

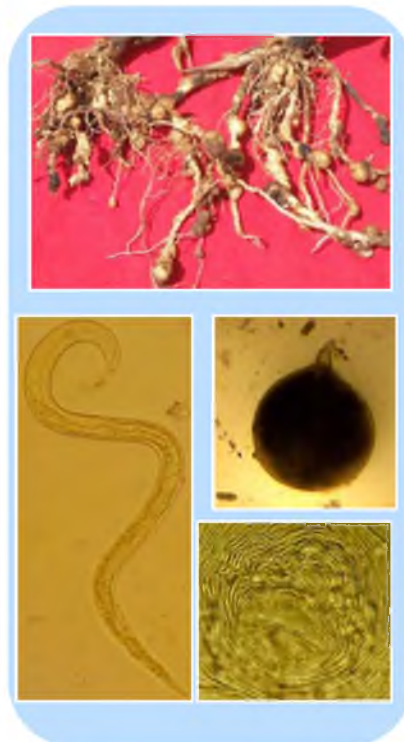
**"Nematodo del rosario de la raíz" (*Nacobbus aberrans*) y "nematodo del nudo de la raíz" (*Meloidogyne incognita*): epidemiología, importancia y pertinencia de desarrollar un sistema de manejo integrado para optimizar su control en tomate de mesa en el Valle del Chota.**



Jorge Revelo  
 Carlos Cazco  
 Néstor Castillo  
 Alicia Sandoval  
 Gabriela Sánchez  
 Luis Lomas  
 Andrés Corrales



*Nacobbus aberrans*



*Meloidogyne incognita*



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS



VICEPRESIDENCIA DE LA REPUBLICA



**BOLETÍN TÉCNICO N° 129  
 ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA  
 2007**



**INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**

**Fuente de conocimiento y tecnologías agropecuarias para la competitividad**

### **La Misión**

**“Proporcionar tecnología y servicios especializados para  
Impulsar la innovación agropecuaria nacional”**

En concordancia con su misión, el INIAP investigará, generará, adaptará, promoverá y difundirá conocimiento y tecnologías adecuadas a las demandas de las cadenas agropecuarias, a fin de propender al desarrollo sustentable y competitivo del sector y contribuir al bienestar de la sociedad ecuatoriana, misión que la cumplirá de forma directa o asociada con otras organizaciones públicas y privadas.



### **La Visión**

Ser la institución líder en la innovación y el desarrollo tecnológico agropecuario sustentable, que satisface con productos especializados y de alta calidad las demandas de sus clientes y usuarios, de los sectores agropecuario y agroindustrial; reconocida y destacada como organización que forma y mantiene personal con alta calidad profesional y humana, comprometidos con el desarrollo científico y socioeconómico del país.

---

## INSTITUCIONES ASOCIADAS

---

**ENTIDAD EJECUTORA:**



**INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**

**ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA**  
Departamento Nacional de Protección Vegetal Área de Nematología  
Km 1 Panamericana Sur  
Casilla Postal 1701340  
Teléfono (02)2690693  
Email [eescdir@iniapsc.gov.ec](mailto:eescdir@iniapsc.gov.ec)  
Quito

**ENTIDAD COEJECUTORA:**  
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**



**Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales**  
**Escuela de Ingeniería Agropecuaria**  
**Ciudadela El Olivo**  
**Casilla Postal 199**  
**Teléfono (06) 2953-461**  
**Ibarra**

**AUSPICIA:**  
**SECRETARÍA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

VICEPRESIDENCIA  
DE LA REPÚBLICA



**“Nematodo del rosario de la raíz” (*Nacobbus aberrans*) y “nematodo del nudo de la raíz” (*Meloidogyne incognita*): epidemiología, importancia y pertinencia de desarrollar un sistema de manejo integrado para optimizar su control en tomate de mesa en el Valle del Chota.**

**Coordinador General y Edición:** Jorge Revelo

**Correctores de Texto:** Luis Rodriguez  
Sandra Garcés  
Miguel Rivadeneira  
Iván Reinoso

**Fotografías:** Jorge Revelo  
Alicia Sandoval  
Luis Lomas  
Gabriela Sánchez  
Andrés Corrales

**Diseño:** Jorge Revelo

<b>Personal Técnico:</b>	Jorge Revelo	INIAP-EESC
	Carlos Cazco	UTN
	Néstor Castillo	INIAP-EESC
	Alicia Sandoval	UTN
	Gabriela Sánchez	UTN
	Luis Lomas	UTN
	Andrés Corrales	UTN

**Diagramación e impresión:** AG-GRAFISTAS

**Diseño portada:** Jorge Revelo

**Financiamiento:** Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT)  
Universidad Técnica del Norte (UTN)  
Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

**BOLETÍN TÉCNICO N° 129**

© Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Universidad Técnica del Norte (UTN), Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT).

---

## Agradecimiento

---

A la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT), por facilitar el financiamiento de esta publicación.

Al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en la persona del Dr. Julio C. Delgado, Director General del Instituto, por su apoyo en la ejecución de la investigación, insumo de la presente publicación; al personal técnico del Departamento Nacional de Protección Vegetal de la Estación Experimental Santa Catalina, por el apoyo recibido y a los miembros de los Comités Técnico y de Publicaciones, por sus valiosas recomendaciones.

Al Dr. Javier Franco de la Fundación de Producción e investigación de Productos Andinos (PROINPA), Proyecto MIP, Cochabamba, Bolivia, por facilitarnos la literatura necesaria sobre *Nacobbus aberrans* y por sus acertadas sugerencias que permitieron realizar exitosamente el Proyecto de investigación.

Al Ingeniero Miguel Echeverría, Administrador de la Granja Yuyucocha de la Universidad Técnica del Norte, por la colaboración en la ejecución de los ensayos en los invernaderos.

A los agricultores de las principales zonas tomateras del Valle del Chota, Carchi e Imbabura, por haber permitido muestrear sus terrenos e invernaderos y también por su participación en el diagnóstico.

A nuestros familiares por su permanente apoyo incondicional.

**Los Autores**



---

## Presentación

---

La Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, a través del Área de Nematología del Departamento de Protección Vegetal, en conjunto con la Universidad Técnica del Norte, a través de la Escuela de Ingeniería Agropecuaria de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales y con el soporte financiero de la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT), durante el período del 2006 al 2007, realizan la caracterización de varios aspectos epidemiológicos del "nematodo del rosario de la raíz" (*Nacobbus aberrans*), principalmente, y del "nematodo del nudo de la raíz" (*Meloidogyne incognita*), en las principales zonas de cultivo de tomate de mesa del Valle del Chota, ubicadas en las parroquias de Pimampiro, Ambuqui y Sigsipamba de la provincia de Imbabura y en las parroquias de San Rafael, Los Andes y Monte Olivo de la provincia del Carchi, cuyos resultados se exponen en este documento y muestran la importancia de los mismos como parásitos y la pertinencia de desarrollar un sistema de manejo integrado.

En esta publicación, concretamos los resultados y las experiencias adquiridas durante el desarrollo de la investigación, salvando una serie de obstáculos con dedicación y perseverancia, con la única meta de generar conocimientos sobre estos dos nematodos, insumo que se espera servirá en la orientación del desarrollo de una adecuada estrategia de combate, amigable con el ambiente y la salud de productores y consumidores de esta hortaliza.

Esto hace que dejemos constancia de nuestro agradecimiento a las personas e instituciones que contribuyeron en el desarrollo exitoso de la investigación que culminó con la publicación del presente documento y que ponemos a disposición de investigadores, extensionistas, técnicos, estudiantes, productores y demás interesados en la producción del tomate de mesa y en la protección sanitaria de las plantas cultivadas.

En él se expone información valiosa sobre la situación actual de estos dos importantes nematodos en el cultivo de tomate de mesa en el Valle del Chota, la misma que se espera oriente la realización de trabajos de investigación complementarios hacia el desarrollo de un sistema de manejo integrado.

**Los Autores**





# Contenido

	Página
<b>PRESENTACIÓN</b>	VII
<b>RESUMEN</b>	XI
<b>ANTECEDENTES</b>	1
<b>OBJETIVOS</b>	3
<b>HIPÓTESIS</b>	4
<b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	5
1. Parámetros para considerar a un nematodo como plaga	5
1.1. Detección	5
1.2. Incidencia y Severidad	6
1.3. Pérdidas de rendimiento	8
2. Especies de <i>Nacobbus</i> y de <i>Meloidogyne</i>	9
3. Bioecología de <i>N. aberrans</i> y de <i>M. incognita</i>	10
4. Distribución geográfica y rango de hospederos de <i>Nacobbus</i> y de <i>Meloidogyne</i>	12
5. Daño y síntomas causados por <i>N. aberrans</i> y <i>M. incognita</i> al tomate de mesa	14
6. Importancia económica y pérdidas	15
7. Respuesta de las plantas al parasitismo de nematodos	15
8. Manejo de pestes	20
9. Manejo del cultivo de tomate de mesa y sistema de producción	22
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	23
1. Muestreo para determinar la incidencia, distribución, severidad y las especies de <i>Nacobbus</i> y de <i>Meloidogyne</i>	23
2. Determinación del rango de hospederos de <i>N. aberrans</i>	27
3. Generación de las curvas de reproducción de <i>N. aberrans</i> y de pérdidas	28
4. Verificación de la resistencia a <i>M. incognita</i> y determinación del comportamiento al parasitismo de <i>N. aberrans</i> de las principales variedades comerciales de tomate de mesa.	30
5. Determinación de la dinámica poblacional de <i>N. aberrans</i> y <i>M. incognita</i> en las prácticas del cultivo de tomate de mesa	30
6. Descripción del manejo del cultivo de tomate de mesa	32
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	34
1. Incidencia, distribución, severidad y especies	34
2. Rango de hospederos de <i>N. aberrans</i>	45
3. Curvas de reproducción de <i>N. aberrans</i> y de pérdidas	48
4. Resistencia a <i>M. incognita</i> y comportamiento a <i>N. aberrans</i> de las variedades	52
5. Dinámica poblacional de <i>N. aberrans</i> y <i>M. incognita</i> en las prácticas culturales	55
6. Manejo del cultivo de tomate de mesa	59
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	67
<b>LITERATURA CITADA</b>	70



---

## Resumen

---

De mayo del 2006 a junio del 2007, en las principales zonas de cultivo de tomate de mesa del Valle del Chota, ubicadas en las parroquias de Pimampiro, Ambuqui y Sigsipamba de la provincia de Imbabura y en las parroquias de San Rafael, Los Andes y Monte Olivo de la provincia del Carchi, se colectaron 61 muestras de suelo y de raíces de tomate de mesa, en campo e invernaderos, para determinar la incidencia, severidad, distribución y verificar las especies de *Nacobbus* y de *Meloidogyne*, también se realizaron 36 entrevistas a agricultores para conocer el manejo del cultivo e identificar probables factores que intervienen en la incidencia, severidad y distribución de los dos nematodos. Paralelamente, en invernaderos de la granja Yuyucocha de la Universidad Técnica del Norte-Ibarra, se realizaron ensayos para determinar: el rango de hospederos de *Nacobbus* sp.; la curva de pérdidas para estimar las pérdidas causadas por *Nacobbus* sp. al tomate de mesa, el umbral de daño y el nivel de equilibrio de la población; la resistencia a *Meloidogyne* sp. y el comportamiento al parasitismo de *Nacobbus* sp. de las principales variedades comerciales de tomate de mesa; la dinámica poblacional de los dos nematodos en las prácticas culturales más usuales del sistema de producción del tomate de mesa.

El objetivo principal fue generar conocimientos básicos sobre la epidemiología o comportamiento de *Nacobbus* sp. y de *Meloidogyne* sp., para determinar la importancia como plagas del tomate de mesa en el Valle del Chota, su problemática actual y establecer la pertinencia de desarrollar un sistema de manejo integrado para optimizar su control.

Los resultados del muestreo indican que las especies que prevalecen en las principales zonas tomateras del Valle del Chota, corresponden a *Nacobbus aberrans* y a *Meloidogyne incognita*. *M. incognita* presenta mayor incidencia y distribución que *N. aberrans*, pero similar severidad. Las parroquias de Pimampiro en Imbabura y Los Andes en Carchi presentan mayor incidencia de *N. aberrans* a altitudes de 1620 a 2400 msnm. *M. incognita* se encuentra en la mayoría de las zonas tomateras entre altitudes de 1620 a 2550 msnm. La mayoría de agricultores aseveran tener el problema de nematodos pero indican que no son problema por las buenas cosechas que obtienen. Las fuentes que intervienen en la diseminación de estas plagas son: la mala calidad sanitaria de las plántulas de sus semilleros, el sistema de riego por inundación utilizado en el campo, los cultivos utilizados en la rotación, que reducen la población de *N. aberrans*, pero incrementan la población de *M. incognita*, y el monocultivo intenso de tomate en invernadero que incide en la severidad de estos nematodos, al propiciar el incremento de la población a niveles altos. El rango de hospederos de *N. aberrans* es amplio, pero el bledo, melloco, cenizo, quínoa, lechuga, nabo chino, pepinillo, oca, chamico, entre otros, que se comportan como hospederos deficientes, podrían funcionar como cultivos trampas para reducir su población, pero es necesario determinar su respuesta como hospederos de *M. incognita*. 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 es de 46 veces y ocurre a un nivel de población inicial de 1 huevo y estado larval J2 por g de suelo. El nivel de equilibrio de la población es de 180 huevos y estados larvales J2/g de suelo, características que indican que esta variedad es muy tolerante. Las variedades e híbridos de tomate de mesa disponibles en los mercados locales de Ibarra y Quito, son resistentes o tolerantes a *M. incognita* y tolerantes a *N. aberrans*, excepto la variedad Sheila que es susceptible no tolerante a *M. incognita*. La remoción del suelo y la incorporación de gallinaza fresca al suelo, no reducen la población de *N. aberrans* y *M. incognita*, pero la gallinaza induce una reproducción baja de los dos nematodos e influye en la obtención de mejores rendimientos por efecto nutricional; los cultivos de

cebolla, fréjol y maíz, son adecuados para reducir la población de *N. aberrans*, pero no para *M. incognita* lo que dificulta su utilización en lotes donde estén presentes los dos nematodos, pero sí es práctico en lotes infestados por *N. aberrans*.

En los dos sistemas de producción, el problema de los nematodos agalladores es superado, principalmente, por la resistencia o tolerancia de las variedades e híbridos que cultivan, la aplicación de Furadan antes del transplante o al momento de la siembra, la aplicación de materia orgánica (principalmente gallinaza) en campo e invernadero y por la rotación con cebolla, fréjol, vainita y maíz. En invernadero, en pocos casos, mediante la siembra e incorporación de cebada, vicia y avena como abono verde a los 2 meses.

Los agricultores desconocen las cualidades de resistencia o tolerancia a *Verticillium*, a *Fusarium* razas 1 y 2, a virus del mosaico del tabaco y a nematodos del género *Meloidogyne incognita*, principalmente, y a *M. arenaria* y *M. javánica*, de las variedades e híbridos de tomate y también la tolerancia a *N. aberrans*. Existe un buen número de variedades e híbridos para establecer sistemas de rotación de materiales resistentes y tolerantes para evitar el daño de estos nematodos y la presión de selección de razas. El uso de estas variedades permite desechar el uso de Furadan, nematicida peligroso el cual es conveniente reemplazarlo con un producto de naturaleza biológica.

Los resultados obtenidos permiten concluir que *N. aberrans* y *M. incognita*, constituyen plagas importantes del tomate de mesa en las principales zonas tomateras del Valle del Chota y que es pertinente desarrollar un sistema de manejo integrado para optimizar su control.

Se recomienda: a) desarrollar un sistema de manejo integrado de *M. incognita* y *N. aberrans* para la producción de tomate de mesa bajo invernadero, principalmente, partiendo de la información obtenida, para optimizar su control y eliminar el uso de Furadan; b) determinar el comportamiento a *M. incognita* de los cultivos y malezas evaluados al parasitismo de *N. aberrans*; c) evaluar en camas de invernadero, la eficiencia de reducción de la población de *N. aberrans* y *M. incognita* de los cultivos y malezas calificados como hospederos deficientes, a fin de detectar posibles plantas trampas; d) identificar una alternativa, de preferencia de naturaleza biológica, que reemplace a Furadan; e) con niveles de población inicial crecientes y mayores a 20 huevos y estados juveniles J2, de *N. aberrans* y de *M. incognita*, generar curvas individuales de pérdidas y de reproducción en las variedades de tomate de mesa más cultivadas, para estimar los umbrales de daño, los niveles de equilibrio de la población y las pérdidas máximas; f) desarrollar sistemas de rotación integrando variedades de tomate de mesa resistentes, tolerantes y cultivos no hospederos de *M. incognita* y *N. aberrans*; g) planificar y ejecutar programas de difusión de los conocimientos generados y de capacitación de agricultores sobre manejo de nematodos y uso racional de plaguicidas.

---

## Antecedentes

---

El "nematodo del rosario de la raíz", o "falso nematodo del nudo", *Nacobbus* sp, es un endoparásito sedentario que, según Jensen *et al.* (1979), constituye una plaga de importancia económica en Estados Unidos, Perú, Bolivia, Argentina, Chile, México, Inglaterra, India, Rusia y Ecuador.

En Ecuador, en 1982 se reporta la presencia de *Nacobbus* sp. parasitando raíces de tomate de mesa (INIAP, 1982; MAG, 1986) únicamente en los valles templados del Chota, Pimampiro, Guayllabamba y Baños, especialmente en las formaciones ecológicas bhMb, eeMB y con mayor incidencia en la mePM (Eguiguren y Défaz, 1992), pero no se reporta el grado de severidad o grado de infestación de los campos y la especie. Sin embargo, el MAG (1986), en el Inventario de plagas, enfermedades y malezas del Ecuador, considera a *Nacobbus* sp., como una plaga de incidencia moderada, limitada a ciertas regiones y de control obligatorio particular.

En el caso particular de las principales zonas tomateras del Valle del Chota, ubicadas en las parroquias de Pimampiro, Ambuqui y Sigsipamba de la provincia de Imbabura y en las parroquias de San Rafael, Los Andes y Monte Olivo de la provincia del Carchi, en la zona de vida bsMB, este nematodo no es muy conocido como plaga del tomate de mesa y de otros cultivos de importancia económica. Su característica de formar agallas o nudos en el sistema radical, ha llevado a que sea confundido con nematodos del genero *Meloidogyne*, con el que comparte el mismo medio y algunos hospederos.

El hecho de que en varias ocasiones se ha observado el sistema radical del tomate de mesa parasitado por *Nacobbus* sp. y por *Meloidogyne* sp., y a que *Nacobbus* inhibe el desarrollo de larvas de *Meloidogyne* en sitios cercanos donde se forma el sincitio (sitio de alimentación) que da lugar a la formación de la agalla, es decir que induce un "territorio fisiológico", llevó a sospechar que en la actualidad *Nacobbus* sp. presentaría mayor incidencia y severidad que *Meloidogyne* sp. en las zonas tomateras antes mencionadas.

Además, al considerar que en estas zonas la agricultura se ha diversificado e intensificado en los últimos 20 años, mediante el uso intensivo de híbridos de tomate con resistencia a *Meloidogyne* spp. pero probablemente susceptibles a *Nacobbus* sp., dio lugar a pensar que la incidencia actual de *Nacobbus* sp. sería alta, que presentaría una distribución amplia, que los campos presentarían niveles altos de infestación (severidad) y que su rango de hospederos sería amplio, aspectos que eran necesarios determinar para establecer si *Nacobbus* sp. constituía una plaga importante del cultivo de tomate de mesa; además, considerando que en Ecuador no se reporta a este nematodo parasitando a papa, se pensó que la especie de *Nacobbus* no correspondería a *N. aberrans*, aspecto que también era necesario verificar.

Por otra parte, al considerar que bajo condiciones de invernadero *Nacobbus* sp. causa pérdidas de 60 a 70% (INIAP, 1982) o de 68 a 75% (Eguiguren y Défaz, 1992) y *M. incognita* 36, 43 y 47%, en las variedades de tomate de mesa Sheila, Sahel y Charleston, respectivamente (Revelo *et al.*, 2006), se podría asumir que estos dos nematodos constituyen un factor limitante de la producción del tomate de mesa; sin embargo, estas pérdidas podrían ser mayores debido a prácticas de monocultivo intensivo, especialmente cuando el tomate es cultivado

en invernadero, pérdidas que era necesario actualizar para establecer la importancia de estos nematodos como plagas de este cultivo.

Sin embargo, para establecer la verdadera importancia de un nematodo como parásito de un cultivo, es necesario conocer varios aspectos de su epidemiología como: su distribución en términos de incidencia (presencia o ausencia), los niveles de infestación de los suelos y las pérdidas de rendimiento (severidad de daño), factores que son influenciados por el rango de hospederos, el sistema de producción y por las labores culturales, aspectos últimos que también deben conocerse.

El conocimiento generado en Ecuador sobre aspectos epidemiológicos de *Nacobbus* sp., es escaso. Se concreta a informes de su presencia en tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill), pepino (*Cucumis sativus* L.), ají (*Capsicum annuum* L.), aspha quinua (*Chenopodium* sp.) (INIAP, 1982; Eguiguren y Défaz, 1992), tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendt.) y zanahoria (*Daucus carota* L.) (MAG, 1986), rango de hospederos que se considera incompleto. El conocimiento preciso del rango de hospederos es vital para establecer esquemas de rotación para reducir su población o para evitar su daño; sus hospedantes coadyuvan a que este nematodo incremente su población y su dispersión.

Para el control de *Nacobbus* sp., los agricultores no disponen de alternativas eficientes, debido a que no han sido desarrolladas; sin embargo, a pesar del desconocimiento de su existencia y principalmente de que sus síntomas han sido confundidos con aquellos causados por el nematodo del nudo de la raíz, *Meloidogyne incognita*, ellos realizan algunas prácticas culturales (aplicación de gallinaza y rotación con maíz, cebolla y fréjol) y de control (aplicación de nematicidas en forma irracional) (INIAP, 1982), prácticas que es 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, para conocer varios aspectos de la epidemiología de *Nacobbus* sp., principalmente, y adicionalmente de *Meloidogyne* sp., a fin de disponer de un entendimiento científico de su comportamiento para determinar su importancia como plagas, su problemática actual y la pertinencia de desarrollar un sistema de manejo integrado para optimizar su control.

La presente investigación se realizó con los siguientes objetivos:

---

## Objetivos:

---

### a) General

- Generar conocimientos básicos sobre la epidemiología de *Nacobbus* sp. y de *Meloidogyne* sp., para determinar la importancia como plagas del tomate de mesa en el Valle del Chota, su problemática actual y establecer la pertinencia de desarrollar un sistema de manejo integrado para optimizar su control.

### b) Específicos

1. Determinar la incidencia y severidad de *Nacobbus* sp. y de *Meloidogyne* sp. en el suelo de lotes e invernaderos dedicados al cultivo de tomate de mesa.
2. Verificar la especie de *Nacobbus* y de *Meloidogyne*.
3. Determinar el rango de hospederos (cultivos y malezas) de *Nacobbus* sp.
4. Generar la curva de pérdidas para estimar las pérdidas causadas por *Nacobbus* sp. al tomate de mesa, el umbral de daño y el nivel de equilibrio de la población.
5. Verificar la resistencia a *Meloidogyne* sp. y determinar el comportamiento al parasitismo de *Nacobbus* sp., de las principales variedades comerciales de tomate de mesa.
6. Conocer la dinámica poblacional de *Nacobbus* sp. y de *Meloidogyne* sp., en relación a las prácticas culturales más usuales del sistema de producción del tomate de mesa.
7. Conocer el manejo del cultivo de tomate de mesa, para identificar probables factores que intervengan en la distribución, incidencia y severidad de *Nacobbus* sp. y de *Meloidogyne* sp.

