



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



PROGRAMA SEMIPRESENCIAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
SEDE EL ÁNGEL - CARCHI

TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del examen de grado de carácter complejo,
presentado al H. Consejo Directivo, como requisito previo a la
obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Identificación de los síntomas causados por *Meloidogyne sp.* en el
cultivo de tomate riñón (*Lycopersicon esculentum Mill.*) bajo
invernadero y sus métodos de control en el Sector de Chaltura”.

AUTOR:

Ivan Rolando Camues Cuasque

ASESORA:

M.Sc. María Lixmania Pitacuar Meneces

El Ángel – Carchi - Ecuador



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de grado de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo, como requisito previo a la
obtención del título de:

INGENIERO AGRONOMO

TEMA:

"Identificación de los síntomas causados por *Meloidogyne* sp. en el
cultivo de tomate riñón (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo
invernadero y sus métodos de control en el Sector de Chaltura".

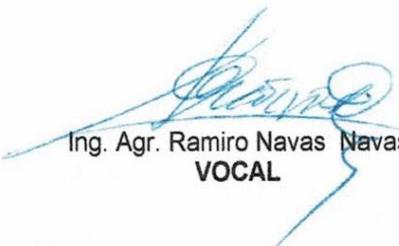
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN


Ing. Marlon López Izurieta, MSc.

PRÉSIDENTE


Ing. Agr. Raúl Castro Proaño, MSc.

VOCAL


Ing. Agr. Ramiro Navas Navas

VOCAL

DEDICATORIA

Este trabajo dedico a mis padres, quienes son la razón de superarme más cada vez con los mismos principios que me inculcaron desde niño.

A mi compañera de vida, quien estuvo en los momentos buenos y malos en este proceso y juntos salimos adelante responsablemente.

Y con mucho cariño a los agricultores que siempre tienen que afrontar ese duro trabajo para llevar los alimentos a los distintos hogares.

Iván Rolando Camues Cuasque.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Técnica de Babahoyo, a las autoridades, docentes y administrativos por darme las directrices necesarias y por compartir sus experiencias lo cual ha sido de mucha ayuda para mi formación profesional.

A mis compañeros con quienes compartimos momentos buenos momentos malos y así nos conocimos durante muchos años.

A la Asociación 8 de Marzo del Hato de Mira, con quienes compartimos experiencias muy valiosas, me han enseñado que antes de todo está la humildad y cosecharemos una vida de calidad y armoniosa.

Ivan Rolando Camues Cuasque

CONSTANCIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Iván Rolando Camues Cuasque con CC: 100383696-0 certifico ante la Universidad Técnica de Babahoyo que el contenido de mi trabajo de titulación cuyo tema es: **“Identificación de los síntomas causados por *Meloidogyne sp.* en el cultivo de tomate riñón (*Lycopersicon esculentum Mill.*) bajo invernadero y sus métodos de control en el Sector de Chaltura”**, presentado como requisito de graduación de la carrera de Ingeniería Agronómica de la FACIAG, ha sido elaborado con base a la metodología de la investigación vigente, consultas bibliográficas y lincográficas.

En consecuencia, asumo la responsabilidad sobre el cuidado de las fuentes bibliográficas que se incluyen dentro de este documento escrito.

Ivan Rolando Camues Cuasque.

RESUMEN

Las pérdidas en cultivos de tomate riñón (*Lycopersicon esculentum Mill.*) por el ataque de nematodos, se ha convertido en un problema cada vez más crítico en el rendimiento y en la economía de los agricultores, mismo que han causado más pobreza y que los agricultores salgan a trabajar a otros lugares como asalariados, razón por la cual, es preciso establecer los factores causantes de su proliferación, para implementar un manejo integrado y así evitar que las poblaciones de nematodos sigan propagándose y ocasionen daños a la producción de los cultivos de tomate riñón. La presente investigación se realizó mediante encuestas aplicadas a los productores de tomate riñón del Sector de Chaltura, con la finalidad de determinar los síntomas, daños y métodos de control utilizados para prevenir los daños por nematodos en el cultivo de tomate riñón. Los resultados de campo muestran que las plantas atacadas por nematodos presentan marchitez, achaparradas y amarillentas; de igual manera en el sistema radicular aparecen en forma de nudos, agallas o lesiones en ella, ramificación excesiva del sistema radicular, puntas dañadas de esta última y pudriciones del sistema radicular. Para prevenir el ataque los productores aplican fertilizantes con el fin de mejorar la nutrición de las plantas y enmiendas orgánicas. De igual manera, para el control del patógeno realizan aplicaciones de nematicidas, controles culturales basados en la eliminación de restos de cosechas y solarizaciones y control biológico mediante el uso de tricodermas. En conclusión, para el control de nematodos se debe eliminar el rastrojo al finalizar el cultivo, desinfectar las herramientas e implementos para preparar el suelo, comprar plantines sanos, de igual manera, capacitar a los productores en el manejo del cultivo y métodos de control para prevenir el ataque de nematodos en el tomate riñón bajo invernadero.

Palabras claves: Nematodos, control, tomate riñón, agricultores.

SUMMARY

The losses in crops of tomato kidney (*Lycopersicon esculentum* Mill.) By the attack of nematodes, has become an increasingly critical problem in the yield and in the economy of the farmers, same that have caused more poverty and that the farmers go out to work in other places as employees, which is why it is necessary to establish the factors that cause their proliferation, to implement integrated management and thus prevent nematode populations continue to spread and cause damage to the production of tomato crops kidney. The present investigation was carried out through surveys applied to the producers of kidney tomato of the Chaltura sector, with the purpose of determining the symptoms, damages and control methods used to prevent the damages by nematodes in the kidney tomato crop. Field results show that plants attacked by nematodes show wilting, squat and yellowish; Likewise in the root system appear in the form of knots, gills or lesions in it, excessive branching of the root system, damaged tips of the latter and root system rot. To prevent the attack, producers apply fertilizers in order to improve the nutrition of the plants and organic amendments. Likewise, for the control of the pathogen, they carry out applications of nematicides, cultural controls based on the elimination of crop residues and solarizations and biological control through the use of trichoderma. In conclusion, for the control of nematodes the stubble should be eliminated at the end of the crop, disinfect the tools and implements to prepare the soil, buy healthy seedlings, in the same way, train the producers in the management of the crop and control methods for prevent the attack of nematodes in tomato kidney under greenhouse.

Key words: Nematodes, control, tomato kidney, farmers.

