

EFICIENCIA DE NEMATICIDAS DE NATURALEZA BIOLÓGICA, QUÍMICA Y BOTÁNICA EN EL CONTROL DEL NEMATODO DEL NUDO DE LA RAÍZ (*Meloidogyne incognita*) EN ROSAS CULTIVADAS BAJO INVERNADERO EN EL CANTON QUITO

AUTOR:

Delgado Espinoza Mauro Stalin

COAUTOR:

Ing. Jorge Revelo, M. Sc.

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, el cultivo de flores es un sector importante y dinámico de la agricultura. Posee la extensión más grande del mundo de rosas cultivadas bajo invernadero (3000 ha), ostenta el reconocimiento de la flor de mejor calidad y es fuente importante de mano de obra y de divisas (Expoflores, 1990).

Este cultivo es afectado por insectos, hongos, bacterias y en especial por el nematodo *Meloidogyne incognita* con 70% de pérdidas. Para su control se han utilizado nematicidas de síntesis química (Furadan, Mocap, Temik, Namacur, Vydate, Bólido y Huracán), peligrosos para la salud humana y el ambiente (Expoflores, 1990 a 1997), por lo cual han sido prohibidos, complicando el control de este nematodo (INIAP, 2004). Para su control, el manejo integrado es la alternativa más adecuada considerando al control biológico, al químico con productos de naturaleza botánica y a la resistencia genética (INIAP, 2004).

Con este fin, el propósito del presente estudio fue identificar un producto de naturaleza biológica o botánica con similar eficiencia de control que los nematicidas convencionales para su reemplazo en el control de este nematodo en rosas.

OBJETIVOS

GENERAL

- Determinar el producto más eficiente y rentable en el control de *M. incognita* en rosas cultivadas bajo invernadero.

ESPECÍFICOS

- Evaluar la eficiencia de nueve nematicidas de diferente naturaleza, en el control del nematodo en rosas
- Determinar la rentabilidad de los tratamientos

HIPÓTESIS DE TRABAJO

Al menos uno de los nematicidas de origen biológico o botánico, es eficiente y rentable en el control de *M. incognita*.

METODOLOGÍA

LOCALIZACIÓN

El estudio se realizó de enero a octubre del 2011, en las instalaciones de la empresa Inversiones Florícolas S. A., en Checa, Pichincha y los análisis nematológicos en el laboratorio de Nematología de la E. E. Santa Catalina del INIAP.

FACTOR EN ESTUDIO

Nematicidas de origen biológico, botánico y químico.

TRATAMIENTOS

Se evaluaron 10 tratamientos: 6 productos de origen biológico: Micosplag (0,005 g/l) (*M. anisoplae*, *P. lilacynus*, *B. bassiana*); Biostat (0,025 g/l) (*P. lilacynus*); Bionema 700 (0,02 cc/l) + Bionema 150 (0,004 g/l) (*P. lilacynus*, *Pseudomonas* sp.); Nematér (0,028 g/l) (*Mycrothecium Verrucaria*); Biorgán (0,11 cc/l) (*B. subtilis*, *T. harcianum*) + Green Fish (0,05 cc/l) y Bioway (1757,81g/m²) (*B. penetrans*, *B. subtilis*, *B. cereus*); 1 de origen botánico, Neem X (0,144

cc/l) (Azadirachtina + 23 limonoides); 1 de origen orgánico, Melaza (28 cc/l) (carbohidratos); 1 producto químico, Rugby (15g/m²) (cadusafos) y un testigo (sin aplicación).

DISEÑO EXPERIMENTAL

Los tratamientos fueron evaluados en un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 4 repeticiones y 40 unidades experimentales, en invernadero. La unidad experimental fue una cama de 25,2 m² (33,6 m x 0,75 m) con 392 plantas de rosas variedad Roses Spray injertada en patrón Manetti. La parcela neta se consideró a 126 plantas centrales con un área de 8,11 m². La comparación de medias entre los tratamientos se realizó con la prueba de Tukey al 5%.