---

## Hipótesis de trabajo

---

- Ho1. La incidencia y severidad de *Nacobbus* sp, y de *Meloidogyne* sp., en el Valle del Chota no es significativa.
- Ho2. Las especies de *Nacobbus* y de *Meloidogyne*, en el Valle del Chota, no corresponden a *Nacobbus aberrans* y a *Meloidogyne incognita*, respectivamente.
- Ho3. El rango de hospederos de *Nacobbus* sp., es pequeño.
- Ho4. Las pérdidas que *Nacobbus* sp. causa al tomate de mesa son mayores a 30%, el umbral de daño es mayor a 10 larvas y huevos/g de suelo y el nivel de equilibrio de la población es mayor a 20 larvas y huevos/g de suelo.
- Ho5. Las variedades e híbridos de tomate de mesa resistentes a *Meloidogyne incognita*, no presentan resistencia a *Nacobbus* sp.
- Ho6. Al menos una de las labores culturales que los productores practican en su sistema de producción de tomate de mesa, reduce en alguna medida la población de los dos nematodos.
- Ho7. En el manejo del cultivo de tomate de mesa, existe al menos un factor que interviene en la distribución, incidencia y severidad de *Nacobbus* sp. y de *Meloidogyne* sp.



---

# Revisión Bibliográfica

---

## 1. Parámetros para considerar a un nematodo como plaga

El conocimiento sobre la presencia de un nematodo fitoparásito en una área, zona o región determinada (INCIDENCIA), la magnitud de su distribución, el grado de infestación de los campos (aspecto que guarda relación directa con las pérdidas de rendimiento) y la estimación de la magnitud de las pérdidas (SEVERIDAD), son parámetros que generalmente se consideran para catalogar a un nematodo como plaga o no (Ramos *et al.*, 1998) y que establecen la pertinencia de desarrollar un sistema de manejo integrado.

Para conocer lo indicado, es necesario realizar lo siguiente:

### 1.1. Detección

#### Muestreo

Uno de los objetivos del muestreo es establecer la importancia de un nematodo como plaga de un cultivo en una zona o región determinada, mediante el conocimiento de su incidencia (presencia o ausencia), su distribución y la severidad de daño (grado de infestación del campo) (Ramos *et al.*, 1998; Manzanilla-López *et al.*, 2002).

Para esto, en el desarrollo del protocolo de muestreo se considera el grado de precisión con que se desee detectar a un nematodo determinado, para lo cual se establece el tamaño de la muestra, se decide la necesidad de coleccionar suelo y raíces, se determina la época de muestreo y se selecciona el método de extracción más eficiente (Barker, 1985).

En la determinación del tamaño de muestra se considera la distribución horizontal de los nematodos que es en parches o en tipos de contagio por la tendencia a la agregación de los mismos y la distribución vertical que esta estrechamente asociada con la distribución de las raíces, concentrándose la mayor densidad de población de la mayoría de nematodos, en la capa arable del suelo comprendida de 0 a 30 cm de profundidad (Barker, 1985).

El conocimiento de la biología y de las relaciones hospedero-nematodo del o los nematodos involucrados, orientan a tomar la decisión de coleccionar suelo y raíces y seleccionar el método de extracción (Barker, 1985). Además, el conocimiento de la dinámica de la población durante el desarrollo del cultivo (fenología) y su manejo, orientan a establecer la época de muestreo.

En el caso particular de las principales zonas tomateras del Valle del Chota donde se cultiva el tomate de mesa durante todo el año, en campo e invernadero, con riego por inundación y por goteo, respectivamente, es posible muestrear en cualquier época del año; sin embargo, lo recomendable es muestrear lotes con plantaciones en estado de floración o cerca de cumplir su ciclo, porque en estas épocas se encuentra la máxima población de huevos y estados larvales J2 de *N. aberrans* y de *M. incognita*, en el sistema radical.

Para una área de 1 a 2 hectáreas, una muestra de suelo compuesta por 10 a 30 sub muestras tomadas en zig-zag con un barreno o pala de jardín hasta 30 cm de profundidad, desechando los primeros 5 cm, proporciona una

adecuada información para estimar la población cuando ésta es alta; cuando la población es baja, es necesario incrementar el número de sub muestras. En el caso de siembras consecutivas de tomate de mesa bajo invernadero, que resulta en densidades de población altas, el número de sub muestras es menor. De la muestra total se coloca 1 kg de suelo en una bolsa de plástico y se adjunta una etiqueta indicando: localidad, cultivo actual, cultivo anterior, variedad, fecha de muestreo, propietario, altitud, etc. En el caso de muestreo de plantas, se extrae el sistema radical de varias plantas tratando de cubrir todo el lote o invernadero y luego se coloca las raíces en la misma bolsa que contiene el suelo, se las cubre y se transportan al laboratorio para calificar el grado de agallamiento y luego la densidad de población (Barker, 1985; Ortuño *et al.*, 2005).

De manera general la densidad de población de nematodos se expresa en número de individuos por unidad de volumen o peso de suelo (nematodos en 1 cm<sup>3</sup> o en 1 g de suelo) y en huevos y J2 en 1 g de raíces.

### **Métodos de extracción**

El método más adecuado para extraer del suelo individuos larvales de *N. aberrans* y *M. incognita*, es el Elutriador de Oostembrink y filtro de algodón desarrollado por Oostembrink (1960), citado por Van Eck *et al.* (1984).

El método más eficiente para extraer la población de huevos y estados larvales J2 de *N. aberrans* y *M. incognita*, es la técnica de maceración (licuado y agitación) en hipoclorito de sodio desarrollado por Hussey y Barker (1973).

### **1.2. Incidencia y Severidad**

De acuerdo con Teng y Jonson (1988), citados por Manzanilla-López *et al.* (2002), la incidencia de una enfermedad describe la proporción de individuos infectados dentro de una población de hospederos, mientras que la severidad de la enfermedad describe la proporción de tejido del hospedero que muestra síntomas.

La evaluación de una enfermedad de acuerdo a su incidencia y severidad, depende del tipo de enfermedad y del objetivo de la evaluación; así, en el caso de *N. aberrans*, según Fernández, 1991; Flores, 1996; Lanza, 1996, citados por Ramos *et al.* (1998), el porcentaje de incidencia se estima al dividir el número de muestras positivas para el número total de muestras tomadas y el resultado multiplicado por 100. En cambio, en relación a la severidad o daño de *N. aberrans*, que consiste en algún efecto deletéreo en el hospedero que causa pérdidas en el valor económico, Manzanilla-López *et al.* (2002) manifiestan que no ha sido evaluada con un método estándar por varios autores.

Al respecto, algunos autores estiman la severidad de daño de *Nacobbus* por el número de agallas en el sistema radical de las plantas de papa, en época de floración o en un bioensayo (Rivera, 1994; Ali, 1995; Siles *et al.*, 1996, citados por Ramos *et al.*, 1998). Otros consideran el número de nematodos en 100 g de suelo (Lanza, 1996; Alconz, 1997, citados por Ramos *et al.*, 1998) y estiman las pérdidas de rendimiento al relacionar el rendimiento con la densidad de la población del nematodo, bajo condiciones de campo e invernadero.

En Bolivia, para estimar las pérdidas esperadas de producción en papa por *N. aberrans* y con el fin de obviar las variaciones de criterios en la evaluación de la severidad de daño de este nematodo, Rivera (1994) y Rivera *et al.* (1993), citados por Ramos, *et al.* (1998), desarrollan una escala de 5 grados (0 a 4) que permite determinar la infestación del suelo por *N. aberrans* a través del número de nudos en la raíz (Cuadro 1); luego globalizan la

severidad de este nematodo por comunidad, utilizando la información sobre el grado de severidad determinada en cada una de las parcelas evaluadas con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Severidad} = \frac{X1*1 + \dots + X4*4}{A*4} \times 100$$

Donde:

X1 = Número de parcelas con grado 1

X4 = Número de parcelas con grado 4

A = Número total de parcelas consideradas

**Cuadro 1.** Escala de infestación del suelo por *N. aberrans*, a través del número de nudos en raíces.

Grado	Número de nudos	Infestación del suelo
0	0	Libre
1	1 – 10	Ligera
2	11 – 30	Moderada
3	31 – 75	Elevada
4	> 75	Fuerte

Fuente: Rivera, 1994; Rivera *et al.*, 1993, citados por Ramos, *et al.*, 1998.

A su vez, Lanza (1996) y Alconz (1997), citados por Ramos, *et al.* (1998), determinaron el nivel de infestación de los suelos considerando el número de individuos (estados infectivos) de *N. aberrans* en 100 gramos de suelo. La escala que utilizaron fue la que se indica en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Infestación del suelo en función del número de individuos de *Nacobbus aberrans* en 100 gramos de suelo.

Grado	No. individuos/100 g de suelo	% de infestación del suelo	Calificación
0	0	0	Libre
1	1 – 15	25	Bajo
2	16 – 30	50	Moderado
3	31 – 70	75	Alto
4	> 70	100	Muy alto

Considerando que las escalas mencionadas son más cualitativas que cuantitativas y la confusión que causa esta diversidad de criterios entre autores para definir el grado de infestación de los suelos por *N. aberrans*, Ramos *et al.* (1998) en un intento por solucionar este problema, proponen la escala que se indica en el Cuadro 3, para lo cual la severidad de daño medida por la presencia de nudos en las raíces, la relacionan con un equivalente de número de individuos por 100 g de suelo y con las pérdidas de rendimiento que ocasiona a la papa.

**Cuadro 3.** Determinación de los niveles de infestación de los suelos por *N. aberrans* y pérdidas de rendimiento a través del número de nudos por planta y el número de individuos por 100 gramos de suelo.

Grado de infestación del suelo	No. individuos/100g* de suelo	No. nudos/planta*	Pérdidas de rendimiento (%) **
Libre	0	0	0
Incipiente	1 – 15	1 – 15	33
Media	16 – 30	16 – 30	68
Alta	31 – 75	31 – 75	77
Muy alta	> 75	> 75	88

Fuente: \*Lanza, 1996; Alconz, 1997; Tola, 1997; \*\*Siles, 1996, citados por Ramos *et al.*, 1998.

### 1.3. 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), estudio que se realiza en macetas y bajo condiciones de invernadero. La curva de pérdidas permite estimar el nivel de tolerancia (umbral de tolerancia), las pérdidas máximas y el umbral económico.

Este estudio también permite generar la curva de reproducción del nematodo, para lo cual se relacionan niveles crecientes de población inicial del nematodo (P1) y sus respectivos niveles de población final (Pf) mediante la ecuación desarrollada por Fujita y Utida (1953), citada por Oostembrink (1966):  $Pf = \frac{1}{b + c Pi} S$

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), S = proporción de la población (padres) que mueren durante el periodo de reproducción. En esta curva se estima el incremento máximo del nematodo y el nivel o densidad de equilibrio (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 (Pi) 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  $y = m + (1-m) Z^{P-T}$ , donde y = rendimiento relativo, m = rendimiento relativo mínimo,  $Z < 1$ , P = densidad inicial del nematodo,  $Z^{-T} = 1.05$ , y T = límite de tolerancia (Seinhorst, 1972), fue determinado para las variables peso fresco total, peso del follaje, y peso de la

raíz, a valores de Pi de 0.77, 0.54 y 0.19 J2/cm<sup>3</sup> de suelo, respectivamente. El rango máximo de incremento de la población del nematodo fue 32x y ocurrió a una Pi = 4 J2/ cm<sup>3</sup> de suelo. La relación Pf/Pi fue negativamente correlacionado con la Pi. En este experimento, en Kochia no se observó supresión del crecimiento a ningún nivel de Pi, 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 Pi 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 cm<sup>3</sup> 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.

## 2. Especies de *Nacobbus* y de *Meloidogyne*

***Nacobbus***. 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 y 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).

Para diferenciar las dos especies, se han considerado varias características de las hembras juveniles y adultas de este nematodo. Según Sher (1970) la diferencia entre *N. aberrans* y *N. dorsalis* es el número de anillos entre la vulva y el ano de hembras juveniles: 15 a 24 para la primera y 8 a 14 para la segunda. En *N. dorsalis* la forma del cuerpo de las hembras adultas es redonda con una región posterior elongada y en *N. aberrans* el cuerpo es globoso con los extremos aguzados y sin la región posterior elongada; en *N. dorsalis* los huevos quedan retenidos en el cuerpo, mientras que en *N. aberrans* los huevos son depositados en una masa gelatinosa (matriz) fuera de los tejidos de la agalla.

En Ecuador, en poblaciones del nematodo colectadas de raíces de tomate de mesa y falsa quíinoa, se determina a la especie *N. aberrans* (Quimí, 1979).

***Meloidogyne***. Las especies más comunes, económicamente importantes y causantes del 90% de daño a cultivos agrícolas, a nivel mundial, son: *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. hapla* (Eisenback *et al.*, 1983).

Según Eisenback *et al.* (1983), las principales características de estas especies, basadas en la morfología de los modelos perineales de los genitales de hembras adultas, son:

*Meloidogyne incognita*. La característica determinante para identificar a esta especie es arco dorsal alto, cuadrado y sin líneas laterales claramente visibles.

*Meloidogyne javanica*. La característica determinante para identificar a esta especie es arco bajo a redondeado y con líneas laterales bien visibles que separan las estrías dorsales de las ventrales; sin embargo, en ocasiones el arco puede ser alto.

*Meloidogyne arenaria*. Arco dorsal con "hombreras", formadas por ondulaciones pronunciadas de las estrías dorsales, cerca de las líneas laterales que son visibles, y las estrías que se bifurcan, también cerca de las líneas laterales, son los caracteres más importantes de esta especie.

*Meloidogyne hapla*. El modelo perineal no presenta líneas laterales bien visibles; en conjunto, presenta la forma de hexágono redondeado a óvalo aplanado y la presencia de puntuaciones en el área en que termina la cola.

### 3. Bioecología de *N. aberrans* y de *M. incognita*

#### ***N. aberrans***

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 (1979), poblaciones de *N. aberrans* provenientes de Guayllabamba, Ecuador, completaron su ciclo de vida en 35 días en tomate de mesa, a 25 °C.

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 (Costilla, 1985).

**Huevo:** es oval, de aproximadamente 75 micrones de longitud. 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. Presumiblemente la supervivencia del nematodo en el invierno, es en el estado de huevo que se conserva en las raíces de las plantas (Mejía, 1996; PROINPA, 1995, citados por Ortuño *et al.*, 2005).

**Primer estadio juvenil (J1):** una semana después de la primera división celular durante el proceso de embriogénesis, se forma el primer estadio juvenil (J1), que desarrolla rápidamente y se enrosca tres o cuatro veces dentro de la cubierta del huevo (Costilla, 1985).

**Segundo estadio juvenil (J2):** la primera muda (J1 a J2) ocurre dentro del huevo y se completa en tres a cuatro días. La eclosión del huevo libera al segundo estado juvenil en el suelo. Es pequeño de aproximadamente 0,34 mm de largo. Posee gran movilidad por lo que constituye el estado más infectivo (PROINPA, 2005, citado por Ortuño *et al.*, 2005). Cuando contacta las raíces de las plantas, a menudo penetra inmediatamente. Aunque

los juveniles ingresan principalmente por detrás de la cápsula de la raíz, la penetración puede ocurrir por otros lugares: por puntos donde las raíces laterales emergen o por tejidos agallados rodeando hembras adultas (Hussey, 1985). Dentro de las raíces, los juveniles se mueven intracelularmente hasta encontrar una localización favorable para alimentarse. Una vez que la alimentación comienza, las células en el lugar de alimentación (tejido vascular) incrementan su tamaño seguido por la necrosis de las células corticales (Costilla, 1985).

**Tercer estadio juvenil (J3):** provienen de la segunda muda que ocurre en la raíz o en el suelo (González, 1985, citado por Ortuño *et al.*, 2005). Su longitud se aproxima a los 0.55 mm y su intestino es más oscuro por el alto número de gránulos de grasa. Son menos activos que el J2, sin embargo, aún pueden dejar la raíz y reingresar, aunque mayormente tienden a permanecer en estado de quiescencia en forma de "C" (Canto, 1990; González, 1985, citado por Ortuño *et al.*, 2005). El sexo puede ser determinado al fin de este estado, por el desarrollo de las gónadas, su tamaño relativo y su posición (Clark, 1967, citado por Ortuño *et al.*, 2005).

**Cuarto estadio juvenil (J4):** proviene de la tercera muda, que generalmente ocurre en la raíz y algunas veces en el suelo (González, 1985, citado por Ortuño *et al.*, 2005). Su longitud aproximada es de 0.65 mm y tienen también el intestino oscuro. Se mantienen encorvados en un estado de quiescencia dentro de la corteza. Se caracteriza por su inmovilidad, dando la impresión de estar muerto. Las gónadas de las hembras se extienden detrás del lugar donde se formará la vulva y las gónadas del macho crecen rápidamente hacia el ano. El J4 puede resistir más las condiciones adversas (Costilla, 1985).

**Hembra joven o vermiforme:** mide aproximadamente 0,8 mm de longitud. 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 (González, 1985, citado por Ortuño *et al.*, 2005).

**Hembra adulta o globosa:** mide más de 1 mm de longitud y manifiesta un marcado dimorfismo sexual. La hembra vermiforme una vez que ubica la parte posterior de su cuerpo en la periferia de la corteza, esta se hincha en la parte media como consecuencia del desarrollo del ovario (un solo ovario), quedando con los extremos aguzados. Son sedentarias, estáticas sin cambiar de posición dentro los tejidos. A medida que ellas se alimentan las células circundantes se alargan y desarrollan agallas. Las partes posteriores de la hembra se alargan hacia la corteza y periferia, ocasionando una abertura en la superficie de la raíz a través de la que los huevos son descargados dentro de una matriz gelatinosa exudada por el nematodo (Brodie, 1984, citado por Ortuño *et al.*, 2005). La hembra puede también retener los huevos dentro de la parte posterior e interior de su cuerpo. La matriz gelatinosa es suave, fácilmente rompible, sin color y a medida que envejece se torna amarillenta.

**Macho:** tienen movilidad, son vermiformes con una longitud aproximada de 0.85 mm; generalmente se presentan en posición abierta y encorvada. La espícula es visible y la bursa o membrana copulativa es poco desarrollada. Se ubican en los nudos radicales, cerca a la hembra, y cuando el saco de huevos es producido, ellos se amontonan alrededor de este. Hasta seis machos han sido encontrados en una matriz, sugiriendo que la fertilización ocurre en este punto (Clark, 1967, citado por Ortuño *et al.*, 2005).

De acuerdo con Franco, citado por Ortuño *et al.* (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 *et al.* (2005), en este estado pueden permanecer viables hasta 10 años, lo que obligaría a realizar rotaciones prolongadas.

#### ***M. incognita***

El ciclo de vida de *M. incognita*, es similar a la de todas las especies de este género, sin embargo, la tasa de desarrollo depende de la temperatura y del hospedante (CATIE, 1990).

El ciclo de vida del nematodo concluye a los 25 días a una temperatura de 27 °C, pero tarda más tiempo a temperaturas más altas o más bajas (Agrios, 1988).

**Huevo:** los huevos son puestos por la hembra en estado de célula simple; estos se encuentran embebidos en una masa gelatinosa glicoproteínica (matriz), que los protege de la deshidratación; son ovalados, algunas veces elipsoidales, levemente cóncavos y pueden medir de 30 a 52 micras de ancho por 67 a 128 micras de largo, la hembra oviposita un promedio de 500 a 1000 huevos (Taylor y Sasser, 1983; CATIE, 1990).

**Larva:** luego que oviposita la hembra los huevos, en breves horas después comienzan el desarrollo hasta que se observa una larva completamente formada, siendo este el primer estadio larvario; poco después ocurre la primera muda y se produce el estado de larva infectivo la cual corta con su estilete la cáscara del huevo para migrar e invadir las raíces justamente sobre la caliptra de la raíz (Taylor y Sasser, 1983; CATIE, 1990).

La larva presenta una segunda muda y da lugar a la tercera etapa larvaria; luego ocurre una tercera muda y se desarrolla una cuarta etapa larvaria, en la cual es posible distinguirlo ya como individuo macho o hembra.

**Macho:** el macho sufre la cuarta y última muda y emerge de la raíz como un macho adulto vermiforme, el cual vive libremente en el suelo.

**Hembra:** la hembra de la cuarta etapa larvaria continúa aumentando de grosor y un poco más de longitud, sufre la última muda y se desarrolla en una hembra adulta, la cual continúa hinchándose y, fecundada o no por el macho, forma huevecillos que deposita en una cubierta protectora (matriz). El ciclo de vida puede concluir en 3 o 4 semanas, bajo condiciones ambientales óptimas (Taylor y Sasser, 1983).

Esta especie, al igual que todas las especies de nematodos, se reproduce sexualmente, pero cuando las condiciones no son apropiadas o favorables lo hacen partenogénicamente (asexual). Produce muchas generaciones durante el ciclo del cultivo, incrementando su población al final del mismo y, de esta forma, el inóculo para la siguiente siembra.

#### **4. Distribución geográfica y rango de hospederos de *Nacobbus* y de *Meloidogyne***



*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 (Cávense, 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), según citas de Manzanilla-López *et al.* (2002).

En Ecuador se ha encontrado a *Nacobbus* sp. en Pimampiro y en los valles de 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 (*Lycopersicon esculentum* Mill.), haba (*Vicia faba* L.), ají (*Capsicum pubescens* Ruiz & Pav.), papa (*Solanum tuberosum* L.), Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pav), melloco (*Ullucus tuberosus* Caldas), oca (*Oxalis tuberosa* Molina), zanahoria (*Daucus carota* L.), pimiento (*Capsicum annuum* L.), berenjena (*Solanum melongena* L.), calabaza (*Cucurbita pepo* L.), pepinillo (*Cucumis sativus* L.), tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendt), quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.)

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 (*Lycopersicon esculentum* Mill), pepino (*Cucumis sativum* L.), ají (*Capsicum annuum* L.) 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.

Prospecciones realizadas en las principales zonas paperas de Ecuador establecieron que este nematodo no se encuentra atacando a papa, por lo cual *Nacobbus* sp., únicamente se encuentra en Pimampiro y en los valles abrigados del Chota, Guayllabamba y Baños, zonas donde no se cultiva papa.

El género *Meloidogyne* se encuentra distribuido en todo el mundo, pero con mayor incidencia y severidad en regiones de clima cálido y tórrido e inviernos cortos y moderados. No se conocen los habitas originales de las

especies de este género. Ataca a más de 2000 especies de plantas incluyendo la mayoría de los cultivos (Agrios, 1988).

En Ecuador *Meloidogyne* está distribuido en todos los estratos geográficos y *M. incognita* es la especie más abundante con el 80 % de incidencia; las densidades poblacionales más altas se encuentran en las áreas climáticas calidas incluyendo los valles de la Sierra, atacando alrededor de 800 plantas hospedantes incluyendo malezas (Triviño y Quimí, 1984; Eguiguren *et al.*, 1992; Revelo, 2002).

Eguiguren *et al.* (1992) y Revelo (2002) señalan que en Ecuador este género está representado por cuatro especies cuya distribución y rango de hospederos es el siguiente:

*Meloidogyne incognita* se encuentra en las regiones de la costa, sierra y oriente. Parasita raíces de tomate riñón (*Lycopersicon esculentum* Mill), tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendt), fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), col (*Brassica oleracea* L.), papaya (*Carica papaya*), pimiento (*Capsicum annum* L.), arveja (*Pisum sativum* L.), haba (*Vicia faba* L.), tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), babaco (*Carica pentagona* Heilborn), banano (*Musa* sp.), alfalfa (*Medicago sativa* L.), grama, falsa naranjilla, guandul (*Cajanus cajan*), maíz (*Zea mayz* L.), maní (*Arachis hypogaea* L), rosas en invernadero, varias clases de flores de verano, naranjilla (*Solanum quitoense* Lam) y muchas malezas.

*Meloidogyne javanica* se encuentra en ciertos sectores de la costa. Parasita caña de azúcar y tomate.

*Meloidogyne hapla* se encuentra en ciertas zonas de la sierra. Parasita papa y actualmente rosas en invernadero.