Contenido

RESUMEN	vi
SUMMARY	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Generalidades del cultivo de tomate riñón.	3
2.2. Principales enfermedades del tomate riñón	4
2.3. Nematodos Fitopatógenos.....	4
2.3.1. Reproducción de los nematodos	5
2.3.2. Clasificación de los nematodos que atacan el cultivo de tomate riñón..	6
2.4. Daños que ocasionan los nematodos en el cultivo de tomate riñón	7
2.5. Estrategias de manejo del nematodo agallador	8
2.6. Métodos de control para prevenir el ataque de nematodos en el cultivo de tomate riñón.....	8
2.6.1. Control cultural	8
2.6.2. Control biológico.....	9
2.6.3. Control físico	9
2.6.4. Control orgánico	10
2.6.5. Control químico	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1. Caracterización del área de estudio.....	12
3.2. Materiales.....	12
3.3. Equipos	12
3.4. Métodos y técnicas de investigación.....	12
3.4.1. Métodos.....	12
3.4.2. Técnicas	12

3.4.3. Técnicas de análisis	13
IV. RESULTADOS.....	14
4.1. Identificación de los principales nematodos en el cultivo de tomate riñón en el sector de Chaltura.....	19
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20
5.1. Conclusiones.....	20
5.2. Recomendaciones.....	20
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	21
APÉNDICE.....	25

I. INTRODUCCIÓN

El tomate riñón (*Solanum lycopersicum* Mill) es la hortaliza de mayor importancia a nivel nacional e internacional, debido a su amplio consumo, al área cosechada y al valor económico de la producción. Durante los últimos años, esta hortaliza ha incrementado su producción anual principalmente por el aumento en el rendimiento y en menor proporción por el incremento de la superficie cultivada. Además de la importancia económica y social del tomate en los sistemas de producción del mundo, esta hortaliza tiene cada vez mayor relevancia nutricional en los tiempos modernos porque es una fuente extraordinaria de sustancias antioxidantes (licopeno, betacaroteno) y vitaminas (C y A)¹.

En la actualidad el cultivo de tomate riñón bajo invernadero ha tenido un notable crecimiento. En el Ecuador el cultivo de tomate de mesa bajo invernadero es de gran importancia en la Sierra central, especialmente en varias zonas de la provincia de Tungurahua en donde se encuentra el 60% de la producción. Según el III Censo Nacional Agropecuario la superficie total sembrada es de 3054 ha².

En el Sector de Chaltura, Provincia de Imbabura, el cultivo de tomate también se ha visto afectado por el ataque de nematodos, provocando bajo rendimiento y la calidad de los tomates bajo invernadero, transformándose en factores limitantes para la producción, ocasionando pérdidas económicas a los productores, ya que constituye una actividad que genera ingresos importantes. Por ello, para que el agricultor tenga éxito en el cultivo es imprescindible elegir la estratégica y táctica de control más adecuada.

Los primeros síntomas superficiales se presentan como atrofia, marchitamiento y una apariencia descolorida de la planta en general. En las raíces produce

¹ Escobar, H; Lee, R. (2009). Manual de producción de tomate bajo invernadero. Fundación Universidad de Bogotá.

² Solagro. (sf). Tomate de riñón. Disponible en <http://www.solagro.com.ec/es/cultivos-2/item/tomate-de-ri%C3%B1on.html>.

abultamientos o agallas por la transformación de los tejidos, los cuales son fácilmente visibles³.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Identificar los síntomas causados por el ataque de nematodos *Meloidogyne sp.* en el cultivo de tomate riñón (*Lycopersicon esculentum Mill.*) bajo invernadero y sus métodos de control en el Sector de Chaltura, Provincia de Imbabura.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Determinar los principales síntomas ocasionados por el ataque de nematodos en el cultivo de tomate riñón en el Sector de Chaltura.
- Evaluar los daños causados por el ataque de nematodos en el cultivo de tomate riñón bajo invernadero.
- Establecer los métodos de control utilizados por los agricultores para prevenir los daños por nematodos en el cultivo de tomate riñón.

³ López, L. (2017). Manual técnico del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*). INTA. San José, CR.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades del cultivo de tomate riñón.

El cultivo de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum Mill.*) es uno de los cultivos hortícolas con mayor área cultivada y producción global. En el Ecuador ocupa el cuarto lugar en importancia por área sembrada dentro del cultivo de hortalizas con 3.210 hectáreas cultivadas, con un rendimiento promedio de 18 a 20 toneladas por hectárea. Es un cultivo que se puede cultivar a campo abierto y bajo invernadero desde el nivel del mar hasta los 3200 msnm, en esta última condición se alcanzan entre 8 a 10 kg de rendimiento (INEC, 2013).

La estructura química de los principales carotenoides presentes en el tomate riñón, los cuales al ser ingeridos y metabolizados cumplen la función de antioxidantes, reduciendo los radicales libres presentes en el cuerpo, también aportan vitaminas necesarias para el buen funcionamiento del sentido de la vista, además de los beneficios comprobados del licopeno en la salud humana, se debe tomar en cuenta que estas estructuras son sensibles y tienden a perderse con ciertos tratamientos culinarios aplicados. (Déleg & Merchán , 2015)

Barreiro E., 2015 (Citado por Varela, 2018) aduce que en el Ecuador la producción de tomate riñón se encuentra en alrededor de 50.000 Tm/año, siendo Imbabura la principal provincia productora de este vegetal, seguida de la provincia del Carchi. Esta producción se lleva a cabo en alrededor de 3000 ha de cultivo, de las cuales 2000 son bajo invernadero, debido a las facilidades que este tipo de manejo representa para el cultivo de tomate riñón, como menor uso de pesticidas y mejor control de enfermedades por el cambio brusco de clima.

En los últimos años el problema de nematodos ha crecido notablemente en los cultivos hortícolas y sobre todo bajo invernadero. Ello está relacionado a las condiciones ambientales que se generan en los invernaderos y por la baja diversificación de cultivos a lo largo del año en el mismo lote productivo. (FAO, 2013)

Las características de esta plaga son: Los huevos se encuentran agrupados en masas de 100 a 1.200 individuos, protegidos por una matriz gelatinosa secretada por la hembra. Estas masas se encuentran en el suelo o en los restos de raíces del cultivo anterior. Las larvas se alimentan de la raíz, causando heridas que pueden ser la vía de ingreso para patógenos. En la parte aérea de la planta el daño se manifiesta como clorosis (amarillamiento), marchitez, enanismo y reducción de rendimiento. (FAO, 2013)

2.2. Principales enfermedades del tomate riñón

En los últimos años el problema de nematodos ha crecido notablemente en los cultivos hortícolas y sobre todo bajo invernadero. Ello está relacionado a las condiciones ambientales que se generan en los invernaderos y por la baja diversificación de cultivos a lo largo del año en el mismo lote productivo. (FAO, 2013)

2.3. Nematodos Fitopatógenos

Talavera, 2003 (Citado por Peña & Paez, s/f) señala que los nematodos fitopatógenos de plantas se encuentran siempre presentes y están asociados con el crecimiento de la planta y la producción del cultivo. Constituyen una limitación significativa para la agricultura de subsistencia y pueden ser difíciles de controlar. La determinación de la importancia de ciertas especies de nematodos, comunidades de nematodos y la de los nematodos en combinación con otros problemas no es una tarea simple en el mejor de los casos, siendo más difícil de conseguir en climas tropicales que en climas templados.

