

**DIAGNÓSTICO Y DINÁMICA POBLACIONAL DE NEMATODOS EN
EL CULTIVO DE PIÑA (*Ananas comosus*) (L.) Merr. ,
FINCA EL TREMEDAL S.A. SAN CARLOS.**

DANNY LEÓN ARIAS

Proyecto presentado a la Escuela de Agronomía como requisito parcial para optar
al grado de Bachillerato en Ingeniería en Agronomía.

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
SEDE REGIONAL SAN CARLOS**

2007

**DIAGNÓSTICO Y DINÁMICA POBLACIONAL DE NEMATODOS EN
EL CULTIVO DE PIÑA (*Ananas comosus*) (L.) Merr.,
FINCA EL TREMEDAL S.A. SAN CARLOS.**

DANNY LEÓN ARIAS

Proyecto presentado a la Escuela de Agronomía como requisito parcial para optar
al grado de Bachillerato en Ingeniería en Agronomía.

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
SEDE REGIONAL SAN CARLOS**

2007

**DIAGNÓSTICO Y DINÁMICA POBLACIONAL DE NEMATODOS EN
EL CULTIVO DE PIÑA (*Ananas comosus*) (L.) Merr.,
FINCA EL TREMEDAL S.A. SAN CARLOS**

DANNY LEÓN ARIAS

Aprobado por los miembros del Tribunal Evaluador:

Ing. Agr. Zulay Castro Jiménez, MGA.

Asesora

Ing. Agr. Tomás Guzmán Hernández, PhD.

Jurado

Ing. Agr. Joaquín Durán Mora, MSc.

Jurado

Ing. Agr. Fernando Gómez Sánchez, MAE.

Coordinador

Trabajos Finales de Graduación

Ing. Agr. Arnoldo Gadea Rivas, MSc.

Director

Escuela de Agronomía

2007

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios y La Virgen de Los Ángeles por permitirme realizarlo y terminar esta etapa de mis estudios universitarios.

También en especial a mis padres Rigoberto León Viquez y Teresa Arias Badilla porque sin su ayuda no podría realizarlo ni llegar a ser lo que soy, ya que todo se lo debo a ellos, Gracias.

A mis hermanos Jonathan y Jairo por todo su apoyo y ayuda brindados durante toda mi vida de estudiante.

A la Profesora Zulay Castro Jiménez por su gran apoyo, ayuda y consejos que me han ayudado a salir adelante.

AGRADECIMIENTO

A mis padres por la ayuda espiritual y económica que me han brindado durante toda mi vida.

A mis hermanos por toda su compañía, ayuda y motivación.

A la Ing. Agr. Zulay Castro Jiménez profesora asesora, por su colaboración y consejos para la realización del trabajo.

Al Ing. Agr. Manuel Cubero y Ing. Agr. Max Soto por sus consejos, colaboración y apoyo en Finca El Tremedal.

Al señor Luís Badilla por permitirme realizar este trabajo en Finca El Tremedal.

A los Ingenieros Joaquín Durán, Tomás Guzmán, Camero Rey, Fernando Gómez, Sergio Torres, Carlos Muñoz, Olger Murillo, Antonio Gadea, Luís Rojas y Wilfrido Paniagua, Eida Solís Esquivel por sus enseñanzas y consejos brindados.

A mis compañeros Víctor Julio Zúñiga, Víctor Quesada, Erick Vargas, Lenín Hernández, Johan Vásquez, Carlos Mora, Rolando Chavarri, Juan José Arata, Fernando Araya, Félix Artavia, Elio Arias y Julio Blanco por su amistad y compañía durante mi estancia en el ITCR.

A Marcela, Carolina, Gabriela y David Benavides Castro por su amistad y cariño.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	i
LISTA DE CUADROS	iv
LISTA DE FIGURAS	v
RESUMEN	vii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo general	3
1.2 Objetivos específicos	3
2. REVISION DE LITERATURA	5
2.1 Clasificación taxonómica de la piña	5
2.1.1 Características del híbrido de piña MD-2	5
2.2 Ciclo de cultivo de piña	5
2.2.1 Variación del ciclo del cultivo.....	6
2.3 Sistema radical de la planta de piña	6
2.4 Características generales de nematodos fitoparásitos	7
2.4.1 Anatomía de los nematodos	7
2.4.2 Ciclo de vida de nematodos	8
2.4.3 Hábitos de alimentación de nematodos.....	8
2.4.4 Ecología y diseminación.	8
2.4.5 Clasificación.....	9
2.4.6 Relación entre nematodos y otros patógenos de plantas.....	9
2.5 Control de nematodos fitoparásitos	10
2.5.1 Control Químico	10
2.5.2 Control Biológico	10
2.5.3 Control Cultural.....	11
2.6 Síntomas causados por nematodos fitoparásitos en plantas de piña	11
2.7 Géneros de nematodos fitoparásitos en piña	12
2.7.1 Género <i>Rotylenchulus</i>	12
2.7.2 Género <i>Helicotylenchus</i>	13
2.7.3 Género <i>Pratylenchus</i>	14
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1 Ubicación	15
3.2 Período de ejecución de la investigación	15
3.3 Condiciones climáticas durante la investigación	15
3.4 Características de la plantación	15
3.4.1 Área para ejecución de diagnóstico	16

3.4.2	Área para determinación de la dinámica poblacional.....	16
3.5	Procedimientos.....	17
3.5.1	Procedimiento de muestreo de nematodos.....	17
3.5.1.1	Muestreo para diagnóstico.....	18
3.5.1.2	Muestreo para dinámica poblacional.....	18
3.5.2	Procedimiento para extracción de nematodos.....	19
3.5.2.1	Método denominado del “Embudo de Baermann”.....	19
3.5.2.3	Materiales y equipo requeridos en laboratorio.....	20
3.5.2.4	Reactivos requeridos en laboratorio.....	21
3.5.3	Procedimiento para la cuantificación de nematodos.....	21
3.6	Variables evaluadas.....	21
3.7	Análisis de datos.....	21
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
4.1	Diagnóstico de nematodos a nivel de suelo y raíz de plantas de piña	22
4.1.1	Identificación de géneros de nematodos presentes en el suelo por edad de cultivo	22
4.1.2	Densidad de población observada por género de nematodo presente en suelo según edad de cultivo.....	23
4.1.3	Identificación de géneros de nematodos en raíz por edad de cultivo.....	25
4.1.4	Densidad de población observada por género de nematodo presente en raíz según edad de cultivo.....	27
4.2	Dinámica poblacional de nematodos en suelo y raíz en plantaciones de diferentes edades durante cinco meses, piña híbrido MD-2.....	28
4.2.1	Plantación de dos a seis meses. Lote N°3.....	28
4.2.1.1	En suelo.....	28
4.2.1.2	En raíz.....	30
4.2.2	Plantación de cuatro a ocho meses. Lote N°14.....	31
4.2.2.1	En suelo.....	31
4.2.2.2	En raíz.....	32
4.2.3	Plantación de seis a diez meses. Lote N°9.....	33
4.2.3.1	En suelo.....	33
4.2.3.2	En raíz.....	34
4.2.4	Plantación de ocho a doce meses. Lote N°46.....	35
4.2.4.1	En suelo.....	35
4.2.4.2	En raíz.....	35
4.2.5	Plantación de diez a catorce meses. Lote N°43.....	37
4.2.5.1	En suelo.....	37
4.2.5.2	En raíz.....	38

4.3 Dinámica poblacional de nematodos en suelo y raíz durante el período comprendido entre agosto y diciembre 2006 en plantaciones de piña de diferentes edades.....	39
4.3.1 En suelo.....	39
4.3.2 En raíz.....	41
5. CONCLUSIONES.....	43
6. RECOMENDACIONES.....	45
7. LITERATURA CONSULTADA.....	46
8. ANEXOS.....	48

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Titulo	Página
1	Género y densidad de nematodos en suelo de plantas de piña híbrido MD-2, según edad de muestreo, durante diagnóstico realizado en Finca El Tremedal S. A., San Carlos. 2006.....	23
2	Géneros de nematodos y densidad en raíz de plantas de piña híbrido MD-2, según edad de muestreo, durante diagnóstico realizado en Finca El Tremedal S. A. San Carlos. 2006.....	26
3	Género y densidad de nematodos promedio en suelo de plantas de piña híbrido MD-2, según mes de muestreo, en estudio de dinámica de población realizado en Finca El Tremedal S. A., San Carlos. 2006.....	39
4	Género y densidad de nematodos promedio en raíz de plantas de piña híbrido MD-2, según mes de muestreo, en estudio de dinámica de población realizado en Finca El Tremedal S. A., San Carlos. 2006.....	41