VARIABLES

- Incremento de la población del nematodo en el suelo y en el sistema radical según la fórmula de Seinhorst (1970):
 $I = Pf/Pi$. Pf = población final y P1 = población inicial.
- Eficiencia de los productos en el control del nematodo en el suelo y en el sistema radical, mediante relación de las poblaciones inicial (Pi) y final (Pf) del nematodo, con la fórmula Eficiencia = $[(1 - (Pfa/Pia)) \times (Pit/Pft)] \times 100$ de Henderson y Tilton (1981).
- Fluctuación de la población de *M. incognita* en el suelo y en la raíz.
- Rendimiento (tallos/ha).
- Análisis económico de los tratamientos

MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

Micosplag, Bionema, Nematér y Biorgán se aplicaron por 7 ocasiones a intervalos de 8, 15 y luego cada 30 días. Biostat, 3 aplicaciones a los 8, 60 y 120 días. Melaza, 7 aplicaciones a los 8, 15 y cada 30 días. Neem X, 2 aplicaciones a los 8 y 90 días. Estos productos se aplicaron en drench. Bioway, 2 aplicaciones a los 8 y 90 días y Rugby 1 aplicación a los 8 días, los dos por incorporación al suelo.

RESULTADOS

- **Incremento de la población del nematodo en el suelo y en el sistema radical.** Los productos Rugby y Biostat, presentan los menores incrementos de la población del nematodo en el suelo con valores de 0,3 y 0,9 veces la población, respectivamente; y en la raíz, Rugby y Neem X con incrementos de 2,0 veces, menores al resto de productos, con incrementos de 5 a 2 veces (Cuadro 1).
- **Eficiencia de los productos en el control del nematodo en el suelo y en el sistema radical.** En el suelo, los productos más eficientes son Rugby, Neem X, Biostat y Bionema, con valores de 93,61, 81,70, 78,92 y 72,58%, respectivamente; en la raíz son Rugby, Neem X y Bionema con 71,43, 69,53 y 49,99 %, en su orden (Cuadro 1).
- **Fluctuación de la población de *M. incognita* en el suelo y en la raíz.** En el Grafico 1 se observa que a partir de la segunda lectura, los productos Rugby, Neem X, Biostat, Bionema y Biorgán, evitan que la población del nematodo en el suelo se incremente, en cambio, Nematér, Melaza, Bioway y el testigo, no ejercieron control alguno al presentar incrementos constantes de la población. Por su parte,

Micosplag, mantuvo la población inicial hasta la quinta lectura y luego registró incrementos, pero menores a los registrados en Nemater, Biostat, Bioway y el testigo.

En la población del nematodo en la raíz, a partir de la segunda lectura, los productos Rugby, Neem X y Bionema, muestran un ligero incremento de la población inicial del nematodo que la melaza, Biorgán, el testigo, Bioway, Biostat, Nemater y Micosplag, los cuales presentan incrementos significativos de la población a partir de la segunda lectura (Gráfico 2).

Se descarta a Rugby por su toxicidad y a Bioestat por su baja eficiencia de control en la raíz, por lo cual, los productos más eficientes son Neem X y Bionema (Cuadro 1 y Gráficos 1 y 2).

- **Rendimiento (tallos/ha).** Los rendimientos registrados en cada tratamiento fueron estadísticamente similares al testigo, ($p < 5\%$), interpretándose que el cultivo no fue afectado por el nematodo, ni que los productos ejercieron efecto alguno sobre el rendimiento, es decir, no se requiere aplicar nematocidas. Este hecho se atribuye en gran parte a la tolerancia del portainjerto Manetti al parasitismo de *M. incognita* (Revelo, *et al.*, 2006), comportamiento que le permitió al cultivo de rosas soportar el ataque de las altas poblaciones iniciales del nematodo en el suelo y en el sistema radicular, sin que el rendimiento sea afectado.
- **Análisis económico de los tratamientos.** De acuerdo al análisis de retorno marginal, los productos y/o tratamientos más rentables son el testigo, Nemater y Biorgán (Gráfico 3). Sin embargo, al considerar que los rendimientos y los beneficios netos del testigo son adecuados y rentables para el productor de flores, se establece que no es necesario realizar gastos adicionales para controlar a *M. incognita* con nematocidas, porque la tolerancia del Patrón Manetti, evita que los rendimientos sean afectados significativamente por el nematodo.

Respecto al costo de los productos por hectárea, los productos con menores costos son Micosplag, Nemater, Rugby, Neem X y Bionema con valores de 595,0, 609,0, 786,0, 699,0 y 986,0 USD, respectivamente; sin embargo, se descartan a Micosplag y Nemater por su baja eficiencia de control y a Rugby por su toxicidad, seleccionándose a Neem X y a Bionema como los más adecuados.

