

**Control del nematodo nodulador de raíz  
(*Meloidogyne* spp.) en el cultivo de okra  
americana (*Abelmoschus esculentus*) con  
Micorriza Vesiculo Arbuscular (VAM),  
*Trichoderma harzianum*, *Paecilomyces*  
*lilacinus*, *Pochonia chlamydosporia* y  
Marigold (*Tagetes erecta*)**

**Sandor Agustín Cruz Mejía**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2007

**Control del nematodo nodulador de raíz (*Meloidogyne* spp.) en el cultivo de okra americana (*Abelmoschus esculentus*) con Micorriza Vesículo Arbuscular (VAM), *Trichoderma harzianum*, *Paecilomyces lilacinus*, *Pochonia chlamydosporia* y Marigold (*Tagetes erecta*)**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo en el grado  
Académico de Licenciatura

Presentado por

**Sandor Agustín Cruz Mejía**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2007

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos del autor.

---

Sandor Agustín Cruz Mejía

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2007

**Control del nematodo nodulador de raíz (*Meloidogyne* spp.) en el cultivo de okra americana (*Abelmoschus esculentus*) con Micorriza Vesículo Arbuscular (VAM), *Trichoderma harzianum*, *Paecilomyces lilacinus*, *Pochonia chlamydosporia* y Marigold (*Tagetes erecta*)**

Presentado Por:

Sandor Agustín Cruz Mejía

Aprobado:

---

Alfredo Rueda, Ph.D.  
Asesor principal

---

Miguel Vélez, Ph.D.  
Director Carrera de Ciencia y  
Producción Agropecuaria.

---

Rogelio Trabanino, M.Sc.  
Asesor

---

Raúl Espinal, Ph.D.  
Decano Académico

---

Diego Cedeño, Ing. Agr.  
Asesor

---

Kenneth L. Hoadley, D.BA.  
Rector

---

Abelino Pitty, Ph.D.  
Coordinador de Fitotecnia

## **DEDICATORIA**

A Dios padre por darme fuerzas estos cuatro años y un buen auto-control en momentos de enojo y permitirme alcanzar mi meta.

A mis padres Agustín y Mayra Cruz, por la formación personal que me inculcaron desde pequeño, por el amor y cariño incondicional que me han brindado.

A mis hermanas Lancy, Maria y Dely, por todos los consejos y cariños que me han brindado en todo momento.

A mi abuelita Valeria Cruz por todo su cariño.

A mis tíos y tías por siempre creer en mí y apoyarme en todo mi tiempo de estudio

A todos mis amigos que han estado conmigo en todo momento.

A mis asesores el Dr. Rueda, Ing. Trabanino, y Ing. Cedeño por el apoyo brindado.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios padre por darme fuerzas estos cuatro años de estudio para poder cumplir mis metas.

A mis padres por el apoyo incondicional, los consejos diarios que han ayudado a la formación personal e intelectual.

A mi abuelita, tíos y tías, primos y primas por las palabras de apoyo y los consejos en todo momento.

A la colonia Beliceña (Salas, Mike, Willie, Reyna, Tush, Edgar, Edwin, Arnulfos) por brindarme su apoyo y consejos durante todo estos cuarto años.

Al Dr. Alfredo Rueda por la paciencia y esfuerzo de todos los días durante mi proyecto de tesis, sin importar horarios que lo limiten.

Al Ing. Rogelio Trabanino por brindarme la ayuda técnica

Al Ing. Diego Cedeño Sanmartín por apoyarme durante todo el tiempo de mi proyecto y también por todos los consejos y paciencia que me ha brindado.

A los ingenieros: Miguel Cocom, Marcial Valeriano, David Figueroa, Rommel Reconco por todo el apoyo que me brindaron durante mi tesis.

Los colegas y amigos de la Residencia Washington por todo el apoyo brindado.

Al los proyecto de IPM-CRSP y PROMIPAC.