*Meloidogyne arenaria* se encuentra en ciertos sectores de la sierra. Parasita raíces de piretro y fréjol.

## **5. Daño y síntomas causados por *N. aberrans* y *M. incognita* al tomate de mesa**

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 Stermerding, 1968; Clark, 1967; Inserta, *et al.*, 1983; Jones, 1981; Quimí, 1979, 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).

En el caso de *M. incognita*, los estados juveniles dañan las raíces de las plantas, formando nudos o agallas, que afectan la capacidad de absorción de agua y nutrientes, retardan el crecimiento, disminuye considerablemente los rendimientos y los frutos son de mala calidad. El daño puede ser más severo cuando el nematodo interactúa con

hongos y bacterias del suelo, formándose verdaderos complejos que disminuyen drásticamente la producción (Taylor y Sasser, 1983).

Los síntomas son similares a los causados por *Nacobbus*, produce síntomas de deficiencia de nitrógeno (clorosis) en la parte aérea, con tendencia a marchitarse durante los días calurosos (Taylor y Sasser, 1983).

## 6. Importancia económica y pérdidas

De los nematodos agalladores, *M. incognita*, es uno de los fitoparásitos de mayor importancia por el deterioro económico que produce, por su distribución mundial, su extenso grupo de hospederos y por su interacción con otros agentes como hongos y bacterias, constituyendo de esta forma uno de los mayores problemas para las plantas cultivadas en el mundo.

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.

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; sin embargo, se considera que es necesario actualizar las mismas.

En cuanto a *M. incognita*, Revelo *et al.* (2006), bajo condiciones de invernadero, determinaron pérdidas de 36, 43 y 47% en las variedades de tomate de mesa Sheila, Sahel y Charleston, respectivamente, en Yuyucocha Imbabura, lo que demuestra que este parásito es un factor limitante de la producción de esta hortaliza.

## 7. Respuesta de las plantas al parasitismo de nematodos

### Hospedante

De acuerdo con Ortuño *et al.* (2005) la presencia o ausencia de agallas en las raíces y de hembras adultas con matrices conteniendo huevos, es el criterio considerado por muchos investigadores para calificar a una planta como hospedante o no hospedante, respectivamente. Además señalan que en el caso de una especie hospedante, se califica como hospedante-eficiente, hospedante-moderadamente eficiente y hospedante-no eficiente, según el número de agallas que presente la planta en la raíz, pero no indican el número de agallas a considerar en cada calificación. También indican que un hospedante-eficiente corresponde a un genotipo susceptible porque permite la reproducción del nematodo, y que un hospedante-no eficiente y un hospedante-moderadamente eficiente, corresponden a un genotipo resistente o a uno parcialmente resistente, respectivamente, porque no permiten la reproducción del nematodo, o si esto ocurre, es en baja proporción, pero tampoco establecen valores de reproducción para cada uno.

Posteriormente, los anteriores autores, incorporan la tasa de multiplicación del nematodo como parámetro para identificar material resistente, para lo cual relacionan la población final con la población inicial ( $I = Pf/Pi$ ) y mencionan los siguientes criterios para calificar la respuesta de las plantas: resistente consideran a la planta donde el nematodo presenta un incremento menor a 1, y susceptible a la planta donde el nematodo presenta un incremento mayor a 1, criterios que se resumen en el Cuadro 4.

**Cuadro 4.** Criterios para calificar el tipo de hospedero a *Nacobbus aberrans*, a través de la presencia o ausencia de agallas, hembras adultas, matrices en las raíces y el índice de incremento de la población.

Nematodo			Respuesta	
En la raíz	Categoría	Reproducción ( $I = Pf/Pi$ )		
Presencia de agallas, hembras adultas y matrices	Hospedante	> 1	Hospedante-eficiente	Susceptible
		< 1	Hospedante- moderadamente eficiente	Parcialmente resistente
		< 1	Hospedante-no eficiente	Resistente
Ausencia de agallas, hembras adultas y matrices	No hospedante		No hospedante	

Fuente: Ortuño *et al.*, 2005; I = incremento; Pi = población inicial; Pf = población final

Como una posible solución a lo anteriormente anotado y considerando varias escalas que la literatura reporta e información de ensayos experimentales de campo, se ha estructurado la escala del Cuadro 5 para calificar la respuesta de las plantas como hospedante o no (Revelo *et al.*, 2006), en la cual se considera el número de agallas y se incorporan rangos de valores de incremento de la población obtenidos en ensayos experimentales.

Según lo anotado, se puede decir que las plantas poseen mecanismos que impiden en menor o mayor grado el desarrollo del nematodo, mecanismos que probablemente son similares a la resistencia fisiológica que poseen los genotipos hospedantes-no eficientes o resistentes dentro de un cultivo identificado como hospedante, es decir, luego que el nematodo penetra en las raíces, éste no encuentra las condiciones de alimentación favorables o necesarias para su desarrollo y reproducción, haciendo que se interrumpa su ciclo biológico y muera en su interior.

**Cuadro 5.** Escala modificada para calificar el tipo de hospedero a *Nacobbus aberrans*, a través del número de agallas y del índice de incremento de la población.

Grado	Número de agallas	Incremento $I = Pf/Pi$	Respuesta	
0	0	0	No hospedero	No hospedante
1	1 a 10	0,1 a 0,4	Hospedero deficiente	Resistente
2	11 a 30	0,41 a 0,9	Hospedero	Parcialmente resistente
3	31 a 75	1 a 2	Hospedero eficiente	Susceptible
4	> 75	> 2	Hospedero muy eficiente	

Fuente: CIP 1985, modificada por Revelo *et al.*, 2006; I = incremento; Pi = población inicial; Pf = población final

Al respecto, Ortuño *et al.* (2005) manifiestan que en los últimos años la investigación se ha concentrado a identificar especies vegetales que puedan estimular la eclosión, invasión y no la reproducción del nematodo; así, Castiblanco *et al.* (1988) citado por los anteriores autores, mencionan que en diversos cultivos y especies de plantas se identificaron varias plantas que no presentaron síntomas de agallas en la raíz, pero si diversos estados de desarrollo del nematodo, sin llegar a reproducirse.

Entre las gramíneas, como plantas no hospedantes eficientes, Ortuño *et al.* (2005) mencionan las siguientes: cebada (*Hordeum vulgare*), Lucha, IBTA-80, Valluna, Kochala, Zapata, Ñusta y las líneas 9-185-92 y 9-1-92; la variedad de Triticale (*Triticum x Secale*) Renacer y los pastos cebadilla (*Bromas unioloides*) y Chijo blanco (*Distichus humilis*). Además, Navarro (2001), citado por los mismos autores, menciona que existen líneas con características de resistencia en quinua (*Chenopodium quinua*), papalisa (*Ullucus tuberosus*), oca (*Oxalis tuberosa*) e isíño (*Tropaeolum tuberosum*).

### **Resistencia**

En términos simples, la resistencia puede ser definida como el carácter o caracteres, de una planta que inhibe la reproducción de un nematodo; sin embargo, es necesario considerar que la respuesta de las plantas varía grandemente incluso dentro de la misma especie. Algunas plantas pueden mostrar agallamiento extremo del sistema radical y otras no, pero el incremento del nematodo puede ser similar, otras especies de plantas pueden mostrar agallamiento de la raíz pero la reproducción del nematodo puede ser reducida.

De acuerdo con Fassuliotis (1985), la mayoría de investigadores utiliza la respuesta de agallamiento del sistema radical y el índice de reproducción del nematodo para evaluar la resistencia de las plantas. Señala que la escala con índices de 0 a 5 es la más usada y considera la severidad de agallamiento y el grado de reproducción del nematodo, donde: 0 = no agallas ni reproducción, 1 = trazas de agallas o de reproducción (2 a 11% de la raíz afectada), 3 = moderado agallamiento o reproducción (12 a 25% de la raíz afectada), 4 = severo agallamiento o reproducción (26 a 50% de la raíz afectada), y 5 = muy severo agallamiento o reproducción (51 a 100% de la raíz afectada). Indica además que las plantas calificadas con las categorías 0, 1, 2 y 3, son consideradas inmunes, altamente resistentes, muy resistentes y moderadamente resistentes, respectivamente; sin embargo, en esta escala no se considera el efecto del nematodo en el rendimiento de la planta, por lo que es considerada incompleta.

Al respecto Cook (1974) y Canto-Sáenz (1985) manifiestan que para una evaluación más completa de la respuesta de las plantas al ataque de nematodos, es necesario medir los parámetros reproducción del nematodo y el daño causado a la planta por el nematodo. Señalan que la eficiencia del hospedero u hospedero eficiente, está dada por el grado de reproducción del nematodo que resulta de dividir la población final (Pf) del nematodo para la población inicial (Pi), dando como resultado las siguientes clases de hospederos: hospedero eficiente cuando la relación  $Pf/Pi > 1$  y hospedero no eficiente cuando la relación  $Pf/Pi < 1$ . Indican además que la eficiencia del hospedero es expresada por el número de veces que la población inicial (huevos/g de suelo o por g de raíz) es incrementada o reducida.

Respecto al rendimiento del hospedero, los anteriores autores manifiestan que esta variable es utilizada para determinar el efecto causado por el nematodo en el sentido de pérdidas (rendimiento menor y estadísticamente

significativo) o ningún efecto (rendimiento normal y estadísticamente no significativo), en relación al rendimiento de un testigo (rendimiento de la planta sin nematodos).

Finalmente Cook (1974) y Canto-Sáenz (1985), apuntan que el hecho más importante de la interacción de los dos parámetros es que el comportamiento del hospedero y el comportamiento del parásito, son tratados conjuntamente en un mismo sistema y recomiendan utilizar los términos que se indican en el Cuadro 6, para describir la respuesta de las plantas al ataque de nematodos.

**Cuadro 6.** Términos para describir la respuesta de las plantas a nematodos.

Eficiencia del hospedero para la reproducción del nematodo	Daño del nematodo a la planta	
	Significativo estadísticamente	No significativo estadísticamente
Eficiente ( $Pf/Pi > 1$ )	Susceptible no tolerante	Susceptible tolerante
No eficiente ( $Pf/Pi < 1$ )	Resistente no tolerante	Resistente tolerante

Pi = población inicial, Pf = población final

En forma detallada estos términos son: RESISTENTE – TOLERANTE = plantas que presenten escasa reproducción del nematodo (incremento  $< 1$ ) y rendimiento igual o mayor al testigo; RESISTENTE – NO TOLERANTE = plantas que presenten escasa reproducción del nematodo (incremento  $< 1$ ) y rendimiento menor al testigo; SUSCEPTIBLE – TOLERANTE = plantas que presenten alta reproducción del nematodo (incremento  $> 1$ ) y rendimiento igual o mayor al testigo; SUSCEPTIBLE – NO TOLERANTE = plantas que presenten alta reproducción del nematodo (incremento  $> 1$ ) y rendimiento menor al testigo.

En Argentina, Mareggiani y Pelicano de Casaurang (1983), citados por Manzanilla-López *et al.* (2002), encontraron que las variedades cultivadas de tomate de mesa fueron susceptibles a *N. aberrans*, incluyendo aquellas que contenían el gen de resistencia Mi. Accesiones con un grado de resistencia fueron identificados en las especies *L. esculentum*, *L. pimpinelifolium* (just.) Mill. y *L. cheesmanii* Riley.

Cap *et al.* (1993), citados por Manzanilla-López *et al.* (2002), mencionan que en accesiones de *Lycopersicon* spp., que contenían el gen Mi-2, efectivo contra *M. incognita*, determinaron algunas accesiones moderadamente resistentes a altamente resistentes a poblaciones de *N. aberrans* de Argentina.

En el Cuadro 7 se describen las características de las principales variedades comerciales de tomate de mesa disponibles en los mercados de Ibarra y Quito.

**Cuadro 7.** Características de las principales variedades de tomate de mesa disponibles en los mercados de Ibarra y Quito. 2007.

Variedades	Crecimiento	Ciclo del cultivo (días)	Resistencia/Tolerancia <sup>1</sup>
Nemonetta	Indeterminado	90	V, F 1 y 2, TMoV, N
Staccato	Indeterminado	100	V, F 1 y 2, TMoV, N
Sheila	Indeterminado	110 - 120	V, F 1 y 2, TMoV, N
Rocío	Indeterminado	90 - 110	V, F 1 y 2, TMoV, Fr y N
Fortaleza	Indeterminado	100 - 110	N: <i>M. incognita</i> , <i>M. Javanica</i>
Titán	Indeterminado	100	V, F 1 y 2, TMoV, N
Gina	Indeterminado	90 - 110	V, F 1 y 2, Fr, TMoV, N
Thomas	Indeterminado	100 - 115	V 1, F 1 y 2, TMoV, N
Diva	Indeterminado	100 - 110	V, F 1 y 2, Fr, TMoV, N
Victoria	Indeterminado	85 - 100	F 2, TMV, N
Charleston	Indeterminado	100 - 110	V, F 2, TMV, N
E2731642	Indeterminado	100	V, F 2, N
AG 375	Indeterminado	110	V1, F 1, 2 y 3, TMV, <i>M. incognita</i>
Don José	Indeterminado	100 - 110	V, F 2, TMV, N
FA 1418	Indeterminado	90 - 110	V, F 2, TMV, N
Paronset	Indeterminado	75 - 90	V, F 1 y 2, TMoV, N
Ikram	Indeterminado	100	V, F 2, TMV, N
E2532067	Indeterminado	100	V, F 2, TMV, N
Sahel	Indeterminado	100	V, F 1 TMV, N
Super Sweet	Indeterminado	100 - 110	V, F 1 y 2, TMoV, N
Milenio	Indeterminado	95	V, F 1 y 2, TMV, N
Presto	Indeterminado	110	V, F, F 2, TMV, N
Vita	Indeterminado	80	V, F 1 y 2, TMV, N
Superman	Indeterminado	90	V, F 1 y 2, ToMV, TSWV, N
Chibli	Determinado	75 - 90	V, F 2, N
Chicago	Determinado	70 - 90	V, F 2, N
Platone	Determinado	80 - 90	V, F 2, N
Miroma	Determinado	75 - 90	V, F 2, N: <i>M. arenaria</i> , <i>javanica</i>
Pericle	Determinado	70 - 90	V, F 2, N
Suncrets	Determinado	80 - 100	V, F 2, TMV, N

<sup>1</sup> V = *Verticillium*; F1, 2, y 3 = *Fusarium* razas 1, 2 y 3; Fr = *Fusarium radicis*; TMoV = virus del mosaico del tabaco; N = nematodos: *Meloidogyne incognita*, *M. javánica*, *M. arenaria*.

No todas las variedades pueden ser cultivadas en una región; primero se debe realizar un estudio de adaptación a la zona y de su comportamiento a las principales enfermedades, insectos plagas y nematodos.

## 8. Manejo de pestes

Manejo es un esquema comprensivo e integrado contra una peste 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.

Los elementos a utilizar en un programa de manejo son: muestreo, diagnosis, predicción y tácticas de manejo.

Partiendo de la dificultad de diagnosticar el tipo de nematodo agallador por los síntomas aéreos que la planta presenta y por las agallas en las raíces, la identificación del nematodo por medio de la observación directa del mismo, es el mejor método de diagnostico que existe.

La disponibilidad o el desarrollo de un método para detectar *N. aberrans* y *M. incognita* en muestras de suelo es un aspecto importante a considerar. Según Franco *et al.* (1992), el mejor método para detectar a *N. aberrans* es mediante bioensayo; consiste en hacer crecer una planta de papa en suelo húmedo mantenido en un recipiente a 25 °C en oscuridad por 3 días, en el cual se producen agallas que pueden ser evaluadas después de 30 a 35 días. El tiempo que requiere realizar el bioensayo es grande, lo que limita su uso.

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

### Rotación de cultivos

La rotación de cultivos es la mayor estrategia de manejo para reducir las poblaciones de *N. aberrans* en campos de Sud América y también en campos de remolacha de Nebraska, U.S.A.

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.

Estudios de rotación de cultivos realizados para reducir la población de *Nacobbus* sp. en papa en Bolivia, establecieron la dificultad de estructurar esquemas eficientes debido al rango amplio de hospederas 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 (Revelo *et al.*, 2006).

De acuerdo con Franco *et al.* (1996), citados por Manzanilla-López *et al.* (2002), manifiestan que en la actualidad, en los campos de papa de Bolivia, la rotación esta 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).

### **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%.

### **Manejo integrado**

Los programas de manejo integrado varían de acuerdo al cultivo y al o los nematodos a controlar. En el caso de *N. aberrans* en papa, la estrategia general comprende: uso de semilla de calidad, uso de enmiendas orgánicas

(estiércol de animal), uso de variedades resistentes y/o tolerantes, preparación temprana del suelo, eliminación de plantas voluntarias de papa y malezas en campos en barbecho, control químico, en un esquema de rotación de 4 años y quema de raíces infectadas después de la cosecha (Canto-Sáenz *et al.*, 1996; Franco *et al.*, 1996, citados por Manzanilla-López *et al.*, 2002). En este sistema se han registrado altos rendimientos y bajas densidades de población de nematodos en el suelo.

En base a resultados de varios investigadores, una estrategia de manejo integrado ha sido desarrollada para mantener bajas las poblaciones de *N. aberrans* en tomate, incluye: desinfección del suelo de semilleros, fertilización, uso de nematicidas, incorporación de gallinaza (10 t/ha), y eliminación de las plantas de tomate, incluidas las raíces, después de la cosecha.

En Ecuador, para el control de *Nacobbus* sp., los agricultores no disponen de alternativas eficientes, debido a que no han sido desarrolladas; sin embargo, a pesar del desconocimiento de su existencia y principalmente de que sus síntomas han sido confundidos con aquellos causados por el nematodo del nudo de la raíz, *Meloidogyne incognita*, ellos realizan algunas prácticas culturales (aplicación de gallinaza y rotación con maíz, cebolla y fréjol) y de control mediante aplicación de nematicidas en forma irracional, especialmente de Furadan (carbofuran), Mocap (ethoprophs) y Namacur (fenamiphos) (INIAP, 1982), prácticas que es necesario evaluarlas para conocer su grado de eficiencia. Además, bajo condiciones de invernadero, realizan siembras consecutivas de híbridos de tomate de mesa con resistencia al nematodo del nudo de la raíz (*Meloidogyne incognita*), pero posiblemente susceptibles a *N. aberrans*.

## **9. Manejo del cultivo de tomate de mesa y sistema de producción**

El conocimiento del manejo del cultivo y del sistema de producción en una zona o localidad, permiten identificar posibles causas que estarían incidiendo en la diseminación de un nematodo, en el grado de infestación del suelo y su efecto en la producción y productividad del cultivo (Revelo y Sandoval, 2003). Para este propósito, es necesario obtener información directa de los agricultores, extensionistas y expendedores de insumos agrícolas, para lo cual se debe estructurar un cuestionario sobre los siguientes aspectos:

- Características socio-económicas del agricultor.- Datos sobre: edad, escolaridad y ocupación principal.
- Tecnología de producción.- Sistema de producción, variedades, preparación del terreno, distancia de siembra, obtención de plántulas, labores culturales (desinfección del suelo, sistema de riego y frecuencia, fertilización, control de malezas, podas, amarrado y tutorado).
- Enfermedades, insectos plagas y nematodos.- Percepción de los productores sobre las enfermedades, insectos plagas y nematodos más importantes que afectan al tomate de mesa.
- Uso de pesticidas.- Clase y número de pesticidas, frecuencia de uso y las dosis que usan los agricultores para el control de las principales enfermedades, insectos plagas y nematodos.

## Materiales y métodos

Para alcanzar los objetivos propuestos, se ejecutaron las siguientes actividades:

### 1. Muestreo para determinar la incidencia, distribución, severidad y las especies de *Nacobbus* y de *Meloidogyne*

#### Incidencia, severidad y distribución

De abril a julio del 2006, se muestrearon 61 lotes e invernaderos en las principales zonas de cultivo de tomate de 23 comunidades agrupadas en 3 parroquias (San Rafael, Los Andes y Monte Olivo) del cantón Bolívar de la provincia del Carchi y en 3 parroquias (Pimampiro, Sigsipamba y Ambuquí) de los cantones Pimampiro e Ibarra de la provincia de Imbabura, cuya ubicación y características climáticas, a nivel de cantones, se resumen en los Cuadros 8, 9 y Mapa 1, respectivamente. Las comunidades se encuentran entre los 1620 y 2520 m de altitud.

**Cuadro 8.** Distribución geográfica de las principales zonas tomateras muestreadas del Valle del Chota en las provincias de Carchi e Imbabura. 2006.

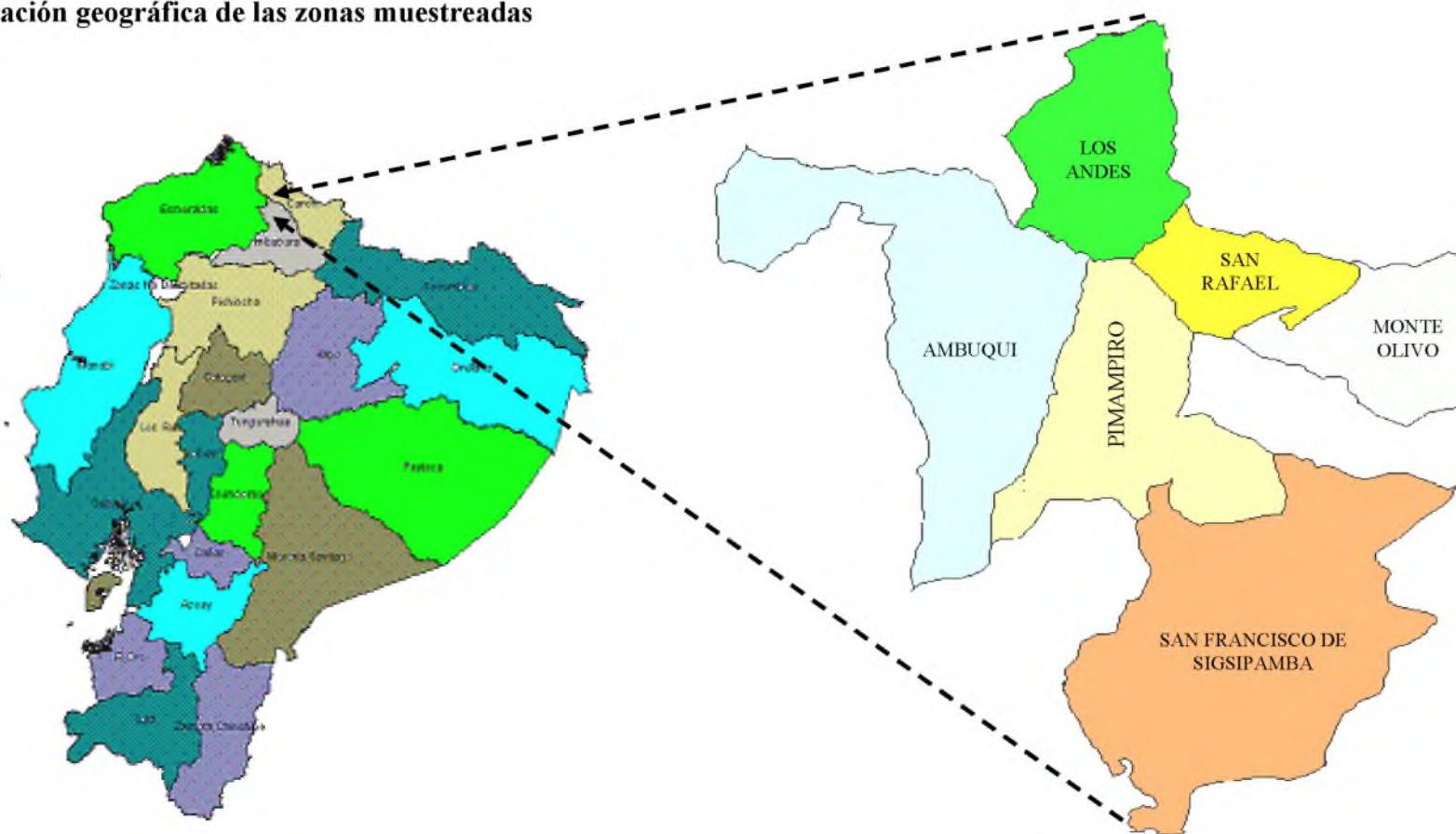
Provincias	Cantones	Parroquias	Comunidades
Carchi	Bolívar	Los Andes	Cunquer, Piquiucho, San Francisco de Villacís.
		Monte Olivo	Monte Olivo, El Purgatorio, Pueblo Nuevo.
		San Rafael	San Francisco de Caldera, San Rafael.
Imbabura	Pimampiro	Pimampiro	Chalguayaco, Chapí, El Carmelo, El Inca, La Y, Pimampiro, Pugarpuela, Sacramento, San José, Yucatán.
		Sigsipamba	El Guarango, San José.
	Ibarra	Ambuqui	Carpuela, El Lavadero, La Playa.

