

Título: Evaluación de la eficiencia de alternativas ecológicas para el control de nematodos del género *Meloidogyne sp*, en las casas de cultivo de la Empresa de Cítrico "Capitán Tomás".

Autores: MSc. Armando A. del Busto Concepción*, Ing. Liudmila Palomino Morejón**, MSc. Lekeisha Sabrina Murphy*, Ing. Luís Enrique León Sánchez*, MSc. Ricardo Cruz Lazo*, Yoerlandy Santana Baños*.

* Universidad de Pinar del Río "Hermandad Saíz Montes de Oca", Martí # 270 (Final), e-mail armando@af.upr.edu.cu

** Empresa Provincial de Acopios en Pinar del Río. Máximo Gómez # 67.

RESUMEN.

El experimento fue realizado en la Empresa de Cítricos "Capitán Tomás" de Consolación del Sur, ubicada en el kilómetro 5 ½ de la carretera a Herradura; en el periodo 2004-2005, en nueve casas de cultivos que presentaban un suelo infestado con nematodos del género *Meloidogyne spp*. Se evaluó la efectividad de tres alternativas para el control de nematodos agalladores como: utilización de melaza de caña de azúcar, gallinaza más aserrín de pino y el hongo Entomopatógeno *Trichoderma viride* (Cepa C-66), además de utilizar el *Bromuro de Metilo*, como testigo en las instalaciones para el tratamiento de nematodos. Se determinó el comportamiento poblacional de la cepa antes mencionada y la efectividad de los productos orgánicos empleados sobre los nematodos en el suelo, comparándolos con los del *bromuro de metilo*.

En la investigación se registraron los mayores niveles poblacionales antes de emplear tratamientos, una vez aplicados, los niveles más bajos de población se obtienen a los 45 días, apareciendo con los mejores resultados las réplicas tratadas con *T. viride*, Cepa (C-66); y en particular donde se aplicó a una dosis de 9 kg/ha.

Los mejores tratamientos en cuanto a nivel de eficiencia, se obtienen después de *T. viride*, Cepa (C-66) a dosis de 9 kg/ha, la mezcla de gallinaza+aserrín a una proporción de 378+252 kg/túnel y por último la melaza con dosis de 10 l/ha, comportándose todas estas alternativas a la dosis mencionada con mayor efectividad que el empleo del *bromuro de metilo* al terminar los muestreos realizados a las diferentes replicas.

Palabras claves: *Trichoderma*, hongo, *Meloidogyne*, nematodos, gallinaza, aserrín y melaza.

INTRODUCCION.

El planeta está conformado por cadenas de ciclos, totalmente interconectados, los cuales son el objeto de estudio de diversas disciplinas. En este momento, prácticamente todas las disciplinas en mayor o en menor medida están comenzando a preocuparse por el estado actual y futuro de los ecosistemas.

Con la llegada de los plaguicidas, el Control Biológico en el Caribe, igual que en otras áreas, fue prácticamente olvidado. Sin embargo, los muchos efectos adversos de los plaguicidas y el fracaso en el control de muchas plagas han provocado que tengamos que volver a las viejas prácticas de control, según *Cruz*, (1996).

Los investigadores y técnicos en agricultura se están enfrentado a uno de los mayores retos de los últimos años, el de encontrar alternativas al bromuro de metilo para controlar plagas y enfermedades de las plantas. La alternativa que se proponga debe tener eficacia similar a este producto, tener poco impacto sobre el medio ambiente, ser económica y socialmente viable, características que no han sido hasta ahora exigidas a ningún otro pesticida. El bromuro de metilo, es un biocida que destaca por su amplio espectro de acción frente a los patógenos de los vegetales, así como su alta efectividad en cuanto a penetración y difusión en el suelo, incluso en aquéllos que presentan contenidos de humedad y temperatura altos.

Sin embargo, el bromuro de metilo, no se retiene en su totalidad en el suelo, sino que del 50 al 95 por ciento pasa en forma de emisiones gaseosas a la estratósfera, donde se liberan átomos de bromo que reaccionan con el ozono y otras moléculas estables que contienen cloro, dando lugar a una reacción en cadena que contribuye a la disminución de la capa de ozono, incrementando la emisión de rayos ultravioletas con los consecuentes riesgos para la salud y el medio ambiente. (*Thomas*, 1997)

Problema: Evaluación de la eficiencia de alternativas ecológicas para el control de nematodos del género *Meloidogyne sp*, en las casas de cultivo de la Empresa de Cítrico “Capitán Tomás”.

