

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES**

**ESCUELA DE “INGENIERÍA AGROPECUARIA”**

**EFICIENCIA DE NEMATICIDAS BIOLÓGICOS EN EL  
CONTROL DE *Meloidogyne incognita* EN TOMATE DE MESA  
(*Lycopersicon esculentum* Mill.) BAJO INVERNADERO, EN  
SOCAPAMBA IMBABURA**

**Tesis de Ingeniero Agropecuario**

**AUTORES:**

Jaime Fernando Puedmag Ruano

Manuel Arnulfo Hernández Rosero

**DIRECTOR:**

Ing. Jorge Revelo, M. Sc.

**Ibarra – Ecuador**

**2007**

## RESUMEN

### EFICIENCIA DE NEMATICIDAS BIOLÓGICOS EN EL CONTROL DE *Meloidogyne incognita* EN TOMATE DE MESA (*Lycopersicon esculentum* Mill.) BAJO INVERNADERO, EN SOCAPAMBA IMBABURA

El nematodo del nudo de la raíz, *Meloidogyne incognita*, se encuentra en la mayoría de las zonas productoras de tomate de mesa (campo e invernaderos) de Imbabura y Carchi, causando pérdidas de 36, 43 y 47%, en las variedades Sheila, Sahel y Charleston, respectivamente, constituyendo un factor limitante de dicho cultivo.

Dentro del contexto de la protección del ambiente y de la salud humana, el uso de variedades resistentes y la aplicación de nematicidas de naturaleza biológica y botánica es lo más conveniente para controlar a este nematodo, pero es necesario evaluar experimentalmente la eficiencia y rentabilidad de los productos disponibles.

Lo anterior, más la importancia del cultivo y la necesidad de reducir el uso de productos químicos, justificaron la realización de la presente investigación, con el objeto de determinar la eficiencia y rentabilidad de nematicidas de naturaleza biológica y botánica.

La investigación se realizó en el 2006, en un invernadero ubicado en la zona de Socapamba de la Parroquia de Yahuarcocha, Cantón Ibarra, Provincia de Imbabura.

Se evaluaron 5 nematicidas de origen biológico, 1 de origen botánico, 2 de origen químico y dos testigos, para un total de 10 tratamientos: T1 = Nemater® (*Mycrothecium Verrucaria*); T2 = Intercept® (*Pseudomonas cepacia*); T3 = Biostat® (*Paecilomyces lilacinus*); T4 = Micosplag® (*Metarhizium anisopliae*, *P. lilacinus*, *Beauveria bassiana*); T5 = Bioway® (*Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosas*, *P. stutzeri*, *Proteus sp.*, *Actinomicetes.*); T6 = Neem X® (Azadirachtina más 23 limonoides); T7 = Rugby® (Cadusafos); T8 = Carbouran 10G® (Carbofuran); T9 = Testigo 1, sistema de control del agricultor, Furadan 4F® aplicado por dos ocasiones en fertirriego; T10 = Testigo 2, sin control.

Para evaluar los tratamientos, se utilizó el diseño experimental completamente al azar (DCA) con 4 repeticiones. Las unidades experimentales fueron de 0,90 m<sup>2</sup> (2,0 m x 0,45 m) con 10 plantas de tomate variedad Titán sembradas a doble hilera y a 0,22 m entre planta. La parcela neta se consideró a las 6 plantas centrales con un área de 0,54 m<sup>2</sup>. Entre camas se dejó calles de 1 m y entre parcelas 0,66 m.