**Cuadro 9.** Condiciones climatológicas<sup>1, 2</sup> de las comunidades muestreadas y agrupadas por cantones y provincias. Carchi e Imbabura. 2006.

Provincias:	Carchi	Imbabura	
Cantones:	Bolívar	Pimampiro	Ibarra
Ubicación geográfica	0° 30' N 77° 53' O	0° 23' 36" N 77° 55' 23" O	0° 28' N 78° 04' O
Altitud (msnm)	1750 a 2520	1760 a 2500	2228
Precipitación media anual (mm)	580	450	589
Temperatura media (°C)	16	15	18
Humedad relativa (%)	56	55	70
Zona de vida <sup>3</sup>	bsMB	bsMB	bsMB

<sup>1</sup> Microsoft Encarta, <sup>2</sup> Oña y Ruales (1988), <sup>3</sup> Cañadas (1983).

**Ubicación geográfica de las zonas muestreadas**



Cada muestra comprendió lo siguiente: de cada lote o invernadero se tomaron al azar de 2 a 4 plantas de tomate (u otro cultivo), se extrajo cuidadosamente su sistema radical para observar la presencia de nudos o agallas; también se tomó, aproximadamente, 2 kg de suelo de la rizosfera. Las muestras se colocaron en bolsas de plástico con una etiqueta de identificación (fecha, provincia, cantón, parroquia, comunidad, altitud, campo o invernadero, maleza, cultivo, variedad, edad del cultivo, superficie, etc.) y se transportaron al laboratorio de Nematología del Departamento de Protección Vegetal de la E. E. Santa Catalina del INIAP, para su análisis. Cuando la muestra presentó el sistema radical parasitado por *Nacobbus* sp. y por *Meloidogyne* sp., se tomó especial cuidado de registrar el número de agallas producidas por cada uno.

Las variables consideradas fueron:

- Índice de agallamiento del sistema radical

En el laboratorio se lavaron las raíces con agua corriente, se estimó el número de agallas y se determinó el índice de agallamiento mediante la escala del Cuadro 10 para *N. aberrans* y la escala del Cuadro 11 para *M. incognita*.

- Población de estados larvales de *Nacobbus* sp. y *Meloidogyne* sp. en el suelo

Las muestras de suelo se procesaron por el método del Elutriador de Oostembrink y filtro de algodón de Oostembrink (1960), citado por Van Eck *et al.* (1984), se determinó la población de estados larvales de *Nacobbus*, *Meloidogyne* y de otros géneros y se expresó en nematodos por 100 g de suelo (N/100 g s.).

- Población de huevos y estados larvales J2 de *Nacobbus* y *Meloidogyne* en el sistema radical

Del sistema radical de las muestras de las plantas, se extrajeron los huevos y estados larvales J2, por el método del hipoclorito de sodio (Hussey y Barker, 1973); para esto, se lavaron las raíces, se registró su peso en gramos, se cortaron en secciones de 1 a 2 cm, se homogenizaron y se tomó una muestra de 10 g para su procesamiento; luego, con el número de huevos y estados larvales J2 extraídos de la muestra, se realizaron los cálculos correspondientes para expresar la población en huevos y estados larvales J2 por 1 g de raíz (h. y l./g r.).

Posteriormente, los valores de índice de agallas, número de nematodos/100 g s. y número de huevos y estados larvales J2/1 g de raíces, se relacionaron con las escalas de los Cuadros 10 y 11, según el caso, para determinar la presencia o ausencia de cada nematodo, y con la ayuda de la fórmula: % INCIDENCIA = No. parcelas afectadas/No. total parcelas muestreadas X 100, se determinó el % de incidencia de cada uno en cada zona.

De forma similar, los valores de índice de agallas, número de nematodos/100 g s. y número de huevos y estados larvales J2/1 g de raíces, se relacionaron con las escalas de los Cuadros 10 y 11, según el caso, para determinar el grado de infestación del suelo por *Nacobbus* o *Meloidogyne*, valor considerado como indicador de la severidad y como un índice muy relacionado con las pérdidas de rendimiento en los cultivos.

**Cuadro 10.** Escala para calificar la incidencia y severidad de *N. aberrans* en campos e invernaderos. 2007.

Grado	Agallas No.	Nematodos/100 g de suelo	Huevos y larvas J2/g de raíz	Calificación
0	0	0	0	Libre
1	1 a 10	1 a 20	1 a 100	Baja
2	11 a 30	21 a 40	101 a 500	Moderada
3	31 a 75	41 a 80	501 a 2500	Alta
4	> 75	> 80	> 2500	Muy alta

Fuente: Rivera, 1994, Rivera *et al.*, 1993; Ibarra *et al.*, 1992B; Casso y Franco, 1993<sup>a</sup>; Casso y Franco, 1993b; Alí, 1995; Montecinos, 1991, Lanza (1996) y Alconz (1997), citados por Ramos *et al.*, 1998.

**Cuadro 11.** Escala para calificar la incidencia y severidad de *M. incognita* en campos e invernaderos. 2007.

Grado	Agallas No.	Nematodos/100 g de suelo	Huevos y larvas J2/g de raíz	Calificación
0	0	0	0	Libre
1	1 a 10	1 a 40	1 a 300	Baja
2	11 a 30	41 a 120	301 a 1000	Moderada
3	31 a 75	121 a 150	1001 a 3000	Alta
4	> 75	> 150	>3000	Muy alta

Fuente: Rivera, 1994, Rivera *et al.*, 1993; Ibarra *et al.*, 1992B; Casso y Franco, 1993<sup>a</sup>; Casso y Franco, 1993b; Alí, 1995; Montecinos, 1991; Lanza (1996) y Alconz (1997), citados por Ramos *et al.*, 1998.

**Bioensayo.** Con el propósito de verificar la presencia o ausencia de *Nacobbus* sp. en los lotes muestreados, se realizó un bioensayo que consistió en colocar 1000 g de suelo de cada muestra, en una bolsa de plástico de color negro y se transplantó una plántula de tomate de mesa de la variedad Titán, reportada como resistente a *Meloidogyne* sp. pero susceptible a *Nacobbus* sp. A los 60 días del transplante se extrajo el sistema radical, se lavó con agua corriente, se observó la presencia o ausencia de agallas, se registró el grado de agallamiento y se determinó la población en huevos y larvas J2/g de raíz. Estos resultados fueron comparados con aquellos determinados mediante extracción de los nematodos del suelo y del sistema radical de las plantas muestreadas.

#### **Especies de *Nacobbus* y de *Meloidogyne***

De las 61 muestras colectadas, se tomó el suelo y el sistema radical de 10 muestras, especialmente de aquellas que resultaron positivas a *Nacobbus* sp. y a *Meloidogyne* sp.

De las muestras positivas a *Nacobbus* sp., cuando se extrajo la población de nematodos del suelo y de las raíces, se tomaron 4 hembras juveniles para determinar la especie mediante la descripción de Sher (1970), para lo cual se elaboraron placas temporales con solución Robbins y se observaron los especímenes con ayuda de un microscopio (100x). En los 40 especímenes se contó el número de anillos comprendido entre la vulva y el ano y se estableció que si el número de anillos era de 15 a 24, los especímenes correspondían a *N. aberrans* y si el número era de 8 a 14, correspondía a *N. dorsalis*.

Para determinar la especie de *Meloidogyne* se utilizó la técnica de la configuración de la zona perineal (genitales), para lo cual se diseccionaron agallas de las raíces de las plantas calificadas como positivas para este nematodo y se extrajeron 4 hembras adultas; a las hembras se les realizó cortes perineales, los cuales se montaron en placas semipermanentes y se observaron con ayuda de un microscopio (100x). La configuración de la zona perineal de los 40 especímenes, se comparó con la clave pictórica reportada por Eisenback *et al.* (1983) para las especies más importantes del género *Meloidogyne* y, por similitud, se estableció la especie. Este trabajo se realizó en el laboratorio de Nematología del Departamento de Protección Vegetal de la E. E. Santa Catalina del INIAP,

## **2. Determinación del rango de hospederos de *N. aberrans***

En un invernadero de la Granja Yuyucocha de la Universidad Técnica del Norte, ubicado en la Parroquia de Caranqui, Cantón Ibarra, Provincia de Imbabura y en el laboratorio de Nematología de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, localizada en Cutuglahua, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha, se realizó un ensayo para determinar el tipo de hospedero de 85 cultivos y malezas mediante el siguiente procedimiento: en macetas (bolsas de plástico negro de 1kg de capacidad), se colocó suelo de páramo y arena de río en proporción 3:1, se plantó una planta del cultivo o de la maleza, se inocularon con 20 huevos y estados larvales J2 por gramo de suelo o su equivalente de 20000 h. y l./maceta, y se dejaron crecer bajo condiciones de invernadero. Para cada cultivo o maleza se destinaron 3 macetas.

A los 60 días de la inoculación se cortó el follaje a nivel del cuello, se separó el sistema radical, se colocó en una bolsa de plástico, se etiquetó y se transportó al laboratorio, para su evaluación.

Las variables consideradas fueron:

- Índice de agallas

En el laboratorio se lavó el sistema radical con agua corriente y se registró el grado de agallas mediante la escala de 0 a 4 del Cuadro 11.

- Población inicial

Como población inicial se consideró a la población que se inoculó en cada planta, expresada en huevos y estados larvales J2 por gramo de suelo.

- Población final

La población final se determinó a los 3 meses de instalado el ensayo, mediante el siguiente procedimiento: el sistema radical de cada planta se colocó en una bolsa de plástico, se etiquetó y se llevó al laboratorio. En el laboratorio se lavó el sistema radical con agua corriente, se registró su peso y se cortaron en secciones de 1 a 2 cm, de los cuales, previa homogenización, se tomaron 10 g y se procesaron mediante la técnica de macerado en hipoclorito de sodio (Hussey y Barker, 1973); luego, el número de huevos y estados larvales J2 extraídos de la muestra de 10 g de raíces, se relacionó con el peso total del sistema radicular mediante una regla de tres simple para conocer la población total presente en el sistema radical, de la siguiente forma: en 10 g de raíces = X número de nematodos, en X gramos de raíces, qué número de nematodos corresponderá?. La población se expresó en huevos y estados larvales J2 por gramo de suelo.

- Índice de incremento de la población del nematodo

El índice de incremento o reproducción se determinó al relacionar las poblaciones inicial y final del nematodo mediante la fórmula  $I = Pf/Pi$  de Seinhorst (1970), donde I = incremento o número de veces que se reproduce la población inicial del nematodo; Pi = población inicial (20 h. y l./maceta inoculados) y Pf = la población del nematodo determinada en la maceta al final del ensayo.

Finalmente, los valores del índice de agallas y del índice de incremento de la población del nematodo, se relacionaron con la escala del Cuadro 12, lo que permitió conocer con precisión el grado de eficiencia como hospedantes de *N. aberrans* de los cultivos o malezas evaluados.

**Cuadro 12.** Escala para calificar el tipo de hospedero a *N. aberrans* de las plantas, a través del número de agallas en las raíces y del índice de incremento de la población.

Grado	Número de agallas	Incremento $I = Pf/Pi$	Respuesta
0	0	0	No hospedero
1	1 a 10	0.1 a 0.4	Hospedero deficiente
2	11 a 30	0.41 a 1	Hospedero
3	31 a 75	1.1 a 2	Hospedero eficiente
4	> 75	> 2	Hospedero muy eficiente

Fuente: CIP, 1985; I = incremento; Pi = población inicial (población inoculada); Pf = población final

### 3. Generación de las curvas de reproducción de *N. aberrans* y de pérdidas

El estudio se realizó de junio del 2006 a mayo del 2007, en un invernadero de la Granja Yuyucocha de la Universidad Técnica del Norte, ubicado en la Parroquia de Caranqui, Cantón Ibarra, Provincia de Imbabura y en el laboratorio de Nematología de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, localizada en Cutuglahua, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha. El invernadero se encuentra a una altitud de 2228 msnm, con temperatura media anual de 18,4 °C y precipitación media anual de 589,3 mm; La temperatura promedio del invernadero durante el periodo de experimentación fue de 21 °C, con un mínimo de 18 °C, máximo de 26 °C y humedad ambiente media de 60%.

Se evaluó el efecto de 21 niveles de población de *N. aberrans* en plantas de tomate de mesa de la variedad Titán, plantadas en macetas (bolsas de plástico negro conteniendo 7 Kg del sustrato suelo de páramo y arena de río en proporción 3:1). Cuando las plantas alcanzaron 10 cm de alto, se inocularon los siguientes niveles de huevos y estados larvales J2 de *N. aberrans* por gramo de suelo (h. y l./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.

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



Las variables consideradas fueron:

- 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.

#### **Cálculo de la curva de reproducción**

La curva de reproducción para determinar el incremento máximo y el nivel o densidad de equilibrio del nematodo, se generó al relacionar la población inicial (niveles de población inoculados) y la población final, mediante la ecuación de Fujita y Utida (1953), citada por Oostembrink (1966):

$$Pf = Pi \frac{1}{b + c Pi} - S$$

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.

#### **Cálculo de la curva de pérdidas**

La curva de pérdidas para determinar el nivel de tolerancia (umbral de daño) y estimar las pérdidas que causa *N. aberrans*, se generó al relacionar la población inicial (niveles de población inoculados) y el rendimiento, mediante la metodología y 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.

#### **Manejo del experimento**

Las labores culturales que se realizaron en el ensayo, fueron las que normalmente se realizan para cultivar tomate de mesa bajo invernadero como: tutorado, poda de ejes, poda de brotes, poda de hojas bajas, fertirriego, controles fitosanitarios, fertilización foliar y cosecha. El control de enfermedades e insectos plaga, se realizó aplicando productos específicos con una bomba de mochila, previo a monitoreos permanentes.

#### **4. Verificación de la resistencia a *M. incognita* y determinación del comportamiento al parasitismo de *N. aberrans* de las principales variedades comerciales de tomate de mesa.**

Bajo condiciones de invernadero y con sistema de riego por goteo, se evaluaron 20 materiales de tomate de mesa para verificar su resistencia a *M. incognita* (Cuadro 24) y 25 para determinar su comportamiento al parasitismo de *N. aberrans* (Cuadro 25). Para esto, de cada material se dispusieron 16 plántulas crecidas en macetas (bolsas de plástico conteniendo 7 kg de sustrato suelo de páramo y arena de río en proporción 3:1); ocho plántulas de cada material se destinaron para verificar la resistencia a *M. incognita* y 8 para determinar su comportamiento a *N. aberrans*; en cada grupo, a 4 plántulas (15 cm de alto) se inocularon 10 huevos y larvas J2/g de suelo (70 000 huevos y larvas J2/maceta) de *N. aberrans* o *M. incognita*, respectivamente, y a 4 se dejaron sin inocular, en cada grupo.

Las variables consideradas fueron:

- Incremento de la población del nematodo

Para medir esta variable se utilizó la relación  $I = Pf/Pi$  propuesta por Seinhorst (1970), donde: I = Número de veces que se incrementa la población; Pi = Población inicial (la población de 70 000 huevos y larvas J2 que se inocularon por maceta); Pf = Población final en la planta o maceta al momento de la última cosecha. La población final se determinó en el sistema radical de cada planta inoculada, para lo cual se procesó una muestra de 10g de raíces por el método de Hussey y Barker (1973) y se expresó en número de huevos y larvas J2/maceta.

- Rendimiento

En cada cosecha se registró el peso en kg. La suma de las cosechas parciales dio el rendimiento total y se expresó en kg/planta. En esta variable, mediante la prueba "t de Student", se comparó la media de los valores registrados en las 4 plantas inoculadas con la media de los valores de las 4 plantas sin inocular, para determinar estadísticamente si el rendimiento observado en las plantas inoculadas era igual o diferente al rendimiento observado en las plantas sin inocular.

Finalmente, la respuesta de los materiales se determinó al relacionar los valores de índice de incremento de la población del nematodo, con el rendimiento (resultado de la prueba "t de Student"), mediante los criterios de Cook (1974) y Canto-Sáenz (1985) indicados en el Cuadro 6.

#### **5. Determinación de la dinámica poblacional de *N. aberrans* y *M. incognita* en las prácticas del cultivo de tomate de mesa**

Bajo condiciones de invernadero, se evaluaron 8 tratamientos (Cuadro 13) resultantes de la combinación de las prácticas culturales remoción del suelo e incorporación de gallinaza fresca (3 kg/m<sup>2</sup>), la aplicación de los nematicidas Rugby (cadusafos) al transplante en dosis de 15 g/m<sup>2</sup> y Furadan 5G (carbofuran) al transplante y a los 2 meses en dosis de 15 g/m<sup>2</sup>, la siembra de fréjol y maíz y el transplante de tomate de mesa y cebolla. La unidad experimental fue de 20 m<sup>2</sup> (5m x 4m). Para fines de distribución de los tratamientos, se utilizó el diseño experimental bloques completos al azar (BCA) con 3 repeticiones. Los tratamientos no fueron analizados

estadísticamente; se analizaron en base a la magnitud de incremento o reducción de la población de los dos nematodos en forma individual y conjunta.

**Cuadro 13.** 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	TRATAMIENTOS
1	Remoción de suelo + incorporación de gallinaza fresca + aplicación de cadusafos + tomate.
2	Remoción de suelo + incorporación de gallinaza fresca + tomate
3	Remoción de suelo + aplicación de cadusafos + tomate
4	Remoción de suelo + aplicación de carbofuran + tomate
5	Remoción de suelo + tomate
6	Remoción de suelo + cebolla
7	Remoción de suelo + fréjol
8	Remoción de suelo + Maíz

Las variables consideradas fueron:

- Población inicial y final

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 por 100 gramos de suelo.

- Incremento de la población del nematodo

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):  $I = Pf/Pi$ , donde: I = índice de incremento, Pf = Población final, Pi = 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 g 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: se colocó la muestra de suelo en una bolsa de plástico, se transplantó 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 transformaron a kg/ha.

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. Como fuentes de nutrientes se utilizaron los fertilizantes químicos 15-15-15, 10-30-10, sulphomag y urea.

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 transplante). En el caso de la incorporación de la gallinaza fresca, las parcelas que contenían esta práctica se dejaron por 2 meses para luego proceder a remover el suelo, surcar y establecer el cultivo. El control de malezas se realizó de forma manual. Se aplicaron fungicidas e insecticidas específicos de manera preventiva y según la incidencia de las enfermedades e insectos plaga. El riego se realizó por inundación y su frecuencia dependió de las condiciones climáticas que imperaron en la localidad.

## **6. Descripción del manejo del cultivo de tomate de mesa**

Para conocer algunos aspectos del manejo del tomate de mesa en el Valle del Chota, e identificar posibles causas que estarían interviniendo tanto en la diseminación de *Nacobbus* y de *Meloidogyne*, como en el grado de infestación del suelo y en la producción y productividad del cultivo, se realizó un contacto directo con los productores, el mismo que dependió de la oportunidad de encontrarlos en sus campos o invernaderos, logrando entrevistar a 36 cuya distribución se indica en el Cuadro 14.

Para este propósito se estructuró un cuestionario dirigido a los agricultores (Revelo y Sandoval, 2003), con preguntas sobre los siguientes aspectos:

- Características socio-económicas del agricultor.- Datos sobre: edad, escolaridad y ocupación principal.

- Tecnología de producción.- Sistema de producción, variedades, preparación del terreno, distancia de siembra, obtención de plántulas, labores culturales (desinfección del suelo, sistema de riego y frecuencia, fertilización, control de malezas, podas, amarrado y tutorado).
- Enfermedades, insectos plagas y nematodos.- Percepción de los productores sobre las enfermedades e insectos plagas más importantes que afectan al tomate de mesa.
- Uso de pesticidas.- Clase y número de pesticidas, frecuencia de uso y las dosis que usan los agricultores para el control de las principales enfermedades, insectos plagas y nematodos.

**Cuadro 14.** Distribución de las comunidades muestreadas y de las entrevistas realizadas a agricultores en el Valle del Chota-Carchi e Imbabura. 2006.

Provincia	Cantón	Parroquias	Comunidades	Muestras No.	Encuestas No.	
Carchi	Los Andes		Cunquer	4	2	
			Piquiucho	2	1	
			San Francisco de Villacís	1	1	
	Bolívar	Monte Olivo		Monte Olivo	1	-
				El Purgatorio	2	2
				Pueblo Nuevo	3	2
		San Rafael		San Francisco de Caldera	2	2
	San Rafael	4		1		
	Ibarra	Ambuqui		Carpuela	3	3
				El Lavadero	1	1
La Playa	2			2		
Imbabura	Pimampiro	Pimampiro	Chalguayaco	6	3	
			Chapi	2	-	
			Ciudadela la Y	1	-	
			El Carmelo	2	1	
			El Inca	2	1	
			Pimampiro	1	-	
			Pugarpuela	3	1	
			Sacramento	2	2	
			San José	2	1	
			Yucatán	3	2	
	Sigsipamba		El Guarango	1	1	
San José	11		7			
<b>TOTAL</b>				<b>61</b>	<b>36</b>	

---

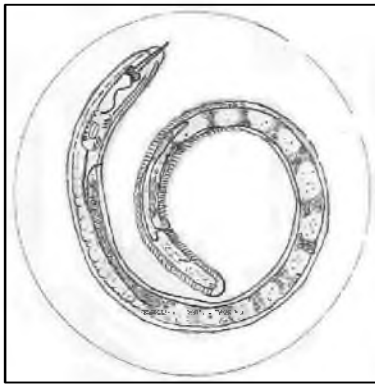
# Resultados y discusión

---

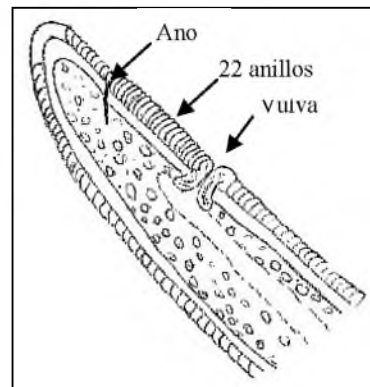
## 1. Incidencia, distribución, severidad y especies de *Nacobbus* y de *Meloidogyne*

### Verificación de las especies

En las hembras juveniles de *Nacobbus* sp. analizadas, se determinó un promedio de 22 anillos entre la vulva y el ano, concluyendo que la especie que prevalece en las zonas muestreadas, corresponde a *Nacobbus aberrans*, según la descripción de Sher (1970) (Figuras 1 y 2), resultado que concuerda con los reportes de Quimí (1979), quien determinó a *N. aberrans* como la especie presente en poblaciones del nematodo provenientes del Valle de Guayllabamba.