LISTA DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	Metodología de muestreo de raíz y suelo durante estudio diagnóstico y dinámica poblacional de nematodos, piña. Finca El Tremedal S.A. 2006.....	<u>17</u>
2	Representación de la Técnica del Embudo de Bearmann empleado para la extracción de nemátodos presentes en Suelo (Esquivel, 2005).....	<u>20</u>
3	Representación de la densidad de población por género de nematodo determinada en suelo de plantas de piña híbrido MD-2, según edad de muestreo durante diagnóstico realizado en Finca El Tremedal S. A., San Carlos. 2006.	<u>25</u>
4	Representación de la densidad de población determinada por género de nematodo observado en raíz de plantas de piña híbrido MD-2, según edad de muestreo durante diagnóstico realizado en Finca El Tremedal S. A., San Carlos. 2006.	<u>28</u>
5	Dinámica poblacional de géneros de nematodos observados en suelo de plantas de piña híbrido MD-2 de dos a seis meses de edad. Lote 3, Finca El Tremedal S. A., San Carlos. Agosto a diciembre 2006.	<u>29</u>
6	Dinámica poblacional de géneros de nematodos observados en raíz de plantas de piña híbrido MD-2 de dos a seis meses de edad. Lote 3 Finca El Tremedal S. A., San Carlos. Agosto a diciembre 2006..	<u>30</u>
7	Dinámica poblacional de géneros de nematodos observados en suelo de plantas de piña híbrido MD-2 de cuatro a ocho meses de edad. Lote 14 Finca El Tremedal S. A., San Carlos. Agosto a diciembre 2006.....	<u>31</u>
8	Dinámica poblacional de géneros de nematodos observados en raíz de plantas de piña híbrido MD-2 de cuatro a ocho meses de edad. Lote 14 Finca El Tremedal S. A., San Carlos. Agosto a diciembre 2006.	<u>32</u>
9	Dinámica poblacional de géneros de nematodos observados en suelo de plantas de piña híbrido MD-2 de seis a diez meses de edad. Lote 9 Finca El Tremedal S. A., San Carlos. Agosto a diciembre 2006.	<u>33</u>
10	Dinámica poblacional de géneros de nematodos observados en raíz de plantas de piña híbrido MD-2 de seis a diez meses de edad. Lote 9 Finca El Tremedal S. A., San Carlos. Agosto a diciembre 2006.....	<u>34</u>

11	Dinámica poblacional de géneros de nematodos observados en suelo de plantas de piña híbrido MD-2 de ocho a doce meses de edad. Lote 46 Finca El Tremedal S. A., San Carlos. Agosto a diciembre 2006.	<u>35</u>
12	Dinámica poblacional de géneros de nematodos observados en raíz de plantas de piña híbrido MD-2 de ocho a doce meses de edad. Lote 46 Finca El Tremedal S. A., San Carlos. Agosto a diciembre 2006.....	<u>36</u>
13	Dinámica poblacional de géneros de nematodos observados en suelo de plantas de piña híbrido MD-2 de diez a catorce meses de edad. Lote 43 Finca El Tremedal S. A., San Carlos. Agosto a diciembre 2006.	<u>37</u>
14	Dinámica poblacional de géneros de nematodos observados en raíz de plantas de piña híbrido MD-2 de diez a catorce meses de edad. Lote 43 Finca El Tremedal S. A., San Carlos. Agosto a diciembre 2006.....	<u>38</u>
15	Dinámica poblacional de géneros de nematodos observados en suelo de plantas de piña híbrido MD-2 en el periodo entre agosto y diciembre 2006. Finca El Tremedal S. A., San Carlos. 2006.....	<u>40</u>
16	Dinámica poblacional de géneros de nematodos observados en raíz de plantas de piña híbrido MD-2 en el período entre agosto y diciembre 2006. Finca El Tremedal S.A. San Carlos. 2006.....	<u>42</u>

RESUMEN

En plantaciones de piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr propiedad de La Finca El Tremedal S.A., ubicada en Venecia de San Carlos, Alajuela, Costa Rica, la cual presenta humedad relativa promedio de 80%, precipitaciones de 3.500 a 4.000mm al año y temperatura promedio es de 24 °C, se realizó estudio para determinar la presencia de géneros, densidad de población y dinámica poblacional de nematodos fitoparásitos en el período comprendido entre julio 2006 y diciembre 2006.

El estudio comprendió un diagnóstico a nivel de suelo y raíz en plantas de dos a doce meses de edad y la determinación de la dinámica poblacional en suelo y raíz en cinco lotes diferentes, cuyos muestreos fueron realizados entre los meses de agosto y diciembre 2006; lo que permitió determinar la dinámica poblacional durante ese lapso de tiempo.

Para el diagnóstico se seleccionaron lotes comerciales con plantaciones de dos a doce meses de edad, correspondientes a lote 3, 9, 10 14, 15, 16, 17, 18 23, 43 y 46, según numeración de finca. El muestreo para la dinámica poblacional se realizó con plantaciones de dos, cuatro, seis, ocho y diez meses de edad, correspondientes a los Lotes 3, 14, 9, 46 y 43, los cuales fueron muestreados una vez al mes durante los meses de agosto a diciembre 2006. Se identificaron los géneros de nematodos presentes en suelo y raíz de plantas de piña de diferentes edades y se determinó el número de individuos por género.

El diagnóstico, realizado en el mes de diciembre permitió la identificación de siete géneros a nivel de suelo: *Helicotylenchus* spp., *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Tylenchus* spp., *Tylenchorhynchus* spp. nematodos depredadores y de vida libre; donde el género *Helicotylenchus* spp. fue el más frecuentemente identificado, presente en plantas de cinco, seis, ocho, nueve y diez meses de edad y la mayor diversidad de géneros de nematodos fitoparásitos se observó en suelo de plantas de ocho a diez meses, correspondientes a *Meloidogyne* spp., *Helicotylenchus* spp. y *Pratylenchus* spp. siendo los dos últimos los géneros de nematodos fitoparásitos más frecuentemente encontrados a partir del quinto y hasta

el onceavo mes de edad de las plantas. Los géneros de nemátodos *Helicotylenchus* spp. y *Pratylenchus* spp. presentaron las mayores poblaciones de individuos a nivel de suelo en el período comprendido entre agosto y diciembre 2006; *Helicotylenchus* spp. se presentó en mayor población promedio en octubre (34 ind/100g. de suelo) y *Pratylenchus* spp. en Setiembre (37 ind/100g. de suelo).

La mayor población de nemátodos fitoparásitos observada a nivel de suelo corresponde a los géneros *Pratylenchus* spp. con 75 ind/100g. de suelo y *Helicotylenchus* spp. con 69 ind/100g. de suelo, presentes en setiembre.

A nivel de las raíces, los géneros de nematodos identificados fueron cinco: *Helicotylenchus* spp., *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Rotylenchus* spp., y nematodos de vida libre; las más altas poblaciones de individuos a nivel de raíz se observaron en *Helicotylenchus* spp. con 7.455 ind/100g. de raíz y *Pratylenchus* spp con 16.713 ind/100g. de raíz. Los géneros más frecuentemente encontrados fueron *Pratylenchus* spp. y *Helicotylenchus* spp., presentes desde dos a doce meses de edad de las plantas. El promedio poblacional del período indica que *Helicotylenchus* spp. alcanza las más altas poblaciones en diciembre (3.625 indi/100g. de raíz) y *Pratylenchus* spp en noviembre con 11.115 ind/100g. de raíz.

La mayor población de nemátodos fitoparásitos observada a nivel de raíz corresponde a los géneros *Helicotylenchus* spp. con 7.455 ind/100g. de raíz en el mes de diciembre y *Pratylenchus* spp. con 25.087 ind/100g. de raíz presentes en el mes de noviembre en plantas de seis meses.

Palabras claves: Piña (*Ananas comosus*), híbrido MD-2, Diagnóstico, Dinámica de población, nematodos.

1. INTRODUCCIÓN

El consumo de frutas a nivel mundial, principalmente en los países desarrollados, se ha convertido en una opción saludable que cada día se utiliza más como complemento de la dieta en pro de la nutrición y de la lucha contra muchos males que aquejan a la sociedad, como consecuencia de malos hábitos alimenticios.

