

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales

Escuela de Ingeniería Agropecuaria

**DINÁMICA POBLACIONAL DEL “NEMATODO DEL ROSARIO DE LA
RAÍZ” (*Nacobbus aberrans*) EN LAS PRÁCTICAS CULTURALES DEL
CULTIVO DE TOMATE DE MESA (*Lycopersicon esculentum* Mill) Y
PÉRDIDAS QUE CAUSA. IBARRA -IMBABURA.**

Tesis de Ingeniero Agropecuario

AUTOR:

Andrés Corrales Arango

DIRECTOR:

Ing. Jorge Revelo, M.Sc.

Ibarra – Ecuador

2007

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales

Escuela de Ingeniería Agropecuaria

DINÁMICA POBLACIONAL DEL “NEMATODO DEL ROSARIO DE LA RAÍZ” (*Nacobbus aberrans*) EN LAS PRÁCTICAS CULTURALES DEL CULTIVO DE TOMATE DE MESA (*Lycopersicon esculentum Mill*) Y PÉRDIDAS QUE CAUSA. IBARRA -IMBABURA.

TESIS

Presentada al comité asesor como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

APROBADA:

Ing. Jorge Revelo M.Sc.

DIRECTOR

Ing. Carlos Cazco M.Sc.

ASESOR

Ing. Germán Terán

ASESOR

Ing. Galo Varela

ASESOR

Ibarra – Ecuador

2007

PRESENTACION

Las ideas, conceptos, tablas, datos, resultados y más informes que se presentan en esta investigación son de exclusiva responsabilidad del autor.

Andrés Corrales

DEDICATORIA

Todo mi esfuerzo y la lucha constante por alcanzar una de mis más anheladas metas se lo dedico con mucho amor y respeto a mis padres René Corrales y Cecilia Arango, por apoyarme incondicionalmente en lo moral, espiritual y económico, muy por encima de las muchas limitaciones, inculcando en mi la perseverancia y los valores necesarios para finalizar una etapa más de mi vida.

A mis hermano Fabián y Liliana, compañeros de penas y alegrías, que creyeron desinteresadamente en mis capacidades internas para responder éticamente por cada una de mis acciones y que día a día me brindaron con amor sus palabras de aliento y apoyo muy necesarias cuando se lucha por alcanzar una meta y cumplir un sueño.

Andrés

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica del Norte y a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, de la cual llevo las mejores enseñanzas.

Al Ing. Jorge Revelo, M.Sc. Fitopatología Director de Tesis porque gracias a sus conocimientos esta investigación llevo a culminarse con éxito.

A los señores asesores de tesis Ing. Carlos Cazco, Ing. Galo Varela, Ing. Germán Terán, por haber aportado con sus valiosos y acertados conocimientos y sugerencias.

A la Granja de Yuyucocha de propiedad de la Universidad Técnica del Norte, a su administrador Ing. Miguel Echeverría y a quienes trabajan en ella, los mismos que colaboraron de una manera desinteresada en el desarrollo práctico de esta investigación.

A la estación experimental Santa Catalina (INIAP), por colaborar con el desarrollo de esta investigación en su fase de laboratorio.

Eterna gratitud a todos mis maestros, amigos, compañeros y a todas aquellas personas, testigos de mis triunfos y fracasos.

Andrés Corrales.

INDICE GENERAL

PRESENTACION.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
INDICE GENERAL.....	vi
CONTENIDO.....	vi
INDICE DE CUADROS.....	x
INDICE DE FIGURAS.....	xi
INDICE DE ANEXOS.....	xii
INDICE DE FOTOS.....	xiv

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos.....	3
1.2. Hipótesis.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Tomate de mesa generalidades.....	4
2.2. Fitonematodos generalidades.....	5
2.3. <i>Nacobbus aberrans</i>	6
2.3.1. Clasificación taxonómica.....	6
2.3.2. Ciclo de vida.....	6
2.3.3. Especies.....	8
2.3.4. Daño y síntomas causados por <i>N. aberrans</i>	8
2.3.5. Importancia económica.....	9
2.3.6. Distribución geográfica y rango de hospederos de <i>Nacobbus aberrans</i>	10
2.3.7. Manejo integrado.....	11
2.3.7.1. Resistencia varietal.....	12

2.3.7.2.	Rotación de cultivos.....	13
2.3.7.3.	Control cultural y solarización.....	16
2.3.7.4.	Enmiendas orgánicas	17
2.3.7.5.	Control químico	18
2.3.8.	Estimación de las pérdidas de rendimiento.....	19
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1.	Descripción del área donde se realizó el experimento.....	22
3.2.	Determinación del incremento o disminución de la población de <i>Nacobbus aberrans</i> en las prácticas culturales del cultivo de tomate de mesa.	23
3.2.1.	Factor en Estudio	23
3.2.2.	Tratamientos.....	23
3.2.3.	Unidad experimental	24
3.2.4.	Diseño experimental.....	25
3.2.5.	Variables y métodos de evaluación	25
3.2.6.	Manejo del experimento.....	27
3.2.7.	Labores culturales	27
3.3.	Generación de la curva de pérdidas para estimar el nivel de tolerancia y las pérdidas máximas que causa <i>N. aberrans</i> al tomate, y la curva de reproducción para determinar el índice de incremento máximo y el nivel de equilibrio de la población.....	30
3.3.1.	Factor en estudio	30
3.3.2.	Tratamientos.....	30
3.3.3.	Unidad experimental	31
3.3.4.	Diseño experimental.....	31
3.3.5.	Procedimiento	31
3.3.6.	Variables y métodos de evaluación.....	32

3.3.7.	Manejo del experimento.....	32
3.3.8.	Cálculo de la curva de pérdidas	33
3.3.8.1.	Transformación de los valores de rendimiento.....	35
3.3.8.2.	Valores considerados en la ecuación de Seinhorst para obtener los valores de rendimiento calculados	37
3.3.8.3.	Dibujo de la curva.....	37
3.3.8.4.	Determinación del nivel de tolerancia y las pérdidas máximas	38
3.3.9.	Cálculo de la curva de reproducción.....	38
3.3.9.1.	Cálculo de los valores b y c	39
3.3.9.2.	Determinación de los valores de Pf calculados.....	42
3.3.9.3.	Dibujo de la Curva.....	43
3.3.9.4.	Determinación del índice de reproducción (a) y el nivel de equilibrio (E).....	44
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1.	Determinación del incremento o disminución de la población de <i>N. aberrans</i> y <i>M. incognita</i> en las prácticas culturales del cultivo de tomate de mesa.....	45
4.1.1.	Incremento de la población de <i>N. aberrans</i> y <i>M. incognita</i> en la práctica cultural remoción de suelo.....	45
4.1.2.	Incremento de la población de <i>N. aberrans</i> y <i>M. incognita</i> en la práctica cultural incorporación de gallinaza fresca al suelo	46
4.1.3.	Incremento de la población de <i>N. aberrans</i> y <i>M. incognita</i> en los tratamientos evaluados	46
4.1.4.	Población de nematodos en el suelo y de huevos y estados larvales J2 en la raíz.....	47
4.1.5.	Rendimiento	49

4.2.	Generación de la curva de pérdidas para estimar el nivel de tolerancia o umbral de daño y las pérdidas máximas que causa <i>N. aberrans</i> al tomate de mesa en invernadero y la curva de reproducción para determinar el índice de incremento máximo y el nivel de equilibrio de la población.....	53
4.2.1.	Curva de pérdidas.....	53
4.2.2.	Curva de reproducción	54
5.	CONCLUSIONES	58
6.	RECOMENDACIONES	60
7.	RESUMEN.....	61
8.	SUMMARY	64
9.	BIBLIOGRAFIA	67
10.	ANEXOS	73

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos evaluados para determinar la dinámica de la población de <i>N. aberrans</i> y <i>M. incognita</i> en las prácticas del cultivo de tomate de mesa.	24
Cuadro 2. Niveles de población de <i>Nacobbus aberrans</i> considerados para generar la curva de pérdidas y la curva de reproducción en tomate en invernadero.	30
Cuadro 3. Datos de población inicial, población final y de rendimiento registrados en el ensayo para generar las curvas de pérdidas y de reproducción de <i>N. aberrans</i> en tomate de mesa en invernadero. Ibarra, Imbabura. 2007.....	35
Cuadro 4. Datos de población inicial, rendimientos observados (yo), rendimientos transformados (yt) y rendimientos calculados (yc) para establecer la curva de pérdidas de rendimiento del tomate causada por <i>N. aberrans</i>	36
Cuadro 5. Cálculo para determinar el coeficiente óptimo de variabilidad.....	40
Cuadro 6. Ejemplo para determinar los valores de Pf calculados.....	42
Cuadro 7. Datos de población inicial (Pi), población final observada (Pfo) y población final calculada (Pfc) para establecer la curva de reproducción de <i>N. aberrans</i> en tomate de mesa.	43
Cuadro 8. Incremento de la población de <i>N. aberrans</i> y <i>M. incognita</i> registrada en las prácticas culturales usuales del cultivo de tomate de mesa. Ibarra, Imbabura. 2007.	47

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Fluctuación de la población de <i>N. aberrans</i> en el suelo registrada en las prácticas culturales usuales del tomate de mesa. Ibarra, Imbabura. 2007.....	50
Figura 2.	Fluctuación de la población de <i>N. aberrans</i> en la raíz registrada en las prácticas culturales usuales del tomate de mesa. Ibarra, Imbabura. 2007. (En los tratamientos T6, T7 y T8, no se registró población de <i>N. aberrans</i>).....	50
Figura 3.	Fluctuación de la población de <i>M. incognita</i> en el suelo registrada en las prácticas culturales usuales del tomate de mesa. Ibarra, Imbabura. 2007.....	51
Figura 4.	Fluctuación de la población de <i>M. incognita</i> en la raíz registrada en las prácticas culturales usuales del tomate de mesa. Ibarra, Imbabura. 2007. (En los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5, no se registró población de <i>M. incognita</i>).....	51
Figura 5.	Curva de pérdidas obtenida al relacionar los niveles crecientes de población inicial de <i>Nacobbus aberrans</i> y el rendimiento de tomate de mesa variedad Titán mediante la ecuación: $Y = m + (1 - m) zP-T$, de Seinhorst (1972). Ibarra, Imbabura. 2007. Y = rendimiento; Pi = población inicial; T = límite o nivel de tolerancia.....	56
Figura 6.	Curva de reproducción de <i>Nacobbus aberrans</i> obtenida en tomate de mesa variedad Titán, al relacionar los niveles de población inicial con los niveles de población final, mediante la ecuación de Fujita y Utida (1953). Ibarra, Imbabura. 2007.....	57

INDICE DE ANEXOS

- Anexo 1.** Datos de población inicial (Pi), población final (Pf) e incremento de la población de *Nacobbus aberrans* y *Meloidogyne incognita*, antes de la remoción del suelo y 21 días después (antes de ubicar los tratamientos) en invernadero. Ibarra, Imbabura. 2007. 74
- Anexo 2.** Datos de población inicial (Pi), población final (Pf) e incremento de la población de *Nacobbus aberrans* registrados en el bioensayo con muestras de suelo tomadas antes de la remoción y 21 días después en invernadero. Ibarra, Imbabura. 2007. 75
- Anexo 3.** Datos de población inicial (Pi), población final (Pf) e incremento de la población de *Nacobbus aberrans* y *Meloidogyne incognita*, registrados antes de la incorporación de la gallinaza al suelo y 2 meses después en invernadero. Ibarra, Imbabura. 2007. 76
- Anexo 4.** Datos de población inicial (Pi), población final (Pf) e incremento de la población de *Nacobbus aberrans* registrados en el bioensayo con muestras de suelo tomadas antes de la incorporación de gallinaza al suelo y 2 meses después en invernadero. Ibarra, Imbabura. 2007. 76
- Anexo 5.** Datos de población de *Nacobbus aberrans* registrados en el suelo en seis lecturas y expresados en larvas/100 cc de suelo en el ensayo “Determinación del incremento o disminución de la población de *Nacobbus aberrans* en las prácticas culturales del cultivo de tomate de mesa”. Ibarra, Imbabura. 2007. 77
- Anexo 6.** Incremento de la población de *Nacobbus aberrans* en el suelo determinado en los tratamientos al relacionar la población final con la inicial (Pf/Pi) en el ensayo “Determinación del incremento o disminución de la población de *Nacobbus aberrans* en las prácticas culturales del cultivo de tomate de mesa”. Ibarra, Imbabura. 2007 78
- Anexo 7.** Datos de población de huevos y estados larvales J2/g de raíz de *Nacobbus aberrans* determinados en cuatro lecturas en el ensayo “Determinación del incremento o disminución de la población de *Nacobbus aberrans* en las prácticas culturales del cultivo de tomate de mesa”. Ibarra, Imbabura. 2007. 79

Anexo 8. Datos de población de <i>Meloidogyne incognita</i> registrados en el suelo en seis lecturas y expresados en larvas/100 cc de suelo en el ensayo “Determinación del incremento o disminución de la población de <i>Nacobbus aberrans</i> en las prácticas culturales del cultivo de tomate de mesa”. Ibarra, Imbabura. 2007.....	80
Anexo 9. Incremento de la población de <i>Meloidogyne incognita</i> en el suelo determinado en los tratamientos al relacionar la población final con la inicial (Pf/Pi) en el ensayo “Determinación del incremento o disminución de la población de <i>Nacobbus aberrans</i> en las prácticas culturales del cultivo de tomate de mesa”. Ibarra, Imbabura. 2007.....	81
Anexo 10. Rendimientos en kg/parcela y en t/ha registrados en el ensayo “Determinación del incremento o disminución de la población de <i>Nacobbus aberrans</i> en las prácticas culturales del cultivo de tomate de mesa”. Ibarra, Imbabura. 2007.	82
Anexo 11. Datos de rendimiento en kg por planta, registrados en el ensayo “Generación de la curva de pérdidas para estimar el nivel de tolerancia y las pérdidas máximas que causa <i>N. aberrans</i> al tomate, y la curva de reproducción para determinar el índice de incremento máximo y el nivel de equilibrio de la población”. Ibarra, Imbabura. 2007	83
Anexo 12. Productos, frecuencia y dosis de fertilizantes utilizados en el ensayo “Generación de la curva de pérdidas para estimar el nivel de tolerancia y las pérdidas máximas que causa <i>N. aberrans</i> al tomate, y la curva de reproducción para determinar el índice de incremento máximo y el nivel de equilibrio de la población”. Ibarra, Imbabura. 2007.	84
Anexo 13. Fotografías del ensayo “Determinación del incremento o disminución de la población de <i>Nacobbus aberrans</i> en las prácticas culturales del cultivo de tomate de mesa”. Ibarra, Imbabura. 2007.	85
Anexo 14. Fotografías del ensayo “Generación de la curva de pérdidas para estimar el nivel de tolerancia y las pérdidas máximas que causa <i>N. aberrans</i> al tomate, y la curva de reproducción para determinar el índice de incremento máximo y el nivel de equilibrio de la población” Ibarra, Imbabura. 2007.	89
Anexo 15. Evaluación del impacto ambiental	92

INDICE DE FOTOS

A. Remoción del suelo del área destinada al ensayo.....	85
B. Remoción del suelo del área destinada al ensayo con moto- cultivador.....	85
C. Demarcación de parcelas, fertilización y riego previo al trasplante.....	86
D. Trasplante de plántulas de tomate de mesa en el ensayo.....	86
E. Labores culturales.....	87
F. Planta de tomate de mesa variedad Titán.	87
G. Registro del peso (cosecha) de tomate de mesa.	88
H. Presencia de la enfermedad causada por el hongo <i>Botrytis</i> sp. en las hojas.....	88
I. Mezcla de sustrato (suelo de páramo y arena fina de río 3:1) para las macetas.	89
J. Macetas con plántulas inoculadas con diferentes niveles de población de <i>Nacobbus aberrans</i>	89
K. Plantas de tomate de mesa variedad Titán en producción.....	90
L. Fruto mostrando síntomas de deficiencia de Ca.....	90
M. Síntomas de la enfermedad <i>Botrytis</i> en plantas de tomate de mesa.	91
N. Control fitosanitario.....	91

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

En Ecuador, según estadísticas del INEC (1965 a 1997 y 2002) la superficie cosechada de tomate de mesa se incrementó en 218% de 1965 a 1997 pero el rendimiento por hectárea disminuyó de 25 t/ha en 1965 a 9,7 t/ha en 1997 y luego se recuperó a 22 t/ha en el 2002.

Entre las causas de la disminución del rendimiento se aduce al incremento de la incidencia de enfermedades, insectos plagas y nematodos agalladores (*Meloidogyne incognita* y *Nacobbus aberrans*). En cambio, la recuperación del rendimiento registrado en el 2002, se asume 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).

Si bien las condiciones bajo cubierta protegen al cultivo de los vientos, granizadas y lluvias, también ayudan a mejorar su crecimiento, desarrollo y productividad, al reducir la incidencia de enfermedades e insectos plaga en relación a campo abierto, por una mayor permanencia de los productos químicos aplicados que incrementan su eficiencia de control; en cambio, en el caso de los nematodos agalladores *N. aberrans* y *M. incognita*, las pérdidas que causan aumentan conforme sus poblaciones se incrementan por las siembras continuas de tomate de mesa (monocultivo) que realizan los agricultores para recuperar la inversión de la construcción de los invernaderos.

Un aspecto importante a considerar, para determinar la importancia de *N. aberrans* como plaga, es el conocimiento de la cantidad de pérdidas que causa al tomate de mesa. Según INIAP (1982) y Eguiguren y Défaz (1992), en Ecuador causa pérdidas de 60 a 70% y de 68 a 75%, respectivamente, bajo condiciones de invernadero, pérdidas que era necesario actualizar para establecer su importancia como plaga de este cultivo.

En el caso particular de las principales zonas tomateras del Valle del Chota (Carchi e Imbabura), donde *Nacobbus aberrans* esta presente, Revelo *et al.*, (2006) consideran que estaría causando pérdidas significativas al tomate de mesa en campo e invernadero y también a fréjol, pimiento, ají y la tuna. En estas zonas su presencia es desconocida por los agricultores y, por la característica de formar agallas en el sistema radical, similares a las producidas por nematodos del género *Meloidogyne*, ha llevado a que sea confundido con estos, con quien comparte el mismo estrato y algunos hospederos.

Para el control de *Nacobbus aberrans*, los agricultores del Valle del Chota no disponen de alternativas eficientes, debido a que no han sido desarrolladas; sin embargo, a pesar del desconocimiento de su existencia y a la confusión de sus síntomas con los causados por *Meloidogyne incognita*, realizan algunas prácticas culturales como la aplicación de gallinaza y rotación con maíz, cebolla y fréjol y de control como la aplicación de los nematicidas Furadan (carbofuran), Mocap (ethoprophs) y Namacur (fenamiphos), en forma irracional, siendo el más usado el Furadan (INIAP, 1982; Revelo *et al.*, 2006), prácticas que se consideró necesario evaluarlas para conocer su grado de eficiencia.

Lo anotado, aunado a la importancia del cultivo de tomate de mesa en el Valle del Chota, motivó a planificar y ejecutar el presente proyecto de investigación, con los siguientes objetivos:

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Estudiar la dinámica poblacional de *Nacobbus aberrans* en las prácticas de cultivo para identificar posibles componentes de control y estimar las pérdidas que causa para determinar su importancia como plaga y orientar el desarrollo de un sistema de manejo integrado.

1.1.2. Objetivos específicos

- Conocer el incremento o disminución de la población de *N. aberrans* en las prácticas culturales del cultivo de tomate de mesa.
- Generar la curva de pérdidas para estimar el nivel de tolerancia o umbral de daño y las pérdidas máximas que causa *N. aberrans* al tomate de mesa en invernadero y la curva de reproducción para determinar el índice de incremento máximo y el nivel de equilibrio de la población.

1.2. Hipótesis

Ho = Al menos una de las labores culturales que los productores realizan en el cultivo de tomate de mesa, reduce en alguna medida las poblaciones del nematodo.

Ho = Las pérdidas máximas que *Nacobbus* sp. causa al tomate de mesa son mayores a 30%, el umbral de daño es mayor a 10 huevos y estados larvales J2/g de suelo, el índice de incremento máximo de la población es mayor a 35 veces y el nivel de equilibrio de la población es mayor a 150 huevos y estados larvales J2/g de suelo.

CAPITULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Tomate de mesa generalidades

El tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill.), fruta nativa de América cultivada por los Aztecas y los Incas desde el año 700 A.C., fue llevada por los conquistadores desde México y Centroamérica a España, Portugal e Italia, en el siglo XVI, donde fue aceptada (Villareal, 1982; Jano, 2006).

El tomate pertenece a la familia de las solanáceas y es la hortaliza más extensivamente cultivada en el mundo, después de la papa, por su alta demanda para consumo en fresco y por la industria. Es fuente importante de vitaminas A y C (Villareal, 1982; Jano, 2006).

Con el tomate, la industria prepara enlatados, pulpa o puré, pasta, jugos, salsa, salsa picante, polvo de tomate para reconstituirse como jugo, dulces y encurtidos.

En Ecuador el tomate se cultiva en los valles cálidos de la serranía y en el litoral en la época de verano. En la serranía se cultiva el tomate riñón de mesa y en el litoral el tomate industrial para la elaboración de pasta (Villareal, 1982; Jano, 2006).

En el Valle del Chota (Carchi e Imbabura) el tomate de mesa constituye uno de los principales cultivos junto con la caña de azúcar, el fréjol y varias hortalizas.

2.2. Fitonematodos generalidades

Los nematodos son animales microscópicos, conocidos como gusanos redondos, gusanos filiformes o anguilulas. Se desplazan de forma similar a las serpientes. Son acuáticos y viven en aguas del mar, lagos, ríos, charcas y en las películas de aguas del suelo. La mayoría de las especies son de forma libre o saprofitos. Se alimentan de materia orgánica descompuesta, bacterias, hongos y algas (Agrios, 1988).

