

**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**

**DIRECTOR:**

Ing. Jorge Revelo, M. Sc.

**AUTORES:**

Jaime Fernando Piedmag Ruano

Manuel Arnulfo Hernández Rosero

**Ibarra – Ecuador**

**2007**

## RESUMEN

En Ecuador, según estadísticas del INEC (1965 a 1997 y 2002), la demanda del tomate de mesa muestra un aumento constante al considerar que la superficie cosechada se incrementó en 218% de 1965 a 1997; sin embargo, los rendimientos por hectárea muestran una reducción constante y considerable, de 25 t/ha en 1965 a 9,7 t/ha en 1997 y una recuperación a 22 t/ha en el 2002.

Entre las causas de la disminución del rendimiento se aducen a un incremento de la incidencia de enfermedades, insectos plagas y nematodos agalladores (*Meloidogyne incognita* y *Nacobbus aberrans*).

En cambio, la recuperación del rendimiento registrada en el 2002, se debería a que a partir del año 2000, esta hortaliza empezó a cultivarse bajo cubierta (invernadero) en la sierra, cuya superficie se estimó en 400 ha, presentando un constante crecimiento y desarrollo tecnológico (AGRIPAC, 2000).

Las condiciones bajo cubierta favorecen el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo lo protegen contra la acción destructiva de los vientos, lluvias, granizos y heladas; además existe una baja incidencia de enfermedades e insectos en relación a campo abierto facilita su control porque los productos químicos no son lavados por las lluvias, en cambio, en el caso de nematodos agalladores y específicamente de *M. incognita*, su incidencia y severidad se incrementa constantemente por las siembras continuas de tomate de mesa (monocultivo) que los productores realizan para recuperar la inversión de construcción de los invernaderos.

En Ecuador el control usual de nematodos es aplicando los nematicidas Furadan (carbofuran), Mocap (ethoprophs), Namacur (fenamiphos).

Con estos productos el control es parcial, temporal y ocasiona un alto egreso de divisas por concepto de importación de los mismos, incrementa los costos de producción, afecta la salud humana y contamina el ambiente

Lo recomendable es realizar un control integrado, siendo uno de los componentes principales, el control biológico que no afecta el ecosistema ni la salud humana.

Este método de control implica el uso de enemigos biológicos como bacterias, hongos, animales depredadores y plantas antagonicas o sus extractos (Dropkin, 1989).

Lo anotado, aunado a la importancia del cultivo de tomate de mesa en Imbabura y considerando la visión del manejo integrado de nematodos, motivó a planificar y ejecutar el presente proyecto de investigación con el siguiente objetivo:

Determinar la eficiencia y rentabilidad de los productos biológicos: Nemater®, Intercept®, Biostat®, Micosplag® y Bioway®, el de naturaleza botánica Neem-X® y los de naturaleza química Rugby® (cadusafos) y Furadan 10G® (carbofuran) en el control de *M. incognita* en el cultivo de tomate de mesa.

## IMPORTANCIA DEL NEMATODO

El 87% de campos muestreados (31 campos y 22 invernaderos) de las zonas tomateras de la provincia de Imbabura, se encuentran infestadas con la especie *M. incognita* con niveles de población baja (1 a 40), moderada (41 a 120), alta (121 a 150) y muy alta (> a 150), (Revelo *et al.*, 2006).

Pérdidas: dependen de la especie del nematodo, de su densidad de población y de la variedad del cultivo.

A las variedades Sheila, Sahel y Charleston, *M. incognita* causa pérdidas de 36, 43 y 47 %, respectivamente, bajo invernadero.

## SUMMARY

In Ecuador, according to statistics of the INEC (1965 to 1997 and 2002), the demand of the table tomato shows a constant increase when considering that the harvested surface was increased in 218% from 1965 to 1997; nevertheless, the yields by hectare show a constant and considerable reduction, of 25 t/ha in 1965 to 9.7 t/ha in 1997 and one 22 recovery to t/ha in the 2002.