Transnacionales como Del Monte Corporation, Standard Fruit Company, Chiquita Brand, entre otras, además de muchas otras empresas y empresarios, han incursionado en el mercado de la piña en respuesta a la alta demanda mundial de fruta fresca del Híbrido MD-2, principalmente en los mercados de Estados Unidos y Europa. También apoyan o desarrollan operaciones de producción de piña en varios países, donde destaca Costa Rica, como el mejor productor de la piña fresca de exportación ya que se ha convertido en el mayor proveedor de piña fresca híbrido MD-2 de Estados Unidos y Europa, los mayores importadores de piña del mundo.

Las exportaciones de piña de Costa Rica durante el 2006 sumaron 1.173.680,3 toneladas métricas (tm.), siendo el principal mercado Estados Unidos con 50% del total.

Durante el año 2006, las importaciones totales de piña fresca hacia Estados Unidos sumaron 690 000tm, de las cuales Costa Rica siendo el principal proveedor participó con un 83% del total (574.000tm.) (Elizondo 2007).

Según Castro (2000) desde el cultivo comercial de variedades como Monte Lirio (criolla), y paralelo a la introducción en Costa Rica de la variedad Cayena Lisa, Champaka F-154, y el híbrido MD-2, se ha generado un desarrollo tecnológico significativo de la actividad productora de piña mediante la aplicación de nuevas técnicas de producción, utilización de maquinaria y equipo especializado. El

desarrollo socioeconómico del entorno inmediato de las zonas donde se ubican las fincas productoras, ha tenido un auge observable por el desarrollo de actividades que complementan la producción de piña, lo que se traduce al desarrollo de una cultura de producción exitosa, apoyada por mano de obra especializada, contribuyendo así al desarrollo social y económico del país.

Según Castro (1994), en 1973 el área cultivada de piña en Costa Rica, incluyendo las variedades de importancia comercial (Montelirio y Cayena Lisa), era de 738 hectáreas. Once años después, se reportaron las mismas variedades en un área de cultivo de 2.474 hectáreas. En los últimos seis años el incremento en el área cultivada ha sido acelerado ya que en el año 2001 existían 8.600 hectáreas cultivadas y para el año 2007 se han reportado más de 40.000 hectáreas, con un incremento en el valor de las exportaciones del 200% (Barquero 2007).

Debido a que la actividad productora de piña obedece a un sistema de producción de una actividad intensiva en monocultivo, y debido al establecimiento de siembras repetitivas en una misma área y que para competir con frutas de alta calidad en mercados internacionales, el productor ha debido incursionar cada día más en el uso de fuentes agroquímicas, para reducir o mantener las poblaciones de nematodos, plagas y patógenos en niveles no perjudiciales al cultivo, lo que ha contribuido al desequilibrio ecológico en áreas productoras.

La literatura sobre problemas fitosanitarios de la piña en Costa Rica, con frecuencia hace referencia a los principales patógenos de cultivo. Castro (2000) menciona Cochinilla harinosa (*Dysmicoccus brevipes*), Sinfílicos (*Scutigerella immaculata*), Tecla (*Strymon basilides*), Caracoles (*Opeas pumilum*), roedores (*Signodon hispidus*), Gusano soldado (*Elaphria* sp.) y hormigas (*Atta* sp.); sin embargo pocos investigadores y productores mencionan los nematodos como un problema cotidiano. Según Castaño (1994) raramente cualquier cultivo se encuentra libre de nematodos fitoparásitos y su presencia generalmente pasa desapercibida debido a su tamaño microscópico y posición protegida en el suelo.

Los nematodos se alimentan de las raíces, hojas tallos y semillas de manera que cuando atacan a los vegetales, manifiestan síntomas tales como interrupción del crecimiento de la raíz y presencia de agallas radicales; en el área de cultivo, las plantas se aprecian carentes de vigor, reducen la capacidad para soportar la sequía, y carencia de fertilizantes, además de otras condiciones adversas, por lo que presentan deficiencias nutricionales (Jessé 1970).

Por tal motivo el Centro de Investigación y Desarrollo para Agricultura Sostenible del Trópico Húmedo (CIDASTH) y la Escuela de Agronomía del Instituto Tecnológico de Costa Rica han orientado recursos del proyecto denominado “Prospección, caracterización y evaluación de las relaciones de organismos benéficos para el control de nematodos patógenos en condiciones del trópico”, enfocado hacia el cultivo de piña, con el propósito de determinar la condición actual de plantaciones de piña híbrido MD-2 de la Región Huetar Norte con respecto a la incidencia de nematodos fitoparásitos. El presente estudio se realizó en la Finca El Tremedal S.A., la cual se encuentra inserta en el área de producción de piña híbrido MD-2 de la Región Huetar Norte de Costa Rica, principal zona productora del país.

1.1 Objetivo general

- Determinar géneros, densidad de población y dinámica poblacional de nematodos fitoparásitos en plantaciones de piña (*Ananas comosus*) híbrido MD-2.

1.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar a nivel de suelo y raíz la presencia de géneros de nematodos fitoparásitos de plantas de piña (*Ananas comosus*) híbrido MD-2 de uno a doce meses de edad.
- Cuantificar especímenes por género de nematodo existente en suelo y raíz del cultivo de piña (*Ananas comosus*) híbrido MD-2, por observación al

microscopio del preparado producto de muestras tomadas en plantas de uno a doce meses de edad.

- Establecer la dinámica poblacional de nematodos en suelo y raíz de cinco áreas cultivadas de piña (*Ananas comosus*) híbrido MD-2 de diferente edad, durante un mismo período.
- Determinar la dinámica poblacional de nematodos en suelo y raíz de piña (*Ananas comosus*) híbrido MD-2, durante el período comprendido entre agosto y diciembre 2006.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Clasificación taxonómica de la piña

Jiménez (1999) reporta la clasificación taxonómica de la piña (*Ananas comosus*), en el Reino Vegetal, dentro de la División Monocotiledónea, Clase Liliopsidas, Orden Bromeliales, Familia Bromeliaceae, género *Ananas* y especie *comosus*, primeramente identificada por Linneo.

2.1.1 Características del híbrido de piña MD-2

El híbrido comercial de piña MD-2, fue introducido y desarrollado en Costa Rica por la compañía Pineapple Development Corporation (PINDECO), subsidiaria de Del Monte Corporation y fue lanzado al mercado de fruta fresca en mayo de 1996, en mercados de Europa y Estados Unidos donde ha superado el nivel de ventas de las demás variedades y ha logrado un espacio importante bajo el nombre comercial de “Del Monte Gold” (Castro 2000). El ciclo del cultivo es más corto, la fruta es de forma cilíndrica y de pulpa amarilla con alto contenido de vitamina C. La fruta de MD-2 es susceptible a la degradación pos cosecha, presenta vulnerabilidad a plagas y enfermedades y es susceptible a la pudrición del tallo y raíces (afección fungosa por *Phytophthora parasitica* y *P. cinnamomi*).

Actualmente es necesario conocer y controlar todas las condiciones de producción que permiten un desarrollo confiable del cultivo y un elevado porcentaje de fruta exportable (Castro 2000).

2.2 Ciclo de cultivo de piña

El ciclo vegetativo descrito por Castro (2000), inicia con el desarrollo del hijuelo mediante la emisión de raíces adventicias, por su sección basal y hojas nuevas por la sección apical. El crecimiento es lento al principio pero aumenta por la formación de nutrimentos, por absorción radical y síntesis foliar. Luego continua con la acumulación de reservas, el desarrollo vegetativo se restringe y suceden una

serie de cambios fisiológicos que estimulan la emisión del brote floral. A partir de este momento cesa la formación de hojas, la floración primero y luego la fructificación, posteriormente absorbe los nutrimentos y reservas, entrando la planta en una etapa en que predomina la fase de producción sobre la fase vegetativa.

2.2.1 Variación del ciclo del cultivo

Castro (2000), describe el ciclo vegetativo de la piña como muy variable, la planta se desarrolla a una velocidad relativa en respuesta a las condiciones de manejo y sanidad a la que es sometida. Por lo general y bajo las condiciones de desarrollo del cultivo en Costa Rica, la planta logra alcanzar el tamaño y peso necesarios para iniciar la etapa de floración y producción en un periodo de ocho a nueve meses, por lo que la planta es “obligada” mediante la aplicación de técnicas de inducción floral, a iniciar la etapa de producción. Desde el momento de la inducción floral hasta la cosecha han transcurrido alrededor de 22 semanas (cinco meses y medio) necesarios para la floración, formación, desarrollo y maduración de consumo del fruto.