Objetivo General: Establecer alternativas ecológicas para el control de nematodo, que nos permitan la reducción parcial o total del monobromo de metano y similares.

Objetivos Específicos:

1. Determinar la dinámica poblacional de los nematodos agalladores en cada uno de los experimentos.
2. Identificar la alternativa más eficiente para el control de nematodos del género *Meloidogyne*, como vías posibles en la reducción del bromuro de metilo.
3. Determinar en el caso de la *Trichoderma* el grado de colonización en cada uno de las réplicas.
4. Determinar las dosis de aplicación de las alternativas de mayor eficiencia para el control de nematodos agalladores.

Materiales y Métodos.

2.2 Características del suelo.

El tipo de suelo de la Empresa de Cítrico” Capitán Tomás de Consolación de Sur, es *Ferralítico Cuarcítico Amarillo Lixiviado* perteneciente a la serie *Herradura*, el cual presenta las siguientes características: Son suelos neutros con un pH de (6 – 6.5), contenido de materia orgánica entre uno y dos por ciento, perfil ABC y ABLD, su desarrollo es a partir de rocas metamórficas (esquistos, cuarcíticos, macices), el proceso de fertilización va acompañado de lixiviación con predominio de minerales arcillosos como gestita, vermiculita, etc, presente en todo el perfil enriquecimiento de cuarzo a causa del material que se forma, es un suelo de textura ligera en la superficie (horizonte A), en la profundidad se hace más pesado (loam arcillo arenoso), Su productividad varía en dependencia de la topografía, transición doble entre sus horizontes:

1. Horizonte A-Pardo
2. Horizonte B- Amarillento
3. Horizonte C- Puede tener tonalidades amarillo- rojizo.

2.3 Momento y formas en que se realizaron los muestreos en los diferentes tratamientos.

En nuestra investigación se realizaron tres muestreos, el primero antes de haber realizar ninguna aplicación al suelo y los dos restantes se efectuaron a los 45 y 80 días después de realizado el primer muestreo.

Las muestras fueron tomadas de la siguiente forma: se dividieron los túneles utilizados (9), en cuatro cuadrantes de igual área y cada una de estas partes a su vez se dividió en cuatro partes en forma de “Bandera Inglesa”, siguiendo las diagonales de cada uno de

los mismos, para tener mayor representatividad en el muestreo, de cada uno de los triángulos formados por las diagonales, se tomaron muestras de suelo de cinco puntos diferentes.

Seguidamente, las muestras de suelo tomadas de los cinco puntos, se depositaron en una bolsa de polietileno y se procedió a revolver, agitando el depósito de un lado a otro, buscando la forma de homogenizar la representatividad de la muestra, esto se realizó en cada uno de los cinco cuadrantes estudiados. Las muestras de suelo tomadas en cada uno de los triángulos, se tomó a una profundidad de cero a 25 centímetros.

2.4 Métodos de extracción de nematodos. (Extracción con embudo de Bareman).

Se tomó un embudo de vidrio de paredes lisas, con un pedazo de malla abierta con una abertura superior a dos milímetros de diámetro, se hace una cazuela, la cual se inserta en el embudo. Sobre la malla coloque una toalla facial o papel “kleenex” doblado. Sobre el papel, deposite 50 gramos de suelo procedente de la muestra homogenizada. El suelo se dispersa formando una capa delgada. Llena el embudo con agua hasta que haga contacto con la base inferior de la malla.

Los nematodos pasan a través del papel y se reúnen en el tubo de goma, se pueden empezar a sacar después de transcurridas 24 horas, abriendo la llave de pinza y dejando que salgan unos cinco mililitros de agua.

2.5 Conteo de nematodos.

De cada frasco conteniendo nematodos (cinco mililitros), se extrajo, mediante una jeringuilla hipodérmica, un mililitro y se depositó en un contador de Peters. Una vez hecho el conteo, se determinó la población total de nematodos vivos y muertos, que hay en la muestra analizada, por cada uno de los triángulos de los cuadrantes.

2.6 Planificación de las aplicaciones realizadas en los diferentes tratamientos.

Tabla 3. Planificación de las aplicaciones por fechas.