Between the causes of the diminution of the yield they are adduced to an increase of the incidence of diseases, insect's plagues and agalladores nematodes (*incognita Meloidogyne and Nacobbus aberrans*).

However, the recovery of the yield registered in the 2002, would have to that as of year 2000, this vegetable began to cultivate itself under cover (conservatory) in the mountain range, whose surface was considered in 400 has, presenting/displaying a constant growth and technological development (AGRIPAC, 2000).

The conditions under cover they benefit the growth, development and production of the culture protects it against the destruction of winds, rains, hailstorm and frosts; in addition a low incidence of diseases exists and insects in relation to open field facilitate their control because the chemical agents are not washed in rains, however, in the case of agalladores nematodes and specifically of incognito *M.*, its incidence and severity are increased constantly by the continuous sowings of table tomato (monoculture) that the producers make to recover the investment of construction of the conservatories.

In Ecuador the usual control of nematodes is applying the nematicidas Furadan (carbofuran), Mocap (ethoprophs), Namacur (fenamiphos).

With these products the control is partial, temporary and causes a high currency debit by concept of import of such, increases the production costs, affects the human health and contaminates the atmosphere

The recommendable thing is to make an integrated control, being one of the main components, the biological control that does not affect the ecosystem nor the human health.

This method of control implies the use of biological enemies like bacteria, fungi, animal's predators and antagonistic plants or their extracts (Dropkin, 1989).

The written down thing, combining to the importance of the culture of tomato of table in Imbabura and considering the vision of the integrated handling of nematodes, motivated to plan and to execute the present project of investigation with the following objective:

To determine the efficiency and yield of biological products: Nemater®, Intercept®, Biostat®, Micosplag® and Bioway®, the one of botanical nature Neem-X® and those of chemical nature Rugby® (cadusafos) and Furadan 10G® (they carbofuran) in the control of incognito M. in the culture of table tomato.

## **IMPORTANCE OF THE NEMATODO**

87% of reviewed fields (31 fields and 22 conservatories) of the tomato producers zones of the province of Imbabura, are infested with incognito species M. with levels of low population (1 to 40), moderate (41 to 120), discharge (121 to 150) and very high (> to 150).

Losses: they depend on the species of nematodo, its density of population and the variety of the culture.

To the varieties Sheila, Sahel and Charleston, M. incognita cause losses of 36, 43 and 47%, respectively, under conservatory.

## **MATERIALES Y METODOS**

La investigación se realizó en el 2006, en un invernadero ubicado en la zona de Socapamba de la Parroquia de Priorato, 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® (*Pseudomona 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<sup>®</sup> 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  $I = \frac{Pf}{Pi}$  de Seinhorst (1970), donde I = incremento, Pf = población final y Pi = 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):  $(1 - \frac{Pfa}{Pia} \times \frac{Pib}{Pfb}) \times 100$ , donde: Pia = población inicial del tratamiento, Pfa = población final del tratamiento, Pib = población inicial del testigo 2, sin control, Pfb = 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.

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

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.

## **CONCLUSIONES**

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.

## **RECOMENDACIONES**

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.

## BIBLIOGRAFIA

1. AGRIPAC S.A. 2000. Producción de tomate bajo invernadero. Quito, Ecuador. 67 pp
2. DROPKIN, V. 1989. Introduction to plant nematology. 2ed. New York. Jhon Wiley and Sons. 304 pp.
3. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS (INEC). 1965-1997. Encuesta Nacional de Superficie y Producción Agropecuaria por Muestreo y Área. INEC. Quito. pp. 31-33.
4. REVELO, J. et al 2006. Avances del proyecto “Estudio epidemiológico del “nematodo del rosario” o “falso nematodo del nudo” (*Nacobbus* sp.) en el cultivo de tomate de mesa en el valle del Chota para optimizar su control”. INIAP-UTN-SENACYT. Quito. 28pp.