La dosis y la frecuencia de aplicación de los nematicidas (recomendadas por sus casas comerciales) fueron: Nemater<sup>®</sup>, 6 aplicaciones en drench, al transplante y cada mes, en dosis de 0,028 g/l; Intercept<sup>®</sup>, 11 aplicaciones en drench, al transplante y cada 14 días, en dosis de 1,2 l/400 l/ha o 3 cc/l; Biostat<sup>®</sup>, 6 aplicaciones en drench, al transplante y luego cada mes en dosis de 0,2g/m<sup>2</sup>; Micosplag<sup>®</sup>, 6 aplicaciones en drench, al transplante y cada mes, en dosis de 0,005 g/l; Bioway<sup>®</sup>, 2 aplicaciones al voleo, al transplante y a los 3 meses, en dosis de 1758g/m<sup>2</sup>; Neem-X<sup>®</sup>, 3 aplicaciones en drench, al transplante y cada 2 meses, en dosis de 1,5-2,5 l/ha o 0,144 cc/l; Rugby<sup>®</sup>, 1 aplicación al voleo al transplante, en dosis de 15g/m<sup>2</sup>; Furadan 10G<sup>®</sup>, 1 aplicación al transplante, en dosis comercial de 2,5 g/m<sup>2</sup>; sistema de control del agricultor, dos aplicaciones de Furadan 4F<sup>®</sup>, 3 días antes de la siembra y al transplante, en dosis de 1 l/ha, mediante el sistema de riego por goteo.

Se consideraron las variables: incremento de la población de nematodos en el suelo; población de nematodos en el suelo y de huevos y estados larvales j2 en el sistema radical, expresados en nematodos/100 cc de suelo y en huevos y J2/g de suelo, respectivamente; eficiencia de los tratamientos en %; rendimiento en número de frutos por parcela neta (0,54m<sup>2</sup>) y peso en kg/parcela neta y en t/ha; costos que varían en USD.

El incremento de la población de nematodos se determinó mediante la fórmula  $I = (P_f/P_i)$  de Seinhorst (1970), donde I = incremento, P<sub>f</sub> = población final y P<sub>i</sub> = población inicial, para lo cual se tomaron muestras de suelo antes del transplante y al final del cultivo. Para conocer la población de nematodos en el suelo y de huevos y estados larvales j2 en el sistema radical, se realizaron muestreos de suelo y de raíces a los 2 y 4 meses del transplante y al final del cultivo. La extracción de nematodos del suelo se realizó mediante el método del Elutriador de Oostembrink y filtro de algodón de Oostembrink (1960) y la extracción de huevos y J2 del sistema radical se realizó mediante el método de macerado en hipoclorito de sodio y tamizado de Hussey y Barker (1973).

La eficiencia de los tratamientos se determinó mediante la fórmula propuesta por Henderson-Tilton (1981):  $(1 - P_{fa} / P_{ia} \times P_{ib} / P_{fb}) \times 100$ , donde: P<sub>ia</sub> = población inicial del tratamiento, P<sub>fa</sub> = población final del tratamiento, P<sub>ib</sub> = población inicial del testigo 2, sin control, P<sub>fb</sub> = población final del testigo 2, sin control.

Las variables incremento y rendimiento se analizaron estadísticamente y la separación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey (5%). Los costos que varían fueron utilizados para determinar la tasa de retorno marginal de los tratamientos mediante la metodología del análisis de presupuesto parcial del CIMMYT (1988), para conocer su rentabilidad.

Los resultados obtenidos permitieron concluir que los nematicidas de origen biológico Nemater<sup>®</sup>, Intercept<sup>®</sup>, Biostat<sup>®</sup>, Micosplag<sup>®</sup>, Bioway<sup>®</sup> y el de origen botánico Neem X<sup>®</sup>, presentan mayor o similar eficiencia de control de *M. incognita*, que los nematicidas químicos Furadan y Rugby<sup>®</sup> y que el sistema de control del agricultor, pero, por los costos de los productos y de la mano de obra para su aplicación, no son rentables como Furadan<sup>®</sup>; sin embargo, los nematicidas biológicos y botánicos no causan ningún efecto al ambiente y a la salud humana y los nematicidas de síntesis química son nocivos.

También se concluye que los rendimientos obtenidos en los tratamientos, estadísticamente similares, indican que los niveles de población inicial de *M. incognita* presentes en el experimento y que fueron altos en el testigo sin control (20 a 680 nematodos/100 cc de suelo), no afectaron el rendimiento del cultivo, debido a la tolerancia de la variedad Titán, al parasitismo del nematodo, hecho que además determinó que el tratamiento sin control sea el más rentable.