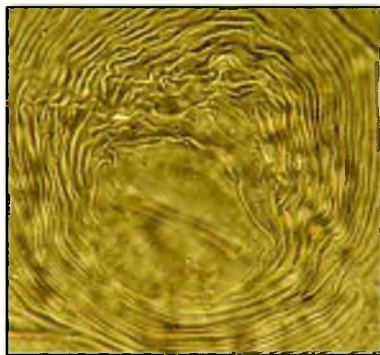


**Figura 1.** Hembra juvenil de *N. aberrans*. (45 x)

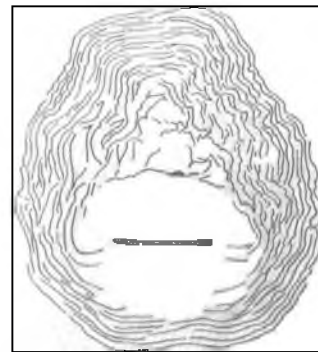


**Figura 2.** Cola de hembra juvenil de *N. aberrans* (100 x).

En la configuración perineal de hembras adultas de *Meloidogyne* sp. analizadas, se observó una configuración de arco dorsal alto y cuadrado (Figura 3) que coincidió con la descripción y clave pictórica de la especie *Meloidogyne incognita* descrita por Eisenback *et al.* (1983) (figura 4), por lo que se concluye que la especie que prevalece en las principales zonas tomateras, corresponde a *M. incognita*.



**Figura 3.** Configuración perineal de *M. incognita* (100 x)



**Figura 4.** Configuración perineal de *M. incognita* según Eisenback *et al.*, (1983).

Estos resultados permiten rechazar la hipótesis de que las especies de *Nacobbus* y *Meloidogyne*, presentes en las principales zonas tomateras del Valle del Chota, no corresponden a *N. aberrans* y a *M. incognita*, respectivamente, y concluir que las especies presentes en dichas zonas corresponden a *N. aberrans* y a *M. incognita*.

### **Incidencia y severidad de *N. aberrans* y *M. incognita***

En las principales zonas tomateras de la provincia del Carchi se determinó la presencia (incidencia) de *N. aberrans* en 4 campos (21%) de 19 muestreados, con una severidad (nivel de población de nematodos/100 g. de suelo) que fluctúa de moderada (21 a 40), y mayormente de alta (41 a 80) a muy alta (> a 80). La parroquia Los Andes presentó la mayor incidencia (3 campos), seguida por las parroquias San Rafael con 1 campo y Monte Olivo con 0 campos infestados (Cuadros 15, 16 y Mapa 2).

En cuanto a *M. incognita*, su incidencia en Carchi se determinó en 13 campos y 4 invernaderos (89,5%) de 19 muestreados, con una severidad baja (1 a 40), y mayormente de moderada (41 a 120) a alta (121 a 150) y a muy alta (> a 150). La parroquia Monte Olivo presentó 6 campos infestados, Los Andes 6 y San Rafael 5 (Cuadros 15, 17 y Mapa 2).

De acuerdo con estos resultados, *M. incognita* presenta mayor incidencia y severidad que *N. aberrans* en las principales zonas del cultivo de tomate de mesa del Carchi.

En el caso de las principales zonas tomateras de Imbabura, en los Cuadros 15 y 18 y Mapa 2, se observa la incidencia de *N. aberrans* en 8 campos y 5 invernaderos (30,98%) de 42 muestreados, con una severidad que fluctúa desde moderada (21 a 40) a alta (41 a 80) y a muy alta (> a 80). La parroquia Pimampiro presentó la mayor incidencia (11 campos), seguida por las parroquias Ambuquí y San José con 1 campo cada una.

En cuanto a *M. incognita*, su incidencia en Imbabura se determinó en 18 campos y 18 invernaderos (85,7%) de 42 muestreados, con una severidad que fluctúa desde baja (1 a 40) a moderada (41 a 120), a alta (121 a 150) y a muy alta (> a 150). La parroquia Ambuquí presentó 6 campos infestados, Sigsipamba 12 y Pimampiro 18. De los 42 campos muestreados, 6 mostraron estar libres del nematodo (Cuadros 15, 19 y Mapa 2).

De acuerdo con estos resultados, también en Imbabura *M. incognita* presenta mayor incidencia y severidad que *N. aberrans* en las principales zonas del cultivo de tomate de mesa.

Al analizar en conjunto los resultados de las 61 muestras, *N. aberrans* presenta una incidencia de 27,8% (12 campos y 5 invernaderos), con severidad baja (1 a 20), moderada (21 a 40), alta (41 a 80) y muy alta (> a 80 N/100 g.s.); *M. incognita* presenta una incidencia de 86,9% (31 campos y 22 invernaderos), con severidad baja (1 a 40), moderada (41 a 120), alta (121 a 150) y muy alta (> a 150 N/100 g.s.). Además, 6 campos y 4 invernaderos (16,4%) muestran la incidencia conjunta de los dos nematodos, con niveles de severidad moderada, alta y muy alta (Cuadros 15, 20 y Mapa 2).

Las zonas con mayor incidencia de *N. aberrans* están localizadas en las parroquias de Pimampiro en Imbabura y Los Andes en Carchi, entre altitudes de 1620 a 2400 msnm. Por su parte, *M. incognita* se encuentra en la mayoría de las zonas tomateras, entre altitudes de 1620 a 2550 msnm.

Los resultados obtenidos permiten alcanzar el primer objetivo y aceptar parcialmente la hipótesis planteada de que la incidencia y severidad de *N. aberrans* en las principales zonas tomateras del valle del Chota (Carchi e Imbabura), no es significativa si consideramos que solamente en 12 campos y en 5 invernaderos, de 61

muestreados, se detectó su presencia; sin embargo, según la severidad o niveles de población, que en la mayoría son muy altos, indica que este parásito estaría causando pérdidas significativas de rendimiento, constituyendo un limitante importante del cultivo de tomate, principalmente en invernadero donde el monocultivo intenso que se realiza, permite que su población se incremente a niveles nocivos.

La mayor incidencia de *M. incognita*, con niveles de severidad de bajos a muy altos, indica que este nematodo estaría causando mayor daño que *N. aberrans* al cultivo de tomate de mesa. La presencia simultánea de los dos parásitos en 6 campos y 4 invernaderos, implica un daño mayor al cultivo, dificultades de control y riesgo de diseminación.

**Cuadro 15.** Incidencia y severidad de *N. aberrans* y *M. incognita* en las principales zonas del cultivo de tomate de mesa del Valle del Chota, en Carchi e Imbabura. 2006.

<b>Provincias</b>		<b><i>Nacobbus aberrans</i></b>	<b><i>Meioidogyne incognita</i></b>	<b><i>N. Aberrans</i> y <i>M. incognita</i></b>
Carchi (19 muestras)	Campos infestados	4	17	2
	Campos libres	15	2	-
	Incidencia (%)	21	90	10
Imbabura (42 muestras)	Campos infestados	13	36	8
	Campos libres	29	6	-
	Incidencia (%)	31	86	19
Carchi e Imbabura (61 muestras)	Campos infestados	17	53	10
	Campos libres	44	8	-
	Incidencia (%)	28	87	16
Severidad (población de nematodos/100 g de suelo)				
La infestación de los lotes con <i>N. aberrans</i> varía entre: moderada (21 a 40), alta (41 a 80) y muy alta (> 80).				
La infestación de los lotes con <i>M. incognita</i> varía entre: baja (1 a 40), moderada (41 a 120), alta (121 a 150) y muy alta (> 150).				
La infestación de los lotes con <i>N. aberrans</i> y <i>M. incognita</i> varía entre: moderada y muy alta				



16. Incidencia y severidad de *Nacobbus aberrans* en las principales zonas de cultivo de tomate de mesa de la provincia del Carchi. 2006.

Provincia	Cantón	Parroquia	Comunidad	Altitud (msnm)	Campo	Invernadero	Cultivo/ Maleza	Incidencia/ Parroquia (%)	Severidad	Índice agallas (0 - 4)	Población <sup>1</sup>	
											(N/100g s.)	(h. y l/g r.)
Bolívar	Los Andes	Cunquer	2520	X		Tomate	42,8	Libre	0	0		
		Cunquer	2520	X		Tomate		Libre	0	0		
		Cunquer	2340	X		Tomate		Libre	0	0		
		San Francisco	2550	X		Tomate		Libre	0	0		
		Piquiucho	1750	X		Tomate		Moderada	2	0		
		Piquiucho	2000	X		Tomate		Alta	3	20	1	
		Cunquer	2000	X		Tomate		Muy alta	4	60	3	
	Monte Olivo	El Purgatorio	2000	X		Tomate	0,0	Libre	0	0		
		El Purgatorio	2000	X		Tomate		Libre	0	0		
		Monte Olivo	2200		X	Tomate		Libre	0	0		
		Pueblo Nuevo	2150		X	Tomate		Libre	0	0		
		Pueblo Nuevo	2150		X	Tomate		Libre	0	0		
		Pueblo Nuevo	2200		X	Tomate		Libre	0	0		
	San Rafael	San Franc Cal	1800	X		Tomate	16,6	Alta	3	40	2	
		San Franc Cal	2250	X		Tomate		Libre	0	0		
		San Rafael	2100	X		Pepino		Libre	0	0		
		San Rafael	2100	X		Tomate		Libre	0	0		
		San Rafael	2100	X		Tomate		Libre	0	0		
		San Rafael	2250	X		Tomate		Libre	0	0		

No. campos: 19  
 Campos infestados: 4  
 Campos libres: 15  
 Incidencia: 21%

g s. = Nematodos/100 gramos de suelo; h. y l/g r. = huevos y larvas J2/1 gramo de raíz

17. Incidencia y severidad de *Meloidogyne incognita* en las principales zonas de cultivo de tomate de mesa de la provincia del Carchi. 2006.

Cantón	Parroquia	Comunidad	Altitud (msnm)	Campo	Invernadero	Cultivo/ Maleza	Incidencia/ Parroquia (%)	Severidad	Índice agallas (0 - 4)	Población <sup>1</sup>	
										(N/100g s.)	(h. y l./g r.)
Bolívar	Los Andes	Piquiucho	2000	x		Tomate	85,7	Libre	0	0	0
		Cunquer	2000	x		Tomate		Baja	1	20	120
		San Francisco	2550	x		Tomate		Baja	1	20	144
		Cunquer	2520	x		Tomate		Moderada	2	80	310
		Piquiucho	1750	x		Tomate		Moderada	2	60	805
		Cunquer	2520	x		Tomate		Muy alta	4	500	4400
		Cunquer	2340	x		Tomate		Muy alta	4	760	5150
	Monte Olivo	El Purgatorio	2000	x		Tomate	100	Baja	1	20	200
		El Purgatorio	2000	x		Tomate		Baja	1	40	300
		Pueblo Nuevo	2150		x	Tomate		Baja	1	40	260
		Pueblo Nuevo	2150		x	Tomate		Baja	1	0	80
		Monte Olivo	2200		x	Tomate		Muy alta	4	180	13120
		Pueblo Nuevo	2200		x	Tomate		Muy alta	4	100	22300
	San Rafael	San Franc Cal	1800	x		Tomate	83,3	Libre	0	0	0
		San Franc Cal	2250	x		Tomate		Baja	1	0	60
		San Rafael	2100	x		Tomate		Baja	1	20	80
		San Rafael	2250	x		Tomate		Moderada	1	0	300
		San Rafael	2100	x		Pepino		Alta	3	120	1034
San Rafael		2100	x		Tomate	Alta		3	120	2600	

No. campos: 19  
 Campos infestados: 17  
 Campos libres: 2  
 Incidencia: 89,5%

g s. = Nematodos/100 gramos de suelo; h. y l./g r. = huevos y larvas J2/1 gramo de raíz

**Cuadro 18.** Incidencia y severidad de *Nacobbus aberrans* en las principales zonas de cultivo de tomate de mesa de la provincia de Imbabura. 2006

Prov.	Cantón	Parroquia	Comunidad	Altitud (msnm)	Campo	Inv	Cultivo/ Maleza	Incid. (%)	Severidad	Ind. agallas (0 - 4)	Población <sup>1</sup>						
											N/100g s.	h. y l/g r.					
IMBABURA	Ibarra	Ambuquí	Carpuela	1740			Tomate	16,6	Libre	0	0	0					
			Carpuela	1740	X		Tomate		Libre	0	0	0					
			Carpuela	1740	X		Tomate		Libre	0	0	0					
			El Lavadero	2100	X		Tomate		Libre	0	0	0					
			La Playa	1700	X		Tomate		Libre	0	0	0					
			La Playa	1620	X		Tomate		Moderada	2	0	100					
	Pimampiro	Pimampiro	Pimampiro	Chalguayacu	1760	X		Tomate	45,8	Libre	0	0	0				
				Chapi	2100	X		Mora		Libre	0	0	0				
				Chapi	2100	X		Gramínea		Libre	0	0	0				
				El Carmelo	2080		X	Tomate		Libre	0	0	0				
				El Carmelo	2080		X	Tomate		Libre	0	0	0				
				El Inca	2500	X		Tom Arb		Libre	0	0	0				
				El Inca	2500		X	Tomate		Libre	0	0	0				
				Pugarpuela	2400	X		Tom Arb		Libre	0	0	0				
				San José	2400		X	Tomate		Libre	0	0	0				
				San José	2400	X		Cebolla p		Libre	0	0	0				
				Yucatán	2100	X		Tomate		Libre	0	0	0				
				Yucatán	2100		X	Tomate		Libre	0	0	0				
				Yucatán	2200		X	Tomate		Libre	0	0	0				
				Chalguayacu	1760	X		Tomate		Moderada	0	40	0				
				Pugarpuela	2400		X	Tomate		Moderada	2	100	300				
				Pugarpuela	2400	X		Tomate		Moderada	2	40	300				
				Pimampiro	2220	X		Pepino		Alta	3	100	620				
				Chalguayacu	1980	X		Tomate		Muy alta	4	40	3000				
				Chalguayacu	1980	X		Tomate		Muy alta	4	40	2840				
				Chalguayacu	1990	X		Tomate		Muy alta	4	40	3800				
				Chalguayacu	1800	X		Tomate		Muy alta	4	120	3000				
				Ciudadela la Y	2200		X	Tomate		Muy alta	4	40	2800				
				Sacramento	2040		X	Tomate		Muy alta	4	120	4000				
				Sacramento	2080		X	Tomate		Muy alta	4	120	2700				
				Sigsipamba	Sigsipamba	Sigsipamba	El Guarango	1900		X		Tomate	8,33	Libre	0	0	0
							San José	2100			X	Tomate		Libre	0	0	0
							San José	2100			X	Tomate		Libre	0	0	0
							San José	2100			X	Tomate		Libre	0	0	0
							San José	2100			X	Tomate		Libre	0	0	0
							San José	2100			X	Tomate		Libre	0	0	0
	San José	2100					X	Tomate	Libre	0	0	0					
	San José	2000					X	Tomate	Libre	0	0	0					
	San José	2000	X					Fresa	Libre	0	0	0					
	San José	2000	X					Pimiento	Libre	0	0	0					
	San José	2000					X	Tomate	Libre	0	0	0					
	San José	2100					X	Tomate	Muy alta	4	80	5000					
No. campos: 42 Campos infestados: 13 Campos libres: 29 Incidencia: 30,98%																	

<sup>1</sup> N/100 g s. = Nematodos/100 gramos de suelo; h. y l/g r. = huevos y larvas J2/1 gramo de raíz

**Cuadro 19.** Incidencia y severidad de *Meloidogyne incognita* en las principales zonas de cultivo de tomate de mesa de la provincia de Imbabura. 2006.

Prov.	Cantón	Parroquia	Comunidad	Altitud (msnm)	Cam	Inv	Cultivo/ Maleza	Incid. (%)	Severidad	Ind. Agalla (0 - 4)	Población <sup>1</sup>						
											N/100 g s.	h. y l./g r.					
IMBABURA	Ibarra	Ambuquí	La Playa	1620	X		Tomate	100	Moderada	2	80	200					
			La Playa	1700	X		Tomate		Moderada	2	60	740					
			Carpuela	1740	X		Tomate		Muy alta	4	200	3660					
			Carpuela	1740	X		Tomate		Muy alta	4	1280	9150					
			Carpuela	1740	X		Tomate		Muy alta	4	180	11840					
			El Lavadero	2100	X		Tomate		Muy alta	4	840	8070					
	Pimampiro	Pimampiro	Pimampiro	Chalguayacu	1980	X		Tomate	75	Libre	0	0	0				
				Chalguayacu	1980	X		Tomate		Libre	0	0	0				
				Chalguayacu	1990	X		Tomate		Libre	0	0	0				
				Chapi	2100	X		Mora		Libre	0	0	0				
				Ciudad. la Y	2200		X	Tomate		Libre	0	0	0				
				Pimampiro	2220	X		Pepino		Libre	0	0	0				
				Chalguayacu	1760	X		Tomate		Baja	1	20	166				
				San José	2400	X		cebolla (p)		Baja	1	0	24				
				El Carmelo	2080		X	Tomate		Baja	1	0	190				
				El Carmelo	2080		X	Tomate		Moderada	2	120	420				
				El Inca	2500	X		Tom. Arb.		Moderada	2	80	360				
				El Inca	2500		X	Tomate		Moderada	2	60	530				
				Chapi	2100	X		Gramínea		Moderada	0	300	0				
				Pugarpuela	2400		X	Tomate		Moderada	2	100	600				
				Pugarpuela	2400	X		Tomate		Moderada	2	60	410				
				Pugarpuela	2400	X		Tom. Arb.		Alta	3	100	1860				
				Yucatán	2100		X	Tomate		Alta	3	120	3000				
				Yucatán	2200		X	Tomate		Alta	3	80	2600				
				Sacramento	2080		X	Tomate		Alta	3	80	2700				
				San José	2400		X	Tomate		Muy alta	4	820	4070				
				Chalguayacu	1760	X		Tomate		Muy alta	4	540	7420				
				Yucatán	2100	X		Tomate		Muy alta	4	120	3600				
				Sacramento	2040		X	Tomate		Muy alta	4	100	25600				
				Chalguayacu	1800	X		Tomate		Muy alta	4	440	8260				
				Sigipamba	Sigipamba	Sigipamba	El Guarango	1900		X		Tomate	100%	Baja	1	20	140
							San José	2100			X	Tomate		Baja	1	0	140
							San José	2100			X	Tomate		Baja	1	20	250
							San José	2100			X	Tomate		Baja	1	0	130
	San José	2000	X					Fresa	Baja	1	60	260					
	San José	2000	X					Pimiento	Baja	1	0	88					
San José	2100		X				Tomate	Moderada	2	120	460						
San José	2100		X				Tomate	Alta	3	120	2680						
San José	2000		X				Tomate	Alta	3	200	1330						
San José	2100		X				Tomate	Muy alta	4	480	6000						
San José	2100		X				Tomate	Muy alta	4	936	4150						
San José	2000		X				Tomate	Muy alta	4	840	8390						
No. campos: 42																	
Campos infestados: 36																	
Campos libres: 6																	
Incidencia: 85,7%																	

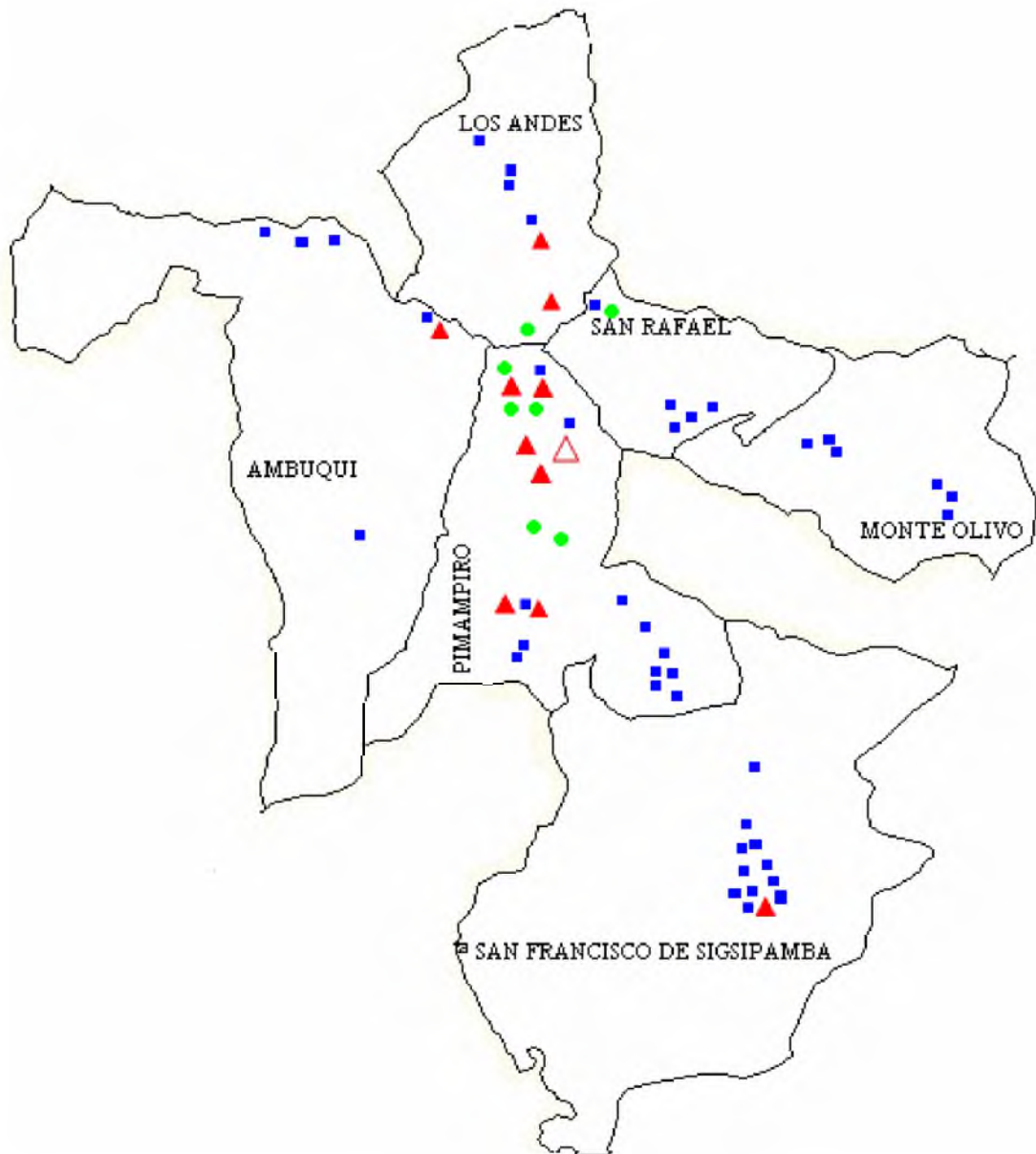
<sup>1</sup> N/100 g s. = Nematodos/100 gramos de suelo; h. y l./g r. = huevos y larvas J2/1 gramo de raíz

**adro 20.** Incidencia y severidad de *Nacobbus aberrans* y *Meloidogyne incognita*, en forma conjunta, en las principales zonas de cultivo de tomate de mesa del Valle del Chota-Carchi e Imbabura. 2006.

Provincia	Cantón	Parroquia	Comunidad	Altitud msnm	Camp	Inv.	<i>Nacobbus aberrans</i>				<i>Meloidogyne incognita</i>			
							Severidad	Ind. Agallas	Población <sup>1</sup>		Severidad	Ind. Agallas (0 - 4)	Población <sup>1</sup>	
								(0 - 4)	N/100g s.	h. y l./g r.			N/100g s.	h. y l./g r.
CARCHI	Bolívar	Los Andes	Cunquer	2000	x		Muy alta	4	60	3000	Baja	1	20	120
	Bolívar	Los Andes	Piquiucho	1750	x		Moderada	2	0	268	Moderada	2	60	805
IMBABURA	Ibarra	Ambuquí	La Playa	1620	x		Moderada	2	0	100	Moderada	2	80	200
	Pimampiro	Pimampiro	Pugarpuela	2400		x	Moderada	2	100	300	Moderada	2	100	600
	Pimampiro	Pimampiro	Pugarpuela	2400	x		Moderada	2	40	300	Moderada	2	60	410
	Pimampiro	Pimampiro	Chalguayaco	1760	x		Moderada	0	40	0	Muy alta	4	540	7420
	Pimampiro	Pimampiro	Sacramento	2040		x	Muy alta	4	120	4000	Muy alta	4	100	25600
	Pimampiro	Pimampiro	Sacramento	2080		x	Muy alta	4	120	2700	Alta	3	80	2700
	Pimampiro	Pimampiro	Chalguayaco	1800	x		Muy alta	4	120	3000	Muy alta	4	440	8260
	Pimampiro	Sigsipamba	San José	2100		x	Muy alta	4	80	5000	Muy alta	4	480	6000

/100 g s. = Nematodos/100 gramos de suelo; h. y l./g r. = huevos y larvas J2/1 gramo de raíz

**Mapa 2.** Distribución de *Nacobbus aberrans* y *Meloidogyne incognita* en las principales zonas tomateras de Los Andes, San Rafael y Monte Olivo en la provincia de Carchi, y en Ambuqui, Pimampiro y Sigsipamba en la provincia de Imbabura, Valle del Chota. 2007.