Si bien, no es necesario realizar gastos adicionales en nematocidas por la tolerancia del patrón Manetti, al considerar que en el cultivo de rosas se realizan siembras consecutivas (monocultivo), se establece que la aplicación de Neem X y de Bionema, constituyen una alternativa recomendable para evitar que la población del nematodo se incremente a niveles altos que podrían sobrepasar el umbral de tolerancia del patrón y causarle pérdidas significativas a largo plazo.

CONCLUSIONES

- Los productos más eficientes y rentables para el control de *M. incognita* en el suelo y en la raíz del cultivo de rosas son: Neem X (Azadirachtina más 23 limonoides) con eficiencia de control de 71,43 y 69,53%, respectivamente, y Bionema (*P. lilacynus* y *Pseudomonas sp.*) con 72,58 y 49,99 %, en su orden.
- En la plantación de rosas utilizada en este estudio, no es necesario realizar gastos adicionales en nematocidas para controlar a *M. incognita*, porque la tolerancia del patrón Manetti, evita que los rendimientos sean afectados por el nematodo.
- Sin embargo, al considerar que en el sistema de producción del cultivo de rosas bajo invernadero se realizan siembras consecutivas (monocultivo), la aplicación de Neem X y Bionema, constituye una alternativa recomendable para

evitar que la población del nematodo se incremente a niveles altos que podrían sobrepasar el umbral de tolerancia del patrón y causarle pérdidas significativas al cultivo a largo plazo.

- Rugby presenta una persistencia de 10 meses y Neem X de 5 meses. En el caso de Biostat, los microorganismos que contiene logran establecerse en el suelo al aplicar el producto cada 3 meses.
- Se descarta a Rugby por su toxicidad (categoría II).

RECOMENDACIONES

- En el sistema de producción de rosas cultivadas bajo invernadero, para evitar el daño del nematodo se recomienda establecer la plantación injertando la variedad de rosa en el patrón tolerante Manetti y considerar la aplicación de Neem X y/o Bionema, previo monitoreo de la dinámica de la población del nematodo.
- Repetir la investigación por un período de al menos 2 años, para obtener información adicional sobre la dinámica de la población del nematodo, la productividad del cultivo y la eficiencia y rentabilidad de los productos evaluados.
- En el cultivo de rosas, planificar estudios que permitan establecer el número de aplicaciones de nematocidas de origen biológico y botánico y el intervalo, para mantener la población del nematodo bajo los umbrales de daño y económico.

RESUMEN

El manejo integrado de *M. incognita* con patrones resistentes y la aplicación de nematocidas de naturaleza biológica y botánica, es requisito principal para su control. Con este fin, en el 2010 se evaluaron 6 productos de origen biológico: Micosplag (0,005 g/l) (*M. anisoplae*, *P. lilacynus*, *B. bassiana*), Biostat (0,025 g/l) (*P. lilacynus*), Bionema 700 (0,02 cc/l) + Bionema 150 (0,004 g/l) (*P. lilacynus*, *Pseudomonas sp.*), Nemater (0,028 g/l) (*Mycrothecium Verrucaria*), Biorgán (0,11 cc/l) (*B. subtilis*, *T. harcianum*) + Green Fish (0,05 cc/l) y Bioway (1757,81g/m²) (*B. penetrans*, *B. subtilis*, *B. cereus*); 1 de origen botánico, Neem X (0,144 cc/l) (Azadirachtina + 23 limonoides); 1 de origen orgánico, Melaza (28 cc/l) (carbohidratos); 1 producto químico, Rugby (15g/m²) (cadusafos) y un testigo (sin aplicación) en un DCA con 4 repeticiones, en invernadero. La unidad experimental fue de 25,2 m² (33,6 m x 0,75 m) con 392 plantas de rosas variedad Roses Spray injertada en patrón Manetti. La parcela neta se consideró a 126 plantas centrales con un área de 8,11 m². Micosplag, Bionema, Nemater y Biorgán se aplicaron por 7 ocasiones a intervalos de 8, 15 y luego cada 30 días. Biostat, 3 aplicaciones a los 8, 60 y 120 días. Melaza, 7 aplicaciones a los 8, 15 y cada 30 días. Neem X, 2 aplicaciones a los 8 y 90 días. Estos productos se aplicaron en drench. Bioway, 2 aplicaciones a los 8 y 90 días y Rugby 1 aplicación a los 8 días, los dos por incorporación al suelo. Se consideraron las variables incremento de la población de J2 en el suelo y de huevos y J2 en el sistema radical, la eficiencia de los tratamientos, el rendimiento y análisis económico. Rugby, Neem X, Biostat y Bionema presentaron mayor eficiencia de control de J2 en el suelo con 93,61, 81,70, 78,92 y 72,58%, respectivamente, que Biorgán, Micosplag, Nemater, melaza, Bioway y el testigo con 64,27, 43,89, 26,72, 16,54, -11,73 y 0,00 %. En la raíz, Rugby, Neem X y Bionema con 71,43, 69,53 y 49,99 %, en su orden. Se descartó a Rugby por su toxicidad y a Bioestat por su baja eficiencia de control en la raíz, por lo cual, los productos más adecuados son Neem X y Bionema. En la variable rendimiento no se detectaron diferencias estadísticas ($p < 5\%$) a pesar que la población de J2 en el testigo fue de 664 a 2850 J2/100 g de suelo, mostrando el patrón Manetti alta tolerancia, comportamiento corroborado