2.3 Sistema radical de la planta de piña

Py (1969) cita a Krauss quien clasifica las raíces en tres grupos según sea su origen:

1. Las raíces llamadas primarias, que tienen por origen el embrión de la semilla y por lo tanto existen solo sobre las semillas, desapareciendo para dar lugar a las siguientes.
2. Las raíces adventicias, típicas de numerosas monocotiledóneas, que nacen del tejido muy vascularizado que separa el cilindro central del eje.
3. Las raíces secundarias, que son ramas secundarias de las precedentes.

Py (1969) describe que bajo la epidermis, cuyas excreciones forman los pelos absorbentes, la corteza comprende cuatro partes: exodermo, corteza externa, compuesta de células poligonales de los tabiques gruesos y perforados que cubren hileras de células mas voluminosas llenas de rafidios cuya desaparición da lugar a

verdaderos canales de aireación, lo que brinda el típico aspecto de médula a las bromeliáceas, la corteza interior con células pequeñas y vastos espacios lagunares y, finalmente, el endodermo formado por una sola capa de células cuyas membranas son, en su parte central muy gruesas. El cilindro central comprende el periciclo (pericambium), capa simple de células, los tejidos vasculares, en donde alternan las masas de floema y xilema y en el centro, la característica médula, con sus células esclerenquimatosas de membranas gruesas.

Con excepción del exodermo y de los rafidios de la zona cortical, la raíz del ananás posee ya todos sus tejidos cuando emerge del tallo. Su crecimiento se detiene cuando las condiciones del medio le son desfavorables, produciéndose una suberización de la cofia o pilorriza; cuando aquellas vuelven a ser favorables, la cofia se desgarrá al ser presionada por los tejidos meristemáticos y se produce una nueva prolongación de la raíz con formación de nueva cofia. El conjunto del sistema radical de la planta adulta es muy superficial, pero su importancia depende esencialmente de las características físicas del suelo: estructura, aireación y humedad. Su longitud puede llegar hasta dos metros, cuando el medio les es favorable; algunas se encuentran a los 30 centímetros de profundidad y muy excepcionalmente a 60 centímetros o más (Py 1969).

2.4 Características generales de nematodos fitoparásitos

Los nematodos constituyen un grupo claramente definido dentro de los invertebrados. Los nematodos fitoparásitos pueden ser ectoparásitos o endoparásitos, aéreos o subterráneos, constituyendo uno de los grupos de fitoparásitos más importantes de la agricultura. Raramente un cultivo se encuentra libre de nematodos fitoparásitos y su presencia generalmente pasa desapercibida debido a su tamaño microscópico y posición protegida en el suelo (Castaño 1994).

2.4.1 Anatomía de los nematodos

El cuerpo de los nematodos es más o menos transparente y está cubierto por una cutícula incolora, que generalmente está marcada por estrías. Todos los

nematodos parásitos de plantas están provistos de un estilete, que emplea para perforar el tejido de las raíces de las plantas (Castaño 1994).

2.4.2 Ciclo de vida de nematodos

Según Castaño (1994) un ciclo de vida de nematodo, desde huevo a adulto se puede completar en tres a cuatro semanas si las condiciones ambientales son óptimas, especialmente temperatura, ya que a temperaturas bajas el ciclo de vida es más largo.

Las hembras de nematodos depositan huevos que se convierten en pequeños seres denominados larvas, muy semejantes a la forma adulta. Durante su crecimiento y desarrollo, la larva sufre una serie de cuatro mudas y los períodos de desarrollo entre las mudas se denominan “etapas larvianas” (Jessé 1970).

2.4.3 Hábitos de alimentación de nematodos

Según Jessé (1970) la mayoría de los nematodos que habitan en el suelo pueden incluirse en tres grupos:

a) Las especies saprófagas que obtienen su alimentación directamente de la materia orgánica en descomposición, o que se alimentan de microorganismos asociados con la putrefacción.

b) Las especies depredadoras que se alimentan de pequeños animales, incluyendo otros nematodos.

c) Las especies que se alimentan de vegetales.

2.4.4 Ecología y diseminación.

Casi todos los nematodos parásitos de plantas viven parte de su vida en el suelo. Muchos de ellos viven libremente en el suelo, alimentándose superficialmente sobre raíces y tallos subterráneos. Tanto la temperatura del suelo, como la humedad y la aireación afectan la sobrevivencia y movimiento de los nematodos del suelo. Los nematodos se encuentran en mayor abundancia en los primeros quince centímetros de la capa arable del suelo. La mayor concentración de nematodos en

la región de las raíces de la planta hospedante se debe primordialmente a que la reproducción es mas rápida cuando se hallan sobre la fuente de alimento y también a la atracción de nematodos por sustancias liberadas dentro de la rizosfera (Castaño 1994).

El material en descomposición puede brindar, de momento, un ambiente húmedo favorable para la sobrevivencia de nematodos adultos y juveniles en el suelo. Algunos *Helicotylenchus* son altamente resistentes inclusive a la inundación (Quesada y Barbosa 1999).

La variación espacial es una propiedad de las poblaciones naturales y es frecuentemente dinámica, cambia conforme los individuos de la población aumentan o disminuyen en número, o migran (Quesada y Barbosa 1999).

2.4.5 Clasificación

Castaño (1994) indica que los nematodos fitoparásitos pertenecen al Fillum Nematelmintos, clases Secernentea y Adenophorea, y según su hábitat se clasifican en ectoparásitos y endoparásitos. Los ectoparásitos normalmente no penetran a los tejidos de las raíces pero se alimentan solamente de las células que se hallan cerca de la superficie de las raíces y endoparásitos, especies que penetran a los tejidos del hospedante y se alimentan dentro de los mismos. Ambos grupos pueden ser sedentarios o migratorios.

2.4.6 Relación entre nematodos y otros patógenos de plantas

Aunque los nematodos pueden causar daño a las plantas por sí solos, la mayoría de ellos viven y operan en el suelo, donde se hallan rodeados constantemente por hongos y bacterias. Variedades de plantas susceptibles a hongos son afectadas con mayor severidad cuando son también atacadas por nematodos fitoparásitos, siendo el efecto de ambos más severo. Con respecto a bacterias la función del nematodo consiste en proveerle a la bacteria un sitio de infección y ayudar a la infección bacterial mediante heridas hechas al hospedante.

Los nematodos pueden transmitir virus después de alimentarse sobre plantas enfermas. Una vez que el nemátodo ha adquirido el virus de una planta enferma, permanece infectivo por periodos de dos a cuatro meses (Castaño 1994).

2.5 Control de nematodos fitoparásitos

El control de nematodos se puede realizar de forma química, biológica o cultural.

2.5.1 Control Químico

Según Quesada y Barbosa (1999) el control químico de los nematodos ha sido la principal estrategia utilizada en los sembradíos de piña y de otros cultivos. Sin embargo, debido a su impacto sobre el ambiente y la salud humana, la tendencia moderna hacia la producción sostenible, hace deseable una disminución en el uso de agroquímicos. Una forma de disminuir el uso de agroquímicos, es aplicarlos solo en las zonas que realmente lo requieran.

Jessé (1978) menciona algunos nematicidas utilizados en el cultivo de piña (*Ananas comosus*) para el control de nematodos fitoparásitos tales como: dicloropropeno-dicloropropano, bromuro de metilo, dibromuro de etileno, cloropicrina y una combinación de tetracloruro de carbono y dibromuro de etileno.

2.5.2 Control Biológico

Según Castaño (1994) se puede realizar control biológico de nematodos fitoparásitos a través de variedades resistentes y otros medios de bionematicidas, derivados por ejemplo de *Bacillus thuringiensis*, o por medio de hongos endoparasíticos. Jessé (1970) menciona que los nematodos se encuentran expuestos a enemigos naturales y enfermedades. Entre los organismos biológicos se encuentran los protozoarios parásitos, nematodos depredadores, que incluyen a otros nematodos entre sus presas y, hongos entre los que se incluyen los parásitos y los depredadores.