Incidencia	<i>N. aberrans</i>	<i>M. incognita</i>	Ambos generos
Presencia	●	■	▲
Ausencia	○	□	△

**Incidencia de *N. aberrans* y *M. incognita* mediante detección de la población por el método del Elutriador de Oostembrink más filtro de algodón y el método de bio-ensayo más maceración de raíces en hipoclorito de sodio.**

Según los datos consignados en los Cuadros 21 y 22, se puede decir que la detección de *N. aberrans* en el suelo es similar por los dos métodos, siendo la detección de *M. incognita* ligeramente mejor por el método del bio-ensayo; sin embargo, este último demanda mucho tiempo y mayor costo.

Cabe destacar que en pocas muestras de suelo, el bio-ensayo detecta la presencia de *N. aberrans* o *M. incognita* donde el primer método no lo hizo, pero también sucede lo contrario, es decir no detecta la presencia de estos nematodos en muestras donde el primer método si lo hace (Cuadro 22).

De acuerdo a lo anotado, se concluye que el método del Elutriador de Oostembrink es adecuado para la detección de estos dos nematodos en el suelo, detección que fue más precisa al analizar también muestras del sistema radical de plantas tomadas en los lotes, como muestran los resultados consignados en los Cuadros 14, 15, 16 y 17, concordando con las recomendaciones de Barker (1985) sobre muestreo, por lo cual se consideran a los resultados obtenidos como muy confiables.

**Cuadro 21.** Incidencia de *N. aberrans* y *M. incognita* en las principales zonas de cultivo de tomate de mesa del Valle del Chota, mediante detección de la población por el método del Elutriador de Oostembrink y por bio-ensayo. Carchi e Imbabura. 2007.

Provincias	Lotes	<i>Nacobbus aberrans</i>		<i>Meloidogyne incognita</i>	
		Elutriador Oostembrink	Bio-ensayo	Elutriador Oostembrink	Bio-ensayo
Carchi (19 muestras)	Infestados	3	4	14	15
	Libres	16	15	5	4
	Incidencia (%)	18,7	21	73,8	78,9
Imbabura (42 muestras)	Infestados	12	12	31	37
	Libres	30	30	11	5
	Incidencia (%)	28,6	28,6	73,8	88,0
Carchi e Imbabura (61 muestras)	Infestados	15	16	45	52
	Libres	46	45	16	16
	Incidencia (%)	24,6	26,2	73,8	85,2

**Cuadro 22.** Incidencia de *N. aberrans* y *M. incognita* mediante detección de la población en el suelo por el método del Elutriador de Oostembrink y por bio-ensayo. Carchi e Imbabura. 2007.

Provincia	Comunidad	<i>Nacobbus aberrans</i>		<i>Meloidogyne incognita</i>	
		Elutriador Oostembrink (N/100 g s.)	Bio-ensayo (h. y l./g r.)	Elutriador Oostembrink (N/100 g s.)	Bio-ensayo (h. y l./g r.)
Carchi	Piquiucho	20	460	0	0
	Piquiucho	0	1670	60	0
	San Franc Cal	0	873	0	0
	Cunquer	60	243	20	0
	Cunquer	0	0	80	212
	San Rafael	0	0	120	283
	San Rafael	0	0	120	220
	San Franc Cal	40	0	0	214
	Pueblo Nuevo	0	0	40	200
	Pueblo Nuevo	0	0	0	20
	El Purgatorio	0	0	20	250
	El Purgatorio	0	0	40	211
	San Francisco	0	0	20	40
	Cunquer	0	0	500	746
	San Rafael	0	0	0	520
	Cunquer	0	0	760	86
	San Rafael	0	0	20	1560
	Pueblo Nuevo	0	0	100	11050
	Monte Olivo	0	0	180	15900
	Imbabura	Ciudadela la Y	40	500	0
Chalguayaco		40	228	0	0
Chalguayaco		40	916	0	0
Chalguayaco		40	600	0	0
Pimampiro		100	438	0	0
San José		0	0	0	276
Chapi		0	0	300	688
Pugarpuela		100	0	100	262
Pugarpuela		40	200	60	200
El Inca		0	0	80	133
El Inca		0	0	60	286
El Carmelo		0	0	0	216
San José		0	0	120	85
San José		0	0	936	56
San José		0	0	200	78
San José		0	0	60	130
Chalguayaco		0	0	20	25
Yucatán		0	0	120	816
Yucatán		0	0	120	489
El Carmelo		0	0	120	488
San José		0	0	20	471
San José		0	0	0	613
San José		80	200	480	800
El Guarango		0	0	20	440
La Playa		0	70	80	70
La Playa		0	0	60	173
El Lavadero		0	0	840	143
Carpuela		0	0	200	89
Chapi		0	0	0	826
Pugarpuela		0	0	100	1030
Yucatán		0	0	80	1066
San José		0	0	0	1086
San José		0	0	120	2275
San José		0	0	0	1122
San José		0	0	840	1236
Carpuela		0	0	1280	667
Chalguayaco		40	70	540	210
Sacramento		120	1688	80	563
Chalguayaco		120	69	440	69
San José		0	0	820	1390
Carpuela	0	0	180	2075	
Sacramento	120	1167	100	1167	



## 2. Rango de hospederos de *Nacobbus aberrans*

En el Cuadro 23 se observa que de los 85 cultivos y malezas evaluados, 49 no son hospederos de *N. aberrans* y 36 presentan el siguiente comportamiento como hospederos:

Los cultivos: ghypsopila, acelga, remolacha, papa, tomate de mesa, uvilla y las malezas alpha quinua y hierba mora, mostraron ser hospederos muy eficientes de *N. aberrans*, con un índice de agallas de 4 e índices de incremento entre 2,4 y 13,7 veces la población inicial (Cuadro 23).

Los cultivos de tomate de árbol y espinaca se comportan como hospederos eficientes, con un índice de agallas de 3 e índices de incremento de 1,1 a 1,8 veces la población inicial (Cuadro 23).

Los cultivos verdolaga, ají y la maleza malva blanca, se comportan como hospederos con un índice de agallas de 2 e índices de incremento de 0,44 a 0,50 (Cuadro 23).

Los cultivos: melloco, quínoa, lechuga, nabo chino, pepinillo, oca, frutilla, mora y pimiento, y las malezas chamico, ambo, bledo, cenizo, taraxaco y campanilla, respondieron como hospederos deficientes con índices de agallas de 0, 1, 2 o 3, e índices de incremento de 0,01 a 0,3 (Cuadro 23).

En el último grupo se destaca la maleza chamico que presenta un índice de agallas de 3, pero un índice de incremento bajo de 0,01 veces la población inicial, fenómeno que se interpreta que los exudados del sistema radical de esta maleza permiten la eclosión de los huevos, que las raíces permiten la entrada de las larvas, pero que no permiten que su población se incremente, seguramente porque la calidad y cantidad de alimento que produce la planta, no son adecuados para la producción de huevos. Esta maleza podría funcionar como trampa en suelos de invernadero, pero es necesario evaluar su comportamiento como hospedero a *M. incognita*, considerando que en varios campos e invernaderos se los ha encontrado a estos dos nematodos parasitando juntos a tomate.

Es importante destacar la respuesta de la papa como hospedero muy eficiente de *N. aberrans*, permite un incremento alto de la población. En Perú, Bolivia y Argentina el cultivo de papa es seriamente afectado por este nematodo. En Ecuador no se ha reportado el ataque de *N. aberrans* a papa, posiblemente debido a que este parásito se encuentra únicamente en los valles comprendidos entre 1620 y 2400 msnm, zonas que son limitantes del cultivo de papa.

Los resultados obtenidos permiten rechazar la hipótesis de que el rango de hospederos de este nematodo es pequeño, concluir que el rango de hospederos de *Nacobbus aberrans* es amplio y alcanzar el tercer objetivo.

**Cuadro 23.** Comportamiento de cultivos y malezas como hospederos de *Nacobbus aberrans*. Yuyucocha, 2006.

Especie		Pobl. inicial (Pi) (h. y L/maceta)	Pobl. final (Pf) (h. y L/maceta)	Incremento Pf/Pi	Indice de agallas (0 - 4)	Respuesta
Nombre vulgar	Nombre científico					
TUCUQUITA	<i>Dischoriste cuadrangularis</i>	20000	0	0,00	0	NH
TUNA	<i>Opuntia ficus-indica</i>	20000	0	0,00	0	NH
CERRAJA	<i>Sonchus oleraceus</i>	20000	0	0,00	0	NH
PACOYUYO	<i>Galinsoga ciliata</i>	20000	0	0,00	0	NH
AMOR SECO	<i>Bidens pilosa</i>	20000	0	0,00	0	NH
GIRASOL	<i>Heliantus annuus</i>	20000	0	0,00	0	NH
CHILCA	<i>Baccharis spp.</i>	20000	0	0,00	0	NH
JICAMA	<i>Pachyrrizus erosus</i>	20000	0	0,00	0	NH
BROCOLI	<i>Brassica oleracea</i>	20000	0	0,00	0	NH
COL	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>	20000	0	0,00	0	NH
COLIFLOR	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botritis</i>	20000	0	0,00	0	NH
RABANO	<i>Raphanus sativus</i>	20000	0	0,00	0	NH
RABANO SILVESTRE	<i>Raphanus raphanistrum</i>	20000	0	0,00	0	NH
PAPA NABO	<i>Brassica napus</i> var. <i>rapifera</i>	20000	0	0,00	0	NH
MELON	<i>Cucumis melo</i>	20000	0	0,00	0	NH
COROCILLO	<i>Cyperus tenuis</i>	20000	0	0,00	0	NH
COQUITO	<i>Cyperus mutisii</i>	20000	0	0,00	0	NH
HIGUERILLA	<i>Ricinus communis</i>	20000	0	0,00	0	NH
AVENA	<i>Avena sativa</i>	20000	0	0,00	0	NH
MAÍZ	<i>Zea mayz</i>	20000	0	0,00	0	NH
RYEGRAS	<i>Lolium multiflorum</i>	20000	0	0,00	0	NH
TRIGO	<i>Triticum vulgare</i>	20000	0	0,00	0	NH
MOROCHILLO	<i>Zea mayz</i>	20000	0	0,00	0	NH
CEBADA	<i>Hordeum vulgare</i>	20000	0	0,00	0	NH
RYEGRAS CRIOLLO	<i>Lolium multiflorum</i>	20000	0	0,00	0	NH
ALFALFA	<i>Medicago sativa</i>	20000	0	0,00	0	NH
FREJOL	<i>Phaseolus vulgaris</i>	20000	0	0,00	0	NH
HABA	<i>Vicia fabae</i>	20000	0	0,00	0	NH
GARBANZO	<i>Cicer arietinum</i>	20000	0	0,00	0	NH
SOYA	<i>Glicine max</i>	20000	0	0,00	0	NH
VAINITA	<i>Phaseolus vulgaris</i>	20000	0	0,00	0	NH
ARVEJA	<i>Pisum sativum</i>	20000	0	0,00	0	NH
VICIA	<i>Vicia afropurpurea</i>	20000	0	0,00	0	NH
LENTEJA	<i>Lens culinaris</i>	20000	0	0,00	0	NH
AJO	<i>Allium sativum</i>	20000	0	0,00	0	NH
CEBOLLA PAITEÑA	<i>Allium cepa</i>	20000	0	0,00	0	NH
CEBOLLA RAMA	<i>Allium fistulosum</i>	20000	0	0,00	0	NH
PLATANILLO	<i>Oenothera tetragona</i>	20000	0	0,00	0	NH
CHULCO	<i>Oxalis comiculata</i>	20000	0	0,00	0	NH
MARACUYA	<i>Pasiflora edulis</i>	20000	0	0,00	0	NH

NH = no hospedero; HD = hospedero deficiente; H = hospedero; HE = hospedero eficiente; HME = hospedero muy eficiente; h. y l./maceta = huevos y larvas J2/maceta.

**Cuadro 23.** Continuación

Especie		Pobl. inicial (Pi) (h. y l./maceta)	Pobl. final (Pf) (h. y l./maceta)	Incremento Pf/Pi	Índice de agallas (0 - 4)	Respuesta
Nombre vulgar	Nombre científico					
TAXO	<i>Pasiflora mollissima</i>	20000	0	0,00	0	NH
LLANTEN	<i>Plantago major</i>	20000	0	0,00	0	NH
LENGUA VACA	<i>Rumex crispus</i>	20000	0	0,00	0	NH
ROSA	<i>Rosa spp.</i>	20000	0	0,00	0	NH
HIERBA DE SAPO	<i>Richardia brasiliensis</i>	20000	0	0,00	0	NH
RUDA	<i>Ruta graveolens</i>	20000	0	0,00	0	NH
APIO	<i>Aphium graveolens</i>	20000	0	0,00	0	NH
CILANTRO	<i>Coriandrum sativum</i>	20000	0	0,00	0	NH
ZANAHORIA	<i>Daucus carota</i>	20000	0	0,00	0	NH
PEREJIL	<i>Petrocelinum sativum</i>	20000	0	0,00	0	NH
BLEDO	<i>Amaranthus hybridus</i>	20000	2300	0,06	2	HD
MELLOCO	<i>Ollucus tuberosus</i>	20000	843	0,04	1	HD
CENIZO	<i>Chanopodium paniculatum</i>	20000	2867	0,07	2	HD
QUINOA	<i>Chenopodium quinoa</i>	20000	4968	0,12	1	HD
TARAXACO	<i>Taraxacum officinale</i>	20000	712	0,02	1	HD
LECHUGA	<i>Lactuca sativa</i>	20000	387	0,01	1	HD
CAMPANILLA	<i>Ipomoea purpurea</i>	20000	12613	0,30	1	HD
NABO CHINO	<i>Raphanus sativus</i>	20000	260	0,01	1	HD
PEPINILLO	<i>Cucumis sativus</i>	20000	250	0,01	1	HD
OCA	<i>Oxalis tuberosa</i>	20000	528	0,03	0	HD
FRUTILLA	<i>Fragaria vesca</i>	20000	1816	0,04	0	HD
MORA	<i>Rubus glaucus</i>	20000	710	0,02	0	HD
PIMIENTO	<i>Capsicum annuum</i>	20000	5866	0,15	1	HD
CHAMICO	<i>Datura stramonium</i>	20000	438	0,01	3	HD
AMBO	<i>Nicandra physalodes</i>	20000	5363	0,13	1	HD
MALVA BLANCA	<i>Malva peruvianum</i>	20000	17800	0,44	2	H
VERDOLAGA	<i>Portulaca oleracea</i>	20000	18833	0,50	2	H
AJÍ	<i>Capsicum pubescens</i>	20000	17866	0,45	2	H
ESPINACA	<i>Spinacia oleracea</i>	20000	35160	1,80	3	HE
TOMATE ARBOL	<i>Cyphomandra betacea</i>	20000	43550	1,10	3	HE
GHYPSO PILA	<i>Gypsophila paniculada</i>	20000	551066	13,70	4	HME
ALPHA QUINUA	<i>Chenopodium murale</i>	20000	287000	7,17	4	HME
ACELGA	<i>Beta vulgaris</i>	20000	426666	10,70	4	HME
REMOLACHA	<i>Beta vulgaris</i>	20000	94800	2,40	4	HME
PAPA	<i>Solanum tuberosum</i>	20000	403100	10,00	4	HME
TOMATE MESA	<i>Lycopersicum esculentum</i>	20000	461840	11,50	4	HME
UVILLA	<i>Physalis peruviana</i>	20000	322387	8,10	4	HME
HIERBA MORA	<i>Solanum nigrum</i>	20000	535666	13,40	4	HME

NH = no hospedero; HD = hospedero deficiente; H = hospedero; HE = hospedero eficiente; HME = hospedero muy eficiente; h. y l./maceta = huevos y larvas J2/maceta.

El conocimiento del rango de hospederos permitirá establecer esquemas de rotación para reducir la población de este parásito y evitar su daño, especialmente cuando el tomate de mesa se cultive bajo

condiciones de invernadero; sus hospedantes coadyuvan a que este nematodo incremente su población y su dispersión.

### 3. Curvas de reproducción de *N. aberrans* y de pérdidas

En la curva de reproducción de *N. aberrans* de la Figura 5, se observa que el rango máximo de reproducción o incremento de la población del nematodo es de 46 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.

Por otra parte, en la curva de pérdidas de la Figura 6, 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/cm<sup>3</sup> 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 cm<sup>3</sup> 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.

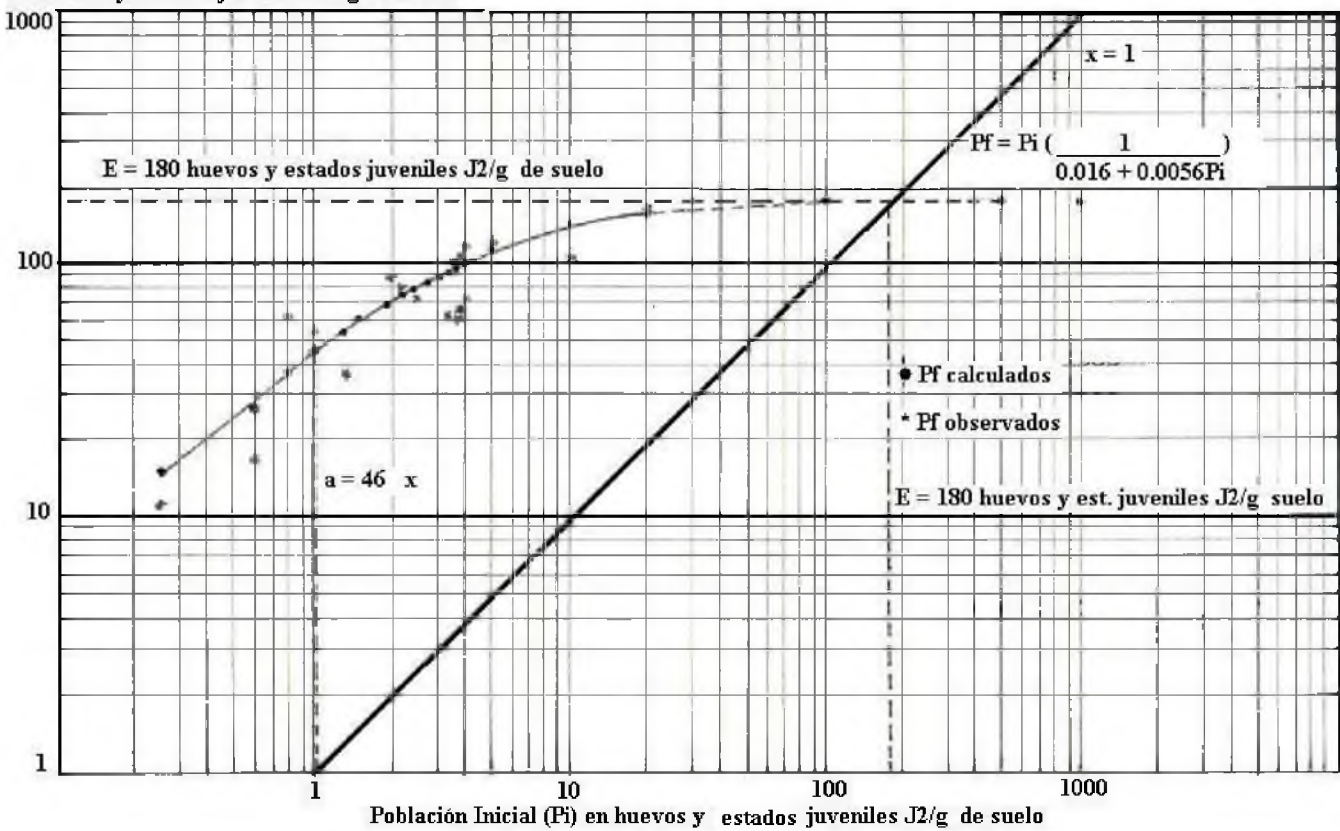
De acuerdo con los resultados obtenidos, se acepta parcialmente la hipótesis de trabajo de que el umbral de daño es mayor a 10 larvas y huevos/g de suelo y el nivel de equilibrio de la población es mayor a 100 larvas y huevos/g de suelo. En la curva de pérdidas obtenida, no fue posible determinar las pérdidas máximas.

La tolerancia de la variedad Titán es confirmada en el 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 (Cuadros 24 y 25).

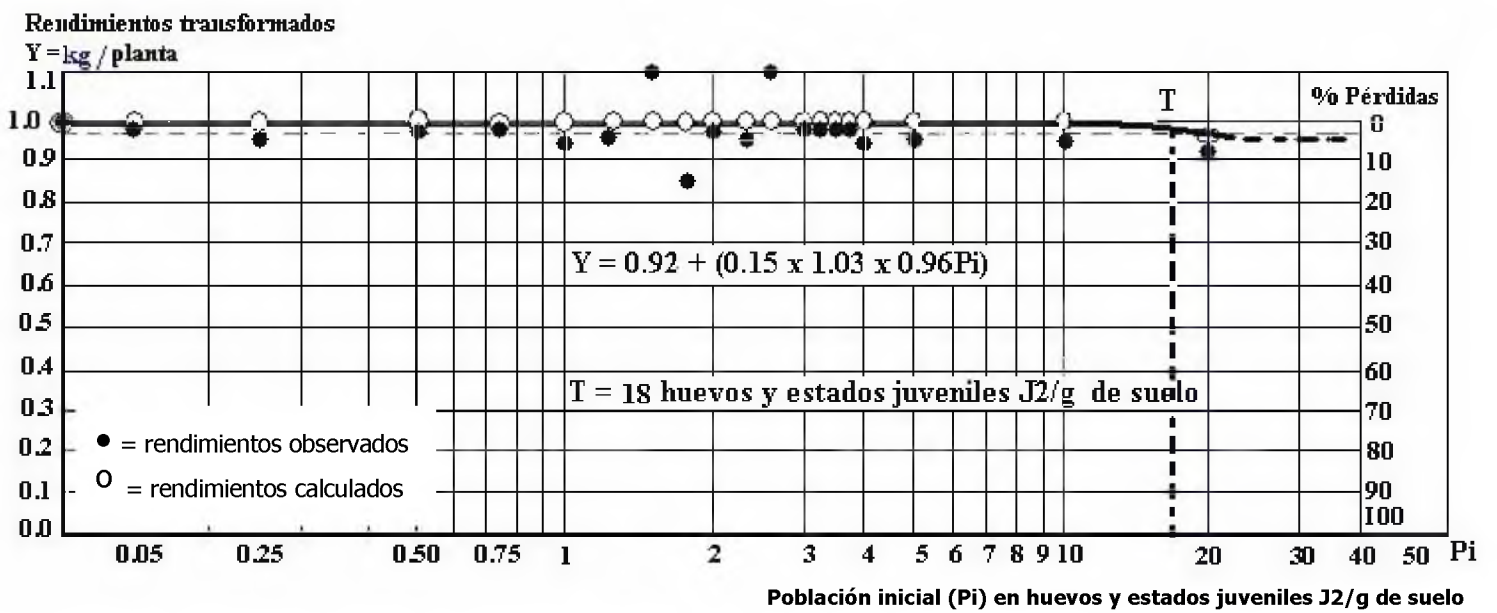
Además, en la curva de pérdidas se observan ligeros incrementos de rendimiento a niveles de población inicial de 1 a 2 huevos y estados larvales J2/g s., resultado que coincide con aquellos reportados por Zamudio (1987) y Gómez (1992), citados por Ramos *et al.* (1998), quienes señalan que observaron 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 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 5).