Coyne et al., 2007 (Citado por Castillo, 2014) donde menciona que los nematodos parásitos pueden separarse en parásitos aéreos (aquellos que se alimentan de partes aéreas de las plantas) y parásitos de raíces y tubérculos (aquellos que se alimentan de las partes subterráneas de la planta). Se dividen en tres grupos principales por su comportamiento alimenticio y movilidad: endoparásitos migratorios que son nematodos móviles que se alimentan dentro del tejido de las raíces. Los endoparásitos sedentarios los cuales una vez tienen un sitio de alimentación dentro de la planta, dejan de moverse y se alimentan

solamente de una locación. Y los ectoparásitos, que se alimentan desde afuera de la planta.

2.3.1. Reproducción de los nematodos

El ciclo de vida de (*Meloidogyne*) es relativamente complejo. Como la mayoría de los nematodos, este incluye 4 estadios juveniles y los adultos. Los huevos son depositados por las hembras globosas dentro de una masa gelatinosa que protruye del cuerpo. Dentro del huevo se lleva acabo el desarrollo embrionario que culminará con la formación del primer estadio juvenil. Por lo general, este muda (cambia de cutícula) dentro del huevo y se forma el segundo estadio juvenil que emerge del huevo y es el efectivo; es decir que este estadio solo tiene la función de buscar un hospedante para infectarlo. Dentro del hospedante, esta larva busca un sitio, generalmente en los tejidos de la corteza radical donde se establece, muda por segunda vez y se transforma en el tercer estadio. Este estadio inicia cambios bruscos en su morfología ya que su cuerpo se empieza a hinchar. Las futuras hembras continúan engordando hasta la última muda en que crecen rápido y terminan con un cuerpo piriforme (en forma de pera). Los machos por el contrario en el cuarto estadio donde todavía son fusiformes como las hembras, llevan a cabo una especie de metamorfosis, la que culmina en la formación del adulto filiforme provisto de estilete, esófago, espículas y testículos. Dependiendo del hospedante y de la temperatura, la longitud del ciclo de vida (de huevo a huevo) varía entre las distintas especies. (CATIE, 1988).

FAO (2013) indica que el ciclo de vida se completa entre 25 y 60 días, dependiendo de la temperatura del suelo. Con unos 500 grados por día, el ciclo se cierra en 25 días. Las temperaturas de 25 a 30 °C son las ideales para el crecimiento y el desarrollo de este nematodo. Temperaturas inferiores a 15 °C o superiores a 33 °C interrumpen el desarrollo de las hembras que no llegan a completar madurez.

2.3.2. Clasificación de los nematodos que atacan el cultivo de tomate riñón

Perry y Moens, 2009 (Citado por Castillo, 2014) menciona que frecuentemente las discusiones sobre *Meloidogyne spp.*, se concentran en las cuatro mayores especies: las tres especies tropicales, *M. incognita*, *M. arenaria* y *M. javanica*, y la especie de clima templado, *M. hapla*. Cada una tiene un extenso rango de hospederos y están distribuidas alrededor del mundo. Estas cuatro especies comprenden el 99% de todas las especies identificadas de una colección de 662 aislamientos de 65 países.

Saseer y Taylor, 1978 (Citado por Escobar, 2006) dicen que el género *Meloidogyne* está ampliamente distribuido en el mundo. En climas fríos, donde la temperatura media en invierno es cerca de 0° C y en verano está por sobre los 15° C, la especie más común correspondería a *Meloidogyne hapla*. En las zonas más cálidas, desde los 30° N hasta los 40° sur, las especies frecuentemente encontradas son *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica* y *Meloidogyne arenaria*. Sin embargo, se han citado más de setenta especies de *Meloidogyne* a nivel mundial las que afectan a diversos cultivos.

El género *Meloidogyne spp.*, está distribuido desde el nivel del mar hasta los 3000 msnm. Se considera que su distribución es del orden del 50%, tanto en suelos cultivados, como en aquellos con vegetación natural. (INIAP, 1982)

Entre las especies más prevalentes esta (*Meloidogyne incognita*), distribuida tanto en la costa como en la sierra. Se encuentra parasitando raíces de tomate, frejol, col, papaya, pimiento, arveja, habas, tabaco y babaco. (*Meloidogyne hapla*), se colecta de papa en el carrizal (Carchi) y Machachi (Pichincha). Parasitan también zanahoria y lechuga en la zona de Gatazo (Chimborazo) estas regiones están sobre los 2800 msnm. (*Meloidogyne arenaria*), se encontró parasitando raíces de piretro en Cotacachi (Imbabura) y frejol en Checa (Pichincha). Los bajos rendimientos posiblemente se deben entre otras causas, al alto grado de infestación de las zonas productoras. (INIAP, 1982)

2.4. Daños que ocasionan los nematodos en el cultivo de tomate riñón

Según FAO (2013) inducen que “la formación de agallas en la raíz, lo que dificulta la absorción de agua y nutrientes, afectando el crecimiento de la planta. Los nematodos se transmiten por suelo contaminado, herramientas y plantas contaminadas”.

Brustet al., 2003 (Citado por Mejía, 2016) donde dice que una de las primeras indicaciones de una infección por nematodos agalladores en un área de un lote, es cuando las plantas se marchitan a mediodía aunque parezca que hay suficiente humedad para prevenir esto, lo cual es más común en suelos arenosos. Estas plantas bajo infestaciones severas también pueden estar achaparradas y amarillentas. La producción de frutos en las plantas infectadas es muy pobre, y el fruto formado frecuentemente falla al madurarse y es de mala calidad. Sin embargo, esto es a menudo confundido con bajas concentraciones de nutrientes u otras enfermedades radiculares.

Según Agrios, 2009, (Citado por Chilibingua, 2015) piensa que los nematodos que infectan a las plantas producen síntomas tanto en las raíces como en los órganos aéreos de las plantas. Los síntomas del sistema radicular aparecen en forma de nudos, agallas o lesiones en ella, ramificación excesiva del sistema radicular, puntas dañadas de esta última y pudriciones del sistema radicular cuando las infecciones por nematodos van acompañadas por bacterias y hongos saprofitos o fitopatógenos. Estos síntomas con frecuencia van acompañados por síntomas no característicos en los órganos aéreos de las plantas y que aparecen principalmente en forma de un menor crecimiento, síntomas de deficiencias en nutrientes como el amarillamiento del follaje, el marchitamiento excesivo en tiempo cálido o seco, una menor producción de las plantas y una baja calidad de sus productos. Algunas especies de nematodos invaden los órganos aéreos de las plantas más que las raíces, y en ellos producen agallas, pudriciones y lesiones necróticas, retorcimiento o deformación de las hojas y tallo y un desarrollo anormal de los verticilos florales.

2.5. Estrategias de manejo del nematodo agallador

Según FAO (2013), las estrategias de manejo para el control de nematodos son las siguientes:

- a) Rotar los predios con plantas repelentes como botón de oro, caléndula y centeno.
- b) Favorecer la secuencia (dentro del mismo lote) y la rotación de cultivos (entre lotes) con especies de otra familia botánica diferente a Solanáceas.
- c) Partir de semillas sanas y de plantines sanos (libres de nematodos) para evitar contaminar el lote o semillero. No traer a su lote plantas de lugares infestados con nematodos.
- d) Realizar análisis de nematodos al sustrato para el almácigo y al suelo del lote definitivo donde se trasplantará el próximo ciclo del cultivo. Estos análisis deben ser en laboratorios especializados.
- e) Eliminar el rastrojo al finalizar el cultivo.
- f) Desinfectar las herramientas e implementos para preparar el suelo. No usar herramientas o implementos de suelos contaminados en suelos libres de nematodos.
- g) Mantener lugares de desinfección de calzado a la entrada del invernadero.