Los nematodos fitoparásitos, pueden parasitar todas las partes de la planta: flores, hojas, tallos, raíces y presentan una gran variedad de hábitos alimenticios. Algunos se alimentan de la parte exterior de los tejidos de la planta, otros inducen a sus hospederos a producir fuentes especiales de nutrición (Agrios, 1988).

Penetran en las células vegetales perforando la membrana y se alimentan de su contenido. Producen deformaciones, necrosis y podredumbre en los órganos vegetales especialmente del sistema radical y, en el caso de ataques graves, la progresiva reducción de los rendimientos, cuyo efecto generalmente es aducido a cansancio o fatiga del suelo y a una mala nutrición de la planta (Agrios, 1988).

Para su alimentación los fitonematodos se orientan mediante los anfidios (órganos sensoriales). Estos animales localizan y se aproximan a la raíz siguiendo el gradiente de secreciones de la raíz; luego con el estilete perforan las paredes de las células e inyectan enzimas de sus glándulas esofágicas, causando agallas en las raíces (Taylor y Sasser, 1983; Parada, 1994). Además de la formación de agallas, causan la disminución de pelos absorbentes de las raíces, debido a las lesiones que producen y al asocio con otros patógenos como bacterias y hongos (Taylor y Sasser, 1983; CATIE, 1990; Parada, 1994).

El daño que ocasiona una pequeña población de nematodos usualmente es ligero, pero poblaciones grandes dañan severamente e inclusive pueden matar a su

hospedero. Algunos nematodos rompen la resistencia de su hospedero a la infección de hongos y otros transmiten virus (Agrios, 1988).

2.3. *Nacobbus aberrans*

2.3.1. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica de *Nacobbus aberrans*, según Sosa-Moss (1988) es la siguiente:

Reino:	Animal
Phylum:	Nematoda
Clase:	Secernentea
Orden:	Tylenchida
Sub orden:	Tylenchina
Super familia:	Tylenchoidea
Familia:	Pratylenchidae (Thorne, 1949)
Sub familia:	Nacobbinae (Chitwood, 1950)
Género:	<i>Nacobbus</i>
Espécie	<i>Nacobbus aberrans</i> <i>Nacobbus dorsalis</i>

2.3.2. Ciclo de vida

En función del hospedante, la temperatura del suelo y la raza del nematodo, el ciclo de vida de *N. aberrans* tiene diferente duración; así, según Quimí (1981), poblaciones de *N. aberrans* provenientes de Guayllabamba, Ecuador, completan su ciclo de vida en 35 días a 25 °C en tomate de mesa.

Nacobbus spp. presenta dimorfismo sexual marcado. Su ciclo de vida dura de 25 a 59 días, variando en función de poblaciones específicas, tipo de hospedante y condiciones ambientales. El primer estadio larval (J1) y la primera muda ocurren

dentro del huevo. La larva que emerge del huevo es el segundo estadio (J2) e infecta la raíz penetrando por la zona de elongación. En la raíz ocurre una segunda muda que origina el tercer estadio larval (J3) que se distingue por adoptar forma de “C” abierta o en espiral. En el cuarto estadio (J4) experimenta la cuarta muda, se desarrollan las gónadas y abandona la raíz en estado pre-adulto, copulan e invaden nuevamente las raíces donde se establecen e inducen la formación de las agallas o nudos. La hembra madura deposita sus huevos en una masa gelatinosa llamada “matriz” (Clark, 1967; Castillo, 1984; Mai *et al.*, 1981). Una de las características particulares de este nematodo es que presenta anhidrobiosis, estado que le permite sobrevivir bajo condiciones de desecación del suelo por más de ocho meses (Jatala y Kaltenback, 1979), característica que dificulta su combate.

El ciclo de vida de *N. aberrans* comprende un estado de huevo, cuatro estados juveniles y un estado adulto, tras producirse cuatro mudas, la primera de ellas en el huevo. En el estado adulto es donde se produce un marcado dimorfismo sexual según Costilla (1985).

Los huevos son depositados por la hembra fuera de su cuerpo en una masa gelatinosa (matriz), expuesta fuera de los tejidos del nudo, quedando en contacto con el suelo y rodeando la parte caudal de la hembra. Cada masa puede contener de 231 a 372 huevos en el cultivo de papa pero también la hembra puede retener algunos huevos en la parte posterior de su cuerpo (Mejía, 1996)

A más de la hembra adulta, presentan una hembra juvenil que es vermiforme y permanece estirada, tiene desarrollada la vulva que es una hendidura transversal visible y ubicada en el extremo posterior del cuerpo muy cerca del ano. Tiene movilidad y por su capacidad de infectar es considerada como la segunda en importancia, después del segundo estadio juvenil (J2). Pueden ser encontradas en el suelo a lo largo de todo el ciclo del cultivo, pero el máximo de su población en el suelo ocurre cerca de la cosecha. Reingresan a las raíces causando necrosis y ligeros ensanchamientos en la raíz 24 horas después de su penetración y

establecen su cabeza cerca de los tejidos vasculares según González, (1985) citado por Ortuño *et al.*, (2005).

De acuerdo con Franco citado por Ortuño (2005), los mecanismos de sobrevivencia de este nematodo están relacionados con las masas de huevos que se encuentran adheridas a residuos de raíces en descomposición de diversos hospedantes, lo que les permite soportar condiciones adversas entre cultivos. Cuando las condiciones ambientales no son favorables, los huevos pueden entrar en un estado de anhidrobiosis en el cual resisten la desecación, y según Canto citado por Ortuño (2005), en este estado pueden permanecer viables hasta 10 años, lo que obligaría a realizar rotaciones prolongadas.

2.3.3. Especies

Sher (1970) revisa el género *Nacobbus* y propone la existencia de dos especies: *N. aberrans* y *N. dorsalis*, quedando las demás especies y una subespecie como sinónimos de *N. aberrans*, y a *N. dorsalis* como especie tipo.

N. dorsalis, es de menor importancia económica por su limitada distribución geográfica y ataque ocasional a remolacha en pocos campos de California en Estados Unidos (Steele, 1984; Baldwin and Cap, 1992, citados por Manzanilla-López, *et al.*, 2002).

N. aberrans es la especie de mayor importancia económica en campos cultivados de Norte y Sur América (Manzanilla-López, *et al.*, 2002).

2.3.4. Daño y síntomas causados por *N. aberrans*

El daño que causan los estados juveniles y las hembras jóvenes de *N. aberrans*, son cavidades largas al moverse inter e intracelularmente por los tejidos del parénquima de la raíz; siendo estas últimas las que causan una hipertrofia que da lugar a la formación del síncito, sitio de alimentación de la hembra adulta y donde

se forma la agalla típica lateral en la raíz. A pesar que el xilema y floema mantienen su continuidad vascular, su funcionalidad disminuye (Brujin y Stemerding, 1968; Clark, 1967; Inserta, *et al.*, 1983; Jones, 1981; Quimí, 1981, citados por Ortuño *et al.*, 2005).

Los síntomas que causa *N. aberrans* son: plantas pequeñas o enanas y follaje clorótico con tendencia a marchitarse en condiciones de poca humedad y en las horas de alta temperatura. En las raíces se observan nudos o agallas similares a los causados por *Meloidogyne* sp, pero dispuestos en forma de rosario, de donde se deriva el nombre común de “nematodo del rosario de la raíz” o “nematodo del falso nudo de la raíz” (Mai *et al.*, 1981; Jatala, 1985).

2.3.5. Importancia económica

Los nematodos ocasionan daños cuando su población se incrementa a niveles altos como consecuencia de monocultivo, manejo deficiente y aplicación de controles químicos errados. Sin embargo Christie y Lordello citados por Revelo, (1991) señalan que las plantas bajo condiciones favorables de humedad, labores culturales adecuadas y oportunas pueden soportar altas infestaciones sin que su desarrollo sea seriamente afectado.

Nacobbus aberrans conocido como el “nematodo del rosario” o “nematodo del falso nudo de la raíz”, es un nematodo endoparásito sedentario. Constituye una plaga de importancia económica en Perú, Bolivia, Argentina, Chile, México y Ecuador en América del Sur y en la India, Rusia, Estados Unidos, Inglaterra y Holanda (Jensen, *et al.*, 1979).

Según Ramos *et al.*, citado por Manzanilla-López (2002) indican que las pérdidas de rendimiento causadas por *N. aberrans* en cultivos alimenticios e industriales fluctúan de 33 a 88%. A su vez, Eguiguren y Défaz (1992) reportan que en Ecuador *Nacobbus* sp. causa pérdidas estimadas de 60 a 70% al tomate de mesa e INIAP (1982) de 68 a 75%, bajo condiciones de invernadero.

2.3.6. Distribución geográfica y rango de hospederos de *Nacobbus aberrans*

Nacobbus aberrans ha sido encontrado en asociación con numerosos cultivos y plantas nativas en regiones templadas y subtropicales de Norte y Sur América. En Inglaterra (UK) y en Holanda, *N. aberrans* ha sido encontrado en invernaderos en plantas propagativas infectadas introducidas desde el continente Americano (Franklin, 1959; Bruijn y Estermerding, 1968). En Norte América *N. aberrans* ha sido reportado en los Estados Unidos y México (Caveness, 1959; Robbins, 1982). En México *N. aberrans* ha sido reportado en los estados de Coahuila, Guanajuato, Hidalgo, México, Morelos, Puebla, Oaxaca, San Luís Potosí, Tlaxcala y Sacatecas (Cid del Prado, 1986; Cruz *et al.*, 1987; Cid del Prado *et al.*, 1993; Toledo *et al.*, 1993; Torres *et al.*, 1994; García – Camargo y Trejo, 1995. En Sur América *N. aberrans* ha sido reportado en Perú, Bolivia, Noreste de Chile, Argentina y Ecuador (Franco, 1994), citados por Manzanilla-López *et al.*, 2002

En Ecuador se ha encontrado a *Nacobbus* sp. en Pimampiro y en los Valles del Chota, Guayllabamba y Baños, especialmente en las formaciones ecológicas bhMb, eeMB y con mayor incidencia en la mePM (INIAP, 1982; Eguiguren y Défaz, 1992).

Nacobbus aberrans posee un rango de hospederos que comprende 84 especies cultivadas y no cultivadas o malezas nativas en 18 familias en los sistemas agrícolas andinos (Canto-Sáenz, 1992; Brodie *et al.*, 1993, citados por Manzanilla-Lopez *et al.*, 2002).

Entre los cultivos comerciales, los anteriores autores mencionan a: tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum* Mill), haba (*Vicia faba* L.), ají (*Capsicum pubescens* L.), papa (*Solanum tuberosum*), Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruíz), melloco (*Ullucus tuberosus* Caldas), oca (*Oxalis tuberosa* Molina), zanahoria (*Daucus carota* L.), pimienta (*Capsicum annuum* L.), berenjena (*Solanum melongena* L.), calabaza (*Cucurbita pepo* L.), pepinillo (*Cucumis*

sativus L.), tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), quinua (*Chenopodium quínoa*), fréjol (*Phaseolus vulgaris*)

Entre las malezas señalan a: verdolaga (*Portulaca oleracea* L., Portulacaceae), varias especies de *Chenopodium* spp., callamato (*Callandria albis* - Euphorbiaceae), chitincoya (*Physalis* spp. – Solanaceae), *Chenopodium album* L. (Chenopodiaceae), *Spergula arvensis* (caryophyllaceae), *Sisymbrium irio* (Compositae), *Chenopodium album* L. (Chenopodiaceae), *Bassia* o *Kochia scoparia* L. Voss (Chenopodiaceae),

Por su parte en Ecuador, el INIAP (1982) reporta a tomate de mesa (*Lycopersicum esculentum*), pepino (*Cucumis sativum*), ají (*Capsicum annum*) y aspha quinua; Eguiguren y Défaz (1992) y el MAG (1986), reportan a tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendt) y zanahoria (*Daucus carota* L), como hospederos de *Nacobbus* sp.

2.3.7. Manejo integrado

Manejo es un esquema comprensivo e integrado contra un nematodo o nematodos en un agroecosistema, a través de la aplicación de varias tácticas de control durante un período prolongado de tiempo. El objetivo del manejo no es erradicar pero si manipular la densidad de la población para reducir su número debajo del umbral económico (Ferris y Noling, 1987).

Los esquemas de manejo integrado de plagas y enfermedades comparten los siguientes principios: 1) exclusión a través de cuarentenas, 2) erradicación y 3) protección por métodos físicos, químicos, biológicos, genéticos y culturales. La aplicación de varios o de todos, depende del problema y de la magnitud del mismo.

Las estrategias de manejo consisten en mantener la densidad de población de los nematodos a niveles bajos mediante rotación de cultivos, variedades resistentes o

tolerantes, prácticas culturales y cambios en las fechas de siembra. Un sistema de cultivo se diseña de tal forma que un cultivo no produzca una población del nematodo más alta que el umbral de daño del siguiente cultivo del sistema.

2.3.7.1. Resistencia varietal

Es bien documentado que el método más eficiente para el control de nematodos es el uso de variedades resistentes (Taylor y Sasser citados por Revelo, 1991; Silva, 1984).

De acuerdo con Revelo *et al.* (2006), en un estudio realizado para verificar la resistencia o tolerancia de las principales variedades de tomate de mesa al parasitismo de la población de *M. incognita* del Valle del Chota, determinaron que las variedades Fortaleza, Chibli, Victoria, Gina, Sahel, Thomas y Rocío, son resistentes tolerantes al ataque de *M. incognita*, la variedad Sahel resistente no tolerante, las variedades Nemonetta, E2532067, Charleston, Suncret, Titán, FA1418, Sweet, Paronset, Don José, Ikram y Stacatto, susceptibles tolerantes, y la variedad Sheila susceptible no tolerante, resultado que corrobora la resistencia o tolerancia de estos materiales indicada por sus casas productoras, excepto para la variedad Sheila.

De igual forma en estudio realizado por Revelo *et al.* (2006) para conocer el comportamiento de las principales variedades de tomate de mesa al parasitismo de la población de *N. aberrans* de Pimampiro, determinaron que las variedades Chibli, Pericle, Ikram, Suncrest, S. Sweet, Miroma, Platone, Titán, Fortaleza, Thomas, Rocío, Paronset, FA 1418, E2731642, Sheila, Nemonetta, Sahel, E2532067, Don José, AG 375, Victoria, Staccato, Charleston, Gina y Diva, determinaron que todas las variedades se comportaron como susceptibles tolerantes.

Estos resultados muestran que existe un buen número de materiales resistentes o tolerantes para establecer sistemas de rotación con cultivos no hospederos, para

evitar tanto el daño de *N. aberrans* como el de *M. incognita* y la presión de selección de razas.

2.3.7.2. Rotación de cultivos

La rotación de cultivos es uno de los enfoques más importantes y antiguos para el control de nematodos agalladores de la raíz según Ferris y Nusbaum *et al.*, (1978) citados por Ortuño *et al* (2005)

Desde el punto de vista nematológico, el principio fundamental de una rotación de cultivos es evitar el cultivo sucesivo de plantas hospedantes susceptibles con el fin de restringir la multiplicación del nematodo y reducir el daño (Franco *et al.*, 1993). Por lo tanto, la rotación de cultivos se basa en la siembra alternada de cultivos no hospedantes, variedades resistentes o plantas trampa, los cuales tienen el objetivo de reducir la población de nematodos, disminuir los costos de control, mejorar las condiciones físicas del suelo, impedir el desarrollo de malas hierbas hospederas del nematodo y presentar similar rentabilidad que el cultivo principal (Ortuño *et al* 2005; Ferris *et al.*, 1975, citados por Manzanillo-López, 2002).

En todo plan de rotación, el tiempo que transcurre entre una siembra y otra de un cultivo susceptible, varía según la especie de nematodo, el nivel de infestación del suelo, el rango de hospederos, la rentabilidad de los cultivos y la disponibilidad de terreno y de variedades resistentes o tolerantes. De manera general, debido a que el esquema de rotación depende de muchos factores, los planes de rotación deben elaborarse con carácter local. La presencia de malezas susceptibles puede comprometer el éxito de cualquier rotación así como también la menor rentabilidad de los cultivos con probabilidades de rotar en relación al cultivo principal (Revelo *et al.*, 2002).

Según Nusbaum y Ferris (1973), citados por Manzanilla-López *et al.* (2002), un esquema de rotación de cultivos debe reunir las siguientes condiciones: a) restringir el desarrollo y reproducción de los niveles del nematodo en un tiempo

corto que permita la siembra temprana del siguiente cultivo y su desarrollo sin mayores daños; b) que al menos el cultivo pague los costos de trabajo del suelo; c) que enriquezca el suelo o que, al menos, no lo empobrezca; d) que permita eliminar las malezas hospederas; y e) que preserve los microorganismos competitivos, antagónicos y predadores de nematodos y de otros organismos a densidades de población efectivas.

Como rotación de cultivos Prasad (1970) también señala la siembra alternada de determinadas plantas para incorporarlas en verde al suelo como suministro de materia orgánica. Al respecto, en las zonas andinas la siembra e incorporación al suelo de las leguminosas haba (24,3 t/ha), chocho (22,46 t/ha) y vicia, como abonos verdes, reducen la tasa de multiplicación de *N. aberrans* e incrementan el rendimiento de papa. Durante la descomposición de estos cultivos en el suelo, desprenden calor y sustancias tóxicas que son letales para el nematodo. Estos cultivos presentan buena adaptabilidad, excelente desarrollo foliar, mejoran el suelo y fijan nitrógeno de la atmósfera Hinojosa, (1999); citados por Ortuño *et al* (2005).

Un estudio realizado por Ortuño *et al* (2005) mostró que la incorporación del cultivo de haba en verde, combinado con estiércol vacuno, mejoró la estructura del suelo, incrementó los rendimientos y disminuyó la población de *N. aberrans*.

Estudios realizados en Bolivia en papa sobre rotación de cultivos para reducir la población de *Nacobbus* sp., establecieron la dificultad de estructurar esquemas eficientes debido al rango amplio de hospederos de este nematodo y a la presencia del nematodo quiste de la papa, *Globodera* spp. (Manzanilla-López *et al.*, 2002).

Las zonas tomateras del Valle del Chota-Ecuador, donde se encuentran *Nacobbus aberrans* y *Meloidogyne incognita* parasitando en forma conjunta a tomate de mesa, presentan similar dificultad para estructurar esquemas de rotación eficientes. En esta zona los agricultores desconocen la existencia de *N. aberrans*, confunden sus síntomas con los causados por *M. incognita* cuya presencia si

reconocen y por lo cual, inconscientemente realizan un control de los dos nematodos en el campo mediante el cultivo de variedades resistentes o tolerantes a *M. incognita* y tolerantes a *N. aberrans*, aplicación de carbofuran, incorporación de gallinaza y rotación con maíz, cebolla y fréjol. En invernadero establecen monocultivo intenso con variedades resistentes o tolerantes a *M. incognita* y tolerantes a *N. aberrans*, incorporan gallinaza y aplican carbofuran (Revelo *et al.*, 2006).

De acuerdo con Franco *et al.* (1996), citados por Manzanilla-López *et al.* (2002), en la actualidad, en los campos de papa de Bolivia, la rotación está basada en un sistema de 4 años y comprende la siembra de variedades resistentes de papa, cebada como cultivo trampa, chocho e incorporación del follaje, y en el cuarto año la siembra de una variedad de papa tolerante o susceptible.

Según Manzanilla-López *et al.* (2002), las crucíferas, algunas gramíneas y la mayoría de leguminosas, son consideradas resistentes. Manifiestan que de acuerdo con Jatala (1985), la población declina rápidamente en ausencia de un hospedero adecuado y recomiendan una rotación de mínimo 3 años. Además indican que Cornejo-quiroy (1977b) reporta que el chocho (*Lupinus mutabilis*), no solamente reduce la infestación de la raíz y el agallamiento por *Nacobbus*, sino también el número de hembras del nematodo del quiste *Globodera* sp.

Al respecto, Montalvo *et al.* (1994), citado por Manzanilla-López *et al.* (2002), al evaluar un esquema de 4 años de rotación usando una combinación de papas susceptibles (cv. Waych'a) y parcialmente resistentes (cv. Gendarme), chocho, cebada y barbecho, determinaron que el rango de reproducción de *N. aberrans* fue reducido a menos de la unidad.

Se reportan a *Hordeum vulgare* L., Triticale, *Bromas unioloides* (Willd.) Raspail y *Distichus humilis* Phil, como potenciales cultivos trampas. Cebada (cvs Lucha e IBTA-80) y triticale (cv. Renacer) fueron seleccionados para un esquema de rotación (Franco *et al.*, 1997).

El amplio rango de hospederos de *N. aberrans* hace difícil seleccionar el cultivo a rotar, aunque las crucíferas, algunas gramíneas y la mayoría de la leguminosas no son consideradas hospederas (Jalata *et al.*, 1985).

2.3.7.3. Control cultural y solarización

De acuerdo con Franco citado por Ortuño (2005), los mecanismos de sobrevivencia de *N. aberrans* están relacionados con las masas de huevos (matrices) que se encuentran adheridas a residuos de raíces en descomposición de diversos hospedantes, estructuras que le permiten soportar condiciones adversas entre cultivos. Cuando las condiciones ambientales no son favorables, los huevos entran en un estado de anhidrobiosis en el cual resisten la desecación y, según Canto citado por Ortuño (2005), en este estado pueden permanecer viables hasta 10 años, lo que obligaría a realizar rotaciones prolongadas.