De acuerdo con estos resultados, para un sistema de producción de tomate de mesa bajo invernadero y para evitar el daño del nematodo mediante reducción de la población de *Meloidogyne incognita* a niveles bajos, lo más recomendable sería realizar siembras alternadas de variedades tolerantes como la Titán, más la aplicación del nematicida biológico Biostat<sup>®</sup> (*Paecilomyces lilacinus*).

Se recomienda, además, evaluar los nematicidas biológicos y botánicos con variedades de tomate de mesa susceptibles no tolerantes al ataque de *Meloidogyne incognita*, para determinar si presentan similar eficiencia de control y rentabilidad, y realizar experimentos de campo para determinar el grado de establecimiento de los microorganismos biocontroladores de los productos biológicos evaluados.

## SUMMARY

### **EFFICIENCY OF BIOLOGICAL NEMATICIDAS IN THE CONTROL OF *incognita Meloidogyne* IN TOMATO OF TABLE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) UNDER CONSERVATORY, IN SOCAPAMBA IMBABURA**

Nematode of the knot by the root, *incognita Meloidogyne*, is in most of the producing zones of tomato of table (field and conservatories) of Imbabura and Carchi, causing losses of 36, 43 and 47%, in the varieties Sheila, Sahel and Charleston, respectively, constituting a limitant factor of this culture.

Within the context of the protection of the atmosphere and the human health, the use of resistant varieties and the application of nematocidas of biological and botanical nature are most advisable to control to this nematode, but it is necessary experimentally to evaluate the efficiency and yield of products available.

The previous thing, plus the importance of the culture and the necessity to reduce the chemical agent use, justified the accomplishment of the present investigation, with the intention of determining the efficiency and yield of nematocidas of biological and botanical nature.

The investigation was made in the 2006, in a conservatory located in the zone of Socapamba of the Parish of Yahuarcocha, Ibarra Corner, Province of Imbabura.

5 nematocidas of biological origin, 1 of botanical origin, 2 of chemical origin and two witnesses were evaluated, for a total of 10 treatments: T1 = Nemater<sup>®</sup> (*Mycrothecium Verrucaria*); T2 = Intercept<sup>®</sup> (*Pseudomona cepacia*); T3 = Biostat<sup>®</sup> (*Paecilomyces lilacinus*); T4 = Micosplag<sup>®</sup> (*Metarhizium anisopliae*, *P. lilacinus*, *bassiana Beauveria*); T5 = Bioway<sup>®</sup> (*Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosas*, *P. stutzeri*, *Proteus sp.*, *Actinomicetes.*); T6 = Neem X<sup>®</sup> (*Azadirachtina more 23 limonoides*); T7 = Rugby<sup>®</sup> (*Cadusafos*); T8 = Carbouran 10G<sup>®</sup> (*Carbofuran*); T9 = Witness 1, system of control of the agriculturist, Furadan 4F<sup>®</sup> applied by two occasions in fertirriego; T10 = Witness 2, without control.

In order to evaluate the treatments, the experimental design at random (DCA) with 4 repetitions was used completely. 0.90 m<sup>2</sup> the experimental units were of m<sup>2</sup> (2.0 m x 0.45 m) with 10 plants of tomato seeded variety Titan to double row and 0.22 m.

between plant. The net parcel was considered to the 6 central plants with an area of  $0.54 \text{ m}^2$ . Between beds  $0.66 \text{ m}$  were left streets of  $1 \text{ m}$  and between parcels