2.6. Métodos de control para prevenir el ataque de nematodos en el cultivo de tomate riñón

2.6.1. Control cultural

Nickle, W. 2002 (Citado por Chiliquina, 2015) aduce que un barbecho estricto por 1-2 años normalmente reducirá las poblaciones de nematodos en un 80-90 por ciento.

Lozada, 2009 (Citado por Chiliquina, 2015) indica que la rotación con cultivos no hospedadores es a menudo adecuada por sí misma para impedir que las poblaciones nematológicas alcancen niveles perjudiciales económicamente. Sin embargo es necesario disponer de una amplia base de datos incluyendo

variabilidad entre cultivares y razas de nematodos. Nickle, W. 2002 (Citado por Chiliquina, 2015) donde dice que hay evidencias sustanciales de que la adición de materia orgánica o materiales quitinosos en forma de abono o estiércol disminuyen las poblaciones de nematodos y el daño asociado a ellas, lo que parece ser debido a un incremento en las poblaciones de microorganismos antagonistas de los nematodos y a los gases que se liberan durante el proceso de descomposición de la materia orgánica, que tienen efecto nematicida.

2.6.2. Control biológico

Roman, 2001 (Citado por Chiliquina, 2015) aduce que microorganismos antagonistas establecidos en el lugar de siembra antes o durante el cultivo, pueden ser usados para prevenir la infección. Varios microorganismos han sido identificados como enemigos naturales de los nematodos. Éstos incluyen las bacterias *Pasteuria penetrans* y *Bacillus thuringiensis* y los hongos *Paecilomyces lilacinus*, *Verticillium chlamyosporium*, *Hirsutella rhossiliensis*, *Catenaria spp.* etc. Sin embargo, para la mayoría de ellos las formulaciones comerciales no están todavía disponibles.

2.6.3. Control físico

De acuerdo a Suárez, Z. (2008) citado por (Chiliquina, 2015) afirma que la solarización es un método de desinfección del suelo que permite suprimir la mayoría de las especies de nematodos patógenos eficazmente. Sin embargo sólo es consistente en lugares con veranos cálidos y calurosos que permiten alcanzar temperaturas del suelo superiores a 35-40°C. La técnica básica consiste en poner una o dos láminas de plástico transparente encima del suelo abundantemente regado, durante el verano y aproximadamente de seis a ocho semanas.

Duncan, L. 2011 (Citado por, 2015) dice que vapor a 80-100 °C por 30 minutos controla efectivamente algunos nematodos patógenos. No obstante produce un impacto severo en la zona del suelo donde se desarrollan las raíces (rizósfera), a la que deja con un vacío biológico fácilmente re infectable por otros patógenos.

De acuerdo a Suárez, Z. (2008) citado por (Chiliquinga, 2015) menciona que donde el agua es abundante, el encharcamiento del campo se puede usar para el control de nematodos. La inundación del suelo durante 7-9 meses mata a los nematodos reduciendo la cantidad de oxígeno disponible para la respiración y aumentando la concentración de sustancias tóxicas como ácidos orgánicos, metano y sulfuro de hidrógeno. Sin embargo puede llevar varios años destruir todas las masas de huevos de *Meloidogyne*. Una alternativa al encharcamiento continuo es utilizar ciclos de inundación, (mínimo dos semanas) alternando secado y pases de disco.

2.6.4. Control orgánico

Roman, J. 2001 (Citado por Chiliquinga, 2015) señala que existen plantas que liberan productos nematocidas al suelo, bien durante su crecimiento o bien como resultado de la descomposición de sus residuos. Estos productos se conocen como aleloquímicos, por ejemplo las raíces de sorgo contienen un compuesto químico, dhurrin, que se degrada en cianuro de hidrógeno que es un nematocida poderoso. Otro ejemplo son los glucosinatos e isothiocianatos, resultado de la descomposición de las Brasicas, los compuestos químicos encontrados en ciertas plantas tienen reacciones de diferente índole frente a los organismos que se desean eliminar. Así, se han detectado sustancias inhibitoras del crecimiento y fitohormonas. Estas nos pueden dar una idea sobre las posibles reacciones entre planta y planta.

2.6.5. Control químico

Caguana, 2003 (Citado por Iler, 2017) menciona que dentro de un programa de manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE), la última opción para el control de plagas es el uso de agroquímicos; a pesar de ello, el agricultor en la actualidad está entrenado social y económicamente para utilizar productos químicos como único recurso para el control, pese a los efectos desfavorables que éstos ocasionan.

FMC Interoc Custer, 2004 (Citado por Delgado, 2010) donde menciona que, Rugby es un nematocida que genera un bajo impacto ambiental. Al aplicar el producto, entra en contacto con la plaga e inicia su control, posteriormente su fase

de vapor y su limitada movilidad en el suelo permite que el producto se movilice y penetre en las raíces, brindando así un control duradero y efectivo.

Rugby 10G es un producto de contacto, no sistémico; lo que permite que este no sea fácilmente absorbido por el sistema radicular ni translocado a los frutos y partes aéreas de la planta, no dejando residuo en las áreas mencionadas, actúa inhibiendo la síntesis de la enzima Acetil Colinesterasa a nivel del sistema nervioso del nematodo o insecto, provocándole desordenes nerviosos y conllevándolo a la muerte. (FARMAGRO, S.A., s.f)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Caracterización del área de estudio.

La presente investigación se efectuó en la Parroquia de Chaltura, Cantón Antonio Ante, Provincia de Imbabura; está ubicada en las coordenadas: N 813157 y S 39236, a una altitud de 2.340 m.s.n.m.; se caracteriza por presentar una temperatura que oscila entre 14 °C y 18 °C; cuenta con una pluviosidad promedio anual de 750 mm, con una humedad relativa media del 75%. (PRONAREG, 2015)

La zona presenta suelos negros de texturas francas a arenosas, derivados de materiales volcánicos (piroclásticos) con menos de 30% de arcilla en el primer metro y generalmente ricos en bases de cambio. (PRONAREG, 2015).

3.2. Materiales

Los materiales empleados fueron: libreta de campo, bolígrafos, lápiz, guantes, estilete y formato de encuestas.

3.3. Equipos

Los materiales empleados fueron: Cámara fotográfica, lupa y computador.

3.4. Métodos y técnicas de investigación

3.4.1. Métodos

Consistió en revisar información bibliográfica concerniente a los nematodos que atacan al tomate riñón, esta permitió sustentar los resultados obtenidos en campo.

3.4.2. Técnicas

Mediante la formulación de un cuestionario se aplicaron 5 encuestas que contenían 12 preguntas, misma que fue dirigida a los productores de tomate riñón bajo invernadero, lo que permitió obtener información primaria sobre los daños que ocasionan los nematodos y los síntomas que se presentan en los cultivos de tomate riñón en el Sector de Chaltura; adicionalmente, a través de la observación directa y

con la información bibliográfica consultada se logró identificar los principales nematodos presentes en el cultivo.