Sin embargo, de acuerdo con Ortuño *et al.*, (2005), una buena parte de este problema se podría superar al reducir significativamente la población o inóculo de *N. aberrans*, mediante la quema de las raíces a la cosecha además de otros patógenos y parásitos. Considera que una planta hospedante puede presentar 100 o más agallas, que cada agalla contiene de 1 a 3 hembras (Cusicanqui, 1996), que cada matriz (1 por hembra) contiene 300 huevos (Costilla, 1985), que en una hectárea hay 44000 plantas de papa y que si solamente se considera una matriz por agalla, la población de inóculo que se eliminaría en beneficio del siguiente cultivo hospedante, sería 1 320' 000 000 de huevos/ha.

En un estudio realizado por Juárez (1998) citado por Ortuño *et al* (2005) se estableció que la solarización redujo la población de *N. aberrans* en 45% respecto al testigo sin control y que las plantas no presentaron agallas hasta la floración y cosecha del cultivo. Sin embargo, la solarización aplicada directamente entre surcos, dejando un espacio de 15 cm entre el suelo y el plástico, por varios periodos de tiempo entre los meses de junio a octubre, fue poco efectiva contra *N.*

aberrans. Los rendimientos no fueron favorecidos, más bien tendieron a disminuir conforme se aumento el período de duración de la solarización.

En un estudio donde se utilizaron dos tipos de plástico, el plástico doble transparente aumento la temperatura del suelo en 42,3 grados centígrados y el plástico negro la incrementó a 36,5 grados centígrados, reduciendo las poblaciones iniciales de *N. aberrans* en 86,3 y 76,4% respectivamente; sin embargo, un bioensayo realizado para comprobar los resultados obtenidos determinó una reducción de la población inicial de 69 y 54%, respectivamente (Yanez - Juárez *et al.*, 2001, citados por Manzanilla-López 2005).

Mayor eficiencia se obtiene al llevar a la superficie las capas inferiores del suelo (hasta 30 cm), espacio donde se encuentran la mayor población del nematodo. Es aconsejable combinar equipos que muevan el prisma del suelo con otros que destruyan las malezas por corte. La eliminación de malezas también contribuye a reducir las poblaciones de nematodos. (Revelo *et al.*, 2002).

2.3.7.4. Enmiendas orgánicas

Varios estudios realizados para evaluar el efecto de la incorporación de abonos verdes y de estiércol de animales sobre la población de *Nacobbus* sp. y la nutrición de los cultivos, reportan resultados contradictorios; así, Silva-Jaramillo (1989), citado por Manzanilla-López *et al.* (2002) determinó que la incorporación de 10 t/ha de gallinaza o estiércol, no controló a *N. aberrans* en fréjol, al considerar que la intensidad de agallamiento persistió, pero el rendimiento se incrementó por efecto nutricional de estos materiales.

Por su parte Franco *et al.* (1992), citado por Manzanilla-López *et al.* (2002), encontró que la incorporación de gallinaza (10 t/ha) incrementó el rendimiento de tubérculos de papa, pero no hubo ningún efecto en la reproducción del *N. aberrans*, comparado con otros tratamientos como estiércol y compost.

De acuerdo con el IBTA (1994), citado por Manzanilla-López *et al.* (2002), la incorporación de 7 t/ha de gallinaza a la siembra, no permitió la reproducción de altos niveles de población de este nematodo y de acuerdo con Canto-Sáenz *et al.* (1966), citados por los anteriores autores, el uso de estiércol incrementa los rendimientos de 70 a 84% y reduce el número de *Nacobbus* en 85%.

Las enmiendas más útiles de aplicar son estiércoles, gallinaza, rastrojos de gramíneas y residuos de crucíferas. En este último caso se conoce que la incorporación al suelo de crucíferas como la col fragmentada y ligeramente fermentada reduce sustancialmente a los nematodos por la formación de compuestos tóxicos como el amoníaco y varios compuestos sulfurosos (Revelo *et al.*, 2002).

La desventaja de las enmiendas orgánicas es que se requiere grandes volúmenes de materia orgánica por área para obtener un buen control, lo cual provoca gastos de transporte y problemas de disponibilidad de estos insumos (Revelo *et al.*, 2002).

2.3.7.5. Control químico

El uso de nematicidas para controlar a la mayoría de nematodos parásitos de plantas, es el método más fácil y efectivo. Sin embargo, en la actualidad su uso es restringido por diversos problemas ambientales y de costo. (Revelo *et al.*, 2002).

En el caso particular del valle del Chota y Pimampiro en Ecuador, el control mediante la aplicación de nematicidas químicos sintéticos es usado por el 95 a 100% de los agricultores. El producto más utilizado es Furadan (carbofuran) y en menor proporción Mocap (ethoprophos) (Revelo *et al.* 2006).

El control químico proporciona un control efectivo pero temporal, ocasiona un egreso alto de divisas por concepto de importación de nematicidas, incrementa los

costos de producción, afecta la salud del hombre y contamina el ambiente (Silva, 1985; Thrumpp, 1985), citados por Manzanilla-López *et al.* (2002).

2.3.8. Estimación de las pérdidas de rendimiento

Según Manzanilla-López *et al.* (2002), las pérdidas de rendimiento causadas por *N. aberrans*, han sido estimadas, principalmente, mediante el uso de nematicidas por varios investigadores.

La forma más adecuada de estimar las pérdidas de rendimiento que causan los nematodos a los cultivos, es generando la curva de pérdidas mediante la relación entre niveles crecientes de población del nematodo y los rendimientos obtenidos en la planta de acuerdo a la ecuación $y = m + (1-m) Z^{P-T}$ desarrollada por Seinhorst (1972), donde y = rendimiento relativo, m = rendimiento relativo mínimo, $Z < 1$, P = densidad inicial del nematodo, $Z^{-T} = 1,05$ y T = límite de tolerancia, estudio que se realiza en macetas y bajo condiciones de invernadero. La curva de pérdidas permite estimar el nivel de tolerancia o umbral de daño, las pérdidas máximas y el umbral económico (Revelo, 1985).

Paralelamente a la generación de la curva de pérdidas, también se genera la curva de reproducción del nematodo, para lo cual se relacionan niveles crecientes de población inicial del nematodo (P_i) y sus respectivos niveles de población final (P_f) mediante la ecuación desarrollada por Fujita y Utida (1953) citada por Oostembrink (1966):

$$P_f = P_i \frac{1}{b + c P_i} - S$$

donde: P_f = población final, P_i = población inicial, b y c = coeficientes que representan valores relacionados con el intervalo potencial de incremento del nematodo y la resistencia del medio ambiente, respectivamente (coeficientes de Verhulst –Pearl), S = proporción de la población (padres) que mueren durante el

periodo de reproducción. En esta curva se estima el índice de incremento máximo del nematodo y el nivel o densidad de equilibrio de la población (Revelo, 1985).

De acuerdo con Ferris y Noling (1987), citados por Manzanilla-López *et al.* (2002), el umbral económico se define como la densidad de la población de la plaga en la cual el daño es igual al costo de control. Señalan además que estos umbrales pueden fluctuar con el estrés de la planta y su edad; plantas más vigorosas pueden soportar el ataque de más nematodos.

Al respecto, Inserta *et al.* (1984 a, b), citado por Manzanilla-López *et al.* (2002), reportan el efecto de densidades iniciales de población (P_i) de *N. aberrans* sobre el crecimiento de la remolacha variedad Tasco AH14 y Kochia, en invernadero. El umbral de tolerancia, de acuerdo a la ecuación $y = m + (1-m) Z^{P-T}$ de Seinhorst (1972), fue determinado para las variables peso fresco total, peso del follaje, y peso de la raíz, a valores de P_i de 0,77, 0,54 y 0,19 J2/cm³ de suelo, respectivamente. El rango máximo de incremento de la población del nematodo fue 32 veces y ocurrió a una $P_i = 4$ J2/ cm³ de suelo. La relación P_f/P_i fue negativamente correlacionado con la P_i . En este experimento, en Kochia no se observó supresión del crecimiento a ningún nivel de P_i , lo cual sugiere que es un hospedero menos favorable y más tolerante a *N. aberrans* que la remolacha.

Zamudio (1987) y Gómez (1992), citados por Manzanilla-López *et al.* (2002), reportan que observaron incrementos de rendimiento en tomate de mesa a niveles de P_i de *N. aberrans* de 0,02 a 0,06 nematodos/g de suelo; por su parte Manzanilla-López *et al.* (2002), manifiestan que *N. aberrans* inicia a afectar el rendimiento de la papa cuando se presenta 1 a 10 agallas/planta y que los efectos empeoran conforme la infestación se incrementa.

En cuanto a *M. incognita*, Barker *et al.* (1985) reportan un umbral de daño de 2 a 100 nematodos/100 cm³ de suelo en tomate de mesa y Ferris (1978) y Chitwood (1949), citados por Canto-Sáenz (1985), reportan un umbral de daño de 0,005 a 0,02 huevos/g de suelo y de 0,04 a 2 huevos/g de suelo, respectivamente.

Además de las pérdidas directas en producción, es necesario considerar los costos indirectos de control, la degradación en la calidad de las tierras, el costo de los procesos de cuarentena y la pérdida de tierras libre de nematodos según Main *et al.*, (1999) citado por Manzanilla-López *et al.* (2002).

CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Para alcanzar los objetivos planteados se realizaron dos actividades:

- Determinación del incremento o disminución de la población de *N. aberrans* en las prácticas culturales del cultivo de tomate de mesa.
- Generación de la curva de pérdidas para estimar el nivel de tolerancia o umbral de daño y las pérdidas máximas que causa *N. aberrans* al tomate de mesa en invernadero, y la curva de reproducción para determinar el índice de incremento máximo y el nivel de equilibrio de la población.

3.1. Descripción del área donde se realizó el experimento

La investigación se realizó de junio del 2006 a mayo del 2007, en los invernaderos de la Universidad Técnica del Norte ubicados en la zona de Yuyucocha de la parroquia Caranqui, cantón Ibarra, provincia de Imbabura y en el laboratorio de Nematología de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, localizado en Cutuglahua, cantón Mejía, provincia de Pichincha.

Los invernadero se encuentran localizados a N 00° – 21' – 53'' latitud Norte, W 78° – 06' – 32'' longitud Oeste y a una altitud de 2228 msnm. Presenta clima Sub-Húmedo Templado (Cañadas, 1983), con temperatura media anual de 18,4 °C

y precipitación media anual de 589,3 mm; suelo de textura franca-arenosa, con drenaje bueno, topografía 0% de pendiente y cultivo anterior tomate de mesa.

La temperatura promedio de los invernaderos durante el periodo de experimentación fue de 21 °C, con un mínimo de 18 °C, máximo de 26 °C y humedad ambiental media de 60%.

3.2. Determinación del incremento o disminución de la población de *Nacobbus aberrans* en las prácticas culturales del cultivo de tomate de mesa.

Cabe señalar que debido a que el suelo del invernadero se encontraba infestado con *N. aberrans* y *M. incognita*, se decidió evaluar el efecto de las prácticas culturales en la dinámica de la población de los dos nematodos.

3.2.1. Factor en Estudio

Prácticas culturales del cultivo

3.2.2. Tratamientos

Se evaluaron 8 tratamientos (Cuadro 1) resultantes de la combinación de las siguientes prácticas culturales y cultivos: remoción del suelo e incorporación de gallinaza fresca (3 kg/m²), aplicación de los nematicidas Rugby (cadusafos) al transplante en dosis de 15 g/m² y Furadan 5G (carbofuran) al transplante y a los 2 meses en dosis de 15 g/m², la siembra de fréjol y maíz y el transplante de tomate de mesa variedad Titán resistente/tolerante a *M. incognita* y cebolla.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados para determinar la dinámica de la población de *N. aberrans* y *M. incognita* en las prácticas del cultivo de tomate de mesa.

NUMERO	DESCRIPCIÓN
T1	Remoción de suelo + incorporación de gallinaza fresca + aplicación de cadusafos + tomate.
T2	Remoción de suelo + incorporación de gallinaza fresca + tomate
T3	Remoción de suelo + aplicación de cadusafos + tomate
T4	Remoción de suelo + aplicación de carbofuran + tomate
T5	Remoción de suelo + tomate
T6	Remoción de suelo + cebolla
T7	Remoción de suelo + fréjol
T8	Remoción de suelo + Maíz

3.2.3. Unidad experimental

La unidad experimental fue de 12 m² (4 m x 3 m).

En las parcelas que contenían a tomate de mesa, se transplantaron plántulas de tomate var. Titán en surcos con una separación de 1,0 m entre surcos y 0,30 m entre planta. En las parcelas que contenían a maíz, se sembraron 3 semillas por sitio a una distancia de 0,50 m entre sitio y con una separación entre surcos de 0,80 m. En las parcelas que contenían a fréjol, se sembraron 3 semillas por sitio a una distancia de 0,30 m entre sitio y con una separación entre surcos de 0,60 m. En las parcelas que contenían cebolla de bulbo se transplantó una planta por sitio, con una separación de 0,10 m, en surcos separados a 0,40 m. La parcela neta se consideró un área de 4,8 m² (2,4 m x 2 m) con 12 plantas centrales para tomate de mesa, para maíz 10 plantas centrales, para fréjol 24 plantas centrales y para cebolla de bulbo 120 plantas centrales. Se dejó un espacio de 1,0 m entre parcela y 1,0 m entre repeticiones.

3.2.4. Diseño experimental

Para fines de distribución de los tratamientos se utilizó el diseño experimental bloques completos al azar (BCA) con 3 repeticiones; sin embargo, los tratamientos no fueron analizados estadísticamente, se analizaron en base a la magnitud de incremento o reducción de la población de cada nematodo en forma individual y conjunta.

3.2.5. Variables y métodos de evaluación

- Población inicial y final de *N. aberrans* y *M. incognita* en el suelo

La población en el suelo se determinó al inicio y al final del experimento, mediante el siguiente procedimiento: muestras de suelo conformadas por 25 punciones (submuestras), tomadas en espiral hasta 20 cm de profundidad mediante un barreno, se colocaron en bolsas de plástico correctamente etiquetadas y se llevaron al laboratorio, donde, previa homogenización, se procesaron 100 g de suelo mediante el "Elutriador de Oostembrink y filtro de algodón" (Oostembrink, 1960, citado por Van Eck, *et al.*, 1984). Posteriormente y mediante un estéreo microscopio, se determinó la cantidad de nematodos presentes en una alícuota de 5 cc tomada de un volumen de 100 cc. Los resultados se expresaron en nematodos/100 cc de suelo.

- Incremento de la población de *N. aberrans* y *M. incognita* en el suelo

La dinámica de la población de *N. aberrans* y de *M. incognita* se estableció determinando el índice de incremento de la población de los dos nematodos en cada tratamiento, para lo cual se relacionaron la población inicial y la final mediante la fórmula desarrollada por Seinhorst (1970): $I = P_f/P_i$, donde: I = índice de incremento, P_f = Población final, P_i = Población inicial.

- Población de nematodos en el suelo y de huevos y estados larvales J2 en la raíz

Un mes después del trasplante del tomate y la siembra de los cultivos, se realizaron muestreos de suelo y de raíces cada 45 días (4 muestreos). El procedimiento de muestreo y los métodos de extracción utilizados, fueron los mismos que se mencionó anteriormente. Las poblaciones se expresaron en nematodos/100 cc de suelo y en huevos y estados larvales J2 por gramo de raíz, respectivamente.

Con los datos de población inicial, de cada mes y de población final, se elaboraron gráficas para observar la fluctuación poblacional de *N. aberrans* y de *M. incognita* en el suelo y en la raíz, respectivamente, en cada tratamiento.

Además, se tomaron muestras de suelo a las 3 semanas de la remoción del suelo y a los 2 meses de la incorporación de la gallinaza fresca al suelo, con el fin de determinar el aumento o disminución de la población de *N. aberrans* y de *M. incognita* en estas prácticas culturales, para lo cual se extrajo la población del suelo, antes y después de realizadas las prácticas culturales, mediante la metodología indicada anteriormente. Con estas muestras de suelo también se realizó un bio-ensayo para confirmar los resultados, para esto se colocó la muestra de suelo en una bolsa de plástico, se trasplantó una plántula de tomate variedad Titan y se la dejó crecer bajo condiciones de invernadero por 3 meses; después se extrajo el sistema radical, se registró el índice de agallamiento y se extrajo la población de huevos y estados larvales J2, de una muestra de 10 g, por el método de Hussey y Barker (1973).

- Rendimiento

La cosecha del fréjol se realizó en estado verde. En el caso del tomate mesa, las cosechas se realizaron cuando los frutos presentaron una coloración rojiza. La cebolla de bulbo se cosechó a los 5 meses cuando los bulbos presentaron su coloración característica. La cosecha de maíz se realizó en estado de mazorca

tierna. Los datos de rendimiento obtenidos en la parcela neta se expresó en kg/parcela y se transformaron a t/ha.

3.2.6. Manejo del experimento

Antes de instalar el ensayo se tomaron muestras de suelo para realizar un análisis químico completo (N, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn, B, pH, y materia orgánica) y determinar los requerimientos de fertilización para cada cultivo.

El terreno se preparó de la siguiente forma: primero se removió el suelo hasta 30 cm de profundidad en forma manual con azadón y se dejó por 3 semanas expuesto a la acción de los rayos solares. Luego se realizó el surcado en forma manual considerando cada cultivo y se establecieron los mismos (siembra o trasplante).

En el caso de la incorporación de la gallinaza fresca (3 kg/m^2), las parcelas que contenían esta práctica se dejaron por 2 meses para luego proceder a remover el suelo, surcar fertilizar y establecer el cultivo.

En las parcelas que contenían nematicidas se aplicó Rugby (cadusafos) en dosis de 15 g/m^2 a la siembra y Furadan (carbofuran) en dosis de 15 g/m^2 a la siembra y a los dos meses, respectivamente. Antes de su aplicación se realizó un rascadillo o escarificado, se colocó el producto granular de forma uniforme y se cubrió con una ligera capa de suelo.

3.2.7. Labores culturales

- Fertilización

Se realizó una fertilización basal para todos los cultivos, la misma que en el caso de la Urea se fraccionó en dos aplicaciones:

Así en el caso del cultivo de tomate de mesa se utilizó como fuentes de nutrientes 10-30-10, urea y sulpomag, aplicándose al suelo 400gr/parcela de 10-30-10, 956gr/parcela de urea y sulpomag 328gr/parcela, aplicándose toda la dosis de 10-30-10 y sulpomag a la siembra y la mitad de la dosis de urea a la siembra y el resto a los 40 días. También se aplicó Nitrofoska morada en una dosis de 100gr./surco o 400gr./parcela a los 60 días después del transplante.

En el caso del cultivo de maíz se utilizó como fuentes de nutrientes 10-30-10, urea y sulpomag, aplicándose al suelo 170gr/parcela de 10-30-10, 226gr/parcela de urea y sulpomag 389gr/parcela, aplicándose toda la dosis de 10-30-10 y sulpomag a la siembra y la mitad de la dosis de urea a la siembra y el resto a los 40 días.

En el caso del cultivo de cebolla se utilizó como fuentes de nutrientes 10-30-10, urea y sulpomag, aplicándose al suelo 200gr/parcela de 10-30-10, 345gr/parcela de urea y sulpomag 126gr/parcela, aplicándose toda la dosis de 10-30-10 y sulpomag a la siembra y la mitad de la dosis de urea a la siembra y el resto a los 30 días.

En el caso del cultivo de fréjol se utilizó como fuentes de nutrientes 10-30-10 y urea, aplicándose al suelo 80gr/parcela de 10-30-10 y 192gr/parcela de urea.

Se aplicaron los siguientes fertilizantes foliares:

Ergostin, desarrollo de la planta y aumento de la producción, en dosis de 0.5cc/l de agua, antes de la prefloración.

Bayfolan, para floración y engrose, en dosis de 2cc/l de agua, una vez por semana.

- Control de insectos plagas y enfermedades:

Los insectos plagas: gusano enrollador de la hoja (*Scrobipalpula absoluta*), minador de la hoja (*Liriomyza quadrata*) y mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), se controlaron aplicando en forma alternada los insecticidas Bala (cipermetrina + clorpirifos) en dosis de 1.5 cc/l. También NewMectin (abamectina 1,8% EC.) en dosis de 1.25cc/l de agua. También Perfecction (dimetoato) en dosis de 2cc/l. Utilizados de acuerdo a la incidencia de las plagas.

Para el control de la pudrición de la raíz o fusariosis (*Fusarium* sp.) se realizaron dos aplicaciones del fungicida Bavistin (carbendazim) en dosis de 0.5cc/l de agua.

Oidio (*Oidium* sp.) se controló con aplicaciones de Bavistin (carbendazim) en dosis de 0.5cc/l de agua, Nimrod (bupirimato) en la dosis de 10 cc/20 l de agua.

Para tizón tardío (*Phytophthora infestans*) se aplicó Dithane (mancozeb) en dosis de 25g/20 l de agua en mezcla con Curzate (cimoxanil + mancozeb) en dosis de 50g/200 l, alternado con aplicaciones de Ridomil (metalaxil + mancozeb) en dosis de 40g/20 l en mezcla con Profito (cimoxamil + propineb) en dosis de 40g/20 l.

Para botrytis (*Botrytis spp*), se aplicó Babistin (carbendazin) y se alterno con Pilarben (benomil) y Scala en dosis de 10 g/20 l de agua, 25gr./20 l de agua, 10cc/20 l respectivamente

Para el control de enfermedades y plagas, se realizaron monitoreos permanentes y se aplicaron en forma preventiva productos específicos y de contacto según su incidencia con una bomba de mochila.

Se realizaron labores de deshierba, aporque y cosecha. En el caso del tomate se realizaron labores de tutorado de plantas, poda de ejes, poda de brotes y poda de hojas bajas.

El riego se realizó por inundación y su frecuencia dependió de las condiciones climáticas que imperaron en la localidad.