por el análisis económico que mostro al testigo como el tratamiento más rentable.

En la plantación de rosas utilizada en este estudio, no es necesario realizar gastos adicionales en nematicidas para controlar a *M. incognita*, porque la tolerancia del patrón Manetti evita que los rendimientos sean afectados por el nematodo. Sin embargo, al considerar que en el sistema de producción del cultivo de rosas bajo invernadero se realizan siembras consecutivas (monocultivo), la aplicación de Neem X y Bionema, constituye una alternativa recomendable para evitar que la población del nematodo se incremente a niveles altos que podrían sobrepasar el umbral de tolerancia del patrón y causarle pérdidas significativas al cultivo a largo plazo.

SUMMARY

Meloidogyne incognita can be easily found in most producing areas of roses in Ecuador. This nematode affects flower quality and yield by 70%. In order to control this nematode, the use of resistant rootstock and the application of biological and botany nematicides are key factors that must be seriously considered. Consequently, in 2010 a study was conducted in which we evaluated 6 biological products: Micosplag (0,005 g/l) (*M. anisoplae*, *P. lilacynus*, *B. bassiana*), Biostat (0,025 g/l) (*P. lilacynus*) Bionema 700 (0,02 cc/l) + Bionema 150 (0,004 g/l) (*P. lilacynus*, *Pseudomonas* sp.), Nematér (0,028 g/l) (*Microthecium Verrucaria*), Biorgán (0,11 cc/l) (*B. subtilis*, *T. harcianum*) + Green Fish (0,05 cc/l) and Bioway (1757,81 g/m²) (*B. penetrans*, *B. subtilis*, *B. cereus*), 1 botanical product, Neem X (0,144 cc/l) (Azadirachtin + 23 limonoids), 1 organic product, Molasses (28 cc/l) (carbs), 1 chemical-kind product, Rugby (15g/m²) (cadusafos) and a control (with no application) using a Randomized Blocks Design with 4 replications in a greenhouse. The experimental unit was 25,2 m² (33,6 m x 0,75 m) with 392 rose plants Spray Roses variety grafted on Manetti. The net plot was considered as 126 plants within an area of 8,11 m². Micosplag, Bionema, Nematér and Biorgán were applied in 7 times at intervals of 8, 15 and then every 30 days. Biostat: 3 applications at 8, 60 and 120 days. Molasses: 7 applications at 8, 15 and every 30 days. Neem X: 2 applications at 8 and 90 days. These products were applied by drenching. Bioway: 2 applications at 8 and 90 days and Rugby: 1 application at 8 days, both by incorporating them into the soil. The variables considered were: increase of J2 population in soil and eggs and J2 in the root system, treatment efficiency, yield and cost-effective analysis. Rugby, Neem X Bionema and Biostat had greater control efficiency on J2 in the soil (with 93,61, 81,70, 78,92 and 72,58%,

respectively) than Biorgán, Micosplag, Nematér, molasses, Bioway and the Control (64,27, 43,89, 26,72, 16,54, -11,73 and 0,00%). At the root system, Rugby, Neem X and Bionema showed 71,43, 69,53 and 49,99%, in that order. Rugby was ruled out because of its toxicity and Biostat because of its low efficiency of control at the root; therefore, it is assumed that the most suitable products are Neem X and Bionema. In the variable yield, statistical differences were not detected even though the population of J2 in the Control was 664 to 2850 J2/100 g of soil, showing high tolerance by Manetti, behavior supported by the financial analysis that stated the Control as the most cost effective treatment.