La observación directa en campo permitió identificar los daños ocasionados por el patógeno; es así, que en algunas plantas desprendidas de la tierra se pudo observar los nódulos o agallas en la zona radicular causados por nematodos característicos de género (*Meloidogyne* sp.); también se logró determinar que los suelos de textura arcillo arenoso y una alta humedad por riego son un hábitat favorable para la incidencia de nematodos en el cultivo.

3.4.3. Técnicas de análisis

Se realizó la tabulación de las encuestas obtenidas en campo, posteriormente se procedió al análisis e interpretación de los resultados.

IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas a los productores de tomate riñón bajo invernadero de la Parroquia Chaltura, Provincia de Imbabura, se especifican a continuación:

1) Área dedicada al cultivo de tomate riñón.

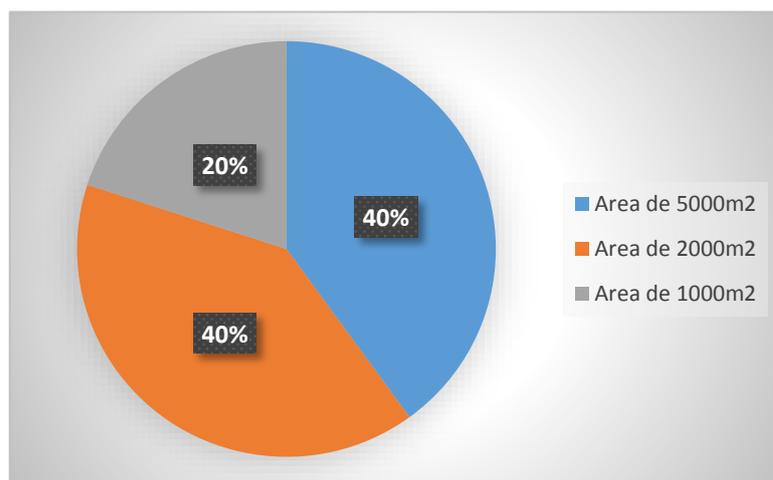


Figura 1. Área dedicada al cultivo de tomate riñón.

El área dedicada al cultivo de tomate en invernadero va desde 1.000 m² hasta 5.000 m². De la información recopilada se establece que el 40% de los productores tienen una área de 5 000 m²; el otro 40% de productores cultivan un área de 2 000 m² y un 20% tiene un área de 1.000 m², la mayoría de los cultivos de tomate son manejadas a nivel familiar, es decir padres e hijos. (Ver figura 1).

2) Problemas de ataque de nematodos en su cultivo de tomate riñón.

El 100% de agricultores de tomate riñón encuestados refieren que el cultivo ha sido atacado de nematodos. Este patógeno se puede encontrar en terrenos cultivados o con vegetación natural, pueden hacer de su hospedero en una amplia gama de plantas ya sean estos cultivos o malezas.

3) Porcentaje del cultivo que ha sido afectado por daños de nematodos.

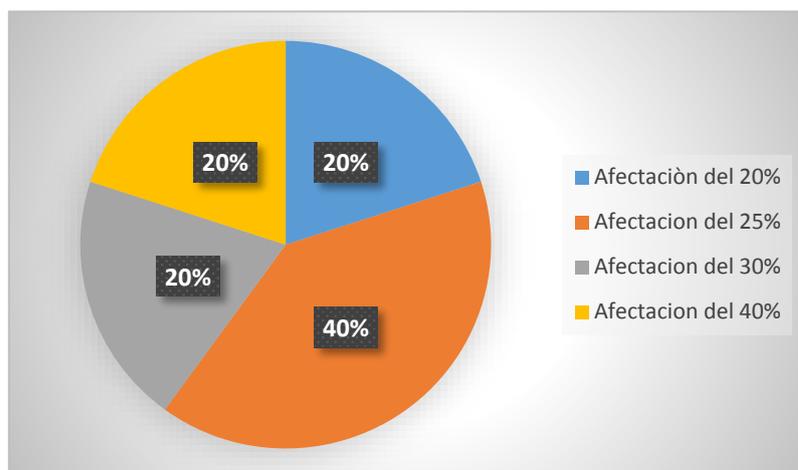


Figura 2. Porcentaje del cultivo que ha sido afectado por ataque de nematodos.

El 40% de los productores mencionan, que el área total del cultivo de tomate riñón ha sido atacado en un 25% por nematodos; mientras que el 20% indican haber tenido una afectación del cultivo por el patógeno en un 20%, 30% y 40%, respectivamente; los agricultores refieren que esta enfermedad se presenta más agresiva desde el trasplante hasta la floración del cultivo de tomate riñón (Ver figura 2).

4) Daños físicos ocasionado por nematodos al cultivo.

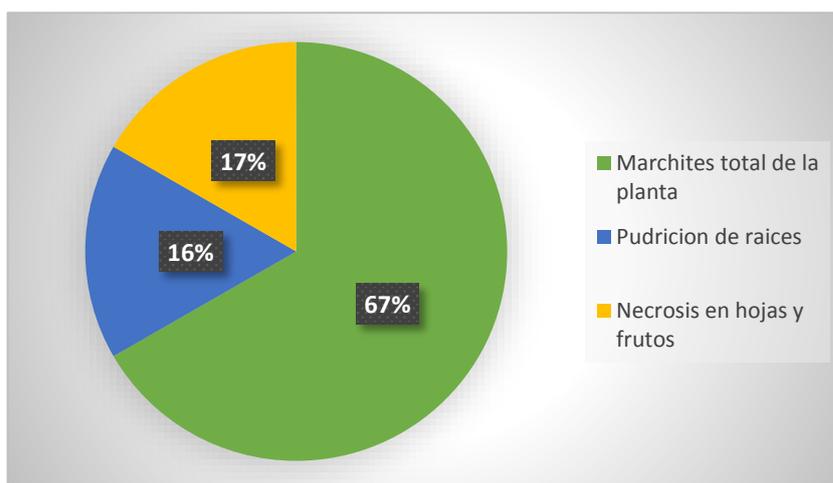


Figura 3. Daños físicos que han ocasionado los nematodos al cultivo de tomate riñón.

El 67% de los productores mencionan que el cultivo de tomate riñón ha presentado daños como marchitez total de la planta, siendo este síntoma muy

característico de la presencia de nematodos en la zona radicular del tomate riñón; el 17% de los encuestados indican que han detectado pudrición de raíces y el 16% manifiestan que han visto daños como necrosis en hojas y frutos, esto puede deberse a deficiencias nutricionales. (Ver figura 3).

5) Medidas preventivas para evitar el ataque de nematodos.

El 100% de los productores aplican medidas preventivas para evitar el ataque de nematodos, entre estas: la incorporación de materia orgánica para mejorar la textura del suelo, para activar los microorganismos en la capa superficial del suelo. Aplicar medidas preventivas significa ser estratégicos con el fin de proteger todo el cultivo, las técnicas de control deben enfocarse en una prevención, para mantener las poblaciones de nematodos por debajo de los niveles donde no causen problemas significativos en las plantas.