3.3. Generación de la curva de pérdidas para estimar el nivel de tolerancia y las pérdidas máximas que causa *N. aberrans* al tomate, y la curva de reproducción para determinar el índice de incremento máximo y el nivel de equilibrio de la población.

3.3.1. Factor en estudio

Niveles de población de *Nacobbus aberrans*

3.3.2. Tratamientos

Se evaluaron 21 tratamientos (Cuadro 2) conformados por 21 niveles de población del nematodo *N. aberrans*.

Cuadro 2. Niveles de población de *Nacobbus aberrans* considerados para generar la curva de pérdidas y la curva de reproducción en tomate en invernadero.

No.	Descripción
1	0,00 nematodos/g de suelo ¹ (0 nematodos/maceta)
2	0,05 nematodos/g de suelo (350 nematodos/maceta)
3	0,25 nematodos/g de suelo (1750 nematodos/maceta)
4	0,50 nematodos/g de suelo (3500 nematodos/maceta)
5	0,75 nematodos/g de suelo (5250 nematodos/maceta)
6	1,00 nematodos/g de suelo (7000 nematodos/maceta)
7	1,25 nematodos/g de suelo (8750 nematodos/maceta)
8	1,50 nematodos/g de suelo (10500 nematodos/maceta)
9	1,75 nematodos/g de suelo (12250 nematodos/maceta)
10	2,00 nematodos/g de suelo (14000 nematodos/maceta)
11	2,25 nematodos/g de suelo (15750 nematodos/maceta)
12	2,50 nematodos/g de suelo (17500 nematodos/maceta)
13	2,75 nematodos/g de suelo (19250 nematodos/maceta)
14	3,00 nematodos/g de suelo (21000 nematodos/maceta)
15	3,25 nematodos/g de suelo (22750 nematodos/maceta)
16	3,50 nematodos/g de suelo (24500 nematodos/maceta)
17	3,75 nematodos/g de suelo (26250 nematodos/maceta)
18	4,00 nematodos/g de suelo (28000 nematodos/maceta)
19	5,00 nematodos/g de suelo (35000 nematodos/maceta)
20	10,00 nematodos/g de suelo (70000 nematodos/maceta)
21	20,00 nematodos/g de suelo (140000 nematodos/maceta)

¹ Huevos y estados larvales J2 de *N. aberrans* por gramo de suelo (h. y l./g s.)

3.3.3. Unidad experimental

Maceta de 7,0 kg de capacidad conteniendo una planta de tomate de mesa variedad Titán (fundas de plástico de color negro conteniendo 7,0 kg de sustrato suelo de páramo y arena de río en proporción 3:1).

3.3.4. Diseño experimental

Considerando que el experimento fue de tipo descriptivo, no se utilizó diseño experimental.

3.3.5. Procedimiento

En el invernadero, sobre las camas se colocó una lámina de plástico negro para evitar que el sustrato de las macetas se contamine con poblaciones de *N. aberrans* y *M. incognita* presentes en el suelo. Sobre el plástico se colocaron las macetas y, cuando las plantas alcanzaron 10 cm de alto (15 días después del trasplante), se inocularon los niveles de huevos y estados larvales J2 de *N. aberrans* por gramo de suelo (h. y l./g s.) indicados en el Cuadro 2. La suspensión de huevos y estados larvales J2, de cada nivel, se inoculó a través de 4 agujeros efectuados en el suelo, alrededor de la base de la planta, a profundidades de 5 y 15 cm, liberando el inóculo con la ayuda de una pipeta graduada. Para cada nivel se destinaron 4 plantas.

El inóculo se obtuvo de raíces infestadas de tomate, mediante el método de maceración en hipoclorito de sodio de Hussey y Barker (1973).

3.3.6. Variables y métodos de evaluación

- Población inicial del nematodo.

La población inicial correspondió a los 21 niveles de población del nematodo inoculados y expresados en huevos y estados larvales J2/g de suelo (h. y l./g s.).

- Población final del nematodo

La población final se determinó al final del ensayo, en la última cosecha, mediante el siguiente procedimiento: se extrajo el sistema radical de cada planta, se lavó con agua corriente, se registró su peso en gramos, se cortó en secciones de 1 cm, se tomó una muestra de 10 g previa homogenización, se procesó la muestra por el método de Hussey y Barker (1973) para extraer la población de huevos y estados larvales J2 y se expresó en h. y l./g s.

- Rendimiento

En cada cosecha se registró el peso en kg. El rendimiento total fue la suma de todas las cosechas y se expresó en kg/planta.

3.3.7. Manejo del experimento

Las labores culturales realizadas en el experimento, fueron las usuales para cultivar tomate de mesa bajo invernadero como: tutorado, poda de ejes, poda de brotes, poda de hojas bajas, controles fitosanitarios, fertilización foliar y cosecha.

- Control de insectos plagas y enfermedades:

Los insectos plagas: gusano enrollador de la hoja (*Scrobipalpula absoluta*), minador de la hoja (*Liriomyza quadrata*) y mosca blanca (*Trialeurodes*

vaporariorum), se controlaron aplicando en forma alternada los insecticidas Bala (cipermetrina + clorpirifos) en dosis de 1.5 cc/l. También NewMectin (abamectina 1,8% EC.) en dosis de 1.25cc/l de agua. También Perfecction (dimetoato) en dosis de 2cc/l. Utilizados de acuerdo a la incidencia de las plagas.

Para el control de la pudrición de la raíz o fusariosis (*Fusarium* sp.) se realizaron dos aplicaciones del fungicida Bavistin (carbendazim) en dosis de 0.5cc/l de agua.

Oidio (*Oidium* sp.) se controló con aplicaciones de Bavistin (carbendazim) en dosis de 0.5cc/l de agua, Nimrod (bupirimato) en la dosis de 10 cc/20 l de agua.

Para tizón tardío (*Phytophthora infestans*) se aplicó Dithane (mancozeb) en dosis de 25g/20 l de agua en mezcla con Curzate (cimoxanil + mancozeb) en dosis de 50g/200 l, alternado con aplicaciones de Ridomil (metalaxil + mancozeb) en dosis de 40g/20 l en mezcla con Profito (cimoxamil + propineb) en dosis de 40g/20 l

Para botrytis (*Botrytis spp*), se aplicó Babistin (carbendazin) y se alterno con Pilarben (benomil) y Scala en dosis de 10 g/20 l de agua, 25gr/20 l de agua, 10cc/20 l respectivamente

La fertilización de las macetas se la realizó mediante fertirriego utilizándose nitrato de amonio, ácido fosfórico, nitrato de potasio, nitrato de calcio, sulfato de potasio y sulfato de magnesio.

3.3.8. Cálculo de la curva de pérdidas

La curva de pérdidas para determinar el nivel de tolerancia o umbral de daño y estimar las pérdidas máximas que causa *N. aberrans* al tomate de mesa, se generó al relacionar la población inicial (niveles de población inoculados) y el rendimiento (Cuadro 3), mediante la metodología y la ecuación de Seinhorst (1972):

$$y = m + (1-m) Z^{P-T}$$

donde:

y = rendimientos obtenidos a diferentes densidades de poblaciones iniciales del nematodo y en ausencia del mismo ($P_i = 0$).

m = rendimiento mínimo obtenido a altas densidades de población del nematodo.

Z = una constante ligeramente menor a 1 que representa el rendimiento cuando la densidad del nematodo excede el nivel de tolerancia por unidad.

P_i = población inicial.

T = nivel de tolerancia o umbral de daño.

Z^{-T} = un valor de 1 a 1,1 y más frecuentemente 1,05 que representa la tendencia de la planta a compensar el daño.

Según Seinhorst (1972) el rendimiento (y) es igual a la unidad cuando la densidad del nematodo es igual o menor que el nivel de tolerancia (T). El valor de y disminuye cuando la densidad del nematodo es mayor que el nivel de tolerancia T , y, para ajustar la curva a los datos obtenidos, recomienda escoger un valor adecuado de Z^{-T} .

Cuadro 3. Datos de población inicial, población final y de rendimiento registrados en el ensayo para generar las curvas de pérdidas y de reproducción de *N. aberrans* en tomate de mesa en invernadero. Ibarra, Imbabura. 2007.

Niveles No.	Población inicial (Pi) (h. y l./g. s.)	Población final (Pf) (h. y l./g. s.)	Rendimiento (y) (kg/planta)
T1	0,00	0,0	2,72
T2	0,05	0,1	2,70
T3	0,25	10,9	2,60
T4	0,50	15,5	2,70
T5	0,75	61,6	2,70
T6	1,00	54,6	2,50
T7	1,25	35,0	2,60
T8	1,50	79,7	3,00
T9	1,75	74,9	2,32
T10	2,00	66,7	2,70
T11	2,25	69,3	2,60
T12	2,50	57,8	3,00
T13	2,75	53,6	2,70
T14	3,00	63,2	2,70
T15	3,25	68,5	2,70
T16	3,50	100,8	2,70
T17	3,75	114,1	2,80
T18	4,00	121,6	2,57
T19	5,00	115,9	2,57
T20	10,00	103,8	2,60
T21	20,00	162,9	2,52

3.3.8.1. Transformación de los valores de rendimiento

A continuación los valores de rendimiento fueron transformados a valores con base a la unidad. Para esto, al rendimiento obtenido con población inicial (P_i) = 0, se consideró sea igual a 1; no se tomó en cuenta aquellos valores de rendimiento obtenidos con poblaciones pequeñas que generalmente exceden a los obtenidos con $P_i = 0$. La transformación se realizó dividiendo el valor de cada rendimiento para el valor de rendimiento de $P_i = 0$, como se indica a continuación:

Rendimiento de Pi 0,00 = 2,72 kg/planta = 1,00 (valor transformado)

Rendimiento de Pi 0,05 = $\frac{2,70 \text{ kg/planta}}{2,72 \text{ kg/planta}} = 0,99$

Rendimiento de Pi 1,00 = $\frac{2,50 \text{ kg./planta}}{2,72 \text{ kg./planta}} = 0,92$

etc.

Los datos transformados se consignan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Datos de población inicial, rendimientos observados (yo), rendimientos transformados (yt) y rendimientos calculados (yc) para establecer la curva de pérdidas de rendimiento del tomate causada por *N. aberrans*.

Niveles No.	Población inicial (h. y l./g. s.)	Rendimiento observado (yo) (kg/planta)	Rendimiento transformado(yt)	Rendimiento calculado(yc)
T1	0,00	2,72	1,00	1,00
T2	0,05	2,70	0,99	0,99
T3	0,25	2,60	0,95	0,99
T4	0,50	2,70	0,99	0,99
T5	0,75	2,70	0,99	0,99
T6	1,00	2,50	0,91	0,99
T7	1,25	2,60	0,95	0,99
T8	1,50	3,00	1,10	0,99
T9	1,75	2,32	*0,85	0,99
T10	2,00	2,70	0,99	0,99
T11	2,25	2,60	0,95	0,99
T12	2,50	3,00	1,10	0,99
T13	2,75	2,70	0,99	0,99
T14	3,00	2,70	0,99	0,99
T15	3,25	2,70	0,99	0,99
T16	3,50	2,70	0,99	0,99
T17	3,75	2,80	1,03	0,99
T18	4,00	2,57	0,94	0,99
T19	5,00	2,57	0,94	0,99
T20	10,00	2,60	0,95	0,98
T21	20,00	2,52	0,92	0,97

*Rendimiento mínimo transformado

3.3.8.2. Valores considerados en la ecuación de Seinhorst para obtener los valores de rendimiento calculados

El valor de m (rendimiento mínimo) se tomó de los valores de rendimientos transformados (Cuadro 4) que correspondió a $m = 0,85$. Para ajustar la curva se escogieron los siguientes valores: $Z^{-T} = 1,0$ y $Z = 0,99$

Reemplazando los valores en la ecuación:

$$\begin{aligned}y &= m + (1-m) Z^{P-T} \\y &= 0,85 + (1- 0,85) Z^{P-T} \\y &= 0,85 + (1- 0,85) 0,99^{P-T} \\y &= 0,85 + (0,15 \times 1,0 \times 0,99^{P_i}) \\y &= 0,85 + (0,15 \times 0,99^{P_i})\end{aligned}$$

A continuación se reemplazó P_i con los valores obtenidos en el campo:

$$\begin{aligned}P_i = 0,05 & \quad y = 0,85 + (0,15 \times 0,99^{0,05}) = 0,99 \\P_i = 0,25 & \quad y = 0,85 + (0,15 \times 0,99^{0,25}) = 0,99 \\P_i = 0,50 & \quad y = 0,85 + (0,15 \times 0,99^{0,50}) = 0,99 \\P_i = 20,00 & \quad y = 0,85 + (0,15 \times 0,99^{20,00}) = 0,97\end{aligned}$$

Los valores de rendimiento calculados se consignan en el Cuadro 4.

3.3.8.3. Dibujo de la curva

En papel semi-logarítmico de 3 ciclos x 60 divisiones, se estableció un sistema de coordenadas. En las abscisas se ubicaron las P_i y en las ordenadas los rendimientos observados y los calculados. A continuación, primero se establecieron puntos negros en el lugar de intersección de las diferentes P_i 's con sus respectivos rendimientos transformados y segundo, círculos en la intersección

de las P_i 's con sus correspondientes rendimientos calculados. La unión de los círculos formó la curva de la Figura 5.

3.3.8.4. Determinación del nivel de tolerancia y las pérdidas máximas

En la curva obtenida, el nivel de tolerancia está dado por el punto donde la curva comienza a descender o donde el rendimiento comienza a disminuir (Figura 5).

Las pérdidas ocasionadas por diferentes densidades de población, se pueden estimar por interpolación a lo largo del descenso de la curva.

3.3.9. Cálculo de la curva de reproducción

La curva de reproducción para determinar el índice de incremento máximo y el nivel de equilibrio de la población del nematodo, se generó al relacionar los datos de la población inicial (P_i) (niveles de población inoculados) con los datos de la población final (P_f) (Cuadro 3), mediante la ecuación de Fujita y Utida (1953), citada por Oostembrink (1966):

$$P_f = P_i \frac{1}{b + c P_i} - S$$

donde:

- P_f = población final
- P_i = población inicial
- b y c = coeficientes que representan valores relacionados con el intervalo potencial de incremento del nematodo y la resistencia del medio ambiente, respectivamente (coeficientes de Verhulst – Pearl)
- S = proporción de la población (padres) que mueren durante el periodo de reproducción.

Según Oostembrink (1966), cuando no existe muerte de progenitores $S = 0$ y se obtiene una curva saturada y cuando parte o todos los progenitores mueren antes de que se forme la primera generación, la curva tiene forma de montaña, presenta una cima y luego desciende. Señala además que cuando se produce mortalidad de los progenitores, el valor de S puede ser de 0,3, 0,4, 0,5 o 1,0 (más frecuentemente 0,4), cuyo valor se escoge para que la curva se ajuste a los valores observados, es decir, que pase por el centro de los puntos de tal forma que quede un número similar de observaciones a cada lado de la curva.

3.3.9.1. Cálculo de los valores b y c

Según los datos de P_f y P_i de *N. aberrans* observados en el ensayo en tomate de mesa y consignados en el Cuadro 3, se consideró que no existe mortalidad de progenitores por lo cual $S = 0$ y la ecuación de cálculo de la P_f fue:

$$P_f = P_i \left(\frac{1}{b + cP_i} \right)$$

En la ecuación las constantes b y c se determinaron de la siguiente forma: con los datos de P_i y de P_f del Cuadro 3 se conformaron dos grupos de datos por tanteo, de tal forma que sus coeficientes de variación fueran similares entre sí (Cuadro 5).

Cuadro 5. Cálculo para determinar el coeficiente óptimo de variabilidad.

	A		B	
	Pi	Pf	Pi	Pf
	0,05	0,1	5,00	115,9
	0,25	10,9	10,00	103,8
	0,50	15,5	20,00	162,9
	0,75	61,6		
	1,00	54,6		
	1,25	35,0		
	1,50	79,7		
	1,75	74,9		
	2,00	66,7		
	2,25	69,3		
	2,50	57,8		
	2,75	53,6		
	3,00	63,2		
	3,25	68,5		
	3,50	100,8		
	3,75	114,1		
	4,00	121,6		
\bar{X}	2,0029	61,64	11,6667	127,53
S	1,2575	31,22	7,6376	33,3970
C.V.%	0,6279	0,24	0,65	0,54

Este tanteo se inició conformando los grupos A y B. En el grupo A se consideró la mitad de las observaciones y en el B la otra mitad. Se calcularon los respectivos coeficientes de variación y se compararon; como no fueron similares se realizó un nuevo reagrupamiento de datos, trasladando algunos datos de un grupo al otro, hasta que finalmente se obtuvieron similares coeficientes de variación (Cuadro 5) y se prosiguió con el cálculo de las constantes mediante el sistema de ecuaciones con dos incógnitas.

Con los promedios de Pi y Pf de cada grupo, se estableció el siguiente sistema de ecuaciones con dos incógnitas:

$$Pf = Pi \left(\frac{1}{b + cPi} \right)$$

$$\text{Ecuación A: } 61,64 = 2,0029 \left(\frac{1}{b + c(2,0029)} \right) = 61,64b + 123,457c = 2,0029$$

$$\text{Ecuación B: } 11,6667 = 127,53 \left(\frac{1}{b + c(127,53)} \right) = 127,53b + 1487,889c =$$

$$11,6667$$

Tenemos el sistema:

$$A = 61,64b + 123,457c = 2,0029$$

$$B = 127,53b + 1487,889c = 11,6667$$

Para eliminar b, multiplicamos A por $-127,53/61,64 = -2,0690$ y obtenemos el valor de c:

$$-127,533b - 255,435c = -4,144$$

$$\underline{127,533b + 1487,889c = 11,6667}$$

$$/ \quad 1232,453c = 7,523$$

$$c = \frac{7,523}{1232,453} = 0,0061$$

$$1232,453$$

Para calcular b, reemplazamos en la ecuación A, el valor de c:

$$\text{Ecuación A: } 61,64b + 123,457(0,0061) = 2,0029$$

$$61,54b + 0,753 = 2,0029$$

$$b = \frac{2,0029 - 0,753}{61,64} = 0,02027$$

$$\text{Reemplazando valores: } Pf = Pi \left(\frac{1}{0,02027 + 0,0061Pi} \right)$$

3.3.9.2. Determinación de los valores de Pf calculados

En la ecuación se reemplazó el valor de Pi con cada uno de los valores de población inicial (Pi) que corresponden a los niveles de población inoculados en el ensayo (Cuadro 3), como se indica en el ejemplo del Cuadro 6, y se obtuvieron las Pf calculadas que se consignan en el Cuadro 7.

Cuadro 6. Ejemplo para determinar los valores de Pf calculados

Cuando Pi es:	Pf = Pi ($\frac{1}{0,02027 + 0,0061Pi}$)	Pf es:
0,05	Pf = 0,05 ($\frac{1}{0,02027 + 0,0061(0,05)}$) =	2,43
1,00	Pf = 1,00 ($\frac{1}{0,02027 + 0,0061(1,00)}$) =	37,92
3,00	Pf = 3,00 ($\frac{1}{0,02027 + 0,0061(3,00)}$) =	77,79
5,00	Pf = 5,00 ($\frac{1}{0,02027 + 0,0061(5,00)}$) =	98,48
10,00	Pf = 10,00 ($\frac{1}{0,02027 + 0,0061(10,00)}$) =	123,05
20,00	Pf = 20,00 ($\frac{1}{0,02027 + 0,0061(20,00)}$) =	140,58

Cuadro 7. Datos de población inicial (Pi), población final observada (Pfo) y población final calculada (Pfc) para establecer la curva de reproducción de *N. aberrans* en tomate de mesa.

Niveles No.	Población inicial (Pi) (h. y l./g. s.)	Población final observada (Pfo) (h. y l./g. s.)	Población final calculada (Pfc) (h. y l./g. s.)
T1	0,00	0,0	0,0
T2	0,05	0,1	2,43
T3	0,25	10,9	11,47
T4	0,50	15,5	21,44
T5	0,75	61,6	30,19
T6	1,00	54,6	37,92
T7	1,25	35,0	44,81
T8	1,50	79,7	50,99
T9	1,75	74,9	56,55
T10	2,00	66,7	61,60
T11	2,25	69,3	66,19
T12	2,50	57,8	70,38
T13	2,75	53,6	74,23
T14	3,00	63,2	77,78
T15	3,25	68,5	81,06
T16	3,50	100,8	84,09
T17	3,75	114,1	86,92
T18	4,00	121,6	89,55
T19	5,00	115,9	98,48
T20	10,00	103,8	123,05
T21	20,00	162,9	140,58

3.3.9.3. Dibujo de la Curva

Para establecer la curva de reproducción se utilizó papel logarítmico de 3 x 5 ciclos, en el cual se estableció un sistema de coordenadas y, desde el eje del sistema, se trazó una línea con un ángulo de 45 grados que corresponde a la línea de mantenimiento o de reproducción = 1. En las abscisas se colocaron las Pi (niveles de población inoculados) y en las ordenadas las Pf registrados en el ensayo. A continuación, en la intersección de las Pi con sus respectivas Pf observadas, se ubicaron asteriscos y, de forma similar se procedió a dibujar puntos

negros donde se interceptaron las P_i con sus respectivas P_f calculadas del Cuadro 7. La unión de los puntos negros determinó la curva (Figura 6).

3.3.9.4. Determinación del índice de reproducción (a) y el nivel de equilibrio (E)

En la curva obtenida, el valor del índice de reproducción se localizó en el primer punto de intersección de la P_i y la P_f calculada, en el origen del sistema de coordenadas que es donde la curva se inicia, y el valor del nivel de equilibrio de la población se ubicó en el punto donde la curva cortó a la línea de mantenimiento o de reproducción (Figura 6).