Producto utilizado	Fecha de aplicación
Melaza	
Primera aplicación	23 de diciembre del 2004
Segunda aplicación	20 de enero del 2005
Tercera aplicación	17 de febrero del 2005
Cuarta aplicación	11 de marzo del 2005
Quinta aplicación	15 de abril del 2005
<i>Trichoderma viride</i>	
Primera <i>T. viride</i>	23 de diciembre del 2004
Segunda <i>T. viride</i>	30 de diciembre del 2004
Tercera <i>T. viride</i>	6 de enero del 2005
Cuarta <i>T. viride</i>	12 de enero del 2005
Quinta <i>T. viride</i>	20 de enero del 2005

<i>Sexta T. viride</i>	27 de enero del 2005
<i>Séptima T. viride</i>	3 de febrero del 2005
<i>Octava T. viride</i>	10 de febrero del 2005
<i>Novena T. viride</i>	17 de febrero del 2005
Gallinaza+Aserrín	
única	6 de enero del 2005
Bromuro de metilo	
única	8 de enero del 2005

2.7 Diseño experimental de la investigación.

Se empleo un diseño experimental de bloques al azar, con tres réplicas, tal y como muestran en la siguiente tabla.

Tabla. 1. Distribución de las parcelas

BLOQUE I		BLOQUE II		BLOQUE III	
M1		B de M		G + A1	
T1		M3		B de M	
G + A1		T3		M1	
B de M		G + A3		T1	
T2		M1		B de M	
M2		T1		G + A3	
G + A2		B de M		T3	
B de M		G + A1		M3	
G + A3		T2		B de M	
T3		M2		T2	
M3		B de M		G + A2	
B de M		G + A2		M2	

2.8 Análisis estadístico de los resultados.

En la investigación se utilizó para realizar el análisis estadístico, el programa computarizado *STATISTICS*, (1984), versión 4,0.

Como resultado de los muestreos realizados, se contabilizaron la cantidad de nematodos encontrados en cada uno de los tratamientos e incluyendo al testigo (bromuro de metilo), para determinar la eficiencia del control en cada uno de ellos. A estos datos se le realizó una transformación de los datos, para normalizar la distribución de estos y poder aplicar posteriormente un análisis de varianza simple.

La transformación realizada fue el arcoseno de los valores porcentuales, comprobando posteriormente la normalidad de la distribución por las pruebas de *Lilliefors* y *Shapiro Wilk*.

Los datos obtenidos en el experimento fueron procesados, donde se calcularon las medias de los valores transformados de población y la eficiencia de los tratamientos, realizándose un análisis de varianza y se aplicó un Test de *Duncan* para de esta forma poder determinar la significación entre tratamientos

2.9 Servicios solicitados al MINAGRI.

Para el desarrollo de esta investigación se necesitó de los servicios del laboratorio provincial de Suelos y de Sanidad Vegetal del MINAGRI, para realizar los análisis de suelos de las parcelas y determinar el grado de colonización de *Trichoderma*, respectivamente.

Resultados y discusiones.

3.1 Estudio general del comportamiento de la eficiencia de los productos orgánicos empleados y del bromuro de metilo en el control de nematodos del género *meloidogyne*.

A continuación le mostramos en la tabla No. 2 el comportamiento general de la eficiencia de los productos orgánicos a los cuales recurrimos en nuestra investigación, observándose que los de mejores resultados fueron los tratamiento con *T. viride* sobre el resto de los tratamientos empleados, incluyendo al *bromuro de metilo*, el cual como ya mencionamos anteriormente no se considera debido a que la población final se comportó superior a la población inicial, ya que al decir de *Bello, et al.*, (1994,1995 y 1996); *Barrer y Koening*, (1998) y la *FAO*, (2005), (...) el *bromuro de metilo* es un producto químico que al ponerse en contacto con la atmósfera se gasifica, convirtiéndose en un gas sumamente tóxico, capaz de eliminar toda la vida que pueda existir en la superficie tratada, pero cuando se retira la manta de nylon esos gases desaparecen rápidamente, incorporándose a la atmósfera en pocas horas, por lo que tiene un bajo efecto residual, quedando expuesto el sustrato a nuevas infecciones motivado por una cuarentena interna deficiente en los túneles, además al eliminar todo tipo de vida en el sustrato, este demora un periodo de tiempo relativamente largo en recuperar los niveles de población microbiano que tenía antes de las aplicaciones, lo cual contribuye al aumento de la población de nematodos agalladores, donde, al decir de *Bello, et al.*, (1999b, 2000,b,c), (...) al mismo tiempo que se incrementan los nematodos saprófagos y demás microorganismos, mejoran las características del suelo y la nutrición de la planta, elevando su resistencia al ataque de nematodos agalladores.

Tabla 2. Comportamiento general de la eficiencia de los productos orgánicos utilizados en nuestra investigación.