6) Medidas preventivas aplicadas para evitar el ataque de nematodos.

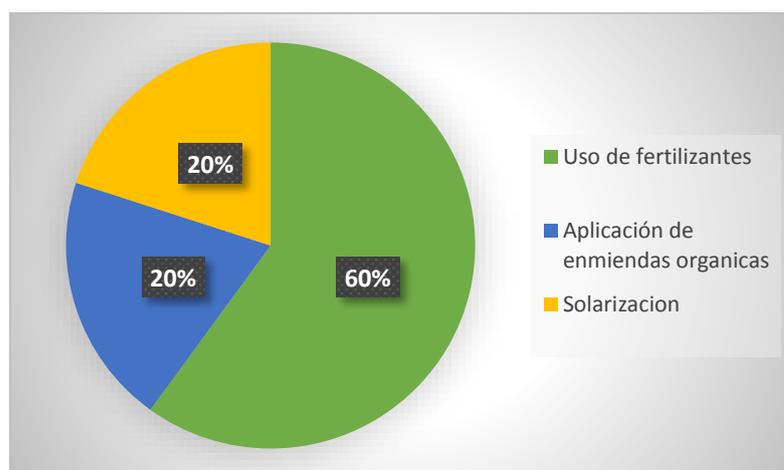


Figura 4. Medidas preventivas que aplican los productores

El 60% de los encuestados dicen aplicar fertilizantes con el fin de mejorar la nutrición de las plantas; mientras que el 20% aplica enmiendas orgánicas para que la producción no disminuya y no se vea afectada la calidad de los frutos y el otro 20% aplica medidas preventivas como el control físico como es la solarización, ésta práctica permite subir la temperatura de los primeros 30 cm del suelo, que es donde se hospedan la mayoría de los nematodos y bajar la incidencia de ésta enfermedad en el suelo (Ver figura 4).

7) Métodos utilizados para el control de nematodos.

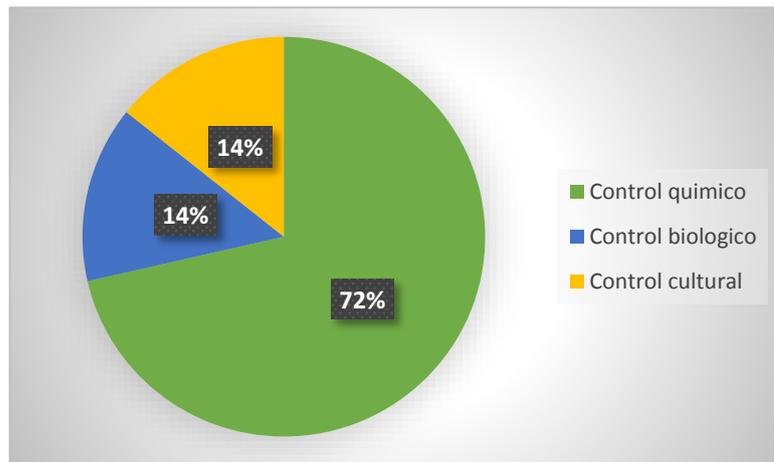


Figura 5. Métodos utilizados para el control de nematodos en tomate riñón.

El 72% de los agricultores indican realizan controles con aplicaciones químicas de nematicidas como son: Basamid, Oxamil (metilcarbamoiloxi) o Bromuro de Metilo; apenas el 14% realizan controles culturales, basados en la eliminación de restos de cosechas y solarizaciones, y el restante 14% mencionan aplica un control biológico a base de tricoederma en una dosis de 1.5cc/litro de agua (Ver figura 5).

8) Frecuencia para el control de nematodos.

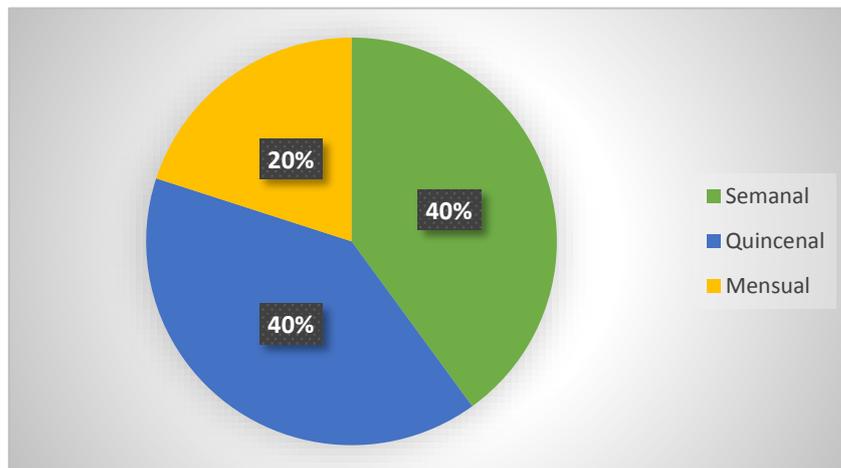


Figura 6. Frecuencia usada para el control de nematodos

El 40% de agricultores realizan semanalmente y quincenalmente, mientras que un 20% aplican medidas de control mensualmente. Mencionan que las mayores aplicaciones químicas lo hacen para contrarrestar problemas de oídio, mosca blanca y pulgones. (Ver figura 6).

9) Factores causantes del ataque de nematodos.

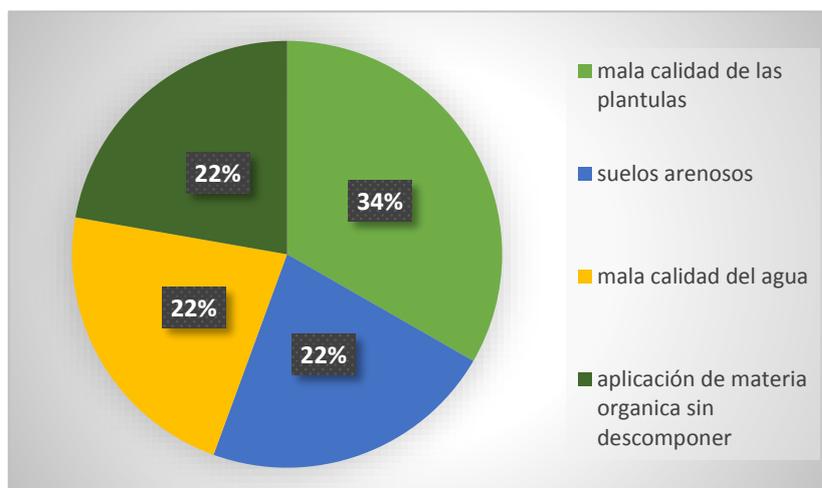


Figura 7. Factores causantes del ataque de nematodos.

El 34% de los agricultores consideran que los factores de propagación e incidencia de los nematodos son la mala calidad de las plántulas; mientras que el 22% refieren son los suelos muy arenosos, la mala calidad del agua y la aplicación al suelo de materia orgánica sin descomponer (Ver figura 7).

