 (5) Pp 418.
- Thompson, W.T. 1985. Agricultura Chemicals. Book IV. Fungicides. Thompson Publications, Fresno, USA. 181 Pp.
- Tronconi, M. N. 1990. Manual de plagas y enfermedades del café . Instituto Hondureño del café. IHCAFE . Honduras C.A. Pp 37.
- Ubeda, H. R. A. & Sequeira, C. A. 1991. Incidencia de enfermedades del café (*Coffea arabica* L.) en la región VI de Nicaragua. In Informe Técnico del Departamento de Protección Vegetal, ciclo 1989-1990. Centro Nacional de Investigación del Café. CNIC. Matagalpa, Nicaragua. Pp 18.
- Ubeda, H. R. A. 1995 (a). Control de *Rhizoctonia solani* Kühn in vitro por aplicación de Fluazinam 500 F. Centro Experimental del Café del Norte. CECN - UNICAFE. Matagalpa, Nicaragua. Artículo no publicado.

Ubeda, H . R . A . 1995 (b). Evaluación de Fluazinam 500 F contra *Rhizoctonia solani* Kühn en semilleros de café. Centro Experimental del Café del Norte. CECN-UNICAFE. Matagalpa, Nicaragua. Artículo no publicado.

Zepeda, A., Zelaya, B. D., Contreras, E. P. & Palacios, H. J. L. 1997. Establecimiento y manejo de semilleros. In Manual de Caficultura de Nicaragua. UNICAFE, Nicaragua. Pp 51 - 58.