Efecto.	Media.	Significación.
Melaza. (6 l/ha)	0,420	d
Melaza. (8 l/ha)	0,678	cd
Melaza. (10 l/ha)	0,674	cd
<i>Trichoderma.</i> (8 kg/ha)	0,944	b
<i>Trichoderma.</i> (9 kg/ha)	1,216	a
<i>Trichoderma.</i> (10 kg/ha)	0,995	ab
Gallinaza+Aserrín (252+378 kg/túnel)	0,773	bc
Gallinaza+Aserrín (315+315 kg/túnel)	0,591	cd
Gallinaza+Aserrín (378+252 kg/túnel)	0,628	cd

En la tabla anteriormente mostrada podemos percibir que el mayor valor medio fue el de *T. viride* con una dosis de 9 kg/ha, presentando sus resultados diferencias significativas con el resto de los productos utilizados, incluyendo al *bromuro de metilo*, además a su vez fue el tratamiento que mejores niveles de colonización del hongo presentó (Ver tabla No. 5), dentro de las variantes utilizadas en su tipo, no coincidiendo con estos resultados a los obtenidos por DNSV, (2001), pues ellos recomiendan en su experiencia la utilización de este hongo con una dosis de 8 kg/ha, lo cual debe estar motivado que en los suelos donde ellos llevaron a cabo su investigación eran suelos de mayor por ciento de materia orgánica, elemento fundamental para el desarrollo de las colonias.

En la misma tabla se puede apreciar que los restantes tratamientos de *T. viride* (8 y 10 kg/ha) y gallinaza+aserrín (378-252 kg/ha), fueron los que siguieron en cuanto a niveles de eficiencia se refiere, no existiendo significación entre ellos y si con el resto de los tratamientos, ya que como hemos explicado *T. viride* es un hongo que habita en el suelo y puede actuar sobre diversos agentes fitoparásitos, debido a su elevada efectividad antagónica e hiperparasítica, por lo que son capaces de destruir las células y alimentarse del contenido de estas, aumentando sus niveles de colonización en la medida que existen nematodos para nutrirse y materia orgánica, por su parte la proporción de gallinaza+aserrín (378-252 kg/ha), brindó un resultado similar al anteriormente analizado, existiendo una relación más efectiva entre ambos productos

mezclados en las condiciones de nuestra investigación, pudiendo apreciarse que existe una relación directa entre el contenido de gallinaza y la disminución de la población de nematodos agalladores, por su parte con la aplicación continua de nematicidas biológicos y orgánicos se favorece la multiplicación de organismos benéficos, multiplicando los depredadores naturales de los nematodos, se regenera el suelo, fortaleciendo así la sanidad y vigor de las plantas, al decir de la *INIA*, (2004).

Por último podemos considerar en dicha tabla que el tratamiento que peor comportamiento sobre la eficiencia presentó fue el de melaza utilizando dosis de 6 l/ha, alcanzando valores medios de 0,420, presentando diferencias significativas con el resto de los tratamientos, lo cual nos motiva a pensar que esta dosis ejerció un efecto poco esquilante en el desarrollo poblacional de los nematodos.

3.2 Valoración económica.

Podemos afirmar, que esta investigación ayuda en la búsqueda de soluciones para el control de nematodos del género *Meloidogyne* de manera poco agresivo al ecosistema, reduciendo las poblaciones de este tipo de plagas en nuestras plantaciones de cultivos protegidos y buscando nuevas vías para reducir y posteriormente eliminar las aplicaciones de productos químicos, los cuales causan efectos deletéreos sobre el medio ambiente y de esta forma buscar vías para reducir la cantidad de plaguicidas, trayendo consigo una disminución de los costos de producción.

Hay que destacar que los productos químicos aplicados en la prevención y el control de nematodos, tienen un alto costo en el mercado internacional, comparados con los productos biológicos de producción nacional. Teniendo en cuenta estos criterios estableceremos una comparación para determinar el efecto económico de las aplicaciones.

El producto químico aplicado para la desinfección del suelo fue el *bromuro de metilo* y el mismo tiene un costo para tratar un túnel de \$ 107,10 MLC (dosis de 50 g/m²), la aplicación de este producto se realiza antes del trasplante de las posturas y solo una vez.

Además, por el resto de los costos, se valoran en \$201,77 MLC, los cuales quedan distribuidos de la siguiente forma: uso de medios de protección para el personal que labora en estas actividades, se estima un costo por persona de \$ 66,25 MLC; en las mangueras \$ 44,52 MLC y en la carpa de nylon para cubrir el suelo \$ 91,00 MLC.