10) Obtención de plantas para el cultivo

El 100% de los agricultores de tomate riñón adquieren sus plántulas en piloneras de las ciudades más cercanas como son Ibarra o Atuntaqui, esto debido a que les da más seguridad de la calidad de plantas, ya que no tienen una costumbre o la cultura de realizar sus propias plántulas de tomate en sus invernaderos.

11) Apreciación de un control integrado de plagas

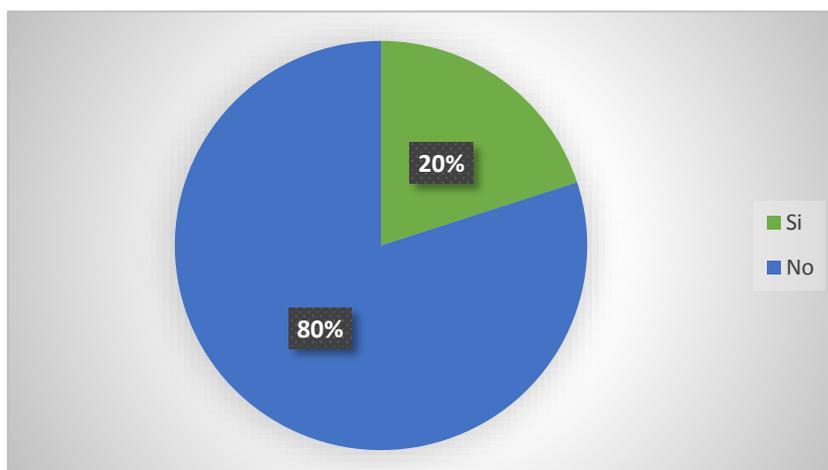


Figura 8. Control integrado de plagas

El 80% de los agricultores refieren no conocer que es un control integrado de plagas, mientras que el 20% restante indican conocer o haberlo escuchado. razón por la cual, se procedió a explicar a los agricultores, que es un control integrado de plagas, mismo que ha despertado un interés sobre las ventajas que se tiene para prevenir que sus cultivos sean atacados por patógenos y disminuir los altos costos que implica el control de esta enfermedad.

12 El manejo integrado de plagas podría prevenir el ataque de nematodos.

Previa a la respuesta de los productores se realizó una explicación sobre el manejo integrado de plagas. El 100% de los encuestados manifiestan que con un manejo integrado de plagas podrían prevenir el ataque de muchos patógenos.

4.1. Identificación de los principales nematodos en el cultivo de tomate riñón en el sector de Chaltura

Como resultado de la observación directa en campo y de la revisión bibliográfica se pudo determinar que el principal nematodo que ha estado atacando a los cultivos de tomate riñón bajo invernadero corresponde al género *Meloidogyne* sp., ya que existe una amplia gama de hospederos como cultivos o maleza, los cuales, son el medio propicio para su desarrollo y proliferación.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- a) Los principales síntomas que presentan los cultivos de tomate riñón en el Sector de Chaltura atacados por nematodos son: plantas achaparradas y amarillentas, marchitez total de la planta, pudrición de raíces y necrosis en hojas y frutos.
- b) El ataque de nematodos del genero *Meloidogyne* spp ha ocasionado daños en un 25% del área total del cultivo de tomate riñón bajo invernadero, causando una baja producción de frutos y un tono bicolor en los frutos maduros, esto debido a los formación de nódulos, que típicamente se reproducen y alimentan de células modificadas dentro de la raíz de la planta donde inducen pequeñas o largas agallas.
- c) Para prevenir y controlar el ataque de nematodos en el cultivo de tomate riñón bajo invernadero los productores del Sector Chaltura emplean controles químico y controles culturales, además con el propósito de corregir las deficiencias nutricionales aplican fertilizantes químicos y enmiendas orgánicas basadas en gallinaza o estiércol de chanco.

5.2. Recomendaciones

- a) Favorecer la secuencia (dentro del mismo lote) y la rotación de cultivos con especies de otra familia botánica diferente a Solanáceas o (*Lycopersicon esculentum* Mill.).
- b) Comprar semillas y/o de plantines sanos, eliminar los restos del cultivo, así como, realizar un adecuado manejo de descomposición de la materia orgánica.
- c) Desinfectar las herramientas e implementos que se utilizan en el cultivo, esto con la finalidad de no contaminar al suelo y a las plantas.
- d) Incentivar el manejo integrado de plagas a los productores de tomate riñón bajo invernadero del sector.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta , J. (2016). Evaluación Del Comportamiento Agronómico De Nuevos Híbridos De Tomate Hortícola “Lycopersicum Esculentum” Bajo Cubierta Plástica. Ambato, Ecuador. Recuperado el 05 de junio de 2019, de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/19038/1/Tesis-122%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20381.pdf>
- Déleg , M., & Merchán , C. (2015). *Análisis De Las Características Organolépticas Del Tomate Riñón Cultivado En La Provincia Del Azuay Y Su Aplicación Gastronómica* . Ecuador. Recuperado el 09 de Junio de 2019, de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23407/1/tesis.pdf>
- Castillo, J. H. (2014). *IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE Meloidogynes pp. PRESENTES EN EL MUNICIPIO DE PATZICÍA, CHIMALTENANGO*. Guatemala. Recuperado el 18 de Junio de 2019, de <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/14/Castillo-Jose.pdf>
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). (1988). *Memoria de los trabajos presentados en el seminario de manejo integrado de nematodos en hortalizas y frutales*. Costa Rica. Recuperado el 07 de junio de 2019, de <https://books.google.com.ec/books?id=7XIOAQAIAAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Chiliquinga, L. (2015). *Evaluación De Dos Productos Orgánicos Para El Control De Nematodos En El Cultivo Establecido De Tomate De Árbol (Solanum betaceum L)*”. Recuperado el 14 de Junio de 2019, de <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/10399/1/Tesis-95%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20318.pdf>
- Delgado, M. S. (2010). *EFICIENCIA DE NEMATICIDAS DE NATURALEZA BIOLÓGICA, QUÍMICA Y BOTÁNICA EN EL CONTROL DEL NEMATODO*

DEL NUDO DE LA RAÍZ (Meloidogyne incognita) EN ROSAS CULTIVADAS BAJO INVERNADERO EN EL CANTON QUITO. Ecuador. Recuperado el 18 de Junio de 2019, de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2684/1/03%20AGP%20133%20Tesis.pdf>

Escobar, C. (2006). *Determinacion De Especies Y Patotipos De Meloidogyne En Kiwi (Actinidia Deliciosa) Y Tomate (Lycopersicum Esculentum) Mediante El Test De Hospederos Diferenciales.* Santiago, Chile. Recuperado el 07 de junio de 2019, de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/101835/escobar_c.pdf?sequence=4&isAllowed=y

FAO. (2013). *El Cultivo de Tomate con Buenas Prácticas Agrícolas en la Agricultura Urbana y Periurbana.* Paraguay. Recuperado el 09 de Junio de 2019, de <http://www.fao.org/3/i3359s/i3359s.pdf>