## RESUMEN

Cruz, S. 2007. Control del nematodo nodulador de raíz (*Meloidogyne* spp.) en el cultivo de okra americana (*Abelmoschus esculentus*) con Micorriza Vesículo Arbuscular (VAM) *Trichoderma harzianum*, *Paecilomyces lilacinus*, *Pochonia chlamydosporia* y Marigold (*Tagetes erecta*). Proyecto especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano. Honduras. 9 p.

El manejo del nematodo *Meloidogyne* spp. es uno de los principales problemas que enfrentan los productores de okra. El objetivo fue evaluar el efecto de VAM, *Trichoderma harzianum*, *Paecilomyces lilacinus*, *Pochonia chlamydosporia* y *Tagetes erecta* en el control de *Meloidogyne* spp. en okra americana (*Abelmoschus esculentus*). El estudio se realizó en el sector de Agricultura Orgánica de la Escuela Agrícola Panamericana. Los tratamientos aplicados fueron: *T. harzianum*  $3 \times 10^{11}$  conidias en 240 g/ha, *P. lilacinus*  $8 \times 10^{11}$  conidias en 240 g/ha, *P. chlamydosporia*  $3 \times 10^9$  clamidiosporas al transplante, VAM 3 g al semillero y 30 g en el transplante al pilón, *T. erecta* sembrado en asocio dos plantas de *T. erecta* por okra americana y el control al cual no se aplicó nada. Se utilizó un diseño de Bloques completos al azar (BCA) con seis tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos de *Paecilomyces lilacinus* y *Pochonia chlamydosporia*, *Trichoderma harzianum*, VAM y *Tagetes erecta* redujeron la población de *Meloidogyne* spp. en 78, 76, 41, 38 y 10%, respectivamente, mientras el control mostró un aumento en 33%. El promedio de altura en el tratamiento con *Tagetes erecta* fue menor por la alta competencia comparado con el resto de tratamientos. Se encontró un número menor de nódulos en el tratamiento de *Paecilomyces lilacinus*, *Pochonia chlamydosporia* y *Tagetes erecta*; Las plantas con VAM, *Paecilomyces lilacinus* y *Pochonia chlamydosporia* obtuvieron el mayor peso de materia seca de raíces y mayor producción por hectárea.

**Palabras clave:** Bioprotectores, conidias, materia seca.

**CONTENIDO**

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Resumen.....	vi
Contenido.....	vii
Índice de cuadros.....	viii
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>2</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>7</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>8</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>9</b>

**ÍNDICE DE CUADROS**

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
1.	Población de <i>Meloidogyne</i> spp. al día 0, 30, 60 y 90 días después del trasplante en Zamorano, Honduras.....	4
2.	Características agronómicas de okra americana ( <i>abelmoschus esculentus.</i> ) a los 90 días después de trasplante en Zamorano, Honduras.....	5
3.	Producción total de okra americana ( <i>Abelmoschus esculentus.</i> ) por hectárea en Zamorano, Honduras.....	6

## INTRODUCCIÓN

La okra americana (*Abelmoschus esculentus*) es un vegetal que tiene un alto contenido de vitamina B y ácido fólico, lo que la hace muy nutritiva. La okra americana llamada también Quimbombó o Quiabo, pertenece a la familia de las Malváceas; es originaria de África de clima tropical y suelos con pH neutros.

Actualmente hay un incremento del área de siembra en Honduras y Nicaragua. Toda la producción es destinada a la exportación, ya que no existe cultura de consumo. Es poco atacado por insectos, el organismo que más la ataca son los nematodos, principalmente del género *Meloidogyne* spp. que ocasionan nódulos en las raíces de la planta y reduce la producción (Gaitán 2005).

Existen hongos como *Trichoderma harzianum*, *Paecilomyces lilacinus*, *Pochonia chlamidospora* y la Micorriza Vesículo Arbuscular (VAM) que afectan los nematodos; así como también plantas con propiedades nematocidas como el Marigold (*Tagetes erecta*) que ayudan a la reducción de las poblaciones de estos organismos en el suelo (NSAIS 2007).