Por su parte el kilogramo de *T. viride* tiene un costo de \$ 8,95 MN, realizándose lo que se recomienda en este trabajo, en un túnel que tiene un área de 0,09 hectáreas, con una

dosis de nueve kg/ha, se utilizarían 0,81 kg/Túnel, lo que conlleva a un costo de \$ 87,00 MN para realizar una aplicación semanal durante tres meses. Por concepto de transportación \$ 7,50 CUC y por salario del trabajador \$ 4,20 MN.

Por su parte el litro de melaza tiene un valor de \$ 0,61 MN, lo que según los resultados de nuestra investigación, recomendamos una dosis de 10 l/ha, por lo que una sola aplicación nos reportaría un gasto por concepto del producto a aplicar de \$ 6,10 MN; y teniendo en cuenta que se le debe realizar una aplicación mensual, para el caso del cultivo del tomate que fue el tomado como referencia se le realizan 5 aplicaciones, lo que da un resultado final de \$ 30,50 MN. Por concepto de transportación se tendrá un gasto de \$ 15,00 CUC y por salario \$ 10,55 MN.

En el caso particular de la gallinaza y el aserrín, son productos que el único gasto se lo debemos atribuir a la transportación del producto, con un valor de \$ 7,50 CUC, al salario de los trabajadores por concepto de la confección del compostaje en montones y a la hora de aplicarlo (\$ 37,50 MN), realizándose una sola aplicación de esta mezcla, después de la primera labor de aradura, lo cual conllevaría a un gasto final para un túnel de \$ 7,50 CUC y \$ 37,50 MN.

En la tabla 10, se muestra una valoración en cuanto al *bromuro de metilo* (BrCH₃) y las alternativas empleadas en nuestra investigación, además aparecen el número de aplicaciones y cuanto asciende por túnel el costo total del tratamiento de nematodos por ambos métodos de lucha.

Tabla 3. Costos de los productos por aplicación y número de estas.

PRODUCTO	# DE APLICACIONES	COSTO/APLICACIÓN		COSTO/ NO. DE APLICACIONES	
		MN	MLC/CUC	MN	MLC/CUC
Bromuro de Metilo	1	-	308,87*	-	308,87*
T. viride	12	11,45	7,50	87,00	45,00
Melaza	5	16,65	15,00	83,25	15,00
Gallinaza + Aserrín	1	37,50	7,50	37,50	7,50

4 Conclusiones:

1. Los suelos de las casas de cultivo de la Empresa de Cítricos, “Capitán Tomás” se encuentran infestadas por nematodos del género *Meloidogyne*.
2. El tratamiento de mayor grado de colonización de *Trichoderma* alcanzado fue en el cuadrante tres.
3. La dosis de *Trichoderma* que mayor eficiencia técnica tuvo sobre nematodos del género *Meloidogyne*, fue de nueve kg/ha.
4. Todas las parcelas tratadas con *Trichoderma* alcanzaron mayor eficiencia técnica del tratamiento a los 35 y 70 días a la aplicación de bromuro de metilo.

5 Bibliografía.

Bello, A.; Escuer, M. y Pastrana, M. A., (1995). Nematodos fitoparásitos de la alcachofa. *Horticultura*. Pág. 165, 535-538.

Bello, A., et al., (1996). Ecología del suelo y su interés agronómico en el control de nematodos. *IV Congreso de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo*. Lérida, España, Pág. 39-344.

Bello, A., et al., (1999b). Bio-fumigation and local resources as methyl bromide alternatives. *Abstracts 3rd International Workshop "Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries, 7-10 December, Heraclion, Creta, Grecia*. Pág. 17.

Bello, A., et al., (2000b). Biofumigation and organic amendments. *Regional Workshop on Methyl Bromide Alternatives for North Africa and Southern European Countries*, United Nations Environment Programme (UNEP), Francia, Pág. 113-141.

Bello, A., et al., (2000c). Biofumigation, solarization and nematode control. *XXV International Nematology Symposium*, April 2-7, (2000), Herzliya, Israel.

Biofumigación Y Solarización Como Alternativas Al Bromuro De Metilo
antonio.bello@ccma.csic.es

Cruz, C., (1996). Control Biológico de Plagas en la Zona del Caribe, Departamento de Protección de Cultivos, Colegio de Ciencias Agrícolas Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico 00680

FAO, (2005), Rome, FDA, Letter to Igene Biotechnology, Inc. CDFA Registration Packet. 13 pp (in press).

INIA, Gobierno de Chile. Ministerio de Agricultura, (2004).

Statistics. 1984. Ver 4.0. Intranet. Universidad De Pinar Del Río. “Hnos Saiz de Oca.”