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Determinación del incremento o disminución de la población de *N. aberrans* y *M. incognita* en las prácticas culturales del cultivo de tomate de mesa.

4.1.1. Incremento de la población de *N. aberrans* y *M. incognita* en la práctica cultural remoción de suelo

El incremento (P_f/P_i) de *N. aberrans* y *M. incognita* (promedio de 24 observaciones, Anexo 1), determinado en la práctica cultural remoción de suelo (preparación del suelo) fue de 0,37 y 0,33, respectivamente, es decir, ésta práctica reduciría la población de los dos nematodos en 63 y 67%, en su orden. Sin embargo, los resultados del bio-ensayo muestran lo contrario, el sistema radical de las plántulas crecidas en muestras de suelo de 21 días de haber sido removido, registró un índice de agallamiento de 4 en la escala de 0 a 4, es decir la remoción del suelo no redujo la población de los dos nematodos. La disección de varias agallas mostró la presencia de hembras adultas de *N. aberrans* y *M. incognita*, y del sistema radical se extrajo una población alta de huevos y estados larvales J2 a los 3 meses de desarrollo. Este hecho se aduce a que al método utilizado de extracción de nematodos del suelo, no extrae la población de huevos que permanecen adheridos a las raíces del hospedero, según anota Franco (1994) citado por Ortuño *et al.* (2005).

4.1.2. Incremento de la población de *N. aberrans* y *M. incognita* en la práctica cultural incorporación de gallinaza fresca al suelo

A los dos meses de incorporar la gallinaza fresca al suelo, el índice de incremento de *N. aberrans* y de *M. incognita* (promedio de 3 observaciones, Anexo 2) fue de 0,00 y 0,33, respectivamente, es decir, ésta práctica reduciría la población de los dos nematodos en 100 y 67 %, en su orden; sin embargo, también en esta ocasión el bio-ensayo demostró lo contrario, el sistema radical de las plántulas crecidas en suelo tomado a los dos meses de aplicada la gallinaza, registró un índice de agallamiento de 4 en la escala de 0 a 4, es decir, la población tampoco se redujo.

Según estos resultados, la remoción del suelo y la incorporación de gallinaza fresca al suelo, no reducen la población de estos dos nematodos.

4.1.3. Incremento de la población de *N. aberrans* y *M. incognita* en los tratamientos evaluados

En el Cuadro 8 se observa que las prácticas culturales evaluadas, influyeron en diferente medida sobre la dinámica de la población de *N. aberrans* y de *M. incognita*; así, los incrementos de población registrados en los tratamientos T1 (Remoción de suelo + incorporación de gallinaza fresca + aplicación de cadusafos + tomate), T2 (Remoción de suelo + incorporación de gallinaza fresca + tomate) y T3 (Remoción de suelo + aplicación de cadusafos + tomate) de 0,5, 1,8 y 1,2 veces para *N. aberrans*, respectivamente, e incrementos de población de *M. incognita* de 0,0, 0,8 y 1,0, en su orden, indican que estos tratamientos inducen una reproducción baja de la población de los dos nematodos, efecto que se aduce al nematicida cadusafos, principalmente, y a la gallinaza, al comparar estos índices de reproducción con los altos índices de reproducción de *N. aberrans* que propician los tratamientos T4 (Remoción de suelo + aplicación de carbofuran + tomate) y T5 (Remoción de suelo + tomate), en rangos de 5,9 y 7,2 veces, respectivamente, y lo contrario para *M. incognita*, en rangos de 0,7 y 0,3 en su orden.

Por otra parte, al analizar los valores de incremento de la población de los dos nematodos en los tratamientos T6 (Remoción de suelo + cebolla), T7 (Remoción de suelo + fréjol) y T8 (Remoción de suelo + maíz), se observa que presentan los menores incrementos de la población de *N. aberrans*, en un rango de 0,3, 0,0 y 0,0, respectivamente; sin embargo, estos tratamientos presentan a su vez incrementos significativos de la población de *M. incognita*, en un rango de 4,0, 13,0 y 1,2 veces, en su orden (Cuadro 8).

Cuadro 8. Incremento de la población de *N. aberrans* y *M. incognita* registrada en las prácticas culturales usuales del cultivo de tomate de mesa. Ibarra, Imbabura. 2007.

No.	Tratamientos Descripción	Incremento (Pf/Pi)		Rend. t/ha
		<i>N. aberrans</i>	<i>M. incognita</i>	
T1	Remoción de suelo + incorporación de gallinaza fresca + aplicación de cadusafos + tomate	0,5	0,0	135
T2	Remoción de suelo + incorporación de gallinaza fresca + tomate	1,8	0,8	138
T3	Remoción de suelo + aplicación de cadusafos + tomate	1,2	1,0	113
T4	Remoción de suelo + aplicación de carbofuran + tomate	5,9	0,7	76
T5	Remoción de suelo + tomate	7,2	0,3	96
T6	Remoción de suelo + cebolla	0,3	4,2	-
T7	Remoción de suelo + fréjol	0,0	13,8	-
T8	Remoción de suelo + maíz	0,0	1,2	-

4.1.4. Población de nematodos en el suelo y de huevos y estados larvales J2 en la raíz.

Los efectos arriba señalados son confirmados al observar el comportamiento de la población de los dos nematodos en el suelo y en el sistema radical, durante el desarrollo del cultivo, en las Figuras 1 y 2 para *N. aberrans* y 3 y 4 para *M. incognita*, donde se destaca además el bajo control de carbofuran.

En relación a la fluctuación de la población de *N. Aberrans* y de *M. incognita* en el suelo, se observa que la población de *N. aberrans* (Figura 1) se reduce en los tratamientos T6 (Remoción de suelo + cebolla), T7 (Remoción de suelo + fréjol) y T8 (Remoción de suelo + maíz) hasta la cuarta lectura, porque estos cultivos no

son hospedantes de *N. aberrans*, en cambio la población de *M. incognita* se incrementa en los mismos porque son hospedantes de este nematodo (Figura 3).

A su vez, la población de *N. aberrans* se reduce en los tratamientos T1 (Remoción de suelo + incorporación de gallinaza fresca + aplicación de cadusafos + tomate), T2 (Remoción de suelo + incorporación de gallinaza fresca + tomate) y T3 (Remoción de suelo + aplicación de cadusafos + tomate) (Figura 1), atribuyéndose este efecto a la acción de los nematicidas y de la gallinaza, si se considera el incremento de la población que muestran los tratamientos T4 (Remoción de suelo + aplicación de carbofuran + tomate) y T5 (Remoción de suelo + tomate). Similar fenómeno sucede con la población de *M. incognita* al observar la Figura 3.

En relación a la fluctuación de la población de *N. Aberrans* y *M. incognita* en la raíz, en la Figura 2 se observa que la población de *N. aberrans* se reduce hasta la cuarta lectura en el tratamientos T1 (Remoción de suelo + incorporación de gallinaza fresca + aplicación de cadusafos + tomate) y se incrementa en los tratamientos T2 (Remoción de suelo + incorporación de gallinaza fresca + tomate), T3 (Remoción de suelo + aplicación de cadusafos + tomate), T4 (Remoción de suelo + aplicación de carbofuran + tomate) y T5 (Remoción de suelo + tomate). En cambio en los tratamientos T6 (Remoción de suelo + cebolla), T7 (Remoción de suelo + fréjol) y T8 (Remoción de suelo + maíz) la población presenta un incremento de 0,00 mostrando que estos cultivos no son hospedantes de *N. aberrans*.

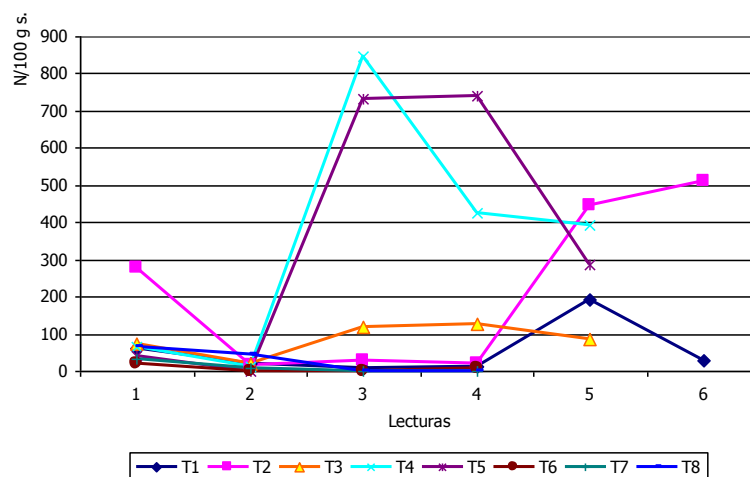
En cuanto a la población de *M. incognita* en la raíz, en la Figura 4 se observa que esta se reduce en el tratamiento T7 (Remoción de suelo + fréjol), mientras que en los tratamientos T6 (Remoción de suelo + cebolla) y T8 (Remoción de suelo + maíz), presenta un ligero incremento. En cambio en los tratamientos T1 (Remoción de suelo + incorporación de gallinaza fresca + aplicación de cadusafos + tomate), T2 (Remoción de suelo + incorporación de gallinaza fresca + tomate), T3 (Remoción de suelo + aplicación de cadusafos + tomate), T4 (Remoción de

suelo + aplicación de carbofuran + tomate) y T5 (Remoción de suelo + tomate), la población se reduce a 0,00.

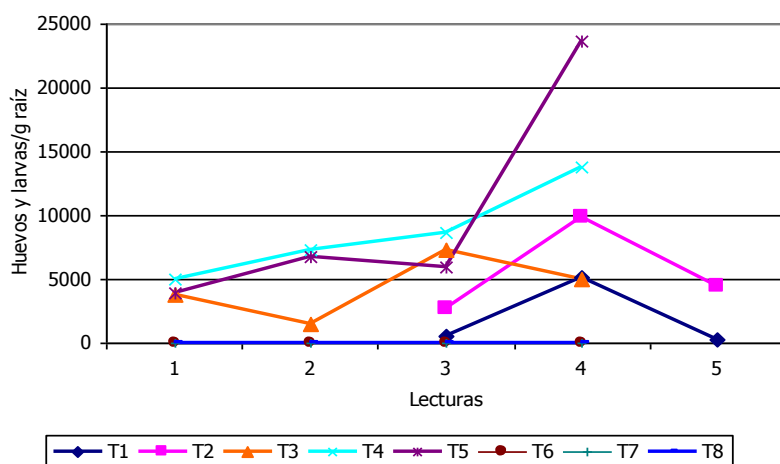
Estos resultados muestran que los cultivos cebolla, fréjol y maíz, son adecuados para reducir la población de *N. aberrans*, pero no para *M. incognita*; por lo tanto, la integración de estos cultivos en un sistema de rotación para campos donde estén presentes los dos nematodos, no es práctico, pero sí para campos donde se encuentre únicamente *N. aberrans*.

4.1.5. Rendimiento

En cuanto al rendimiento obtenido por los tratamientos que contienen tomate, en el Cuadro 8 se observa que el mejor rendimiento lo proporciona el tratamiento T2 (Remoción de suelo + incorporación de gallinaza fresca + tomate) con 138 t/ha, seguido por el T1 (Remoción de suelo + incorporación de gallinaza fresca + aplicación de cadusafos + tomate) con 135 t/ha, y por el T3 (Remoción de suelo + aplicación de cadusafos + tomate) con 113 t/ha, donde se destaca el efecto de la gallinaza en el rendimiento.

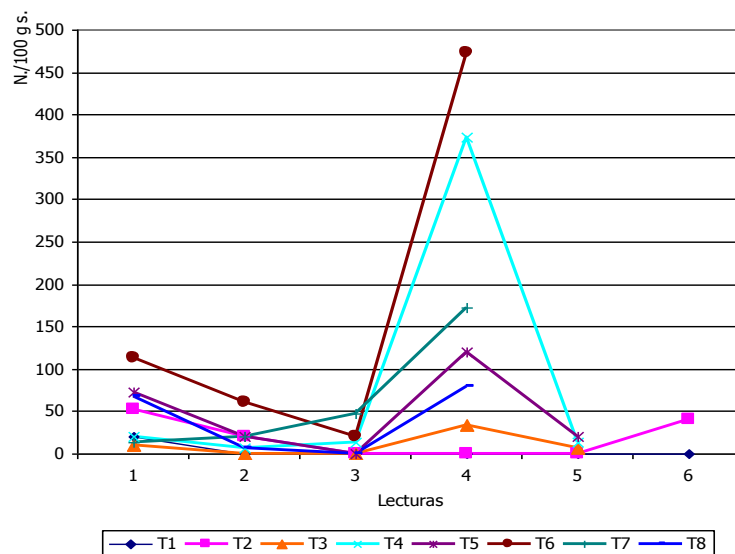


Fluctuación de la población de *N. aberrans* en el suelo registrada en las prácticas culturales usuales del tomate de mesa. Ibarra, Imbabura. 2007.

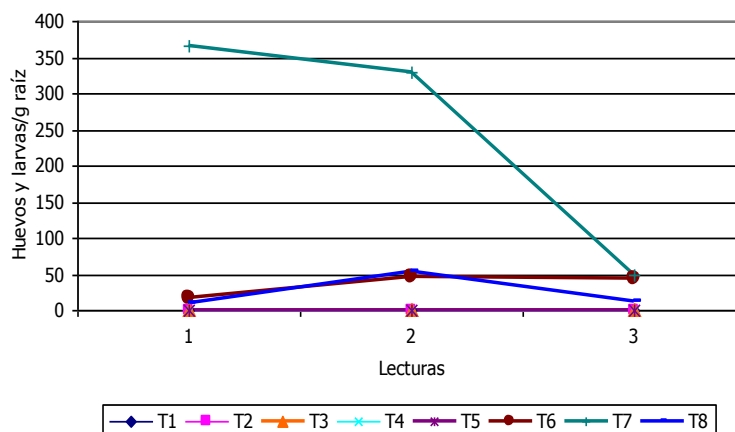


Fluctuación de la población de *N. aberrans* en la raíz registrada en las prácticas culturales usuales del tomate de mesa. Ibarra, Imbabura. 2007. (En los tratamientos T6, T7 y T8, no se registró población de *N. aberrans*).

- T1 = Remoción de suelo + incorporación de gallinaza fresca + aplicación de cadusafos + tomate
- T2 = Remoción de suelo + incorporación de gallinaza fresca + tomate
- T3 = Remoción de suelo + aplicación de cadusafos + tomate
- T4 = Remoción de suelo + aplicación de carbofuran + tomate
- T5 = Remoción de suelo + tomate
- T6 = Remoción de suelo + cebolla
- T7 = Remoción de suelo + fréjol
- T8 = Remoción de suelo + maíz



Fluctuación de la población de *M. incognita* en el suelo registrada en las prácticas culturales usuales del tomate de mesa. Ibarra, Imbabura. 2007.



Fluctuación de la población de *M. incognita* en la raíz registrada en las prácticas culturales usuales del tomate de mesa. Ibarra, Imbabura. 2007. (En los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5, no se registró población de *M. incognita*).

- T1 = Remoción de suelo + incorporación de gallinaza fresca + aplicación de cadusafos + tomate
- T2 = Remoción de suelo + incorporación de gallinaza fresca + tomate
- T3 = Remoción de suelo + aplicación de cadusafos + tomate
- T4 = Remoción de suelo + aplicación de carbofuran + tomate
- T5 = Remoción de suelo + tomate
- T6 = Remoción de suelo + cebolla
- T7 = Remoción de suelo + fréjol
- T8 = Remoción de suelo + maíz

Los resultados obtenidos concuerdan con aquellos reportados por el IBTA (1994), citado por Manzanilla-López *et al.* (2002), quienes señalan que la incorporación de 7 t/ha de gallinaza a la siembra, no permitió la reproducción de altos niveles de población de este nematodo y también concuerdan con aquellos reportados por Canto-Sáenz *et al.* (1966), citado por Manzanilla-López *et al.* (2002), que manifiestan que el uso de estiércol incrementa los rendimientos de 70 a 84% y reduce el número de *Nacobbus* en 85%.

Sin embargo, los resultados obtenidos discrepan en parte con aquellos reportados por Silva-Jaramillo (1989), citado por Manzanilla-López *et al.* (2002), que señala que la incorporación de 10 t/ha de gallinaza o estiércol no controló a *N. aberrans* en fréjol, al considerar que la intensidad de agallamiento persistió, pero que el rendimiento se incrementó por efecto nutricional de estos materiales.

También discrepan en la reducción de la población con Franco *et al.* (1992), citados por Manzanilla-López *et al.* (2002), quienes señalan que la incorporación de gallinaza (10 t/ha) incrementó el rendimiento de tubérculos de papa, pero no hubo ningún efecto en la reproducción del *N. aberrans*, comparado con otros tratamientos como estiércol y compost.

Finalmente, considerando que la gallinaza induce una reproducción baja de los dos nematodos e influye en la obtención de mejores rendimientos por efecto nutricional, que los cultivos cebolla, fréjol y maíz, son adecuados para reducir la población de *N. aberrans*, pero no para *M. incognita* y que por lo tanto, la integración de estos cultivos en un sistema de rotación para campos donde estén presentes los dos nematodos, no es práctico, pero sí para campos donde se encuentre únicamente *N. aberrans*, se acepta la hipótesis de trabajo de que al menos una de las labores culturales que los productores practican en su sistema de producción de tomate, reduce en alguna medida la población de nematodos y se alcanza el primer objetivo.

4.2. Generación de la curva de pérdidas para estimar el nivel de tolerancia o umbral de daño y las pérdidas máximas que causa *N. aberrans* al tomate de mesa en invernadero y la curva de reproducción para determinar el índice de incremento máximo y el nivel de equilibrio de la población.

4.2.1. Curva de pérdidas

En la curva de pérdidas de la Figura 5, se observa que el rendimiento comienza a ser afectado o a disminuir a un nivel de población inicial de 18 huevos y estados larvales J2/g de suelo, mostrando un nivel de tolerancia o umbral de daño alto si se compara con los resultados de Inserta *et al.* (1984 a, b), citados por Manzanilla-López *et al.* (2002), que reportan un umbral de tolerancia en remolacha a *N. aberrans*, en las variables peso fresco total, peso del follaje y peso de la raíz, a valores de población inicial de 0,77, 0,54 y 0,19 J2/cm³ de suelo, respectivamente.

Al respecto y en relación a *M. incognita*, Barker *et al.* (1985) reportan un umbral de daño de 2 a 100 nematodos/100 cm³ de suelo en tomate de mesa y Ferris (1978) y Chitwood (1949), citados por Canto-Sáenz (1985), reportan un umbral de daño de 0,005 a 0,02 huevos/g de suelo y de 0,04 a 2 huevos/g de suelo, respectivamente, en tomate de mesa.

La tolerancia de la variedad Titán es confirmada en un estudio de determinación de su comportamiento al parasitismo de *N. aberrans* y de *M. incognita*, donde mostró un comportamiento susceptible tolerante al reproducir la población 1,2 y 2,3 veces, respectivamente, y no ser afectados sus rendimientos (Revelo *et al.*, 2006).

Además, en la curva de pérdidas se observan ligeros incrementos de rendimiento a niveles de población inicial de 1 a 2 huevos y estados larvales J2/g s., resultado que coincide con aquellos reportados por Zamudio (1987) y Gómez (1992), citados por Ramos *et al.* (1998), quienes señalan que observaron incrementos de

rendimiento en tomate de mesa a niveles de población inicial de *N. aberrans* de 0,02 a 0,06 nematodos/g de suelo.

Finalmente, la curva de pérdidas obtenida es parcial, en ella no es posible determinar las pérdidas máximas de este nematodo. Este hecho se debe a la alta tolerancia de la variedad Titán, al considerar que el rendimiento comienza a ser afectado en el nivel de población inicial máximo de 18 huevos y larvas J2/g s. (h. y l./g s.), nivel que es mucho mayor a los reportados por la literatura y que fue considerado con el propósito de que la planta sea aniquilada, hecho que no sucedió. Por lo tanto, para determinar las pérdidas máximas, es necesario evaluar niveles de población inicial mayores a los evaluados hasta alcanzar el nivel de población de 180 h. y l./g s., donde la reproducción del nematodo alcanza su nivel de equilibrio (Figura 6).

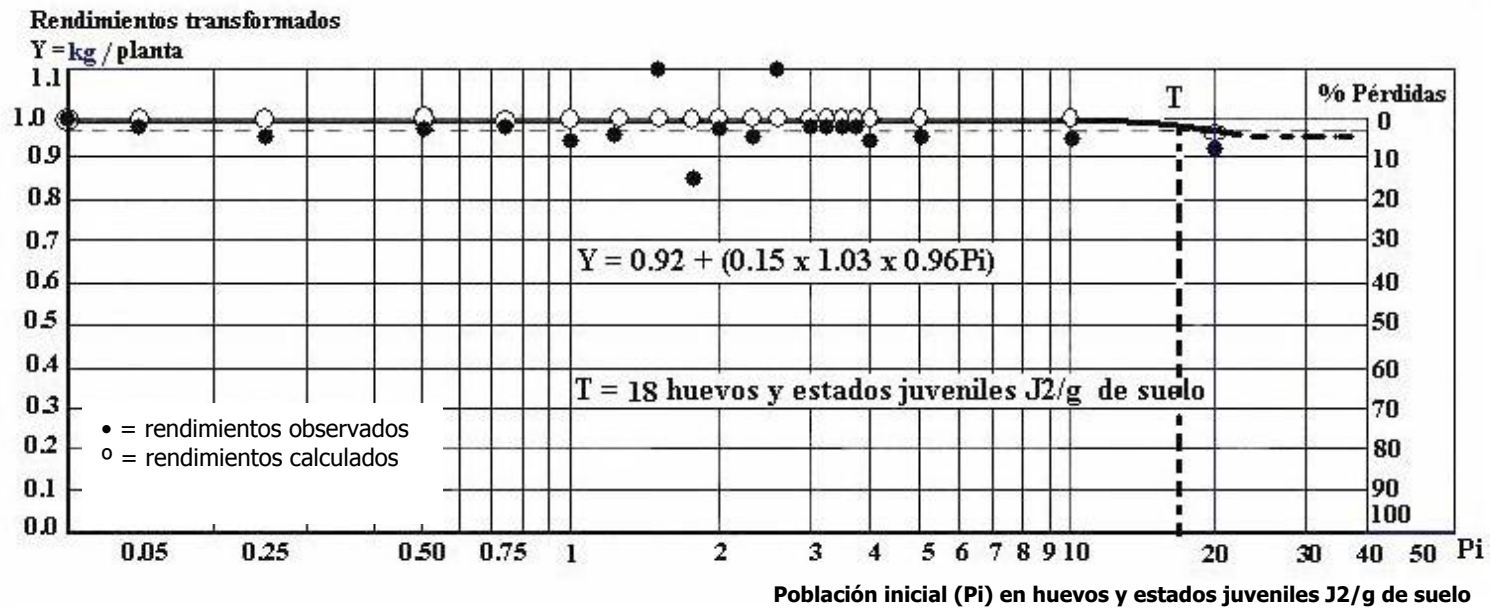
4.2.2. Curva de reproducción

En la curva de reproducción de *N. aberrans* de la Figura 6, se observa que el rango máximo de reproducción o incremento de la población del nematodo es de 38 veces y ocurre a un nivel de población inicial de 1 huevo y estado larval J2/g de suelo.