2.5.3 Control Cultural

Jessé (1978) sugiere que métodos culturales para el combate de nematodos fitoparásitos como la preparación del terreno prolongada por varios años, es una buena alternativa para disminuir la incidencia del patógeno, sobre todo si se realiza en un período cálido y seco. Otra forma es la aplicación de períodos de barbecho en combinación con araduras mensuales para combatir *Pratylenchus brachyurus*. Jessé (1978) Indica que las primeras seis semanas entre la destrucción de los residuos de cosecha anterior y la siembra son de suma importancia para reducir la incidencia del parásito. Castaño (1994) agrega la rotación de cultivos, uso de trampas y control mediante aplicación de calor.

2.6 Síntomas causados por nematodos fitoparásitos en plantas de piña

Castaño (1994) indica que el ataque de nematodos fitoparásitos, provoca síntomas en la totalidad de la planta. En raíces afectadas se puede observar agallas, lesiones, excesiva pudrición de raíces, daño al ápice, y pudrición radical cuando el ataque está asociado con bacterias y hongos fitopatógenos o saprofitos. En las partes aéreas de la planta los síntomas consisten en reducción del crecimiento, síntomas de deficiencias nutritivas tales como amarillamiento del follaje, excesivo marchitamiento en tiempo caliente o seco, disminución del rendimiento y mala calidad del producto final.

Los nematodos atacan a las raíces produciendo agallas (*Meloidogyne*) y lesiones (*Pratylenchus*) o penetran parcialmente en las raíces (*Rotylenchus*). Generalmente prefieren suelos ligeros, aunque también aparecen en terrenos francos y en los arcillosos. Durante los tres o cuatro primeros meses posteriores a la limpieza del terreno y plantación, el número de nematodos es escaso, pero se incrementa de forma vertiginosa, afectando significativamente el crecimiento de las plantas de piña, apareciendo hojas cloróticas. Posteriormente se produce un descenso abrupto del número de nematodos, al igual que ocurre durante una fuerte sequía, éstas “ondas” son particularmente marcadas en los ciclos cortos. Todo el

material vegetal que pueda albergar nematodos debe ser destruido antes de la plantación (Infoagro 2002).

Según López y Salazar (1981) las plantas de piña (*Ananas comosus*) afectadas por altas densidades de nematodos fitoparásitos, están asociadas con plantas cloróticas, achaparradas y que producen frutas de tamaño pequeño, las raíces presentan un color pardo oscuro, los tejidos corticales se pueden separar fácilmente, quedando solo el cilindro del tejido.

2.7 Géneros de nematodos fitoparásitos en piña

Investigaciones realizadas en diferentes partes del mundo han demostrado que las raíces de la planta de piña son atacadas por más de quince géneros de nematodos, cinco de los cuales (*Meloidogyne*, *Rotylenchulus*, *Helicotylenchus*, *Pratylenchus* y *Paratylenchus*) están asociados al decaimiento de la producción de piña (*Ananas comosus*).

Tarjan (1967) y Tarté (1970) realizaron estudios encontrando la presencia de los géneros de nematodos *Pratylenchus* sp., *Paratylenchus* sp., *Longidorus laevicapitatus*, *Helicotylenchus* sp., *Rotylenchus* sp., *Tylenchus* sp., *Aphelenchus* sp., *Aphelenchoides* sp., *Ditylenchus* sp., *Dorylaimus* sp. y *Pratylenchus brachyurus* asociados a raíces de piña en Panamá.

Lara (1984) realizó un muestreo en parcelas de algunos productores de piña de Panamá Oeste: en Los Mortales, Las Yayas, Las Zanguengas y El Saíno se identificaron los géneros *Pratylenchus*, *Helicotylenchus* y *Tylenchus*, siendo el segundo el más frecuente en las muestras.

2.7.1 Género *Rotylenchulus*

El *Rotylenchulus reniformis* es un nemátodo semiendoparásito, lo que significa que la hembra penetra la raíz para establecer un sitio de alimento permanente quedando sedentaria o inmóvil. La región de la cabeza es insertada

dentro la raíz mientras la región de la cola sobrepasa afuera y se engorda durante la maduración. El término "reniforma" se refiere a la forma de riñón de la hembra madura. Hay diez especies dentro el género *Rotylenchulus*, siendo *Rotylenchulus reniformis* la especie de mayor importancia económicamente (Radewald y Takeshita 1964).

Según Jessé (1978) el combate de *Rotylenchulus reniformis* provoca aumentos en la producción, y su daño se relaciona con la formación de raíces en forma de "escoba de bruja" con este nemátodo.

La hembra penetra parcialmente la raíz, mientras que los machos y las larvas viven libres en el suelo, principalmente en el cepellón de tierra que rodea la raíz (Py 1969).

2.7.2 Género *Helicotylenchus*

Helicotylenchus spp., es una especie ectoparásita, pero puede comportarse como endoparásito migratorio, el cual completa su ciclo en la raíz. Infecta cormos o tejido remanente del cultivo previo. Los síntomas son parecidos a los causados por otros nematodos fitoparásitos. Se alimentan de las capas más externas de la corteza, causando lesiones necróticas pequeñas que son características. Penetra de cuatro a seis capas de células del parénquima cortical. Su daño está confinado al parénquima más cercano a la epidermis. Los daños celulares son a menudo decoloraciones que posteriormente constituyen áreas necróticas. Su diseminación es principalmente por tejido infectado (Suárez y Rosales 2004).

Según Py (1969) el deterioro del sistema radical se manifiesta en el conjunto de la planta por una mayor lentitud en su desarrollo y crecimiento, y por la clorosis del follaje que con frecuencia toma un tono rojizo junto con la desecación de extremidad de las hojas. En un mismo lugar, su número puede variar considerablemente durante el año, su multiplicación es naturalmente en función de

ciertas características climatológicas, en particular de la temperatura y humedad del suelo.

2.7.3 Género *Pratylenchus*

Según Jessé (1978) el *Pratylenchus brachyurus* penetra la raíz a través de las células de la epidermis y en algunas ocasiones a través de los pelos radicales. Cuando la infestación de nematodos en el suelo es alta, la penetración a la raíz también se efectúa por el meristemo apical, en cuyo caso la raíz muere fácilmente. Los nematodos emigran por la segunda y tercera capa de células corticales matando las células al alimentarse de ellas. En infecciones severas las lesiones abarcan por completo la circunferencia de la raíz en varios centímetros de longitud y el cilindro central es afectado por la acción directa de las toxinas del nematodo por la invasión de organismos secundarios. En estos casos los nematodos abandonan la raíz deteriorada y migran a través del suelo y hasta encontrar raíces sanas.

Su ciclo de vida de huevo a adulto es cercano a los 27 días a una temperatura que oscile entre 25 °C y 30 °C y sobrevive en el suelo hasta seis meses en barbecho (Suárez y Rosales 2004).

Es un endoparásito migratorio, que ocasiona lesiones en las raíces que sirven como otras tantas puertas de entrada para los hongos y bacterias banales del suelo. Penetra en el parénquima cortical de la raíz, de cuyas sustancias se nutre, pero no afecta al cilindro central y emigra seguidamente al suelo en el que puede sobrevivir cierto tiempo, para buscar otras fuentes de alimentación (Py 1969).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación

La presente investigación se desarrolló en dos ambientes diferentes: plantación comercial de piña y el Laboratorio de Nematología del Instituto Tecnológico de Costa Rica, sede Santa Clara. Las muestras de suelo y raíz fueron extraídas de plantaciones de piña propiedad de La Finca El Tremedal S.A., ubicada en Venecia de San Carlos, Alajuela, Costa Rica. La finca se encuentra geográficamente situada a 10° 26 latitud Norte y 84° 15 longitud Este, a una altitud aproximada de 320 metros sobre el nivel del mar (msnm). Posee una humedad relativa promedio de 80% y precipitaciones que van de los 3.500 a 4.000 milímetros (mm) al año, y la temperatura promedio es de 24 °C.

Los análisis de laboratorio fueron realizados en el Laboratorio de Nematología de la Escuela de Agronomía del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Sede Regional San Carlos.

3.2 Período de ejecución de la investigación

La investigación se llevó a cabo en etapas simultáneas en el campo y en el laboratorio de Nematología, durante el período comprendido entre los meses de julio 2006 y marzo 2007.

3.3 Condiciones climáticas durante la investigación

La época de estudio corresponde a una temporada de precipitaciones relativamente bajas en la Región, a excepción del último mes, diciembre ([Anexo 1](#)).