The dose and the frequency of application of the nematicidas (recommended by its commercial houses) were: Nemater<sup>®</sup>, 6 applications in drench, to the transplant and every month, in 0.028 doses of g/l; Intercept, 11 applications in drench, to the transplant and every 14 days, in 1/ha or 3 1.2 doses of 1/400 cc/l; Biostat<sup>®</sup>, 6 applications in drench, to the transplant and soon every month in dose of  $0,2 \text{ g/m}^2$ ; Micosplag<sup>®</sup>, 6 applications in drench, to the transplant and every month, in 0.005 doses of g/l; Bioway<sup>®</sup>, 2 applications to the voleo, the transplant and the 3 months, in dose of  $1758 \text{ g/m}^2$ ; Neem-X<sup>®</sup>, 3 applications in drench, to the transplant and every 2 months, in 1/ha or 0.144 doses of 1,5-2,5 cc/l; Rugby<sup>®</sup>, 1 application to the voleo to the transplant, in dose of  $15 \text{ g/m}^2$ ; Furadan 10G<sup>®</sup>, 1 application to the transplant, in 2.5 commercial dose of g/m<sup>2</sup>; system of control of the agriculturist, two applications of Furadan 4F<sup>®</sup>, 3 days before seedtime and to the transplant, in dose of 1 l/ha, by means of the system of irrigation by dripping.

The variables were considered: increase of the population of nematodes in the ground; population of nematodes in the ground and eggs and larval states j2 in the radical system, expressed in nematodos/100 cc of ground and eggs and J2/g of ground, respectively; efficiency of the treatments in %; yield in number of fruits by net parcel ( $0,54 \text{ m}^2$ ) and net weight in kg/parcela and t/ha; costs that vary in USD.

The increase of the population of nematodes I determine by means of formula  $I = \frac{Pf}{Pi}$  de Seinhorst (1970), where I = increase, Pf = final population and Pi = initials, for which samples were taken from ground before the transplant and at the end of the culture. In order to know the larval population of nematodes in the ground and eggs and states j2 in the radical system, samplings of ground and roots to the 2 and 4 months of the transplant were made and at the end of the culture. The extraction of nematodes of the ground was made by means of the method of the Elutriador de Oostembrink and filter of cotton of Oostembrink (1960) and the extraction of eggs and J2 of the radical system was made by means of the method of macerated in hipoclorito of sodium and sifted of Hussey and Barker (1973).

The efficiency of the treatments was determined by means of the propose formula by Henderson-Tilton (1981):  $(1 - \frac{Pfa}{Pia} \times \frac{GIP}{Pfb}) \times 100$ , where: Pia = initials of the treatment, Pfa = final population of the treatment, the GIP = initials of witness 2, without control, Pfb = final population of witness 2, without control.

Variable the increase and yield were analyzed statistically and the separation of averages was made by means of the test of Tukey (5%). The costs that vary were used to determine the rate of marginal return of the treatments by means of the

methodology of the analysis of partial budget of the CIMMYT (1988), to know their yield.

The obtained results allowed to conclude that the nematicidas of biological origin Nemater<sup>®</sup>, Intercept<sup>®</sup>, Biostat<sup>®</sup>, Micosplag<sup>®</sup>, Bioway<sup>®</sup> and the one of botanical origin Neem X<sup>®</sup>, present/display greater or similar efficiency of control of *incognita M.*, that the chemical nematicidas Furadan<sup>®</sup> and Rugby<sup>®</sup> and that the system of control of the agriculturist, but, by the costs of products and the manual labor for their application, are not profitable like Furadan; nevertheless, the biological and botanical nematicidas do not cause any effect to the atmosphere and to the human health and the nematicidas of chemical synthesis they are injurious.

Also one concludes that the yields obtained in the treatments, statistically similar, indicate that the levels of initials of *incognita M.* presents in the experiment and that they were high in the witness without control (20 to 680 nematodos/100 cc of ground), they did not affect the yield of the culture, due to the tolerance of the variety Titan, to the parasitism of nematode, done that in addition determined that the treatment without control is most profitable.

In agreement with these results, for a production system of tomato of table under conservatory and to avoid the damage of nematode by means of reduction of the population of *incognito Meloidogyne* at low levels, most recommendable it would be to make alternated sowings of tolerant varieties like the Titan, plus the application of the biological nematicida Biostat<sup>®</sup> (*Paecilomyces lilacinus*).

It is recommended, in addition, to evaluate the biological and botanical nematicidas with varieties of nontolerant susceptible tomato of table to the attack of *incognita Meloidogyne*, to determine if they present/display similar efficiency of control and yield, and to make field experiments to determine the degree of establishment of the biocontroladores microorganisms of evaluated biological products.