La ventaja de usar productos biológicos es que no hay residualidad química en el tejido vegetal, adaptándose a un sistema de producción orgánica abriendo una ventana de exportación muy especial y lucrativa que va en un ascenso continuo (Cedeño 2005).

El control de *Meloidogyne* spp. en la okra americana, evaluando la dinámica poblacional del nematodo nodulador, desarrollo de planta (altura, materia seca de raíz) y producción de frutos por planta con los bioprotectores y en asocio con Marigold.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el área de producción orgánica de la Escuela Agrícola Panamericana a 32 kilómetros de Tegucigalpa, Honduras, con una elevación de 800 msnm, una precipitación anual de 1200mm y una temperatura promedio de 25°C.

El experimento se desarrolló a campo abierto con un área de 21 × 48 m, lo cual fue dividido en tres bloques iguales de 21 × 16 m. Cada bloque se dividió en seis unidades experimentales de 7 × 8 m, y constaban de 32 plantas sembradas en cuatro camas de siembra separadas a un metro y medio entre camas.

Todos los tratamientos fueron aplicados manualmente al momento del trasplante y a los 21 días después del trasplante. El cultivo se fertilizó con bokashi y humus cada 15 días aplicando 6.8 t/ha. Los deshierbes se hicieron manualmente con azadón.

Los tratamientos fueron: *T. harzianum* a una concentración de  $3 \times 10^{11}$  conidias en 240 g/ha de producto comercial, *P. lilacinus*  $8 \times 10^{11}$  conidias en 240 g/ha de producto comercial; cantidad diluidas en 300 L de agua/ha. Se pesaron 50 g de arroz infectado con *Pochonia chlamydosporia* que fueron mezclados en 20 litros de agua, se dejó reposar por 45 minutos y se extrajo un mililitro para el conteo de clamidospora, se encontró una concentración de  $3 \times 10^9$  clamidospora. Micorriza Vesículo Arbuscular (VAM) 3 g a la siembra y 30 g en el trasplante al pilón, *T. erecta* sembrado en asocio con dos plantas de *T. erecta* para cada planta de okra americana y un control donde no se aplicó nada.

Para medir la población de nematodo, se tomaron muestras de suelos a los 0, 30, 60 y 90 días después de las aplicaciones de los tratamientos para determinar el desarrollo del *Meloidogyne* spp. Para hacer el conteo de nematodos se tomaron muestras de suelo a 10 cm de profundidad cerca de las plantas marcadas del ensayo, cada muestra contenía 1000 g que fue mezclado para homogenizar; luego se tomaron 100 g de cada muestra para ser evaluados.

En el laboratorio se utilizó el protocolo de extracción por Centrifugación - Flotación (Sasser y Taylor 1983). Se contaron los nematodos en una cámara de conteo dividida en 49 cuadros colocando 1 ml de 20 ml del total del tubo de ensayo, después del conteo se pasaron los datos al total de solución obtenido al principio.

En cada unidad experimental se marcaron diez plantas al azar al inicio del ensayo para medir la altura de planta a los 0, 30, 60 y 90 días después de trasplante.

La producción fue registrada durante nueve semanas de cosecha, las variables medidas fueron el número de frutos por planta y el peso total de la producción de cada unidad experimental.

Una vez terminando el ensayo se extrajeron las diez plantas marcadas de cada unidad experimental para realizar el conteo de nódulos en cada raíz y evaluar el nivel de daño. Las raíces se secaron bajo sombra por dos semanas para obtener la materia seca. Antes de ser pesados, se realizó un análisis de humedad introduciendo las muestras a un horno a 60°C por 24

El análisis estadístico se realizó con el programa estadístico "Statistical Analysis System" (SAS, 2003), usando un diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA) y un análisis de varianza con el Modelo Lineal General (GLM) y una separación de medias TUKEY para las variables a medir. El nivel de significancia exigido fue de  $P \leq 0.05$ .