3.4 Características de la plantación

La investigación se realizó en plantaciones comerciales de piña (*Ananas comosus*) híbrido MD-2 (Variedad Amarilla). Las plantas en diferentes estados de desarrollo, fueron establecidas con hijos tipo guía, bajo el método de siembra de

camas cultivadas a doble hilera mediante el sistema en tresbolillo, con distanciamientos entre centro y centro de camas de 1,12 metros, entre par de hileras 0,45 metros, entre plantas 0,22 metros para una densidad de siembra aproximada de 70.000 plantas por hectárea. Plantaciones manejadas con un nivel de tecnología apropiado para la producción de fruta de excelente calidad competitiva en el mercado de exportación de fruta fresca; basada en la aplicación de 16 ciclos de fertilizantes vía foliar durante ciclos consecutivos desde un mes de edad hasta preinducción floral, y tres ciclos durante floración. La aplicación de herbicidas, insecticidas, fungicidas y el nematicida Etoprop (Mocap), el cual se aplicó transcurridos siete, 90 y 180 días después de la siembra.

3.4.1 Área para ejecución de diagnóstico

Para la identificación de géneros de nematodos se eligieron bloques de plantación de edades entre uno y doce meses. El tamaño del bloque cultivado no fue determinante, sin embargo, se identificaron bloques cultivados con al menos 10.000 plantas; que permitieron la extracción del total de plantas necesarias (cinco por bloque), para conformar una submuestra por bloque y cinco por hectárea cada mes de edad. Por lo que fue necesario el sacrificio de 25 plantas por mes de edad de las plantas, por muestra.

3.4.2 Área para determinación de la dinámica poblacional

Para caracterizar el comportamiento de la población de géneros de nematodos se eligieron bloques de plantación con al menos 10.000 plantas; con edades desde dos, cuatro, seis, ocho y diez meses, en donde se realizó cinco submuestreos que juntos conformaron la muestra una vez al mes durante cinco meses consecutivos (agosto, setiembre, octubre, noviembre y diciembre 2006); lo que permitió conformar una muestra por mes de edad y a la vez cinco submuestras por mes calendario durante el período comprendido entre agosto y diciembre 2006.

3.5 Procedimientos

3.5.1 Procedimiento de muestreo de nematodos

Los muestreos se realizaron de manera sistemática según la ubicación de las cinco plantas, en zig-zag. No se realizó muestreo en las camas de los bordes de plantación (Figura 1).



Figura 1. Metodología de muestreo de raíz y suelo durante estudio diagnóstico y dinámica poblacional de nematodos, piña. Finca El Tremedal S.A. 2006.

Se obtuvo una muestra compuesta que es el resultado de cinco submuestras tomadas en el área equivalente a una hectárea. En cada punto de muestreo se hizo la extracción de una planta completa, se cortó la parte radical de la misma y se recolectó el suelo correspondiente a 20 centímetros (cm.) de profundidad. El suelo y la raíz se colocaron en bolsas plásticas y se trasladaron al laboratorio.

Este procedimiento se utilizó para realizar los muestreos de diagnóstico y dinámica poblacional de nematodos, los cuales se describen a continuación.

3.5.1.1 Muestreo para diagnóstico¹

En fecha 19 de diciembre del 2006, se identificaron lotes comerciales con plantaciones de edades entre dos y doce meses.

Los lotes seleccionados correspondieron a los identificados en finca como: Lote 3, Lote 9, Lote 10, Lote 14, Lote 15, Lote 16, Lote 17, Lote 18 Lote 23, Lote 43, y Lote 46. ([Anexo 5](#)).

Se realizaron cinco muestreos por bloque comercial cultivado (ideal con un mínimo de plantas superior a 10.000), que permitieron a la vez conformar cinco submuestras de raíz y cinco submuestras de suelo, las cuales dieron origen a una muestra de cada tipo

3.5.1.2 Muestreo para dinámica poblacional

Se ubicaron cinco lotes simultáneamente, con plantaciones de dos, cuatro, seis, ocho y diez meses de edad. Los lotes seleccionados correspondieron, según la identificación proporcionada en finca al Lote 3, Lote 14, Lote 9, Lote 46 y Lote 43, los cuales fueron muestreados una vez al mes durante cinco meses, correspondientes a agosto, setiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2006.

El Lote 3 comprendió plantas de dos a seis meses de edad; el Lote 14, plantas de cuatro a ocho meses de edad; el Lote 9, plantas de seis a diez meses de edad, el Lote 46, plantas de ocho a doce meses de edad y el Lote 43 comprendió plantas de diez a catorce meses de edad.

Se identificó un bloque de plantación comercial conformado por al menos 10 000 plantas por edad de inicio de plantación estudiada (dos, cuatro, seis, ocho y diez meses).

Se procedió a muestrear de la misma forma descrita para el diagnóstico (Instrumento de control de muestreo en [Anexo 2](#)).

¹ Castro, Z. 2006. Metodología para el muestreo de nematodos en piña. ITCR. Comunicación personal.

3.5.2 Procedimiento para extracción de nematodos

La extracción de nematodos se ejecutó con los siguientes métodos:

3.5.2.1 Método denominado del “Embudo de Baermann”.

La extracción de nemátodos de suelo se realizó mediante la técnica del embudo de Baermann modificado (Esquivel 2005), esta técnica se aprecia en la Figura 1. Las muestras de suelo provenientes de campo se homogenizaron y se eliminó las raíces y piedras. Se pesaron 25 gramos de raíz y se colocó en un papel filtro y después en un embudo previamente preparado que consiste en un embudo de plástico el cual tiene una manguera adherida a la parte inferior del embudo y en el cual se coloca un vial para recoger los nematodos. A la muestra se le adiciona agua hasta un centímetro abajo de la parte superior del embudo y se deja reposar durante al menos 72 horas. Después de este período se recoge el Vial que contenía aproximadamente 5ml de solución, la cual se homogeniza y se toma una alícuota de 3ml ([Anexo 3](#)).

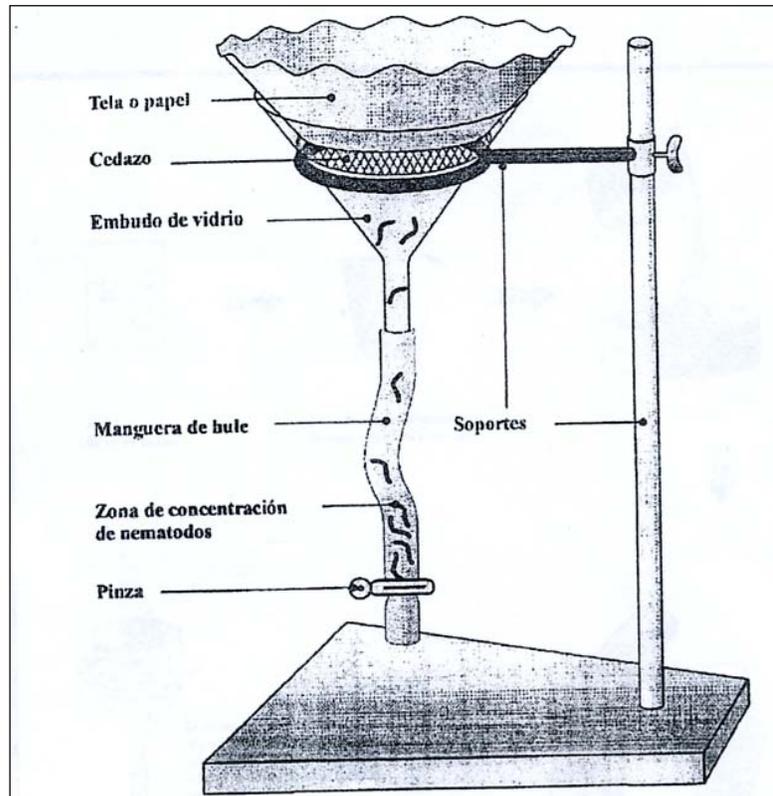


Figura 2. Técnica del Embudo de Bearmann empleado para la extracción de nemátodos presentes

3.5.2.3 Materiales y equipo requeridos en laboratorio

- Agitadores de vidrio.
- Balanza granataria.
- Baldes de cinco litros de capacidad.
- Centrífuga.
- Embudo.
- Gradilla.
- Licuadora de dos velocidades.
- Manguera.
- Papel filtro.
- Piceta de 500ml. de capacidad.
- Serie de Tamices de 35, 100, 170 y 400 mallas.
- Tubos de 50ml. para centrífuga.