FARMAGRO, S.A. (s.f). *Ficha Tecnica Rugby 10G.* Recuperado el 18 de Junio de 2019, de http://www.farmagro.com.pe/media_farmagro/uploads/ficha_tecnica/rugby_10g_ficha_tecnica.pdf

Gusqui , L., Oña, V., Huisha, C., & Lasso, R. (2009). *EFICIENCIA DE LOS NEMATOCIDAS DE ORIGEN BIOLÓGICOS APLICADOS EN DOS FRECUENCIAS PARA EL CONTROL DEL NEMATODO NUDO DE LA RAÍZ (Meloidogyne sp) EN EL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN (Lycopersicum esculentum) EN SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS.* Ecuador. Recuperado el 09 de Junio de 2019, de <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/6.-Gusqui-Nematodos.pdf>

Guzmán , Ó., Castaño , J., & Villegas , B. (2012). *Principales Nematodos Fitoparásitos y Síntomas.* Colombia. Recuperado el 09 de junio de 2019

- Iler, D. C. (2017). *Evaluación de la actividad nematocida in vitro de aceites esenciales frente a Meloidogyne*. Ambato, Ecuador. Recuperado el 18 de Junio de 2019, de <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26608/1/BQ%20138.pdf>
- INEC. (2010). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC)*. Recuperado el 04 de JUNIO de 2019, de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Presentaciones/espac_2010.pdf
- INEC. (2015). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua-ESPAC*. Recuperado el 05 de JUNIO de 2019, de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2014-2015/2015/2015/Presentacion%20de%20resultados%20ESPAC_2015.pdf
- INIAP. (1982). *Avances de Investigación Sobre el Genero (Meloidogyne) en Ecuador*. Ambato, Ecuador. Recuperado el 16 de junio de 2019, de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4561/1/iniapsc962p171.pdf>
- Jaramillo , J. (2015). *Evaluación agronómica del cultivo de tomate (Solanumlycopersicum) bajo tres diferentes coberturas plásticas*. Quito, Ecuador. Recuperado el 09 de Junio de 2019, de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/5339/1/122917.pdf>
- Maria Fe, A. (2002). Estrategias en el control y manejo de nematodos fitoparasitos. En *Ciencia y Medio Ambiente - CCMA-CSI* (pág. 221). Recuperado el 03 de junio de 2019, de <http://digital.csic.es/bitstream/10261/128310/1/Estrategias%20en%20el%20control392%28M%C2%AAF%20Andr%C3%A9s%29.pdf>
- MEJÍA, M. (2016). *Eficacia de Abamectina en tratamiento a semillas de variedades de chile habanero Capsicum chinense J., para el control de Meloidogyne incognita (Kofoid y White) Chitwood, bajo condiciones de macrotúnel*. Torreón, Coahuila. Recuperado el 09 de Junio de 2019, de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/8310/M>

AYKEL%20EVERARDO%20MEJIA%20DIAZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ORGANIZACIONES DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO. (2013). *El Cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana*. Paraguay.

Peña , R., & Paez, J. (s/f). Fitopatología. Colombia. Recuperado el 06 de junio de 2019, de <https://virtual.uptc.edu.co/ova/fito/archivo/NEMATODOS.pdf>

PRONAREG. (2015). *ACTUALIZACION PLAN DE DESARROLLO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA SAN JOSÉ DE CHALTURA 2015-2030*. Recuperado el 16 de Junio de 2019, de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1060013320001_DIAG,CHALTURA-DEFIN_15-05-2015_11-43-42.pdf

Sanabria, N. (2009). *Principios de Fitopatología*. Maracay, Venezuela. Recuperado el 06 de junio de 2019, de http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Clase_1_PRINCIPIOS_DE_FITOPATOLOG%C3%8DA.pdf

Varela, A. V. (2018). *ESTUDIO DE LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DEL TOMATE RIÑÓN (Lycopersicum Esculentum) EN EL CANTÓN PIMAMPIRO, DE LA PROVINCIA DE IMBABURA*. Ibarra, Ecuador. Recuperado el 26 de Junio de 2019, de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8810/1/03%20AGN%2046%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

APÉNDICE

Apéndice 1. Formulario de encuesta para el levantamiento de información.

Información.- Los nematodos son organismos microscópicos, multicelulares, semitransparentes, cuerpo en forma de gusano, no segmentado, anillado superficialmente, con simetría bilateral, poseen todo el sistema orgánico, excepto el respiratorio y circulatorio, estos se encuentran distribuidos ampliamente en cualquier nicho ecológico que tenga cierta cantidad de agua.

1. ¿Cuál es el área dedicada al cultivo de tomate riñón?

- a) 1000m² a 5000m²
- b) 5000m² a 10000m²
- c) mayor a 10000m²

2. ¿Ha tenido problemas de ataque de nematodos en su cultivo de tomate riñón?

- a) SI
- b) NO
- c) Desconoce

3. ¿Qué porcentaje de su cultivo ha sido afectado por ataque de nematodos?

- a) 100 %
- b) 75 %
- c) 50 %
- d) 25 %
- e) Otros _____

4. ¿Qué daños físicos han ocasionado los nematodos al cultivo?

- a) Marchites total de la planta
- b) Pudrición del tallo
- c) Pudrición de raíces

- d) Necrosis en hojas y frutos
- e) Otros _____

5. ¿Aplica medidas preventivas para evitar el ataque de nematodos?

- SI
- NO

6. ¿Cuál de las medidas preventivas que aplica para evitar el ataque de nematodos?

- a) Rotación de cultivo
- b) Uso de fertilizantes
- c) Aplicación de enmiendas orgánicas
- d) Solarización
- e) Uso de organismos depredadores
- f) Otros _____

7. ¿Cuál de los métodos utiliza para el control de nematodos?

- a) Control químico
- b) Control biológico
- c) Control orgánico
- d) Control cultural
- e) Otros _____

8. ¿Con que frecuencia realiza el control?

- a) semanal
- b) quincenal
- c) mensual
- d) Otro: _____

9. ¿Cuáles cree usted son los factores causantes del ataque de nematodos?

- a) Monocultivo

- b) mala calidad de plántulas
- c) suelos arenosos
- d) mala calidad del agua
- e) Aplicación de materia orgánica sin descomponer
- f) Otros _____

10. ¿De dónde obtiene las plantas para su cultivo?

- a) semillero propio
- b) mercado
- c) piloneras
- d) Otros _____

11. ¿Conoce usted que es un control integrado de plagas?

SI

NO

Desconoce

12. ¿Cree usted que con un manejo integrado de plagas se podría prevenir el ataque de nematodos?

SI

NO

¿Porque? _____

Apéndice 2.- Galería Fotográfica



Ilustración 1. Sintomatología de plántula de tomate riñón con presencia de nematodos



Ilustración 2. Síntomas de las plántulas con ataque de nematodos ya en fase terminal



Ilustración 3. Cultivo de tomate riñón con ataque de nematodos



Ilustración 4. Monitoreo de la zona radicular de tomate riñón



Ilustración 5. Presencia de nematodo nodulador (*Meloidogyne* sp.)



Ilustración 6. Características físicas en raíces y tallos de tomate riñón atacados por nematodos