A partir de este punto, el índice de reproducción disminuye a medida que los niveles de población inicial se incrementan hasta alcanzar el punto donde esta curva corta a la línea de mantenimiento y que corresponde al nivel de equilibrio a una densidad de 180 huevos y estados larvales J2/g de suelo.

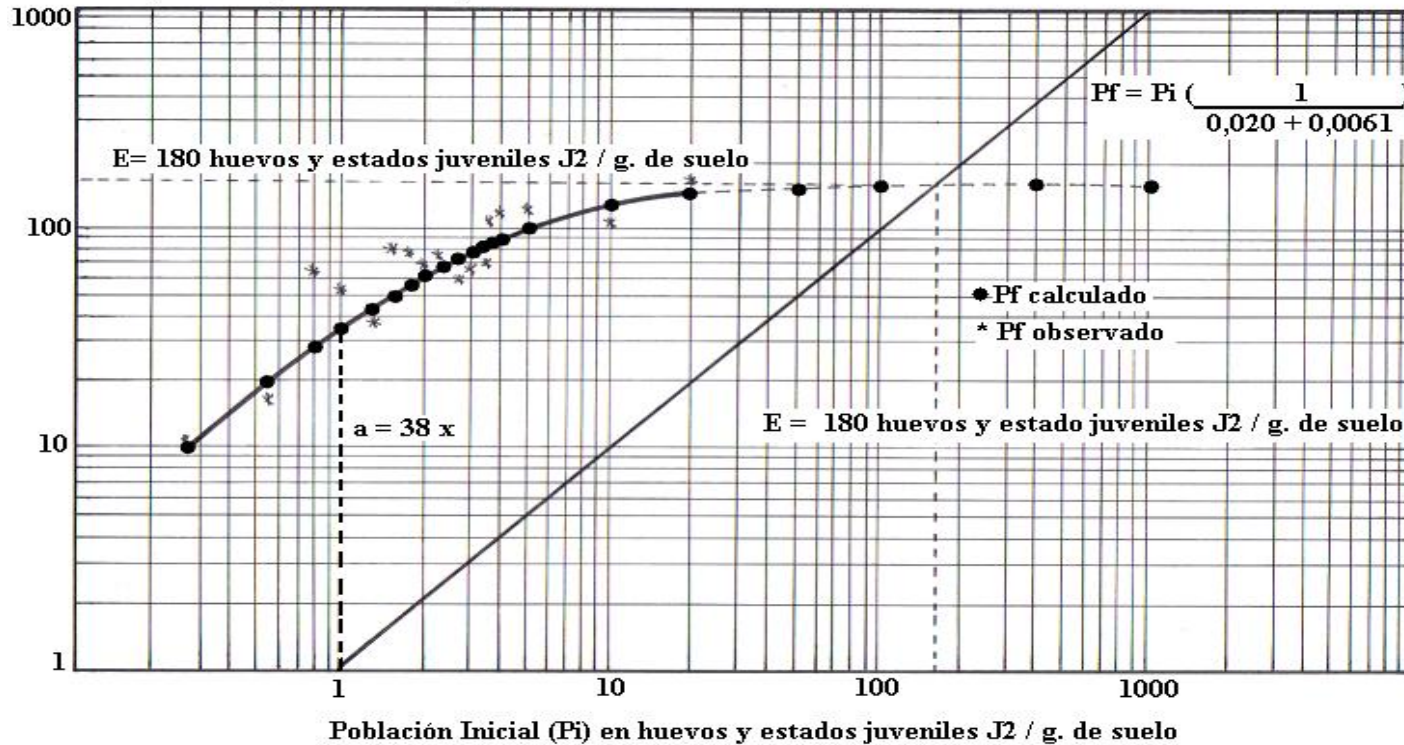
Estos resultados indican que la variedad Titán es un hospedero muy eficiente al permitir que el nematodo se reproduzca considerablemente, debido a que proporciona suficiente alimento en cantidad y calidad, usual en este tipo de hospederos.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se acepta parcialmente la hipótesis de trabajo de que el nivel de tolerancia o umbral de daño es mayor a 10 huevos y estados larvales J2/g de suelo, que el índice de incremento máximo de la población es mayor a 35 veces y que el nivel de equilibrio de la población es mayor a 150 huevos y estados larvales J2/g de suelo. No fue posible determinar las pérdidas máximas.



☺☹☺☹☺ ☐☑ Curva de pérdidas obtenida al relacionar los niveles crecientes de población inicial de *Nacobbus aberrans* y el rendimiento de tomate de mesa variedad Titán mediante la ecuación: $Y = m + (1 - m) z^{P-T}$, de Seinhorst (1972). Ibarra, Imbabura. 2007. Y = rendimiento; Pi = población inicial; T = límite o nivel de tolerancia.

Población Final (Pf)
en huevos y estados juveniles J2 / g. de suelo



☺☹☺☺ ☺☹ Curva de reproducción de *Nacobbus aberrans* obtenida en tomate de mesa variedad Titán, al relacionar los niveles de población inicial con los niveles de población final, mediante la ecuación: $Pf = Pi \frac{1}{b + cPi}$ S; de Fujita y Utida (1953). Ibarra, Imbabura. 2007. a = reproducción máxima; E = nivel de equilibrio; X = 1 índice de reproducción igual a 1.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

1. El estudio de la dinámica poblacional de *N. aberrans*, en las prácticas culturales de cultivo de tomate de mesa, permitió identificar como componentes para estructurar un sistema de manejo integrado a la incorporación de gallinaza fresca y a los cultivos cebolla, fréjol y maíz, que mostraron una reducción adecuada de la población de este nematodo, pero debe considerarse el uso de dichos cultivos en campos donde estén presentes los dos nematodos, porque incrementan la población de *M. incognita*.
2. El estudio permitió identificar como componente adicional al nematicida cadusafos para reemplazar a carbofuran, pero su uso deberá considerarse para casos de extrema necesidad.
3. Si bien, por una parte, el alto nivel de tolerancia (18 h. y l./g s.) y el alto nivel de equilibrio de la población de *N. aberrans* (180 h. y l./g s.), le permiten a la variedad Titán evitar el daño, por otra parte, el alto índice de reproducción que el nematodo alcanza en ella (38 veces), indica que la siembra consecutiva de esta variedad a futuro le causará pérdidas considerables, mostrando la importancia de este nematodo como plaga del tomate de mesa.

4. Finalmente se concluye que es pertinente desarrollar un sistema de manejo integrado orientado al control conjunto de *N. aberrans* y de *M. incognita* en el cultivo de tomate de mesa.

CAPITULO VI

6. RECOMENDACIONES

1. En la estructura de un sistema de manejo integrado de *N. aberrans* y de *M. incognita*, se recomienda como base la rotación de cultivos, alternando variedades resistentes o tolerantes con cultivos no hospederos u hospederos no muy eficientes como el maíz y la cebolla, la aplicación de gallinaza y, para situaciones extremas, la aplicación del nematicida cadusafos.
2. Realizar estudios adicionales para establecer las pérdidas máximas que causa *Nacobbus aberrans* con niveles de población mayores a los evaluados en esta investigación, para conocer la magnitud del daño que este nematodo es capaz de causar.

7. RESUMEN

DINÁMICA POBLACIONAL DEL “NEMATODO DEL ROSARIO DE LA RAÍZ” (*Nacobbus aberrans*) EN LAS PRÁCTICAS CULTURALES DEL CULTIVO DE TOMATE DE MESA (*Lycopersicon esculentum* Mill) Y PÉRDIDAS QUE CAUSA. IBARRA -IMBABURA.

La investigación se realizó de junio del 2006 a mayo del 2007, en un invernadero ubicado en la zona de Yuyucocha de la parroquia Caranqui, cantón Ibarra, provincia de Imbabura.

Se estudió la dinámica poblacional de *N. aberrans* en las prácticas del cultivo de tomate de mesa para identificar posibles componentes de control y estimar las pérdidas que causa para determinar su importancia como plaga y orientar el desarrollo de un sistema de manejo integrado.

Con este propósito se persiguieron los siguientes objetivos: a) conocer el incremento o disminución de la población de *N. aberrans* en las prácticas culturales del cultivo de tomate de mesa y b) generar la curva de pérdidas para estimar el nivel de tolerancia o umbral de daño y las pérdidas máximas que causa *N. aberrans* al tomate de mesa en invernadero y la curva de reproducción para determinar el índice de incremento máximo y el nivel de equilibrio de la población.

Para alcanzar el primer objetivo se evaluaron las prácticas culturales: remoción del suelo, incorporación de gallinaza fresca (3 kg/m^2), aplicación de los nematicidas Rugby (cadusafos) al transplante en dosis de 15 g/m^2 y Furadan 5G (carbofuran) al transplante y a los 2 meses en dosis de 15 g/m^2 , la siembra de fréjol y maíz y el transplante de tomate de mesa variedad Titán (resistente/tolerante a *M. incognita*), y cebolla. Estas prácticas se combinaron y se estructuraron 8 tratamientos: T1= Remoción de suelo + incorporación de gallinaza fresca + aplicación de cadusafos + tomate, T2= Remoción de suelo + incorporación de gallinaza fresca + tomate, T3= Remoción de suelo + aplicación de cadusafos + tomate, T4= Remoción de suelo + aplicación de carbofuran + tomate, T5= Remoción de suelo + tomate, T6= Remoción de suelo + cebolla, T7= Remoción de suelo + fréjol, T8= Remoción de suelo + Maíz. Las unidades experimentales fueron de 12 m^2 ($3,0 \text{ m} \times 4,0 \text{ m}$). Las variables consideradas fueron: población inicial a la siembra, población final a la cosecha en nematodos/100 cc de suelo, incremento de la población ($I=Pf/Pi$), población en el sistema radical cada 45 días en huevos y J2/g de raíz y rendimiento en kg/parcela, transformados a kg/ha. 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).

Para alcanzar el segundo objetivo se evaluaron 21 niveles de población de *N. aberrans*. A plántulas de tomate de mesa de la variedad Titán de 10 cm de alto, se inocularon los siguientes niveles de huevos y estados larvales J2/g s.: 0,00, 0,05, 0,25, 0,50, 0,75, 1,00, 1,25, 1,50, 1,75, 2,00, 2,25, 2,50, 2,75, 3,00, 3,25, 3,50, 3,75, 4,00, 5,00, 10,00 y 20,00. Para cada nivel se destinaron 4 plantas crecidas en macetas de 7 kg de capacidad conteniendo sustrato suelo de páramo y arena de río en proporción 3:1. Las variables consideradas fueron: población inicial (los niveles de población inoculados) y final a la cosecha expresadas en huevos y larvas/g s., incremento de la población de nematodos ($I= Pf/Pi$) y el rendimiento en kg/planta. Con los datos de población inicial y final, se estableció la curva de reproducción del nematodo mediante la fórmula:

$$Pf = Pi \left(\frac{1}{b + cPi} \right) - S$$

de Fujita y Utida citada por Oostembrink (1966), para determinar el índice máximo de reproducción y el nivel de equilibrio, donde: Pf = población final, Pi = población inicial, b y c = coeficientes que representan valores relacionados con el intervalo potencial de incremento del nematodo y la resistencia del medio ambiente, respectivamente (coeficientes de Verhulst –Pearl), y S = proporción de la población (padres) que mueren durante el periodo de reproducción. Con los datos de población inicial y de rendimiento, se estableció la curva de pérdidas para determinar el nivel de tolerancia o umbral de daño y las pérdidas máximas mediante la fórmula: $y = m + (1-m) Z^{P-T}$ de Seinhorst (1972), donde; y = rendimiento relativo, m = rendimiento mínimo, $Z < 1$, P = población inicial, $Z^{-T} = 1,05$ y T = límite de tolerancia. Para ajustar la curva se escogieron los: $Z^{-T} = 1,0$ y $Z = 0,99$.

En el primer ensayo, por la presencia de *N. aberrans* y de *M. incognita* en el suelo del invernadero, se estudió el efecto de las prácticas culturales en la dinámica de la población de los dos nematodos. Se determinó que la remoción del suelo y la incorporación de gallinaza fresca al suelo, no reducen la población de los dos nematodos, pero la gallinaza induce una reproducción baja de los mismos e influyó en la obtención de mejores rendimientos por efecto nutricional; también se estableció que los cultivos cebolla, fréjol y maíz, reducen significativamente la población de *N. aberrans*, pero no la de *M. incognita*, por lo que su uso se dificulta en lotes donde estén presentes los dos nematodos. El nematicida cadusafos proporcionó mayor control de los dos nematodos que carbofurán.

En el segundo ensayo, en la variedad Titán el umbral de daño o nivel de tolerancia se estimó en 18 huevos y estados larvales J2/g de suelo de *N. aberrans*; el rango máximo de reproducción o incremento de la población fue de 38 veces y ocurrió a un nivel de población inicial de 1 huevo y estado larval J2 por g de suelo; el nivel

de equilibrio de la población fue de 180 huevos y estados larvales J2/g de suelo, características que indican que esta variedad es muy tolerante.

Los resultados obtenidos permiten concluir que *N. aberrans* constituye una plaga importante del tomate de mesa en el Valle del Chota, que es pertinente desarrollar un sistema de manejo integrado para optimizar su control, integrando los componentes identificados: incorporación de gallinaza al suelo, tomate variedad Titán con un nivel de tolerancia alto, los cultivos fréjol, maíz y cebolla y el nematicida Rugby (cadusafos). En el caso de los cultivos fréjol, maíz y cebolla, que incrementan la población de *M. incognita*, se uso debe ser considerado para lotes donde se encuentren los dos nematodos.

8. SUMMARY

POPULATION DYNAMICS OF “THE ROSARY NEMATODE OF THE ROOT” (*Nacobbus aberrans*) IN THE CULTURAL PRACTICES OF THE TOMATO CROP (*Lycopersicon esculentum* Mill) AND LOSS CAUSES. CARANQUI – IMBABURA.

The research was development from June 2006 to May 2007 in a greenhouse located in Yuyucocha, parroquia Caranqui, canton Ibarra, province of Imbabura.

The population dynamics of *N. aberrans* were studied in tomato crops in order to identify possible control components, to estimate the losses that *N. aberrans* causes, to determine its importance as a pest, to direct the development of an integrated management system.

With this aim the following objectives were pursued: a) to determine the increase or decrease of the *N. aberrans* population based on the cultural practices in tomato crop production; and b) to generate the loss-making curve to estimate the level of tolerance or the threshold of the damage and the maximum loss that is caused by *N. aberrans* in the greenhouse tomato crop and the curve of reproduction to determine the index of the maximum increase and the level of equilibrium of the population.

In order to achieve the first objective the following cultural practices were evaluated: remove of the soil, the addition of fresh chicken manure (3 kg/m²), the application at transplant of Rugby (cadusafos) (15g/m²) Furadan 5G (carbofuran) at 2 months (15g/m²), crop rotation i. e. pinto beans, corn, the Titan variety of tomato (resistant to *M. incognita*) and onion. Combinations of these practices were used to develop 8 treatments: T1= Removing soil + addition of fresh chicken manure + application of cadusafos + tomato; T2= Removing soil + addition of fresh chicken manure + tomato; T3= Removing soil + application of cadusafos + tomato; T4= Removing soil + application of carbofuran + tomato; T5= Removing soil + tomato; T6= Removing soil + onion; T7= Removing soil + pinto beans, T8= Removing soil + corn. The experimental areas were 12m² (3,0 m x 4,0 m). The data evaluated were: initial and final population densities of nematodes/100 cc of soil; increase in population ($I = Pf/Pi$); population in the radical system every 45 days expressed in number of in eggs and J2/g of root and yield in kg/plot, (converted into kg/hectare). Oostembrink (1960) Elutriador and cotton filter methods were used for the extraction of nematodes from the soil and Hussey and Barker's (1973) method of maceration in sodium hypochlorite and sifting.

In order to achieve the objective, 21 levels of population of *N. aberrans* were evaluated. Titan variety 10 cm high, were inoculated with the following levels of eggs and larval states J2/g s.: 0,00; 0,05; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00; 1,25; 1,50; 1,75; 2,00; 2,25; 2,50; 2,75; 3,00; 3,25; 3,50; 3,75; 4,00; 5,00; 10,00; and 20,00. For each level we had 4 plants grown in 7kg capacity flowerpots containing substratum soil from the highlands and river sand in the proportion of 3:1. The data were: initial and final population densities of eggs and larval states J2/g soil; increase in the nematodes population ($I = P_f/P_i$) and the yield in kg/plant. Using the initial and final population density data the production curve of the nematode was established using Fujita and Utida's formula, quoted by Ootembrink (1966):

$$P_f = P_i \left(\frac{1}{b + cP_i} \right) - S$$

to determine the maximum index of reproduction and the level of equilibrium, where: P_f = final population, P_i = initial population, b and c = coefficients which represent values related to the potential interval of increase of the nematode and the resistance to the environment, respectively (coefficients of Verhulst –Pearl) and S = portion of the population (parents) that die during the period of reproduction. With the data of the initial population density and the yield the loss-making curve was established to determine the level of tolerance or the threshold of the damage and the maximum loss using Seinhorst (1972) formula: $y = m + (1-m) Z^{P-T}$ where y = relative yield, m = minimum yield, $Z < 1$, P = initial population, $Z^{-T} = 1,05$ and T = limit of tolerance. To adjust the curve we selected the $Z^{-T} = 1,0$ and $Z = 0,99$.

In the first test, as there were *N. aberrans* and *M. incognita* present in the greenhouse soil, we studied the effect of the cultural practices on the population dynamics of the nematodes. It was determined that the removing of soil and the addition of fresh chicken manure do not reduce the population of the nematodes, but the chicken manure induces their low reproduction and they produce better yields through a nutritional effect. It was established that onions, pinto beans and corn significantly reduce the population of *N. aberrans*, but not that of *M. incognita*. Therefore, their use in plots where both nematodes exist is not recommended. The cadusafos nematicide gave better control over the two nematodes than the carbofuran nematicide.

In the second test, with the Titán variety the threshold of the damage or the level of tolerance was estimated at 18 eggs and larval states J2/g of soil of *N. aberrans*; the maximum range of production or increase in the population was 38 times and occurred with an initial population level of one egg and larval states J2/g of soil; the level of equilibrium of the population was 180 eggs and larval states J2/g of soil; characteristics which showed that this variety is very tolerant.

It is possible to conclude that the *N. aberrans* is a significant pest of tomato crop in the Chota Valley, and that it is relevant to develop an integrated management system to optimize its control including the following identified components:

addition of chicken manure to the soil, use of the Titán variety of tomato with a high level of tolerance, use of pinto bean, corn and onion crops and the Rugby (cadusafos) nematicide. As pinto bean, corn and onion crops increase the population of *M. incognita*, their use should be avoided for plots which have the two nematodes.

9. BIBLIOGRAFIA

1. AGRIOS, G. 1988. Fitopatología. Trad. del Inglés por Manuel Guzmán Ortiz. Editorial Limusa. México. 756 p.
2. AGRIPAG S.A. 2000. Producción de tomate bajo invernadero. Quito, Ecuador. 67 pp
3. CASTILLO, C. y N. MARBÁN. 1984. Histopatología y desarrollo de *Nacobbus aberrans* Thorne y Allen 1944 en raíces de *Capsicum Nahum* y *Capsicum dactatum*. *Agrociencia* 56:85-93.
4. CANTO-SÁENZ, M 1985. The natural of resistance to *Meloidogyne incognita* (Kofoin y White, 1919) Chitwood, 1949. En: An advance treatise on *Meloidogyne*, Volumen I: Biology and control. Edited by J. N. Sasser and C. C. Carter. Department of Plant Pathology, North Carolina State University, U.S.A. pp. 225-231.
5. CAÑADAS, L. 1983. Mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. Quito, MAG-PRONAREG.
6. CATIE. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Turrialba, CR. Programa de Mejoramiento de Cultivos Tropicales. Turrialba, Costa Rica. 138 p.
7. CLARK, S. A. 1967. The development and life history of the false root-knot menatode, *Nacobbus serendipiticus*. *Nematologia* 13:91-101.
8. COSTILLA, M. A. 1985. El falso nematodo del nudo *Nacobbus aberrans* (thorne, 1935) Thorne y Allen, 1944 y su relación con el cultivo de papa

en el noreste argentino. Revista Industrial y Agrícola de Tucumán 49:69-71

9. EGUIGUREN, R y DEFAZ, M. 1992. Principales fitonematodos en el Ecuador, su descripción, biología y combate. Quito (Ec): INIAP. Manual N° 21. pp.14, 21.
10. FRANCO, J.; MAIN, G.; ORTUÑO, N.; OROS , R.; 1997. Crop rotation: an effective component for the integrate management of *N. aberrans* in potato, Nematropica 27:110.
11. FERRIS, H. y NOLING, J. 1987. Analysis and prediction as a basis for management decisions. Principles and practice of nematode of control in crops. R. H. Brown and B. R. Kerry, eds. Academic Press, Australia. pp. 49-85.
12. HUSSEY, R. y BARKER, K. 1973. A comparison of methods of *Meloidogyne* spp. Including a new technique. Plant, Dis. Rep. 57:1025-1028.
13. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS (INEC). 1965-1997. Encuesta Nacional de Superficie y Producción Agropecuaria por Muestreo y Área. INEC. Quito. p. 31-33.
14. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS (INEC). 2002. III Censo Nacional Agropecuario; resultados nacionales incluye resúmenes provinciales. Quito. INEC-MAG-SICA. v.1. p.107.
15. INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. (INIAP) 1982. Informe Técnico de la Sección de Nematología de la Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. 75 p. Quito.