- Vaso de precipitado plástico de un litro, de 200 y 100ml.
- Vaso de precipitados de 10ml.
- Vaso de precipitados de 100ml.
- Viales.

3.5.2.4 Reactivos requeridos en laboratorio

- Solución azucarada al 55% (484g. aforados a un litro).

3.5.3 Procedimiento para la cuantificación de nematodos

El conteo de nematodos se realizó con ayuda de un hemacitómetro, al cual se le agregaron tres mililitros de solución extraída y se colocó en el microscopio para su cuantificación. A partir de los datos producto del conteo de individuos por género se aplicó el siguiente factor de conversión para 100 gramos de suelo o raíz ([Anexo 4](#)).

$$\text{Raíz} = 2 \times 40\text{mL}/3\text{mL} \times 100\text{g}/25\text{g} = \mathbf{106} \times (\text{Número de nematodos contados}).$$

$$\text{Suelo} = 2 \times 100\text{g.}/25\text{gr} = \mathbf{8} \times (\text{Número de nematodos contados}).$$

3.6 Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron:

1. Identificación de géneros de nematodos presentes en suelo de plantas de piña de diferentes edades.
2. Identificación de géneros de nematodos presentes en raíz de plantas de piña de diferentes edades.
3. Cuantificación de individuos por género en muestras de suelo de plantas de piña.
4. Cuantificación de individuos por género en muestras de raíz de plantas de piña.

3.7 Análisis de datos

Se construyeron cuadros de datos, gráficas y se aplicó estadística descriptiva.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Diagnóstico de nematodos a nivel de suelo y raíz de plantas de piña

4.1.1 Identificación de géneros de nematodos presentes en el suelo por edad de cultivo

El diagnóstico se realizó en forma simultánea en los lotes de las diferentes edades de plantación, en fecha 19 de diciembre del 2006 durante el transcurso de la mañana.

Producto del diagnóstico realizado en plantas de piña híbrido MD-2 con edades entre uno y doce meses de edad, se observaron siete géneros identificados como: *Helicotylenchus* spp., *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Tylenchus* spp. y *Tylenchorhynchus* spp., además de nematodos depredadores y nematodos de vida libre.

En plantas de dos meses únicamente se observó individuos de vida libre; en suelo de plantas de tres meses se observó *Pratylenchus* spp., nematodos de vida libre y nematodos depredadores, también observado en suelo de plantas de cuatro meses; *Helicotylenchus* spp. se presentó en suelo de plantas de cinco meses.

Los géneros *Helicotylenchus* spp., *Pratylenchus* spp. y nematodos de vida libre fueron observados en suelo de plantas de seis meses de edad, mientras que en suelo de plantas de siete meses no se observó nematodos. En suelo de plantas de ocho meses de edad se observó la mayor diversidad de géneros del período evaluado: *Helicotylenchus* spp., *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Tylenchus* spp., y nematodos de vida libre. *Helicotylenchus* spp. y nematodos de vida libre fueron los géneros observados en suelo de plantas de nueve meses de edad.

Géneros como *Helicotylenchus* spp., *Pratylenchus* spp. e individuos de vida libre se observaron en suelo de plantas de diez y once meses de edad y a doce

meses de edad únicamente se observó individuos de vida libre y se presentó por primera vez el género *Tylenchorhynchus* spp. (Cuadro 1).

Cuadro 1. Género y densidad de nematodos en suelo de plantas de piña híbrido MD-2, según edad de muestreo, durante diagnóstico realizado en Finca El Tremedal S. A., San Carlos. 2006.

Género de nematodo	Edad del cultivo en meses										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Helicotylenchus</i> spp.	0	0	0	35	13	0	56	8	27	8	0
<i>Meloidogyne</i> spp.	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0
<i>Pratylenchus</i> spp.	0	5	0	0	5	0	29	0	5	35	0
Nematodos de vida libre.	8	77	0	0	29	0	88	3	19	32	11
Nematodos depredadores	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tylenchus</i> spp.	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0
<i>Tylenchorhynchus</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8

Helicotylenchus spp. fue el género de nematodo más frecuentemente identificado en el suelo, presente a cinco, seis, ocho, nueve y diez meses de edad de las plantas.

La mayor diversidad de géneros de nematodos se observó en suelo de plantas de ocho a diez meses de edad y los géneros fitoparásitos presentes en dicha etapa fueron *Helicotylenchus* spp., *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Tylenchus* spp., además de individuos de vida libre.

4.1.2 Densidad de población observada por género de nematodo presente en suelo según edad de cultivo.

En plantas de piña de dos a doce meses de edad, ninguno de los géneros de nemátodos fue observado fue constante a diferentes edades de las plantas. De igual forma la población por género fue irregular (Figura 3).

Helicotylenchus spp. aparece por primera vez en suelo de plantas muestreadas a cinco meses de edad en densidades de población de 35 individuos/100 gramos de suelo (ind/100g. de suelo) y se observó en suelo de

plantas de seis, ocho, nueve, diez y once meses de edad en poblaciones oscilantes entre 8 ind/100g. de suelo a nueve y once meses y 56 ind/100g. de suelo en plantas de ocho meses de edad.

Meloidogyne spp. se observó únicamente en suelo de plantas de ocho meses de edad en densidad de 19 ind/100g. de raíz.

Pratylenchus spp., se presenta en densidades de población relativamente bajas (5 ind/100g. de suelo) en plantas de tres meses de edad y se observa nuevamente a los seis, ocho, diez y once meses en densidades de población entre 5 y 35 ind/100g. de suelo.

Los nematodos depredadores se observan desde tres meses de edad en densidades de población que se mantienen en suelo de plantas de cuatro meses de edad (3 ind/100g. de suelo).

Los nematodos de vida libre fueron observados en suelo de plantas de dos meses de edad (8 ind/100g. de suelo) cuya densidad de población sufrió un incremento importante en suelo de plantas de tres meses de edad la cual ascendió a 77 ind/100g. de suelo. También fueron identificados en el sexto mes y del octavo mes en adelante hasta el doceavo mes, cuyas poblaciones oscilaron entre 29 y 88 ind/100g. de suelo.

Tylenchus spp. se observó únicamente en densidad de 24 ind/100g. de suelo de plantas de ocho meses de edad y *Tylenchorhynchus* spp. en densidad de 8 ind/100g. de suelo de plantas de doce meses de edad.

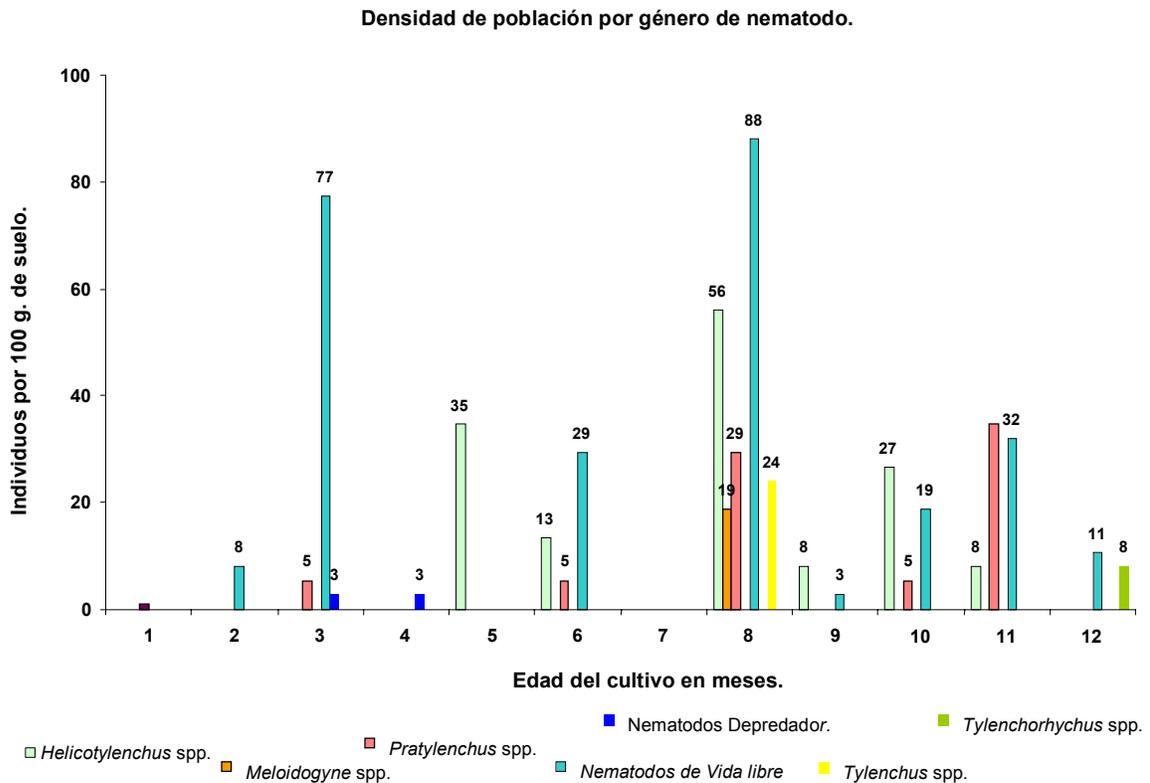


Figura 3. Representación de la densidad de población por género de nematodo determinada en suelo de plantas de piña híbrido MD-2, según edad de muestreo durante diagnóstico realizado en Finca El Tremedal S. A., San Carlos. 2006.