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre los días 30 y 60 después de trasplante en los tratamiento de control y con Marigold hubo un aumento ( $P<0.05$ ) en la poblaciones de *Meloidogyne* spp. (Cuadro 1) mientras que en los tratamiento de *Paecilomyces lilacinus*, *Pochonia chlamydosporia*, *Trichoderma harzianum* y VAM hubo una reducción.

A los 90 días después de trasplante (Cuadro 1) los tratamiento con VAM y *T. harzianum* tuvieron una reducción de 38 y 41 % con respecto a la población inicial, esto indica que tuvieron un efecto negativo sobre la población de *Meloidogyne* spp. aunque su principal función no es el control de nematodos.

Los tratamientos con *P. lilacinus* y *P. chlamydosporia* (Cuadro 1.) redujeron la población de nematodos en 78 y 76%, respectivamente, con respecto a la población inicial. Esto concuerda con lo reportado por Cedeño (2005) quien usó *Paecilomyces lilacinus* y reportó un control de 85% en el cultivo de pepino (*Cucumis sativa*).

El tratamiento con el cultivo en asocio Marigold (*Tagetes erecta*) redujo la población en solo un 10% con respecto a la población inicial. El control aumentó ( $P<0.05$ ) la población de nematodos en 33%,

Cuadro 1. Población de *Meloidogyne* spp. al día 0, 30, 60 y 90 días después del trasplante en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Días después del trasplante				Reducción (%)
	0	30	60	90	
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	860	677 b*	227 c	194 d	78 a
<i>Pochonia chlamydosporia</i>	860	540 b	323 bc	212 cd	76 a
<i>Trichoderma harzianum</i>	860	748 b	403 b	500 bc	41 ab
VAM	860	708 b	388 b	529 b	38 b
<i>Tagetes erecta</i>	860	1033 a	1252 a	791 b	10 b
Control	860	1063 a	1233 a	1162 a	-33 c

Medias en las mismas columnas que tiene la misma letra no tuvieron diferencia significativa de acuerdo a al análisis de Tukey ( $p<0.05$ ).

\*% Es el porcentaje de reducción o incremento en la población de nematodos entre el día (0) y el día (90) después de trasplante

Al analizar la cantidad de nódulos en las raíces a los 90 días después de transplante se observó que los tratamientos con *P. chlamydosporia*, *P. lilacinus*, Marigold, *T. harzianum* y VAM tenían un 85, 84, 84, 34, y 39 % menos nódulos que las plantas del control (Cuadro 2).

Al comparar altura de las plantas a los 90 días después del transplante (Cuadro 2) esto fue menos ( $P < 0.05$ ) en el tratamiento con Marigold (*Tagetes erecta*) que con el resto de los tratamientos; posiblemente por la alta competencia por espacio y nutrientes que presentó este cultivo de asocio. También se observó un ataque de crisomelidos al día 45 después de transplante, atraídos por las flores del Marigold; lo cual pudo afectar el desarrollo de las plantas.

Los tratamientos con VAM, *P. lilacinus* y *P. chlamydosporia*, presentaron un mayor peso de raíces ( $P < 0.05$ ) que los con *T. harzianum*, Marigold y control (Cuadro 2).

Se obtuvo un mayor número de frutos por planta ( $P < 0.05$ ) con el tratamiento de *P. lilacinus* no diferenciándose de *P. chlamydosporia*; el tratamiento con Marigold obtuvo el menor número de frutos cosechados por planta ( $P < 0.05$ ); el efecto de competencia del cultivo de asocio también se pudo observar para esta variable (Cuadro 2).

Cuadro 2. Características agronómicas de okra americana (*Abelmoschus esculentus*) a los 90 días después de transplante en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Por planta			
	Altura (cm)	∞Peso raíz (g)	& Nódulo	No. Frutos
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	104 ab*	82 a	146 c	33 a
<i>Pochonia chlamydosporia</i>	108 a	81 a	144 c	31 ab
<i>Trichoderma harzianum</i>	100 ab	56 b	547 b	28 bc
VAM	108 a	90 a	591 b	29 c
<i>Tagetes erecta</i>	84 b	56 b	142 c	17 e
Control	111 a	67 b	901 a	26 d

\*Medias en las mismas columnas que tiene la misma letra no tuvieron diferencia significativa de acuerdo a al análisis de Tukey ( $P < 0.05$ ).