16. JATALA, P. 1985. El nematodo falso nodulador de la raíz *Nacobbus* spp. En: Fitonematología Avanzada. I. Marvan, N. e I. J. Thomason. Colegio de postgraduados, Montecillo, México. 345 p.
17. JANO, F. 2006. Cultivo y producción de tomate. Ediciones RIPALME. Lima, Perú. 136 pp.
18. JENSEN, H., ARMSTRONG, J., JATALA, P. (1979). Annotated Bibliography of Nematode Pests of Potato. International Potato Center and Oregon State University Agricultural Experiment Station Corvallis, Oregon. pp. 14-15..
19. MANZANILLA-LÓPEZ, R. H., COSTILLA, M. A., DOUCET, M., FRANCO J., INSERRA, R. N. LEHMAN, P. S., CID DEL PRADO-VERA, I., SOUZA, R.I. & EVANS, K. (2002). The genus *Nacobbus* Thorne & Allen, 1944 (Nematoda: Pratylenchidae): Systematics, distribution, biology and management. *Nematropica* 32, 149-227.
20. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA (MAG). 1986. Inventario de Plagas, Enfermedades y Malezas del Ecuador. Programa Nacional de Sanidad Vegetal del MAG. Quito. MAG. 124-126 p.
21. MAI, W.; BRODIE, B.; HARRISON, M.; JATALA, P. 1981. Nematodos. En: Compendium of Potato Diseases. Hooker, W. J. (ed). American Phytopathological Society. pp. 93-101
22. MEJIA INCA, H. 1996. Efecto de niveles de población de *Nacobbus aberrans* en el suelo sobre el comportamiento de dos variedades de papa. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales y Veterinarias "Martín Cárdenas" UMSS. Cochabamba, Bolivia. 86p.

23. OOSTEMBRINK, M. (1966). Major characteristics of the relation between nematodes and plants. Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen 66: 146.
24. PARADA, R. 1994. Evaluación de los extractos acuosos de "ajo" (*Alium sativa*), "papaya" (*Carica papaya*) y "pasto barrenillo" (*Cynodon dactylon*), para determinar efectos nematocidas en *Meloidogyne incognita* en el cultivo de "frijol" (*Phaseolus vulgaris*) var. Centa Cuscatleco. San Salvador.
25. ORTUÑO, N.; FRANCO, J.; RAMOS, J.; OROS, R.; MAIN, G.; MANTECINOS, R, (2005). Desarrollo del Manejo Integrado del Nematodo Rosario de la Papa *Nacobbus aberrans* en Bolivia. Documento de trabajo No. 26. Fundación PROINPA-Proyecto PAPA ANDINA. Cochabamba-Bolivia. 124 p.
26. QUIMÍ, V; 1979. Studies on the false root-knot nematode *Nacobbus aberrans*. Ph. D. thesis, University of London, Imperial College, U. K. 235 p.
27. QUIMÍ, V. H. 1981. Estudio histopatológico del parasitismo de *Nacobbus aberrans*. (Resumen). Nematropica 11:87.
28. RAMOS, J., J. FRANCO, N. ORTUÑO, R. OROS, and G. MAIN. 1998. Incidencia y severidad de los nematodos parásitos del cultivo de papa, *Nacobbus aberrans* y *Globodera* spp. y determinación de especies de *Globodera* spp. en Bolivia. IBTA/PROINPA, Cochabamba, Bolivia. 198 pp.
29. REVELO, T. 1985. Resumen de los progresos de investigación en el nematodo del quiste de la papa *Globodera* spp. en Ecuador. En: Investigaciones Nematológicas en Programas Latinoamericanos de Papa. Javier Franco y

Hernan Rincón, Editores. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima Perú. pp. 81-94.

30. REVELO, J. 1991. Influencia de *Pratylenchus pratensis* en el desarrollo de la pudrición de la raíz del maíz causada por *Fusarium moliniforme* var. *subglutinans*, su dinámica poblacional y respuesta de cinco híbridos. Tesis de Maestro en Ciencias, Especialista en Fitopatología. México: Colegio de Postgraduados, Centro de Fitopatología. 88p.
31. REVELO, J. 2002. Nematodos parásitos de las plantas. Apuntes de la Cátedra de Fitopatología.
32. REVELO, J.; CAZCO, C.; SANDOVAL, A.; SÁNCHEZ, G.; LOMAS, L; CORRALES, A. 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. 28p.
33. SHER. S. A. 1970. Revision of the genus *Nacobbus* Thorne and Allen, 1944 (Nematoda: Tylenchoidea). Journal of Nematology 2:228-235
34. TAYLOR, J; SASSER, J. 1983. Biología e identificación y control de los nematodos del nudo de la raíz (especies de *Meloidogyne*). Trad. del Inglés por el CIP. Raleigh. Universidad Carolina del Norte. 111p.
35. SEINHORST, J. W. (1970). Revision of the genus *Nacobbus* thorne and Allen, 1944. (Nematoda: Tylenchoidea). Journal of Nematology 2:228-235.
36. SEINHORST, J. W. (1972). Dynamic of population of plant parasitic Nematodes. Annual Review of Phytopathology: 131 – 135.

37. VILLAREAL, F. 1982. Tomates. Trad. Edilberto Camacho. IICA, Serie de Investigación y Desarrollo No. 6. 184 p.
38. VAN ECK, A.; EGUIGUREN, R.; DÉFAZ, M.; REVELO, J.; CEDEÑO, G.; 1984. Técnicas de Laboratorio en Nematología. Boletín Técnico No. 54. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, E. E. Santa Catalina. Quito, Ecuador. 29p.

10. ANEXOS

Anexo 1. Datos de población inicial (Pi), población final (Pf) e incremento de la población de *Nacobbus aberrans* y *Meloidogyne incognita*, antes de la remoción del suelo y 21 días después (antes de ubicar los tratamientos) en invernadero. Ibarra, Imbabura. 2007.

Observaciones (Tratamientos y repeticiones)	<i>Nacobbus aberrans</i>			<i>Meloidogyne incognita</i>		
	Población inicial (Pi)	Población final (Pf)	Incremento (I=Pf/Pi)	Población inicial (Pi)	Población final (Pf)	Incremento (I=Pf/Pi)
	(Nematodos/100 cc de suelo)			(Nematodos/100 cc de suelo)		
1(T1R1)	100	0	0,00	60	0	0,00
2 (T1R2)	20	0	0,00	0	0	0,00
3 (T1R3)	60	60	1,00	0	0	0,00
4 (T2R1)	100	20	0,20	100	20	0,20
5 (T2R2)	80	40	0,50	60	40	0,66
6 (T2R3)	680	320	0,50	0	0	0,00
7 (T3R1)	120	20	0,16	0	0	0,00
8 (T3R2)	40	20	0,50	20	0	0,00
9 (T3R3)	60	20	0,33	0	0	0,00
10 (T4R1)	120	0	0,00	20	0	0,00
11 (T4R2)	20	0	0,00	40	20	0,50
12 (T4R3)	60	40	0,66	0	0	0,00
13 (T5R1)	60	0	0,00	80	0	0,00
14 (T5R2)	20	0	0,00	0	0	0,00
15 (T5R3)	40	0	0,00	140	60	0,43
16 (T6R1)	20	0	0,00	340	180	0,53
17 (T6R2)	20	0	0,00	0	0	0,00
18 (T6R3)	20	0	0,00	0	0	0,00
19 (T7R1)	20	0	0,00	40	20	0,50
20 (T7R2)	20	20	1,00	0	0	0,00
21 (T7R3)	60	0	0,00	0	0	0,00
22 (T8R1)	40	20	0,50	20	20	1,00
23 (T8R2)	20	20	1,00	180	0	0,00
24 (T8R3)	140	100	0,71	0	0	0,00
Suma	1880	700		1100	360	
Promedio	78,33	29,16	0,37	45,83	15,00	0,33
Porcentaje reducción de la población			63%			67%

Anexo 2. Datos de población inicial (Pi), población final (Pf) e incremento de la población de *Nacobbus aberrans* registrados en el bioensayo con muestras de suelo tomadas antes de la remoción y 21 días después en invernadero. Ibarra, Imbabura. 2007.

Observaciones (Tratamientos y repeticiones)	<i>Nacobbus aberrans</i>		
	Población inicial (Pi)	Población final (Pf)	Incremento (I=Pf/Pi)
	(Nematodos/100 cc de suelo)		
1(T1R1)	10	45	4,50
2 (T1R2)	3	16	5,30
3 (T1R3)	35	32	0,91
4 (T2R1)	23	24	1,04
5 (T2R2)	53	20	0,37
6 (T2R3)	48	41	0,85
7 (T3R1)	23	13	0,56
8 (T3R2)	71	13	0,18
9 (T3R3)	67	18	0,26
10 (T4R1)	28	4	0,14
11 (T4R2)	27	13	0,48
12 (T4R3)	83	3	0,03
13 (T5R1)	35	14	0,40
14 (T5R2)	30	32	1,06
15 (T5R3)	26	22	0,84
16 (T6R1)	25	6	0,24
17 (T6R2)	30	15	0,50
18 (T6R3)	17	39	2,29
19 (T7R1)	27	14	0,51
20 (T7R2)	15	15	1,00
21 (T7R3)	45	3	0,06
22 (T8R1)	13	2	0,15
23 (T8R2)	44	22	0,50
24 (T8R3)	24	19	0,79
Suma	802,00	445,00	
Promedio	33,40	18,50	0,55
Porcentaje reducción de la población			45%

Anexo 3. Datos de población inicial (Pi), población final (Pf) e incremento de la población de *Nacobbus aberrans* y *Meloidogyne incognita*, registrados antes de la incorporación de la gallinaza al suelo y 2 meses después en invernadero. Ibarra, Imbabura. 2007.

Observaciones (Tratamientos y repeticiones)	<i>Nacobbus aberrans</i>			<i>Meloidogyne incognita</i>		
	Población inicial (Pi)	Población final (Pf)	Incremento (I=Pf/Pi)	Población inicial (Pi)	Población final (Pf)	Incremento (I=Pf/Pi)
	(Nematodos/100 cc de suelo)			(Nematodos/100 cc de suelo)		
1 (T2R1)	20	0	0,00	20	20	1,00
2 (T2R2)	40	0	0,00	40	0	0,00
3 (T2R3)	320	0	0,00	0	0	0,00
Suma	380	0		60	20	
Promedio	126,66	0,00	0,00	10,00	3,33	0,33
Porcentaje reducción de la población			100%			67%

Anexo 4. Datos de población inicial (Pi), población final (Pf) e incremento de la población de *Nacobbus aberrans* registrados en el bioensayo con muestras de suelo tomadas antes de la incorporación de gallinaza al suelo y 2 meses después en invernadero. Ibarra, Imbabura. 2007.

Observaciones (Tratamientos y repeticiones)	<i>Nacobbus aberrans</i>		
	Población inicial (Pi)	Población final (Pf)	Incremento (I=Pf/Pi)
	(Nematodos/100 cc de suelo)		
1 (T2R1)	24	22	0,91
2 (T2R2)	20	21	1,05
3 (T2R3)	41	23	0,56
Suma	85	66	
Promedio	28	22	0,77
Porcentaje reducción de la población			23%

Anexo 5. Datos de población de *Nacobbus aberrans* registrados en el suelo en seis lecturas y expresados en larvas/100 cc de suelo en el ensayo “Determinación del incremento o disminución de la población de *Nacobbus aberrans* en las prácticas culturales del cultivo de tomate de mesa”. Ibarra, Imbabura. 2007.

Tratamientos		Repetición	Lecturas					
No.	Código		(Pi) 1	2	3	4	5	(Pf) 6
T1	(RS-G-C-T)	R1	100	0	20	20	200	20
		R2	20	0	0	0	100	40
		R3	60	60	0	20	280	20
		Promedio	60,00	20,00	6,66	13,33	193,33	26,66
T2	(RS-G-T)	R1	100	20	20	20	180	280
		R2	80	40	20	20	120	700
		R3	680	320	40	20	2780	560
		Promedio	286,66	126,66	26,66	20,00	1026,66	513,33
T3	(RS-C-T)	R1	120	20	40	20	20	
		R2	40	20	240	160	40	
		R3	60	20	80	200	200	
		Promedio	73,33	20,00	120,00	126,66	86,66	
T4	(RS-CA-T)	R1	120	0	800	80	80	
		R2	20	0	60	420	142	
		R3	60	40	1680	780	960	
		Promedio	66,66	13,33	846,66	426,66	394,00	
T5	(RS-T)	R1	60	0	240	600	20	
		R2	20	0	1480	640	440	
		R3	40	0	480	940	400	
		Promedio	40,00	0,00	733,33	726,66	286,66	
T6	(RS-C)	R1	20	0	0	0		
		R2	20	0	0	20		
		R3	20	0	0	0		
		Promedio	20,00	0,00	0,00	6,66		
T7	(RS-F)	R1	20	0	0	0		
		R2	20	20	0	0		
		R3	60	0	0	0		
		Promedio	33,33	6,66	0,00	0,00		
T8	(RS-M)	R1	40	20	0	0		
		R2	20	20	0	0		
		R3	140	100	0	0		
		Promedio	66,66	46,66	0,00	0,00		

*En el quinto muestreo no constan datos de lecturas de los tratamientos T6, T7 y T8, por que fueron cosechados.

*En el sexto muestreo no constan datos de lecturas de los tratamientos T3, T4 y T5, por que fueron cosechados.

RS-G-C-T = Remoción de suelo + incorporación de gallinaza fresca + aplicación de cadusafos + tomate

RS-G-T = Remoción de suelo + incorporación de gallinaza fresca + tomate

RS-C-T = Remoción de suelo + aplicación de cadusafos + tomate

RS-CA-T = Remoción de suelo + aplicación de carbofuran + tomate

RS-T = Remoción de suelo + tomate

RS-C = Remoción de suelo + cebolla

RS-F = Remoción de suelo + fréjol

RS-M = Remoción de suelo + maíz

Anexo 6. Incremento de la población de *Nacobbus aberrans* en el suelo determinado en los tratamientos al relacionar la población final con la inicial (Pf/Pi) en el ensayo “Determinación del incremento o disminución de la población de *Nacobbus aberrans* en las prácticas culturales del cultivo de tomate de mesa”. Ibarra, Imbabura. 2007.

Tratamientos		Repetición	Pi	Pf	I = Pi / Pf
No.	Código				
T1	(RS-G-C-T)	R1	100	20	0,20
		R2	20	40	2,00
		R3	60	20	0,33
		Promedio			0,84
T2	(RS-G-T)	R1	100	280	2,80
		R2	80	700	8,75
		R3	680	560	0,82
		Promedio			4,12
T3	(RS-C-T)	R1	120	20	0,16
		R2	40	40	1,00
		R3	60	200	3,33
		Promedio			1,49
T4	(RS-CA-T)	R1	120	80	0,66
		R2	20	142	7,10
		R3	60	960	16,00
		Promedio			7,92
T5	(RS-T)	R1	60	400	6,66
		R2	20	440	22,00
		R3	40	400	10,00
		Promedio			9,92
T6	(RS-C)	R1	20	0	0,00
		R2	20	20	1,00
		R3	20	0	0,00
		Promedio			0,33
T7	(RS-F)	R1	20	0	0,00
		R2	20	0	0,00
		R3	60	0	0,00
		Promedio			0,00
T8	(RS-M)	R1	40	0	0,00
		R2	20	0	0,00
		R3	140	0	0,00
		Promedio			0,00

Anexo 7. Datos de población de huevos y estados larvales J2/g de raíz de *Nacobbus aberrans* determinados en cuatro lecturas en el ensayo “Determinación del incremento o disminución de la población de *Nacobbus aberrans* en las prácticas culturales del cultivo de tomate de mesa”. Ibarra, Imbabura. 2007.

Tratamientos		Repetición	Lecturas			
No.	Código		(Pi) 1	2	3	(Pf) 4
T1	(RS-G-C-T)	R1	820	3000	140	
		R2	160	3830	100	
		R3	510	8380	380	
		Promedio	496,66	5070,00	206,66	
T2	(RS-G-T)	R1	3914	8940	4300	
		R2	2310	9830	4000	
		R3	1970	10820	5250	
		Promedio	2731,33	9863,33	4516,66	
T3	(RS-C-T)	R1	5750	1600	1740	4740
		R2	2530	1080	9520	3550
		R3	3170	1600	10470	6570
		Promedio	3816,66	1426,66	7243,33	4953,33
T4	(RS-CA-T)	R1	8160	6000	8040	17630
		R2	2670	6330	7800	10120
		R3	3990	9400	10000	13760
		Promedio	4940,00	7243,33	8613,33	13836,66
T5	(RS-T)	R1	2400	5600	5600	24220
		R2	5780	8805	5450	22000
		R3	3670	5800	6620	24720
		Promedio	3950,00	6735,00	5890,00	23646,66
T6	(RS-C)	R1	0	0	0	0
		R2	0	0	0	0
		R3	0	0	0	0
		Promedio	0,00	0,00	0,00	0,00
T7	(RS-F)	R1	0	0	0	0
		R2	0	0	0	0
		R3	0	0	0	0
		Promedio	0,00	0,00	0,00	0,00
T8	(RS-M)	R1	0	0	0	0
		R2	0	0	0	0
		R3	0	0	0	0
		Promedio	0,00	0,00	0,00	0,00

*Para los tratamientos T1 y T2 no se realizó un cuarto muestreo.

*En los tratamientos T6, T7 y T8 no se registró presencia de población de huevos y estados larvales J2 de *Nacobbus aberrans*.

Anexo 8. Datos de población de *Meloidogyne incognita* registrados en el suelo en seis lecturas y expresados en larvas/100 cc de suelo en el ensayo “Determinación del incremento o disminución de la población de *Nacobbus aberrans* en las prácticas culturales del cultivo de tomate de mesa”. Ibarra, Imbabura. 2007.

Tratamientos		Repetición	Lecturas					
No.	Código		(Pi) 1	2	3	4	(Pf) 5	(Pf) 6
T1	(RS-G-C-T)	R1	60	0	0	0	0	0
		R2	0	0	0	0	0	0
		R3	0	0	0	0	0	0
		Promedio	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T2	(RS-G-T)	R1	100	20	0	0	0	0
		R2	60	40	0	0	0	60
		R3	0	0	0	0	0	60
		Promedio	53,33	20,00	0,00	0,00	0,00	40,00
T3	(RS-C-T)	R1	0	0	0	60	0	
		R2	20	0	0	40	20	
		R3	0	0	0	0	0	
		Promedio	6,67	0,00	0,00	33,33	6,67	
T4	(RS-CA-T)	R1	20	0	0	940	0	
		R2	40	20	40	120	40	
		R3	0	0	0	60	0	
		Promedio	20,00	6,67	13,33	373,33	13,33	
T5	(RS-T)	R1	80	0	0	120	0	
		R2	60	0	0	60	60	
		R3	140	60	0	180	0	
		Promedio	93,33	20,00	0,00	120,00	20,00	
T6	(RS-C)	R1	340	180	0	460		
		R2	160	0	0	160		
		R3	800	0	60	800		
		Promedio	433,33	60,00	20,00	473,33		
T7	(RS-F)	R1	40	20	100	480		
		R2	40	20	20	40		
		R3	20	20	20	20		
		Promedio	33,33	20,00	46,67	180,00		
T8	(RS-M)	R1	20	20	0	140		
		R2	180	0	0	80		
		R3	20	0	0	20		
		Promedio	73,33	6,67	0,00	80,00		

*En el quinto muestreo no constan datos de lecturas de los tratamientos T6, T7 y T8, por que fueron cosechados.

*En el sexto muestreo no constan datos de lecturas de los tratamientos T3, T4 y T5, por que fueron cosechados.

Anexo 9. Incremento de la población de *Meloidogyne incognita* en el suelo determinado en los tratamientos al relacionar la población final con la inicial (Pf/Pi) en el ensayo “Determinación del incremento o disminución de la población de *Nacobbus aberrans* en las prácticas culturales del cultivo de tomate de mesa”. Ibarra, Imbabura. 2007.