In the roses plantation used in this study, additional expenses on nematicides are not necessary to control *M. incognita*, since the high levels of tolerance that Manetti rootstock prevent yields are affected by the nematode. However, considering that consecutive plantings (monoculture) are made in the production of roses under greenhouses, the application of Bionema and Neem X is an alternative recommended to prevent nematode populations increase to higher levels that may exceed the tolerance of the rootstock and cause significant losses to long-term cultivation.

BIBLIOGRAFÍA

- EXPOFLORES, 1990 a 1997. Revisión bibliográfica sobre el análisis de riesgo sanitario pp. 29 – 36.
- Henderson y Tilton (1981). Evaluation of trial-Calculation of efficacy. In. Manual for Field Trials in Plant Protection. CIBA-GEIGY. Switzerland. pp. 33.
- INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP). 2004. Informe anual de actividades del Departamento de Protección Vegetal. E. E. Santa Catalina. Quito. 200 p.
- REVELO, J.; CAZCO, C.; CASTILLO N.; SANDOVAL, A.; SÁNCHEZ, G.; LOMAS, L.; CORRALES, A. 2007. "Nematodo del rosario de la raíz" (*Nacobbus aberrans*) y "nematodo del nudo de la raíz" (*Meloidogyne incognita*): epidemiología, importancia y pertinencia de desarrollar un sistema de manejo integrado para optimizar su control en tomate de mesa en el valle del Chota. Boletín Técnico N° 129, Estación Experimental Santa Catalina. Publicación del Convenio INIAP, UTN, SENACYT. Quito-Ecuador. 86 p.
- SEINHORST, J. W. 1970. Dynamic of population of plant parasitic nematodes. Annual Review of Phytopathology. pp. 131-135.

Cuadro 1. Análisis comparativo de las variables incremento de la población de *M. incognita* en el suelo y la raíz, eficiencia de control en el suelo y la raíz, rendimiento y costo de los productos. Checa, Pichincha. 2010.

Tratamientos			Variables					
Código	Producto	Microorganismos/ingrediente activo	Incremento en el suelo	Eficiencia en el suelo (%)	Incremento en la raíz	Eficiencia en la raíz (%)	Rendimiento (tallos/ha)	Costos (USD/ha)
T9	Rugby	Cadusafos	0,30 A	93,61	2,00 A	71,43	863591 A	786
T2	Biostat	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	0,90 A	78,92	11,00 B	-23,28	837500 A	1964
T7	Neem X	Azadirachtina más 23 limonoides	1,10 AB	81,70	2,00 AB	69,53	878869 A	699
T3	Bionema	<i>P. lilacynus</i> , <i>Pseudomonas</i> sp.	1,20 B	72,58	6,00 B	49,99	837995 A	986
T5	Biorgan	<i>B. subtilis</i> y <i>Trichoderma harcianum</i>	1,50 BC	64,27	8,00 B	12,58	912103 A	2821
T1	Micosplag	<i>M. anisoplae</i> , <i>P. lilacynus</i> , <i>B. bassiana</i>	2,20 C	43,89	23,00 B	-240,62	792262 A	595
T4	Nematér	<i>Microthecium verrucaria</i>	4,50 C	26,72	16,00 B	-101,24	882043 A	609
T8	Melaza	Carbohidratos	4,60 C	16,54	5,00 A	37,94	837500 A	4377
T6	Bioway	<i>B. penetrans</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>B. cereus</i>	5,70 C	-11,73	9,00 B	-8,48	887499 A	2809
T10	Testigo		6,40 C	0,00	11,00 B	0,00	837500 A	0,00

Gráfico 1. Fluctuación de la población de *Meloidogyne incognita* en el suelo del cultivo de rosas. Checa, Pichincha. 2010.