∞ Peso de raíz en MS.

& Promedio de nódulos en las raíces de okra.

Los mejores rendimientos por hectárea se obtuvieron con los tratamientos de *Paecilomyces lilacinus*, *Pochonia chlamydosporia* y VAM fue de 59,062, 58,125, 48,687 kg/ha respectivamente. Estos datos son similares a los obtenidos en una producción convencional que según Peet (2001) son de 50,000 a 55,000 kg/ha.

Cuadro 3. Producción total de okra americana (*Abelmoschus esculentus*) por hectárea en Zamorano, Honduras.

Tratamiento	Por hectárea Cosecha (kg)
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	59,062 a*
<i>Pochonia chlamydosporia</i>	58,125 a
<i>Trichoderma harzianum</i>	44,062 bc
VAM	49,687 ab
<i>Tagetes erecta</i>	23,438 d
Control	37,500 c

\*Medias en las mismas columnas que tiene la misma letra no tuvieron diferencia significativa de acuerdo a análisis de Tukey ( $p < 0.05$ ).

## CONCLUSIONES

1. Se observó el mayor porcentaje de control de nematodos con los tratamientos de *Paecilomyces lilacinus* y *Pochonia chlamydosporia*.
2. Aun no siendo controladores de nematodos *Trichoderma harzianum* y VAM mostraron cierto grado de control contra el nematodo nodulador de raíz *Meloidogyne* spp.
3. Aunque la reducción de la población de nematodo no fue mayor con el tratamiento de Marigold (*Tagetes erecta*) las raíces no mostraron gran daño por nodulación en las raíces.
4. Se obtuvo un mayor número de frutos por planta y producción con los tratamientos de *Paecilomyces lilacinus*, *Pochonia chlamydosporia* y VAM; Seguido por *Trichoderma harzianum* y el control. Los tratamientos con Marigold (*Tagetes erecta*) obtuvo el menor rendimiento por hectárea.

## RECOMENDACIONES

1. Seguir haciendo estudios en el cultivo en asocio con *Tagetes erecta* usando una relación de 1:1.
2. Evaluar el control de *Meloidogyne* spp. con *Tagetes erecta* como cultivo rotacional.
3. Evaluar en que etapa del cultivo de okra americana (*Abelmoschus esculentus*) presenta el mayor ataque de nódulos y formación de nódulos en las raíces.
4. Evaluar dosis de *Pochonia chlamydosporia* para el control de nematodos.

## LITERATURA CITADA

Cedeño Sanmartín, D. A. 2005. Control de *Meloidogyne* spp. en pepino (*Cucumis sativa*) con Micorriza Vesículo Arbuscular (VAM) (Mycoral®), *Trichoderma harzianum* y *Paecilomyces lilacinus*. Proyecto especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano. Honduras. 16 p

Gaitan, T. 2005. Cadena del cultivo de okra (*Hibiscus esculentus* L.). consultado el 23 junio del 2007. disponible en: [http://www.magfor.gob.ni/servicios/descargas/Estudios\\_Mercado/Mercado\\_Okra](http://www.magfor.gob.ni/servicios/descargas/Estudios_Mercado/Mercado_Okra).

National Sustainable Agricultura Information Service (NSAIS).2007. Nematodos Alternative Control, consultado el 14 junio del 2007. Disponible en <http://www.attra.org/attra-pub/PDF/nematode.pdf>.

Peet, M. 2001. Sustainable Practices for Vegetable Production in the Souh, consultado el 4 de septiembre de 2007. disponible en: <http://www.cals.ncsu.edu/sustainable/peet/profiles/c13okra.html>

Sasser, J.; Taylor, A. 1983. Biología identificación y control de los nemátodos de nódulo de la raíz. Ed. Artes Graficas de la Universidad del Estado de Carolina del Norte. Carolina del Norte, Estados Unidos. 111 p.