Tratamientos		Repetición	Pi	Pf	I = Pi / Pf
No.	Código				
T1	(RS-G-C-T)	R1	60	0	0,00
		R2	0	0	0,00
		R3	0	0	0,00
		Promedio			0,00
T2	(RS-G-T)	R1	100	60	0,60
		R2	60	60	1,00
		R3	0	0	0,00
		Promedio			0,53
T3	(RS-C-T)	R1	0	0	0,00
		R2	20	20	1,00
		R3	0	0	0,00
		Promedio			0,33
T4	(RS-CA-T)	R1	20	0	0,00
		R2	40	40	1,00
		R3	0	0	0,00
		Promedio			0,33
T5	(RS-T)	R1	80	0	0,00
		R2	60	60	1,00
		R3	140	0	0,00
		Promedio			0,33
T6	(RS-C)	R1	340	460	1,35
		R2	160	160	1,00
		R3	800	800	1,00
		Promedio			1,12
T7	(RS-F)	R1	40	480	12,00
		R2	40	40	1,00
		R3	20	20	1,00
		Promedio			4,67
T8	(RS-M)	R1	20	140	7,00
		R2	180	80	0,44
		R3	20	20	1,00
		Promedio			2,81

Anexo 10. Rendimientos en kg/parcela y en t/ha registrados en el ensayo “Determinación del incremento o disminución de la población de *Nacobbus aberrans* en las prácticas culturales del cultivo de tomate de mesa”. Ibarra, Imbabura. 2007.

Tratamientos		Rendimiento en kg/parcela					Rendimiento en t/ha				
No.	Código	R1	R2	R3	Total	X	R1	R2	R3	Total	X
T1	(RS-G-C-T)	54,72	49,72	58,6	163,04	54,34	135	123	145	404	135
T2	(RS-G-T)	60,31	66,74	40,60	167,65	55,88	149	165	100	415	138
T3	(RS-C-T)	51,70	52,87	32,46	137,03	45,67	128	131	80	339	113
T4	(RS-CA-T)	25,39	39,91	26,93	92,23	30,74	63	99	67	228	76
T5	(RS-T)	47,43	32,71	36,23	116,38	38,79	117	81	90	288	96
T6	(RS-Ce)	26,00	32,00	33,00	91,00	30,00	54	67	69	190	63
T7	(RS-Fr)	3,20	2,50	2,42	8,12	2,70	7	5	5	17	6
T8	(RS-Ma)	3,00	3,82	4,60	11,42	3,80	6	8	10	24	7

Anexo 11. Datos de rendimiento en kg por planta, registrados en el ensayo “Generación de la curva de pérdidas para estimar el nivel de tolerancia y las pérdidas máximas que causa *N. aberrans* al tomate, y la curva de reproducción para determinar el índice de incremento máximo y el nivel de equilibrio de la población”. Ibarra, Imbabura. 2007.

Tratamientos / Niveles		kg/planta					
No.	N/g s.	R1	R2	R3	R4	Total	X
T1	0,00	2,0	3,4	3,0	2,5	10,88	2,72
T2	0,05	1,9	3,4	3,1	2,2	10,60	2,70
T3	0,25	2,7	2,8	2,5	2,5	10,50	2,60
T4	0,50	2,2	3,1	3,2	2,4	10,90	2,70
T5	0,75	2,7	3,4	1,7	3,0	10,80	2,70
T6	1,00	0,7	4,1	2,6	2,6	10,00	2,50
T7	1,25	2,3	2,5	3,1	2,3	10,20	2,60
T8	1,50	2,3	4,2	2,8	2,6	11,90	3,00
T9	1,75	1,8	2,1	2,7	2,7	9,30	2,32
T10	2,00	2,3	3,1	3,0	2,2	10,60	2,70
T11	2,25	2,3	3,1	2,1	2,8	10,30	2,60
T12	2,50	3,0	2,1	2,5	4,2	11,80	3,00
T13	2,75	2,9	2,9	2,6	2,4	10,80	2,70
T14	3,00	2,7	2,7	3,0	2,2	10,60	2,70
T15	3,25	3,3	2,8	3,0	1,8	10,90	2,70
T16	3,50	2,9	2,9	2,1	2,8	10,70	2,70
T17	3,75	2,7	2,9	2,6	2,8	11,00	2,80
T18	4,00	2,9	2,6	2,0	2,8	10,30	2,57
T19	5,00	3,0	2,5	2,0	2,8	10,30	2,57
T20	10,00	2,1	2,8	2,8	2,7	10,44	2,60
T21	20,00	2,6	1,6	2,9	3,0	10,10	2,52

Anexo 12. Productos, frecuencia y dosis de fertilizantes utilizados en el ensayo “Generación de la curva de pérdidas para estimar el nivel de tolerancia y las pérdidas máximas que causa *N. aberrans* al tomate, y la curva de reproducción para determinar el índice de incremento máximo y el nivel de equilibrio de la población”. Ibarra, Imbabura. 2007.

MESES	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
FUENTES						
Nitrato de amonio	38-38-38-38 300	38-38-38-38	33-33-33-33 400	33-33-33-33	33-33-33-33 184	46-46-46-46
Acido fosfórico	30-30-30-30 240	30-30-30-31	24-24-24-24 290	24-24-24-25	24-24-24-26 302	80-80-80-80
Nitrato de potasio	30-30-30-30 230	30-30-30-31	42-42-42-42 500	42-42-42-43	42-42-42-44 414	104-104-104-104
Nitrato de calcio	16-16-16-16 130	16-16-16-17	22-22-22-22 260	22-22-22-23	22-22-22-24 710	178-178-178-178
Sulfato de potasio	50-50-50-50 400	50-50-50-51	42-42-42-42 500	42-42-42-43	42-42-42-44 140	35-35-35-35
Sulfato de magnesio	55-55-55-55 220	55-55-55-56	37-37-37-37 440	37-37-37-38	37-37-37-39 224	56-56-56-56

Cada 8 días y mediante el sistema de fertirriego se aplicó al cultivo una dilución de Nitrato de Potasio + Nitrato de Calcio + Nitrato de amonio + Acido Fosfórico + Sulfato de Potasio y Sulfato de Magnesio en las cantidades descritas en el plan de fertilización

Anexo 13. Fotografías del ensayo “Determinación del incremento o disminución de la población de *Nacobbus aberrans* en las prácticas culturales del cultivo de tomate de mesa”. Ibarra, Imbabura. 2007.



A. Remoción del suelo del área destinada al ensayo.



B. Remoción del suelo del área destinada al ensayo con moto-cultivador.



C. Demarcación de parcelas, fertilización y riego previo al trasplante.



D. Trasplante de plántulas de tomate de mesa en el ensayo.



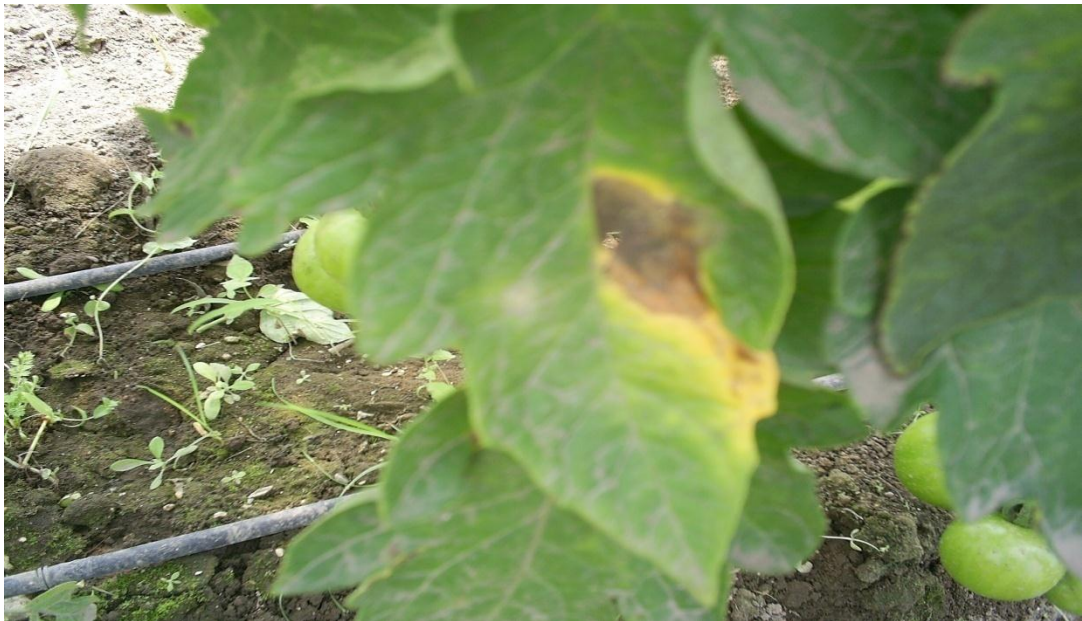
E. Labores culturales.



F. Planta de tomate de mesa variedad Titán.



G. Registro del peso (cosecha) de tomate de mesa.



H. Presencia de la enfermedad causada por el hongo *Botrytis* sp. en las hojas

Anexo 14. Fotografías del ensayo “Generación de la curva de pérdidas para estimar el nivel de tolerancia y las pérdidas máximas que causa *N. aberrans* al tomate, y la curva de reproducción para determinar el índice de incremento máximo y el nivel de equilibrio de la población” Ibarra, Imbabura. 2007.



I. Mezcla de sustrato (suelo de páramo y arena fina de río 3:1) para las macetas.



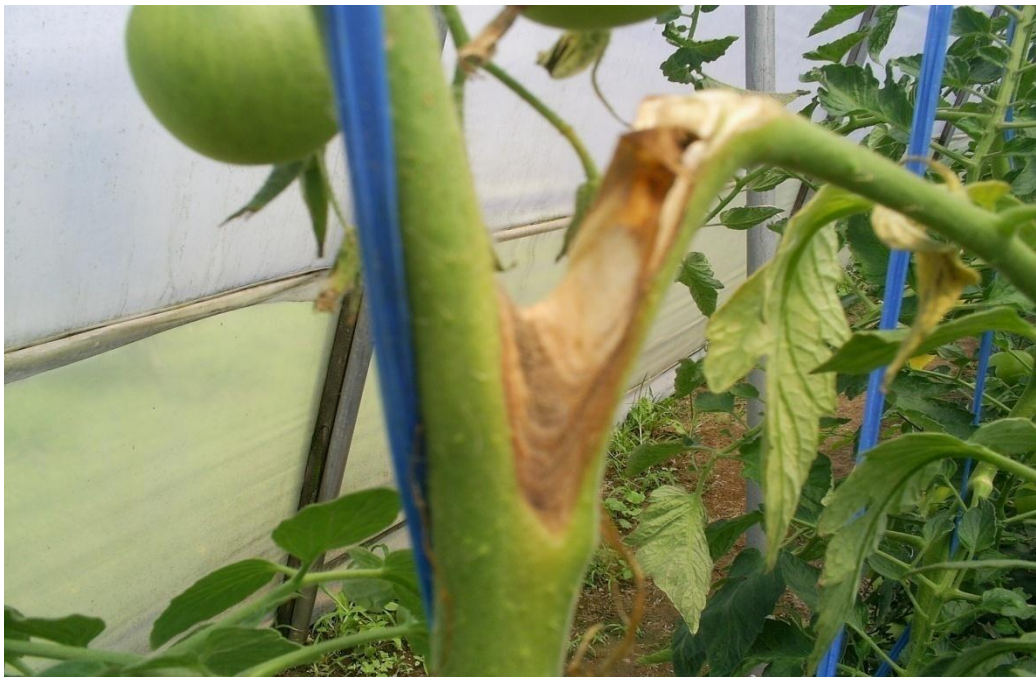
J. Macetas con plántulas inoculadas con diferentes niveles de población de *Nacobbus aberrans*.



K. Plantas de tomate de mesa variedad Titán en producción.



L. Fruto mostrando síntomas de deficiencia de Ca.



M. Síntomas de la enfermedad *Botrytis* en plantas de tomate de mesa.



N. Control fitosanitario.

Anexo 15. Evaluación del impacto ambiental

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (Actividad 1)

TEMA:

Estudio del impacto ambiental que provoca la implementación del Proyecto de Investigación determinación del incremento o disminución de la población de *Nacobbus aberrans* en las prácticas culturales del cultivo de tomate de mesa.

OBJETIVOS:

Objetivo General:

Determinar los impactos positivos y negativos que se provoquen como resultado de la implementación del Proyecto de Investigación Determinación del incremento o disminución de la población de *Nacobbus aberrans* en las prácticas culturales del cultivo de tomate de mesa.

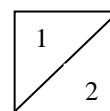
Objetivos específicos:

- Determinar que práctica cultural realizada es menos nociva para el medio ambiente y la salud humana.
- Formular un plan de manejo apropiado de la dinámica poblacional del nematodo en las prácticas culturales realizadas para evitar la contaminación del medio ambiente.

CALIFICACION:

Baja	1
Media	2
Alta	3

LEYENDA:



1. Magnitud del impacto
2. Importancia del impacto

Factores Ambientales	Acciones												Afecciones Positivas	Afecciones Negativas	Agregación de impactos		
		Delimitación del terreno	Toma de muestra del suelo	Preparación del terreno	Análisi nematológico	Ap. de nematocidas químicos	Siembra	Riego	Aplicación gallinaza	Labores culturales	Controles fitosanitarios	Cosecha					
ABIÓTICO	Suelo	1/2	-1/2	-2/3	2/3	-3/2	3/3	3/3	3/2						5	3	18
	Agua				-3/3											1	-9
	Clima																0
	Aire																0
BIÓTICO	Flora							3/3	3/2	1/1				3	0	16	
	Fauna															0	
	Microflora	1/1	1/2	-3/2		-3/3							-1/2	2	3	-14	
	Microfauna	1/1	1/2	-3/2	-1/2	-3/3								-1/2	2	4	-16
	Cultivos			1/1		2/3	3/3	3/3	3/3	1/1	1/3			7	0	38	
SOCIO ECONÓMICO	Salud					-3/3									1	-9	
	Trabajo	2/1	2/1	2/3	3/3	1/1	2/2	2/2	1/2	1/2	2/2	2/3	11	0	42		
	Actividad Económica	1/1	1/1	2/2	3/3	3/2	3/2	2/2	2/1	1/1	1/1	2/3	11	0	41		
Afecciones Positivas		5	4	3	3	3	4	5	5	4	3	2	COMPROBACION				
Afecciones Negativas		0	1	3	2	4	0	0	0	0	2	0	107				
Agregación de impactos		7	5	-7	13	-20	28	35	25	5	4	12					

Ambientalmente la presente investigación es positiva con un valor de +107

Luego de un análisis del impacto ambiental que provocó el estudio sobre la “Investigación Determinación del incremento o disminución de la población de *Nacobbus aberrans* en las prácticas culturales del cultivo de tomate de mesa”, se elaboró una matriz que engloba los impactos positivos y negativos encontrados.

CONCLUSIONES:

La matriz de Leopold presenta 11 acciones, 12 factores del medio ambiente que están agrupados en 3 componentes (Físico, biótico y socioeconómico), y 52 interacciones.

Como resultado de la calificación de la matriz de Leopold, se obtuvo una agregación de impactos de 107, lo cual indica la presencia de impactos positivos, siendo la investigación ambientalmente positiva, cuyo factor ambiental afectado fue el la microfauna con un valor -16, la microflora con un valor de -14.

MEDIDAS CORRECTIVAS

Para determinar la actividad correctiva, primero se señaló el factor ambiental afectado, el impacto producido (en cursivas) y luego la medida correctiva.

MICROFAUNA (-16)

MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En esta investigación todos los insumos de origen químico que se aplicaron fueron en las dosis más bajas recomendadas, con el fin de afectar en menor medida la microfauna, razón por la que se considera que fue bajo el impacto al medio ambiente.

El factor Biótico microfauna es el mas afectado, ya que esta directamente influenciado por las prácticas culturales que realiza el agricultor en el campo,

siendo estas la aplicación de nematicidas, preparación del suelo, fertilización química y aplicación de pesticidas las que mayormente afectan al desarrollo, reproducción y proliferación de la microfauna y que finalmente reducen la fertilidad del suelo y que contaminan al medio ambiente, siendo la mejor medida de mitigación el utilizar nematicidas, insecticidas, funguicidas y fertilizantes de origen orgánico, para así minimizar la acción de estos y contribuir a mejorar las condiciones medioambientales.

MICROFLORA (-14)

MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En esta investigación todos los insumos de origen químico que se aplicaron fueron en las dosis más bajas recomendadas, con el fin de afectar en menor medida la microflora, razón por la que se considera que fue bajo el impacto al medio ambiente.

El segundo factor Biótico afectado es la microflora, ya que esta directamente influenciado por las prácticas culturales (aplicación de nematicidas, preparación del suelo, fertilizantes y aplicación de pesticidas) que realiza el agricultor en el campo, ya que estas afectan mayormente al desarrollo de la microflora, que finalmente se traducen en la infertilidad del suelo y contaminación al medio ambiente. Siendo así la mejor medida de mitigación el utilizar nematicidas, insecticidas, funguicidas y fertilizantes de origen orgánico, para así minimizar la acción de estos en la microflora y contribuir a mejorar las condiciones medioambientales.

EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (Actividad 2)

TEMA:

Estudio del impacto ambiental que provoca la implementación del Proyecto de Investigación generación de la curva de pérdidas para estimar el nivel de tolerancia y las pérdidas máximas que causa *N. aberrans* al tomate, y la curva de reproducción para determinar el índice de incremento máximo y el nivel de equilibrio de la población.

OBJETIVOS:

Objetivo General:

Determinar los impactos positivos y negativos que se provoquen como resultado de la implementación del Proyecto de Investigación generación de la curva de pérdidas para estimar el nivel de tolerancia y las pérdidas máximas que causa *N. aberrans* al tomate, y la curva de reproducción para determinar el índice de incremento máximo y el nivel de equilibrio de la población.

Objetivos específicos:

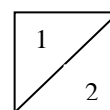
- Formular un plan de manejo apropiado de la generación de la curva de pérdidas para estimar el nivel de tolerancia y las pérdidas máximas que causa *N. aberrans* al tomate, y la curva de reproducción para determinar el índice de incremento máximo y el nivel de equilibrio de la población.

CALIFICACION:

Baja	1
Media	2
Alta	3

LEYENDA:

1. Magnitud del impacto
2. Importancia del impacto



Factores Ambientales	Acciones									Afecciones Positivas	Afecciones Negativas	Agregación de impactos			
		Deimitación del terreno	Preparación del sustrato	Análisi nematológico	Siembra	Riego	Labores culturales	Controles fitosanitarios	Cosecha						
ABIÓTICO	Suelo	1 2	-3 3			-3 3							1	2	-16
	Agua														0
	Clima														0
	Aire														0
BIÓTICO	Flora					3 3							1	0	9
	Fauna														0
	Microflora	1 1	-2 2										1	1	-3
	Microfauna	1 1	-1 1	-1 2									1	2	-2
	Cultivo				3 3	3 3		-1 3					2	1	15
SOCIO ECONÓMICO	Salud														0
	Trabajo	2 1	1 1	1 1	1 1		1 1	2 2	2 3				7	0	16
	Actividad Económica	1 1	1 1	2 3	1 1		1 1	1 2	2 2				7	0	16
Afecciones Positivas		5	3	2	3	3	2	2	2	COMPROBACION					
Afecciones Negativas		0	2	1	0	0	0	2	0	35					
Agregación de impactos		7	-12	5	11	9	2	3	10						

Ambientalmente la presente investigación es positiva con un valor + 35

Luego de un análisis del impacto ambiental que provocan la generación de la curva de pérdidas para estimar el nivel de tolerancia y las pérdidas máximas que causa *N. aberrans* al tomate, y la curva de reproducción para determinar el índice de incremento máximo y el nivel de equilibrio de la población se elaboró una matriz que engloba los impactos positivos y negativos encontrados.

CONCLUSIONES:

Para la evaluación de los impactos ambientales se incluyó en la matriz de Leopold 8 acciones con mayor riesgo de provocar impactos sobre el ambiente y 12 factores del medio ambiente que podrían ser afectados, agrupados en 3 componentes (Abiótico, biótico y socioeconómico) y 26 interacciones.

El resultado de la agregación de impactos en la matriz de Leopold, presentó un valor + 35, siendo la investigación ambientalmente positiva, cuyo factor ambiental afectado fue el suelo con un valor -16, y la microflora con un valor de -3.

MEDIDAS CORRECTIVAS

Para determinar la actividad correctiva, primero se señaló el factor ambiental afectado, el impacto producido (en cursivas) y luego la medida correctiva.

SUELO (-16)

MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Dentro de esta investigación se transportó sustrato (tierra negra y arena) desde la laguna de Mojanda, el mismo que fue manejado con responsabilidad cuando se llenó las fundas y de igual manera al momento de retirar el experimento.

Todo el sustrato utilizado en esta investigación fue depositado en un poso seco y posteriormente sellado con cal para evitar contaminar el suelo con este material, razón por la que se considera que fue bajo el impacto al medio ambiente.

Debido que el factor biótico suelo es uno de los más importantes, es necesario tomar todas las medidas correspondientes para evitar su contaminación y degradación, ya que sin este recurso sería imposible continuar realizando las diferentes siembras de cultivos.

MICROFLORA (-3)

MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Otro factor Biótico afectado es la microflora, en esta investigación todos los insumos de origen químico que se aplicaron fueron en las dosis más bajas recomendadas, con el fin de afectar en menor medida la microflora, razón por la que se considera que fue bajo el impacto al medio ambiente.

La microflora está directamente influenciado por las prácticas culturales (aplicación de nematicidas, preparación del suelo, fertilizantes y aplicación de pesticidas) que realiza el agricultor en el campo, ya que estas afectan al desarrollo de la misma, que finalmente se traducen en la infertilidad del suelo y contaminación del medioambiente. Siendo así la mejor medida de mitigación el utilizar nematicidas, insecticidas, funguicidas y fertilizantes de origen orgánico o si es el caso de pesticidas de origen químico realizarlos en las dosis más bajas recomendadas por las casas comerciales, para así minimizar la acción de estos en la microflora y contribuir a mejorar las condiciones medioambientales.