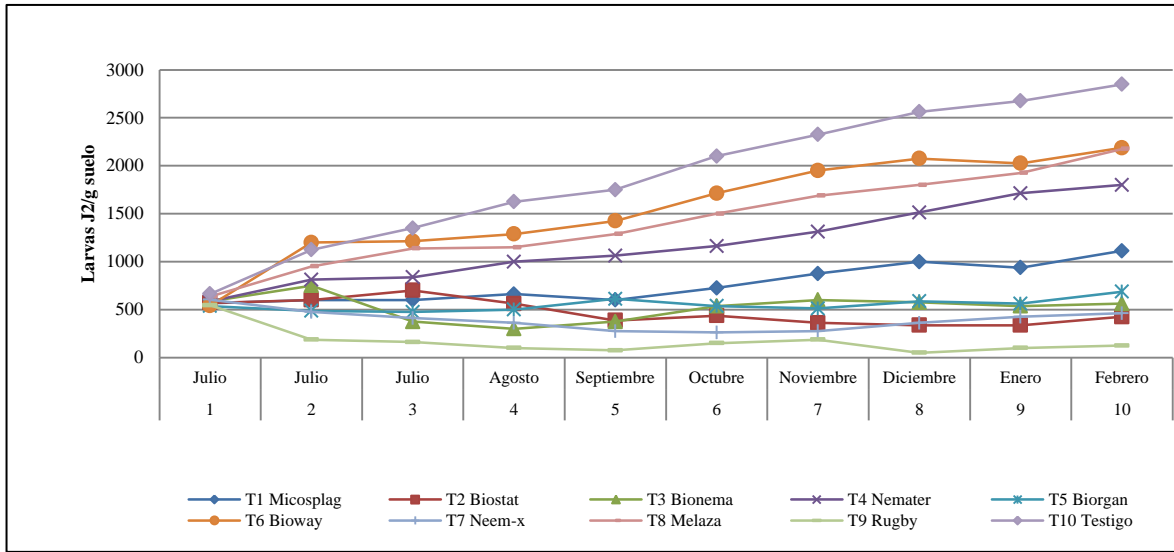


Gráfico 2. Fluctuación de la población de *Meloidogyne incognita* en la raíz del cultivo de rosas. Checa, Pichincha. 2010.

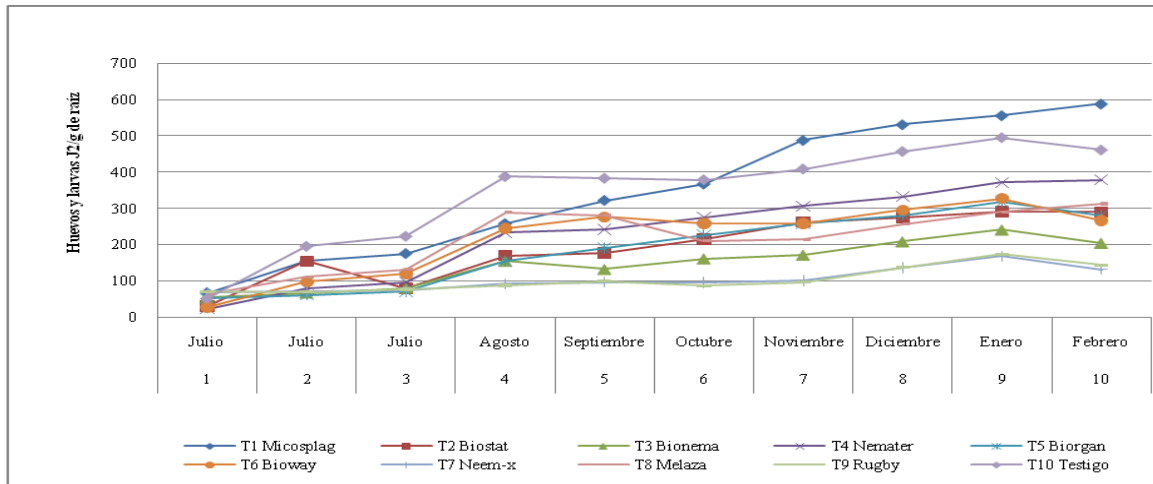


Gráfico 3. Curva de la tasa de retorno marginal (TRM) de los tratamientos no dominados en el estudio de eficiencia de control de *M. incognita* en rosas cultivadas en invernadero. Checa, Pichincha. 2010.