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



**Figura 5.** 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:  $Pf = Pi \frac{1}{b + cPi}$ , de Fujita y Utida (1953). Yuyucocha-Imbabura. 2007. a = reproducción máxima; E = nivel de equilibrio; X = 1 índice de reproducción igual a 1.



**Figura 6.** 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:  $Y = m + (1 - m) z^{\text{P-T}}$ , de Seinhorst (1972). Yuyucocha-Imbabura. 2007. Y = rendimiento; Pi = población inicial; T = límite o nivel de tolerancia.

#### **4. Resistencia a *M. incognita* y comportamiento al parasitismo de *N. aberrans* de las principales variedades comerciales de tomate de mesa.**

De acuerdo con los resultados consignados en el Cuadro 24, las variedades: Diva, Fortaleza, Chibli, Victoria, Gina, Sahel, Thomas y Rocio, presentan un comportamiento resistente tolerante al ataque de *M. incognita*, al presentar incrementos menores a 1, en un rango de 0,1 a 0,7 y no ser afectados sus rendimientos, resultados que corroboran lo indicado por las empresas que producen estas variedades; sin embargo, la variedad Sahel que es resistente (0,4 veces de incremento), muestra que su rendimiento es afectado significativamente (2,2 kg/planta sin nematodos y 1,2 kg/planta con nematodos), es decir, no posee tolerancia.

Por su parte, las variedades Nemonetta, E2532067, Charleston, Suncret, Titán, FA1418, Sweet, Paronset, Don José, Ikram y Stacatto, presentan un comportamiento susceptible tolerante (incrementos de 1,1 a 4,4) y la variedad Sheila muestra un comportamiento susceptible no tolerante al ser aniquilada por *M. incognita* (Cuadro 24).

Estos resultados muestran que únicamente al cultivar las variedades Sheila y Sahel, los agricultores experimentarán pérdidas en su cosecha, si no aplican alguna medida de control de *M. incognita*.

En cuanto a la respuesta de los materiales de tomate de mesa al parasitismo de *N. aberrans*, en el Cuadro 25 se observa que todos se comportan como susceptibles tolerantes, porque incrementan la población del nematodo en un rango de 1,4 a 19,8 veces, sin que sus rendimientos sean afectados significativamente, es más, en varios casos muestran incrementos ligeros.

Según los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis de que las variedades e híbridos de tomate de mesa resistentes a *Meloidogyne incognita*, no presentan resistencia a *Nacobbus aberrans* y se alcanza el quinto objetivo.

Sin embargo, los resultados muestran que existe un buen número de materiales para establecer sistemas de rotación de variedades resistentes y tolerantes, para evitar tanto el daño de *N. aberrans* como el de *M. incognita* y la presión de selección de razas.

Además, estos resultados explican, en gran parte, lo aseverado por los agricultores que manifiestan conocer los síntomas de los nematodos pero son claros en señalar que no constituyen problema porque siempre obtienen buenas cosechas de tomates en presencia de los mismos.



**Cuadro 24.** Comportamiento de las principales variedades de tomate de mesa al parasitismo de *Meloidogyne incognita*. Yuyucocha, Imbabura. 2007.

Materiales	Poblaciones (h. y l./maceta)		Incremento (Pf/Pi)	Rendimiento (kg/planta)		Prueba de "t" (0,05) para rend.	Respuesta
	(Pi)	(Pf)		Sin nemat.	Con nemat.		
Diva	70000	6682	0,1	1,3	1,2	NS	RT
Fortaleza	70000	9504	0,1	1,4	1,4	NS	RT
Chibli	70000	18157	0,3	1,2	1,2	NS	RT
Victoria	70000	19383	0,3	1,3	1,0	NS	RT
Gina	70000	22373	0,3	1,3	1,2	NS	RT
Sahel	70000	29378	0,4	2,2	1,2	S	RNT
Thomas	70000	38741	0,6	1,5	1,3	NS	RT
Rocío	70000	49006	0,7	1,5	1,5	NS	RT
Nemonetta	70000	77073	1,1	1,5	1,3	NS	ST
E2532067	70000	83716	1,2	1,5	1,3	NS	ST
Charleston	70000	90753	1,3	1,6	0,9	NS	ST
Suncrest	70000	91483	1,3	1,0	0,9	NS	ST
Titan	70000	119134	1,7	1,2	1,1	NS	ST
FA1418	70000	130910	1,9	1,4	1,0	NS	ST
Sweet	70000	151999	2,2	0,9	0,6	NS	ST
Paronset	70000	157810	2,3	1,2	1,1	NS	ST
Ikram	70000	213399	3,1	1,3	1,0	NS	ST
Staccato	70000	269405	3,9	1,4	1,1	NS	ST
Don José	70000	378809	5,4	1,2	1,1	NS	ST
Sheila	70000	PM <sup>1</sup>	-	-	-	-	SNT

H. y l./maceta = huevos y larvas/maceta; <sup>1</sup> = plantas muertas por el nematodo y por pudrición del sistema radical; NS = no significativo (0,05); S = significativo (0,05); RT = resistente tolerante; RNT = resistente no tolerante; ST = susceptible tolerante; SNT = susceptible no tolerante.

De igual forma, al relacionar los niveles de población de *M. incognita* detectados en los lotes de los agricultores que fluctúa de 20 a 128 nematodos/100 g de suelo o su equivalente de 0,2 a 1,28 nematodos/g de suelo y de 0,2 a 1,2 nematodos/g de suelo para *N. aberrans* (Cuadro 22) y el comportamiento de algunas variedades como resistentes tolerantes y susceptibles tolerantes a *M. incognita* y la respuesta de la mayoría como susceptibles tolerantes a *N. aberrans*, al soportar un nivel de población inicial de al menos 10 nematodos/g de suelo sin afectarse sus rendimientos (Cuadros 24 y 25), se puede decir que estos niveles de población son fácilmente soportados por los materiales sin sufrir decremento de su rendimiento. Este hecho también permite comprender lo aseverado por los agricultores quienes señalan obtener cosechas buenas en presencia de nematodos agalladores, observación que debe verificarse mediante experimentación.

**Cuadro 25.** Comportamiento de las principales variedades de tomate de mesa al parasitismo de *Nacobbus aberrans*. Yuyucocha, Imbabura. 2007.

Materiales	Poblaciones (h. y l./maceta)		Incremento (Pf/Pi)	Rendimiento (kg/planta)		Prueba de "t" (0,05) para rend.	Respuesta
	(Pi)	(Pf)		Sin nemat.	Con nemat.		
Chibli	70000	97937	1,4	1,7	1,4	NS	ST
Pericle	70000	176335	2,5	1,4	1,9	NS	ST
Ikram	70000	215540	3,1	1,5	1,8	NS	ST
Suncrest	70000	217637	3,1	2,1	2,0	NS	ST
S. Sweet	70000	224383	3,2	1,5	1,5	NS	ST
Miroma	70000	240033	3,4	1,8	2,0	NS	ST
Platone	70000	241022	3,4	1,2	1,3	NS	ST
Titán	70000	380242	5,4	2,3	2,6	NS	ST
Fortaleza	70000	396115	5,6	2,1	2,3	NS	ST
Thomas	70000	395072	5,6	2,3	1,9	NS	ST
Rocío	70000	457835	6,5	2,4	2,5	NS	ST
Paronset	70000	478320	6,8	2,1	2,2	NS	ST
FA 1418	70000	486090	6,9	2,3	2,2	NS	ST
E2731642	70000	525322	7,5	1,9	1,9	NS	ST
Sheila	70000	534115	7,6	2,5	2,5	NS	ST
Nemonetta	70000	562180	8,0	2,4	2,5	NS	ST
Sahel	70000	593435	8,4	2,9	2,6	NS	ST
E2532067	70000	612392	8,7	2,6	2,2	NS	ST
Don José	70000	839487	12,0	2,9	2,1	NS	ST
AG 375	70000	908713	13,0	2,6	2,41	NS	ST
Victoria	70000	971367	13,9	2,6	2,6	NS	ST
Staccato	70000	1001777	14,3	2,6	2,4	NS	ST
Charleston	70000	1048775	14,9	2,2	2,6	NS	ST
Gina	70000	1264397	18,0	2,5	2,5	NS	ST
Diva	70000	1386092	19,8	2,5	1,9	NS	ST

H y l/maceta = huevos y larvas/maceta; NS = no significativo (0,05); S = significativo (0,05); ST = susceptible tolerante; SNT = susceptible no tolerante.

## 5. Dinámica poblacional de *N. aberrans* y *M. incognita* en las prácticas del cultivo de tomate de mesa.

El incremento (Pf/Pi) de *N. aberrans* y *M. incognita* (promedio de 24 observaciones), 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 alta población 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).

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) 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.

Sin embargo, en el Cuadro 26 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, respectivamente para *N. aberrans*, 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 1.1 veces, en su orden (Cuadro 26).

Los efectos 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, presentado en las Figuras 7 y 8 para *N. aberrans* y 9 y 10 para *M. incognita*, donde se destaca el bajo control de carbofuran.

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 lotes donde estén presentes los dos nematodos, no es práctico, pero si para lotes donde se encuentre únicamente *N. aberrans*.

En cuanto al rendimiento obtenido por los tratamientos que contienen tomate, en el Cuadro 26 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.

**Cuadro 26.** Incremento de la población de *N. aberrans* y *M. incognita* registrada en las prácticas culturales usuales del cultivo de tomate de mesa. Yuyucocha, Ibarra, Imbabura. 2007.

Tratamientos	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	0,4	4,2	-
T7 = Remoción de suelo + fréjol	0,0	13,8	-
T8 = Remoción de suelo + maíz	0,0	1,2	-

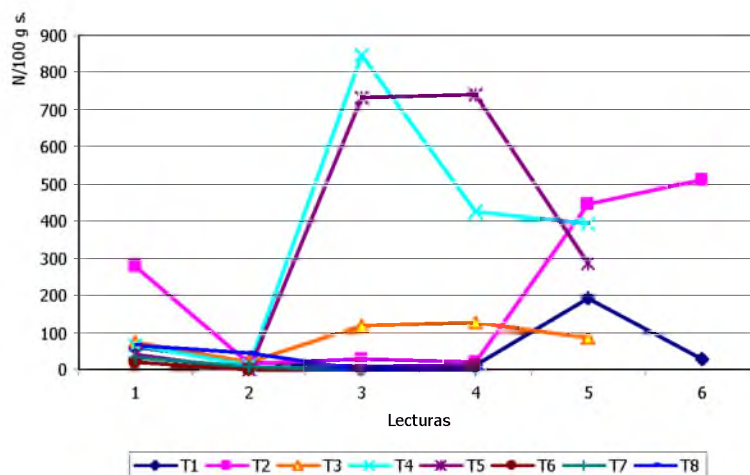


Figura 7. Fluctuación de la población de *N. aberrans* en el suelo registrada en las prácticas culturales usuales del tomate de mesa. Yuyucocha, Imbabura. 2007.

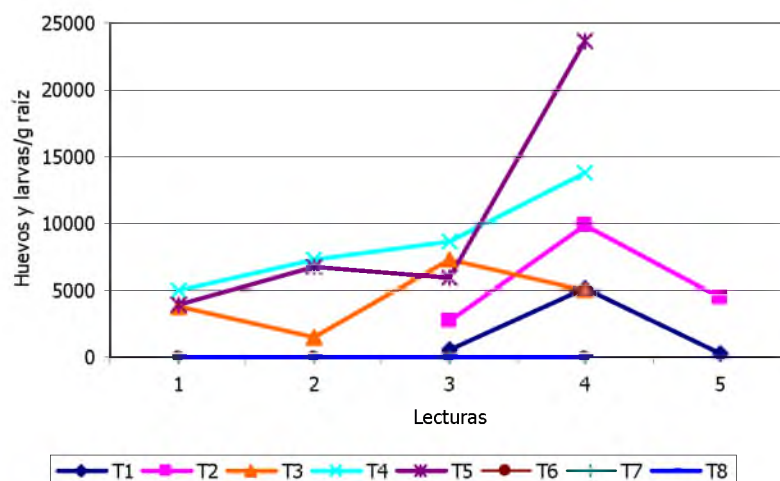


Figura 8. Fluctuación de la población de *N. aberrans* en la raíz registrada en las prácticas culturales usuales del tomate de mesa. Yuyucocha, Imbabura. 2007. (En los tratamientos T6, T7 y T8, no se registró población de *N. aberrans*).

- 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

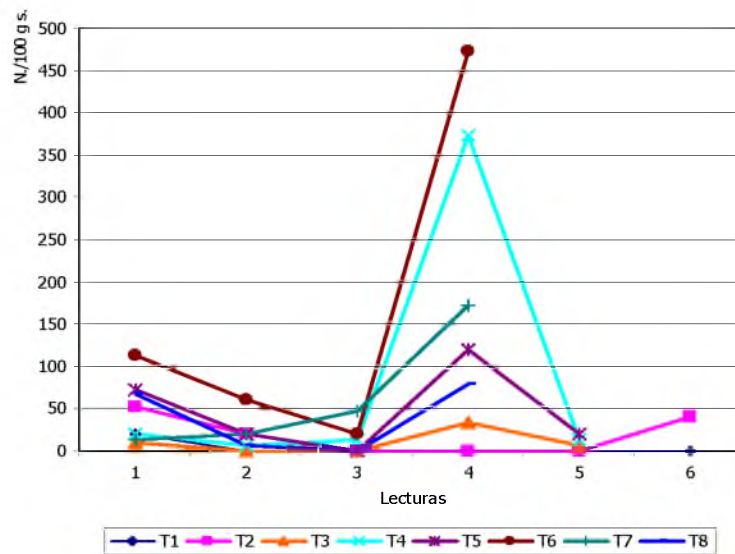


Figura 9. Fluctuación de la población de *M. incognita* en el suelo registrada en las prácticas culturales usuales del tomate de mesa. Yuyucocha, Imbabura. 2007.

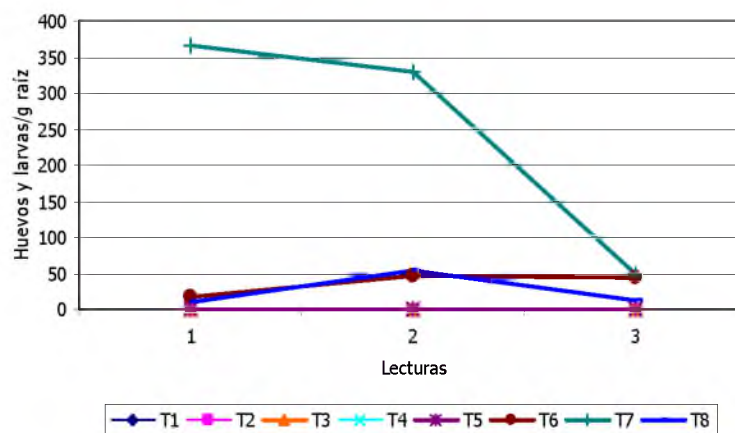


Figura 10. Fluctuación de la población de *M. incognita* en la raíz registrada en las prácticas culturales usuales del tomate de mesa. Yuyucocha, Imbabura. 2007. (En los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5, no se registró población de *M. incognita*).

- 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), que señala 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 remoción del suelo y la incorporación de gallinaza fresca al suelo, no reducen la población de estos dos nematodos, pero que la gallinaza induce una reproducción baja de los dos nematodos e influye en la obtención de mejores rendimientos por efecto nutricional y 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 lotes donde estén presentes los dos nematodos, no es práctico, pero si para lotes 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 los dos nematodos y se alcanza el sexto objetivo.

## 6. Manejo del cultivo de tomate de mesa

**Características sociales del agricultor.-** La edad de los agricultores encuestados fluctúa de 20 a 30 años (16,7%), de 31 a 40 años (50%), de 41 a 50 años (22,2%) y de 51 a 60 años (11,1%), con nivel de educación primaria. La actividad principal de la totalidad de los encuestados, es la agricultura. La información obtenida indica que la mayoría de agricultores son relativamente jóvenes, característica que facilita su capacitación.

**Tecnología de producción del tomate de mesa.-** El 52,8% de agricultores encuestados señalaron que cultivan el tomate de mesa a campo abierto y el 47,2% bajo condiciones de invernadero,

información que indica la existencia de dos sistemas de producción de tomate, en los cuales la textura del suelo fluctúa de franca (27,8%) a franca arcillosa (33,3%) y a franca arenosa (38,9%).

La mayor concentración de producción del cultivo de tomate a campo abierto, se encuentra en las parroquias Los Andes, San Rafael y Monte Olivo del cantón Bolívar en la Provincia del Carchi y en la parroquia Ambuquí del cantón Ibarra en la Provincia de Imbabura; la mayor concentración de producción del cultivo en invernadero, se encuentra en las parroquias Pimampiro y Sigsipamba, del cantón Pimampiro de la Provincia de Imbabura.

### **Producción a campo abierto**

**Variedades.-** En este sistema la variedad Flora-dade es cultivada por el 58% de agricultores, luego el híbrido Don José (32%) y con menos frecuencia los híbridos Francesca y Titán con 5% cada una. De manera general estas variedades son resistentes tolerantes o susceptibles tolerantes a los nematodos agalladores *M. incognita* y *N. aberrans*, comportamiento que permite su cultivo sin mayores problemas en presencia de estos nematodos. Sin embargo, los agricultores señalan que prefieren la variedad Flora-dade y el híbrido Don José, por su alto rendimiento y dureza del fruto al manipuleo. Con menor frecuencia señalan por la demanda en el mercado y por su resistencia a enfermedades y plagas (Fusarium y nematodos).

**Selección, preparación y desinfección del suelo.-** La mayoría de agricultores, utilizan lotes provenientes de un sistema de rotación con cebolla, fréjol, pimiento, ají, vainita y ocasionalmente con mora y caña. Al final de cada cultivo, dejan el terreno en descanso por 2 a 3 meses. Preparan el terreno mediante arada, rastrada y surcada. El 79% de agricultores desinfectan los surcos, previo al transplante o la siembra de tomate, de los cuales el 32% aplican Furadan (carbofuran) en dosis de 200 y 500 cc/tanque de 200 l, y de 5 a 10% de agricultores, aplican Furadan en mezcla con Terraclor (P. C. N. B.), Lorsban (clorpirifos), Captan (captan), Malathion (malathion), Vitavax (carboxin + captan) y Benlate (benomil).

De acuerdo con la información proporcionada por los agricultores, los cultivos utilizados en la rotación permiten reducir la población de *N. aberrans* porque no son hospederos o son hospederos deficientes (Cuadro 23), pero permiten incrementar la población de *M. incognita*, de tal forma que, si el siguiente cultivo es tomate de mesa, los rendimientos serían afectados; sin embargo, el problema es superado por la resistencia o tolerancia de las variedades que cultivan, más la aplicación del nematicida Furadan antes del transplante o la siembra.

**Origen de la semilla y de las plántulas, distancia de siembra, fertilización y riego.-** El 95% de los agricultores compran la semilla en almacenes agrícolas, de los cuales el 63% realiza la siembra



directa al surco colocando 3 semillas por sitio; el 32% produce plántulas en semilleros cuyo sustrato es suelo del mismo campo con materia orgánica y el 21% desinfecta el semillero con Vitavax (carboxin + captan), Kañon (clorpirifos), Terraclor (P. C. N. B.) o Mancozeb (mancozeb).

Las distancias de siembra más frecuentes son, 60 cm entre surcos y 30 cm entre plantas (42%) y 80 cm entre surco y 30cm entre plantas (31,5%).

El 47% aplican materia orgánica descompuesta, cada año, siendo el estiércol de chivo + bovinaza el más usado (21%), seguido por la gallinaza (16%) y por humus y estiércol de cuy 5%, cada uno.

El 84% de los agricultores aplican fertilizantes químicos a la siembra y a la floración, cuya clase y dosis son recomendados por las casas de insumos agrícolas, siendo Nitrofosca (12+12+17+2), 10-30-10, 18-46-0, 8-20-20, 15-15-15 y Urea, los más aplicados al suelo, y Kristalon, Nitrofosca, Bayfolan y Nutrifol, en varias formulaciones, los más aplicados al follaje.

El tipo de riego usado en este sistema es por inundación, con una frecuencia semanal a quincenal, dependiendo del estado fenológico del cultivo y de las condiciones climáticas.

De acuerdo con esta información, se establece que una fuente de diseminación de *N. aberrans* y *M. incognita* es la forma como el 32% de los agricultores producen las plántulas, al utilizar como sustrato de los semilleros el suelo infestado del mismo campo y al uso de los productos Vitavax, Kañon, Terraclor o Mancozeb, para desinfectar el mismo, productos que no controlan a nematodos. Otra fuente de diseminación de los nematodos en el campo es el sistema de riego por inundación.

### **Producción en invernadero**

**Varietades.-** En este sistema la variedad Titán es cultivada por el 53% de agricultores, luego el híbrido Nemo-netta (12%) y con menor frecuencia los híbridos 14-54, Brillante, Charleston, Francesca, Sheila y Valentina con 6% cada una. De manera general estas variedades son tolerantes a *M. incognita* y *N. aberrans*, excepto la variedad Sheila que es muy susceptible no tolerante a *M. incognita* y susceptible tolerante a *N. aberrans* (Cuadros 24 y 25), comportamiento que permite su cultivo sin mayores problemas en presencia de estos nematodos; además, también poseen resistencia o tolerancia a *Verticillium*, *Fusarium* razas 1 y 2 y al virus del mosaico del tabaco. Sin embargo, los agricultores señalan que prefieren la variedad Titán, por su demanda en el mercado y alto rendimiento, y la variedad Nemo-netta por su alto rendimiento y resistencia a *Fusarium* y a nematodos. Desconoce las cualidades de resistencia o tolerancia de estas variedades o híbridos.

**Selección, preparación y desinfección del suelo.**- Considerando que el 53% de agricultores no realiza rotación de cultivos, que el 18% lo hace con cebolla, fréjol y vainita, que el 30% después del cultivo de tomate, siembran cebada, vicia y avena y los incorporan como abono verde a los 2 meses y que al final de cada cultivo el 82% dejan el suelo en descanso por 2 a 3 meses, por 1 mes (23%) y por 4 meses (6%), se puede decir que, en este sistema de producción, el suelo es sometido a monocultivo intensivo, hecho que es afirmado por los agricultores y justificado por la necesidad de recuperar la alta inversión en la construcción del invernadero.

En este sistema de producción, la preparación del terreno consiste en remover el suelo, incorporar la materia orgánica o el abono verde y construir las camas en forma manual. El 100% de agricultores desinfectan las camas, previo al transplante del tomate, de los cuales el 30% aplican Furadan en mezcla con Terraclor (P.C.N.B.) en dosis de 500 a 1000 cc + 0,5 a 1,0 kg/200 l, respectivamente; el 12% aplican Furadan (carbofuran) en dosis de 200 y 500 cc/200 l; y Furadan en mezcla con Mocap, (ethoprop), Captan (captan), Novak (tiofanato metil), Vitavax (carboxin + captan), cal agrícola y Terraclor + Benlate (benomil) el 12% de agricultores, en cada caso, en dosis que fluctúa para Furadan de 250 a 500 cc/200 l, para los demás productos de 250 a 500g/200 l, excepto para la cal agrícola que es de 1 saco/200-500 m<sup>2</sup>.

De acuerdo con la información obtenida, los cultivos utilizados en la rotación permiten reducir la población de *N. aberrans* porque no son hospederos o son hospederos deficientes (Cuadro 23), pero permiten incrementar la población de *M. incognita*, de tal forma que, si el siguiente cultivo es tomate de mesa, los rendimientos serían afectados; sin embargo, al igual que en el sistema de producción en campo abierto, el problema es superado por la resistencia y tolerancia de las variedades que cultivan, la incorporación de materia orgánica y la aplicación del nematicida Furadan antes del transplante, producto altamente peligroso y que debe restringirse su uso.

La desinfección del suelo, está orientada al control de nematodos y de hongos causantes de pudriciones radicales, existe la tendencia a usar dosis mayores a las recomendadas y en algunos casos se utilizan productos no adecuados para el control de hongos del suelo. Requieren capacitación sobre uso racional de plaguicidas.

**Origen de la semilla y de las plántulas, distancia de siembra, fertilización y riego.**- El 82% de los agricultores compran las plántulas en viveros de la zona, el 18% compra la semilla en almacenes agrícolas y establece semilleros cuyo sustrato es suelo del mismo campo con materia orgánica y el 18% desinfecta el semillero con Vitavax (carboxin + captan), Furadan + Mertec (tiabendazol).

Las distancias de siembra mas frecuentes son, 30 cm entre planta y 30 cm entre hileras (71%), 30cm entre planta y 40 cm entre hileras (24%) y 35 cm x 35 cm, 20 cm x 60 cm y 25 cm x 90 cm, el 5%.

El 94% de agricultores aplican materia orgánica descompuesta a la siembra, siendo la bovinaza la más usada (47%), seguido por la gallinaza (24%) y por estiércol de Chivo + bovinaza (23%).

El 100% de agricultores aplica fertilizantes químicos, de los cuales el 59% lo realizan mediante fertirrigación con formulaciones, dosis y frecuencias recomendadas por casas especializadas, el 29% aplican a la siembra y el 12% cada mes; sin embargo solamente el 18% de agricultores realiza análisis de suelo cada año. La clase de fertilizante químico y la dosis son recomendados por las casas de insumos agrícolas, siendo Nitrofosca (12+12+17+2) el más usado (47%), seguido por Nitrato de potasio (23%) y luego por 15-15-15, Urea, Acapos, 18-46-0, 8-20-20, Nitrato de calcio e Hidrocomplex, con menores porcentajes de frecuencia; de los foliares mencionan a Nitrofoska F (12%) y a Nutrimon y Kristalon con 6% cada uno y en varias formulaciones.

El tipo de riego usado en este sistema es por goteo, la frecuencia de riego es cada día (65%) y de 2 a 3 veces por semana (25%), dependiendo del estado fenológico del cultivo y de las condiciones climáticas.

De acuerdo con esta información, una fuente de diseminación de *N. aberrans* y *M. incognita* estaría dada por la calidad sanitaria de las plántulas provenientes de los viveros y de sus propios semilleros; sin embargo, la presencia y la densidad de la población de los 2 nematodos siempre será alta en los invernaderos, por el monocultivo intenso de tomate que realizan.

### **Enfermedades, insectos plagas y nematodos**

De acuerdo con el Cuadro 27, las enfermedades que se presentan en campo e invernadero son las mismas, excepto las causadas por bacteria que se presentan solo en invernadero y a la diferencia en el orden de importancia; así, mientras en el campo las enfermedades lancha y botritis ocupan el primero y cuarto lugar, respectivamente, en invernadero botritis ocupa el primer lugar y la lancha el segundo, hecho que se aduce a las condiciones ambientales ideales para el desarrollo de este hongo y de las enfermedades bacterianas, en invernadero.

Similar situación se observa en cuanto a la incidencia de insectos plaga y nematodos que son los mismos en los dos sistemas, cambiando únicamente el orden de importancia y solamente en campo se presentan los insectos grillo topo y trips (Cuadro 27).

**Cuadro 27.** Incidencia de enfermedades, insectos plaga y nematodos en el cultivo de tomate de mesa en campo abierto y en invernadero en las principales zonas tomateras del Valle del Chota, Carchi-Imbabura. 2007.

CAMPO ABIERTO	FRECUENCIA (%)	INVERNADERO	FRECUENCIA (%)
<b>Enfermedades</b>		<b>Enfermedades</b>	
Lancha ( <i>Phytophthora infestans</i> )	95	Botritis ( <i>Botrytis cinerea</i> )	47
Fusarium ( <i>Fusarium oxysporum</i> )	16	Lancha ( <i>Phytophthora infestans</i> )	41
Oidium ( <i>Oidium lycopersicum</i> )	11	Oidium ( <i>Oidium</i> sp.)	41
Botritis ( <i>Botrytis cinerea</i> )	11	Fusarium ( <i>Fusarium oxysporum</i> )	18
		Bacterias	6
<b>Plagas</b>		<b>Plagas</b>	
Enrollador ( <i>Scrobipalpula absoluta</i> )	100	Mosca blanca ( <i>Trialeurodes vaporariorum</i> )	94
Barrenador del tallo ( <i>Melanogromyza</i> sp.)	47	Enrollador ( <i>Scrobipalpula absoluta</i> )	76
Mosca blanca ( <i>Trialeurodes vaporariorum</i> )	42	Minador de la hoja ( <i>Liriomyza</i> sp.)	35
Minador de la hoja ( <i>Liriomyza</i> sp.)	32	Barrenador del tallo ( <i>Melanogromyza</i> sp.)	12
Grillo topo	11	Pulgones ( <i>Aphis</i> sp., <i>Myzus persicae</i> )	6
Trips ( <i>Frankliniella occidentales</i> )	5		
Pulgones ( <i>Aphis</i> sp., <i>Myzus persicae</i> )	5		
<b>Nematodos</b>		<b>Nematodos</b>	
<i>Meloidogyne incognita</i>	63	<i>Meloidogyne incognita</i>	88
<i>Nacobbus aberrans</i>		<i>Nacobbus aberrans</i>	

**Productos y dosis usados con mayor frecuencia para el control de las principales enfermedades, insectos plagas y nematodos en campo e invernadero.**

**Enfermedades:**

**Lancha.-** Fungicidas sistémicos: Fitoraz (cymoxanil + propineb), Curzate, Curalancha y Curathane (cymoxanil + mancozeb), Ridomil (metalaxyl + mancozeb), Rhodax (fosetil Al + mancozeb) en dosis de 500 g/200 l, solos, en mezcla o alternados con los fungicidas protectantes: Mancozeb (mancozeb), Antracol (propineb), Phytón (sulfato de cobre), Cosan (azufre), Daconil (clorotalonil) y Cuprofix (caldo bordes) en dosis de 250 a 500 g/200 l.

**Fusarium.-** Bavistin (carbendazim), Terraclor (P.C.N.B.) y Vitavax (carboxim + captan), en dosis de 200 cc, 1000 g y 250 g/200 l, respectivamente, y Bavistin + Terraclor.

**Oidium.-** Daconil (clorotalonil) 400cc/200 L, Fitoraz (cymoxanil + propineb) + Cosan (azufre), en dosis de 500 cc/200 l. Cosan (azufre) 250 a 500 g/200 l, Topas (penconazol) 100 a 125 cc/200 l y Mertec (tiabendazol) 200 cc/200 l.

**Botritis.-** Bravo o Daconil (clorotalonil) y Novak (tiofanato metil), en dosis de 500 cc y 100 g/200 l, respectivamente, Bavistín (carbendazim) 100 cc/200 l, Mertect (tioabendazol) 200 cc/200 l y Rovral (iprodione) 100cc/200 l.

**Bacterias en invernadero.-** Gentamicina 10 cc/200 l.

#### **Insectos plagas:**

**Barrenador del tallo, mosca blanca y minador de la hoja.-** New Mectin, Vertimec, Bioaver (avermectina) es el insecticida más utilizado para el control de estos insectos en dosis de 100 a 250 cc/200 l, en campo e invernadero. También Perfektion (dimetoato) 250 cc/200 l.

**Barrenador de tallo y minador de la hoja.-** Lorsban, Kañon plus (clorpirifos) en dosis de 250cc/200 l, es usado para controlar en campo abierto.

**Trips y pulgones.-** Curacron (profenofos) 250 cc/200 l, en invernadero.

**Mosca blanca en invernadero.-** Cipermetrina (cipermetrina) 250 cc/200 l; Methomex (methomyl) 100 g/200 l; Applaud (buprofezin) 250 a 500 g/200 l; Neem-X (azadiractina) 250 cc/200 l; Methofan (endosulfan + metomil) 100 cc/200 l; Permasect (permetrina) 100 cc/200 l.

La información proporcionada muestra que los agricultores tienden a usar dosis mayores a las recomendadas y, en varios casos, no utilizan el producto específico para el control de la enfermedad o del insecto plaga, por lo que se establece que requieren capacitación sobre uso adecuado de plaguicidas.

#### **El problema de los nematodos**

El 70 y 79% de los agricultores entrevistados en campo e invernadero, respectivamente, señalan que tienen problemas de nematodos e identifican los daños que causan por la presencia de nudos o bolas en las raíces. En campo, el 47% de agricultores aplican Furadan (carbofuran) para controlar los nematodos y el resto no controlan; en invernadero el 31% controlan con Furadan, el 10% con Vydate (oxamyl), el 6% con Mocap (ethoprophos) y el resto no controlan o realizan un control errado; sin embargo, al considerar que el 79% de agricultores desinfectan los surcos con Furadan en campo y que en invernadero el 54% de agricultores también desinfectan las camas con Furadan, se podría decir que la mayoría de agricultores controlan los nematodos con este nematicida altamente tóxico.

En conclusión y con base al conocimiento de que la mayoría de agricultores tienen el problema de nematodos en sus plantaciones, las prácticas culturales identificadas como fuentes de diseminación de estos nematodos son las siguientes: plántulas de mala calidad sanitaria producidas en sus propios semilleros, sistema de riego por inundación utilizado en el campo, los cultivos utilizados en la rotación, que si bien reducen la población de *N. aberrans*, incrementan la población de *M. incognita* y el monocultivo intenso de tomate que realizan en invernadero, incide en la severidad de estos nematodos al propiciar el incremento de la población a niveles altos; sin embargo, el problema es superado por la resistencia o tolerancia de las variedades que cultivan, más la aplicación del nematicida Furadan antes del trasplante o al momento de la siembra.

De acuerdo con los resultados obtenidos se acepta la hipótesis de trabajo de que en el manejo del cultivo de tomate de mesa, existe al menos un factor que incide en la distribución, incidencia y severidad de *Nacobbus* sp. y de *Meloidogyne* sp., y se alcanza el séptimo objetivo.

---

## Conclusiones y recomendaciones

---

Con base en los resultados obtenidos, se emiten las siguientes conclusiones:

- Las especies de nematodos que prevalecen en las principales zonas del cultivo de tomate de mesa en el Valle del Chota, corresponden a *Nacobbus aberrans* y a *Meloidogyne incognita*.
- En las principales zonas del cultivo de tomate de mesa del Valle del Chota, *M. incognita* presenta mayor incidencia y distribución que *N. aberrans*, pero similar severidad.
- Las parroquias de Pimampiro en Imbabura y Los Andes en Carchi presentan mayor incidencia de *N. aberrans* a altitudes de 1620 a 2400 msnm. *M. incognita* se encuentra en la mayoría de las zonas tomateras entre altitudes de 1620 a 2550 msnm.
- El rango de hospederos de *N. aberrans* es amplio; como hospederos deficientes se detectaron a bledo, melloco, cenizo, quínoa, lechuga, nabo chino, pepinillo, oca, chamico, entre otros, que podrían funcionar como cultivos trampas para reducir su población, pero es necesario determinar su respuesta como hospederos de *M. incognita*.
- En la variedad Titán, el umbral de daño o nivel de tolerancia se estima en 18 huevos y estados larvales J2/g de suelo de *N. aberrans*. El rango máximo de reproducción o incremento de la población es de 46 veces y ocurre a un nivel de población inicial de 1 huevo y estado larval J2 por g de suelo. El nivel de equilibrio de la población es de 180 huevos y estados larvales J2/g de suelo. Estas características indican que esta variedad es muy tolerante.
- Las variedades e híbridos de tomate de mesa disponibles en los mercados de Ibarra y Quito, son resistentes y/o tolerantes a *M. incognita* y tolerantes a *N. aberrans*, excepto la variedad Sheila que es susceptible no tolerante a *M. incognita*.
- Existe un buen número de variedades e híbridos para establecer sistemas de rotación de materiales resistentes y tolerantes para evitar el daño de *M. incognita* y *N. aberrans* y la presión de selección de razas.
- La remoción del suelo y la incorporación de gallinaza fresca al suelo, no reducen la población de *N. aberrans* y *M. incognita*, pero la gallinaza induce una reproducción baja de los dos nematodos e influye en la obtención de mejores rendimientos por efecto nutricional; los cultivos cebolla, fréjol y maíz, son adecuados para reducir la población de *N. aberrans*, pero no para *M. incognita* lo que

dificulta su utilización en lotes donde estén presentes los dos nematodos, pero si es práctico en lotes infestados por *N. aberrans*.

- La mayoría de agricultores aseveran tener el problema de nematodos agalladores en sus plantaciones. Las fuentes de diseminación identificadas son: la mala calidad sanitaria de las plántulas, el sistema de riego por inundación utilizado en el campo, los cultivos de rotación utilizados, que si bien reducen la población de *N. aberrans*, incrementan la población de *M. incognita*, y el monocultivo intenso de tomate en invernadero que incide en la severidad de estos nematodos al propiciar el incremento de la población a niveles altos.
- En los dos sistemas de producción, el problema de los nematodos agalladores es superado, principalmente, por la resistencia o tolerancia de las variedades e híbridos que cultivan, la aplicación del nematocida Furadan antes del transplante o al momento de la siembra, la aplicación de materia orgánica (principalmente gallinaza) en campo e invernadero y por la rotación con cebolla, fréjol, vainita y maíz. En pocos casos mediante la siembra e incorporación de cebada, vicia y avena como abono verde a los 2 meses, en invernadero.
- Los agricultores desconocen las cualidades de resistencia o tolerancia a *Verticillium*, *Fusarium* razas 1 y 2, virus del mosaico del tabaco y a nematodos del género *Meloidogyne incognita*, principalmente y a *M. arenaria* y *M. javánica*, de las variedades e híbridos de tomate y también la tolerancia a *N. aberrans*.
- Finalmente se concluye que *N. aberrans* y *M. incognita*, constituyen plagas importantes del tomate de mesa en las principales zonas tomateras del Valle del Chota y que es pertinente desarrollar un sistema de manejo integrado para optimizar su control; además, los agricultores requieren de capacitación en el manejo de nematodos y uso racional de plaguicidas.

De acuerdo a las conclusiones antes citadas, se recomienda:

- Desarrollar un sistema de manejo integrado de *M. incognita* y *N. aberrans* para la producción de tomate de mesa bajo invernadero, principalmente, partiendo de la información obtenida, para optimizar su control y eliminar el uso de Furadan.
- Determinar el comportamiento a *M. incognita* de los cultivos y malezas evaluados al parasitismo de *N. aberrans*.



- Evaluar en camas de invernadero, la eficiencia de reducción de la población de *N. aberrans* y *M. incognita* de los cultivos y malezas calificados como hospederos deficientes, a fin de detectar posibles plantas trampas.
- Identificar una alternativa, de preferencia de naturaleza biológica, que reemplace a Furadan.
- Con niveles de población inicial crecientes y mayores a 20 huevos y estados juveniles J2, de *N. aberrans* y de *M. incognita*, generar curvas individuales de pérdidas y de reproducción en las variedades de tomate de mesa más cultivadas, para estimar los umbrales de daño, los niveles de equilibrio de la población y las pérdidas máximas.
- Desarrollar sistemas de rotación integrando variedades de tomate de mesa resistentes, tolerantes y cultivos no hospederos de *M. incognita* y *N. aberrans*.
- Planificar y ejecutar programas de difusión de los conocimientos generados y de capacitación de agricultores sobre manejo de nematodos y uso racional de plaguicidas.

---

## Literatura Citada

---

- AGRIOS, G. 1988. Fitopatología. Trad. del Inglés por Manuel Guzmán Ortiz. Editorial Limusa. México. 756 p.
- BARKER, K. 1985. Sampling nematode communities. En: An Advance Treatise on *Meloidogyne*, Volume II: Methodology. Edited by K. R. Barker, C. C. Carter and J. N. Sasser. Department of Plant Pathology, North Carolina State University, U.S.A. pp. 3-17.
- BARKER, K.; SCHMITT, D.; IMBRIANI, J. 1985. Nematode population dynamics with emphasis on determining damage potential to crops. En: An Advance Treatise on *Meloidogyne*, Volume II: Methodology. Edited by K. R. Barker, C. C. Carter and J. N. Sasser. Department of Plant Pathology, North Carolina State University, U.S.A. pp. 135-148.
- CANTO-SÁENZ, M. 1985. The nature of resistance to *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White, 1919) Chitwood, 1949. En: An Advance Treatise on *Meloidogyne*, Volume 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.
- CAÑADAS L. 1983. El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. MAG – PRONAREG. Quito-Ecuador. 210 p.
- CASTILLO, C. y N. MARBÁN. 1984. Histopatología y desarrollo de *Nacobbus aberrans* Thorne y Allen 1944 en raíces de *Capsicum annum* y *Capsicum bacatum*. Agrociencia 56: 85-93.
- CATIE. 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Programa de Mejoramiento de Cultivos Tropicales. Turrialba, Costa Rica. 138 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. 1985. Investigaciones Nematológicas en Programas Latinoamericanos de Papa. Vol. II: Proyectos y Métodos. Javier Franco y Hernán Rincón, editores. Lima – Perú. 44 p.
- CLARK, A. S. 1967. The development and life history of the false root-knot nematode *Nacobbus serendipiticus*. Nematologica 13: 91-101.
- COOK, R. 1974. Nature and inheritance of nematode resistance in cereals. J. Nematol. 6:165-174.
- 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.
- EGUIGUREN, R. y DÉFAZ, M. 1992. Principales fitonematodos en el Ecuador. Su descripción, biología y combate. Quito; INIAP. Manual No. 21. pp. 12-14.
- EISENBACK, J.; HIRSCHMANN, H.; SASSER, J.; TRIANTAPHYLLOU, A. 1983. Guía para la identificación de las cuatro especies más comunes del nematodo agallador (*Meloidogyne* especies), con una clave pictórica. Traducida del Inglés por Carlos Sosa-Moss. INTERNATIONAL MELOIDOGYNE PROYECT. Raleigh, North Carolina, USA. 48 p.
- FASSULIOTIS, G. 1985. The role of the Nematologist in the development of resistant cultivars. En: An Advance Treatise on *Meloidogyne*, Volume 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.

- FERRIS, H. y NOLING, J. 1987. Analysis and prediction as a basis for management decisions. Principles and practice of nematode control in crops. R. H. Brown and B. R. Kerry, eds. Academic Press, Australia. pp. 49-85.
- FRANCO, J.; MONTECINOS, R.; ORTUÑO, N. 1992. Método del vaso cerrado para detección de *Nacobbus aberrans*; Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA), Centro Internacional de la Papa (CIP), Cooperación Técnica Suiza (COTESU), Proyecto de Investigación de la Papa (PROINPA); hojas divulgativas 1-92. Cochabamba-Bolivia.
- 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.
- HUSSEY, R. S. 1985. Host parasite relationships. En: An advanced treatise on *Meloidogyne*. Ed. J. N. Sasser y C. C. Carter. Vol. I. University of Carolina. Carolina, USA. Pp. 143-165.
- HUSSEY, R. y BARKER, K. 1973. A comparison of methods of *Meloidogyne* spp. including a new technique. *Plant, Dis. Rep.* 57:1025-1028.
- INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. 1982. Informe Técnico de la Sección de Nematología de la Estación Experimental Santa catalina. Quito, Ecuador. 75 p.
- JENSEN, H.; Armstrong, J.; Jatala, P. 1979. Annotated Bibliography of Nematode Pests of Potato. International Potato Center, Lima Peru and Oregon State University Agricultural Experiment Station Corvallis, Oregon. pp. 14-15.
- JATALA, P. 1985. El nematodo falso nodulador de la raíz *Nacobbus* spp. En: Fitonematología Avanzada. I. Marbán, N. e I. J. Thomason. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Méjico. 345 p.
- MANZANILLA-LOPEZ, R.; COSTILLA, M.; DOUCER, M.; FRANCO, J.; INSERRA, R.; LEHMAN, P.; CID DEL PRADO, I.; SOUZA, R.; EVANS, K. 2002. The genus *Nacobbus* Thome y Allen, 1944 (Nematodo: Pratylenchidae): systematics, distribution, biology y management. *Nematropica*. Vol. 32, No. 2. 228 p.
- MICROSOFT® ENCARTA® 2007. © 1993 – 2006. Microsoft Corporation.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. 1986. Inventario de Plagas, Enfermedades y Malezas del Ecuador. Programa Nacional de Sanidad Vegetal del MAG. Quito. MAG. 124-126.
- 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.
- OÑA, H. y RUALES, K. 1988. Historia y Geografía de la provincia de Imbabura. 1era. Ed. 138 p.
- OOSTEMBRINK, M. 1966. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. *Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen* 66: 146.
- ORTUÑO, N.; FRANCO, J.; RAMOS, J.; OROS, R.; MAIN, G.; MONTECINOS, 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.
- QUIMÍ, V. 1979. Studies on the false root-knot nematodo *Nacobbus aberrans*. Ph. D. thesis, University of London, Imperial Collage, U. K. 235 p.
- RAMOS, J.; FRANCO, J.; ORTUÑO, N.; OROS, R.; MAIN, G. 1998. Incidencia y severidad de *Nacobbus aberrans* y *Globodera* spp. en el cultivo de la papa en Bolivia: Pérdidas en el valor bruto de su producción. Cochabamba, IBTA/PROIMPA, 1998. 201 p.

- REVELO, J. 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 Hernán Rincón, Editores. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima Perú. pp. 81-94.
- 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. 88 p.
- REVELO, J. 2002. Nematodos parásitos de las plantas. Apuntes de la Cátedra de Fitopatología.
- REVELO, J. y SANDOVAL, P. 2003. Factores que afectan la producción y productividad de la naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) en la región Amazónica del Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, E. E. Santa Catalina; Departamento de Protección Vegetal. Quito, Ecuador. 100 p.
- 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". Proyecto INIAP-UTN-SENACYT. Quito. 28 p.
- SEINHORST, J. W. 1970. Dynamics of populations of plant parasitic Nematodes. Annu. Rev. Phytopathology 8:131-156.
- SEINHORST, J. W. 1972. The relationships between yield and square root of nematode density. Nematologica 13: 429-442.
- SHER, S. A. 1970. Revision of the genus *Nacobbus* Thorne and Allen, 1944. (Nematoda: Tylenchoidea). Journal of Nematology 2:228-235.
- TAYLOR, J. y 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. Raligh. Universidad Carolina del Norte. 111 p.
- TRIVIÑO, C. y QUIMI, V. 1984. Los nematodos agalladores de raíces del género *Meloidogyne*. Boletín Divulgativo No.157. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Boliche. Quito, Ecuador. 8 p.
- 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. 29 p.

El INIAP cuenta con siete Estaciones Experimentales y tres Granjas Experimentales. En la Región Litoral se encuentran las Estaciones Experimentales Boliche, Pichilingue, Portoviejo y Santo Domingo. En la Región Sierra las Estaciones Experimentales Santa Catalina y Chuquipata y las Granjas Experimentales Tumbaco y Bullcay. En la Región Amazónica Ecuatoriana la Estación Experimental Napo y la Granja Experimental Palora.



La Universidad Técnica del Norte, ubicada en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura, entre otras Facultades cuenta con la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, la misma que cuenta con cuatro ingenierías bajo la modalidad presencial: Ingeniería Agropecuaria, Ingeniería Agroindustrial, Ingeniería en Recursos Naturales Renovables e Ingeniería Forestal.



**PROYECTO IQ-094**