4.1.3 Identificación de géneros de nematodos en raíz por edad de cultivo.

A nivel de las raíces de plantas de piña, los géneros de nematodos identificados durante el diagnóstico fueron cinco: *Helicotylenchus* spp., *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Rotylenchus* spp. y nematodos de vida libre (Cuadro 2).

En raíces de plantas de dos meses de edad se observó individuos de *Helicotylenchus* spp., *Pratylenchus* spp. y nematodos vida libre. Las raíces correspondientes a plantas de tres meses presentaron *Helicotylenchus* spp. y

nematodos de vida libre y en las de cuatro y cinco meses se observó además nemátodos del género, *Pratylenchus* spp.

Helicotylenchus spp, *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Rotylenchus* spp. y nematodos de vida libre se presentaron en raíces de plantas de seis meses. En las raíces de plantas de siete, ocho y nueve meses se observó *Helicotylenchus* spp., *Pratylenchus* spp y nematodos de vida libre. Las de diez meses, presentaron todos lo géneros mencionados y en las de once meses se observó individuos de *Helicotylenchus* spp., *Pratylenchus* spp. y nematodos de vida libre, mientras que en raíces de plantas de doce meses se observaron también los cinco géneros mencionados.

En raíces de plantas desde dos a doce meses de edad fueron observados con frecuencia los géneros *Helicotylenchus* spp. y nematodos de vida libre. *Pratylenchus* spp. se presentó en el segundo mes y en forma continua a partir del mes cuatro hasta el mes doce. *Meloidogyne* spp. y *Pratylenchus* spp. hicieron su aparición en raíces de plantas de seis, diez y doce meses de edad.

En raíces de plantas de seis, diez y doce meses de edad, se presentaron los cinco géneros de nematodos observados: *Helicotylenchus* spp., *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Rotylenchus* spp. y nematodos de vida libre.

Cuadro 2. Géneros de nematodos y densidad en raíz de plantas de piña híbrido MD-2, según edad de muestreo, durante diagnóstico realizado en Finca El Tremedal S. A. San Carlos. 2006.

Género de nematodo.	Edad del cultivo en meses										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Pratylenchus</i> spp.	212	0	71	1.555	2.191	3.675	16.713	10.247	2.579	2.191	2.756
<i>Helicotylenchus</i> spp.	141	177	283	495	3.109	1.449	7.455	2.650	1.837	1.131	1.131
<i>Meloidogyne</i> spp.	0	0	0	0	141	0	0	0	71	0	35
<i>Rotylenchulus</i> spp.	0	0	0	0	141	0	0	0	106	0	177
Nematodos de vida libre	141	247	35	565	353	565	848	954	565	671	565

4.1.4 Densidad de población observada por género de nematodo presente en raíz según edad de cultivo.

Helicotylenchus spp. se presentó en densidades de 141 ind/100g. de raíz en plantas de dos meses de edad hasta 7.455 ind/100g. de raíz en plantas de ocho meses de edad. Se presenta durante todo el ciclo del cultivo, la tendencia observada fue de densidades de población de nematodos inferiores hasta cinco meses de edad de las plantas y densidades de población mayores, de seis a doce meses de edad, aunque se presentan oscilaciones en el período.

Meloidogyne spp. osciló entre densidades de población de 35 a 141 ind/100g de raíz, y se observó únicamente en raíces de plantas de seis, diez y doce meses de edad.

Pratylenchus spp., se presentó en densidades desde 71 ind/100g de raíz en plantas de cuatro meses a 16.713 ind/100g de raíz en plantas de ocho meses y no fue observado a tres meses de edad.

Rotylenchulus spp. se observó en raíces de plantas de seis, diez y doce meses de edad en densidades de población muy similares entre sí (141, 106 y 177 ind/100g. de raíz).

Los nematodos de vida libre se presentaron en raíces de plantas desde dos a doce meses de edad en densidades de población desde 35 a 954 ind/100g. de raíz.

En la Figura 4 se representa la densidad de población por género de nematodo presente en plantas según su edad durante el diagnóstico realizado.

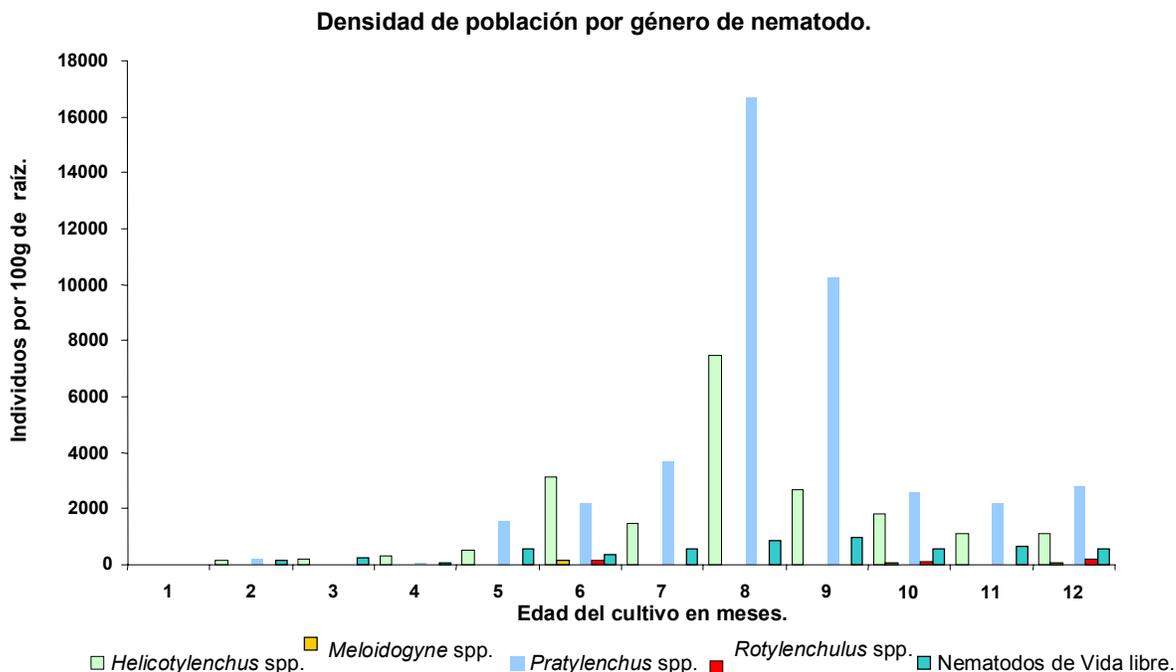


Figura 4. Representación de la densidad de población determinada por género de nematodo observado en raíz de plantas de piña híbrido MD-2, según edad de muestreo durante diagnóstico realizado en Finca El Tremedal S. A., San Carlos. 2006.

4.2 Dinámica poblacional de nematodos en suelo y raíz en plantaciones de diferentes edades durante cinco meses, piña híbrido MD-2

4.2.1 Plantación de dos a seis meses. Lote N°3

4.2.1.1 En suelo

Las poblaciones de nematodos en general se mantienen nulas en el suelo durante los dos primeros meses de edad de las plantas, no es sino hasta tres meses que las poblaciones de fitoparásitos *Helicotylenchus* spp, *Meloidogyne* spp., y *Pratylenchus* spp. se hacen presente en poblaciones de 19, 19 y 5 ind/100g. de suelo, respectivamente (Figura 5) ([Anexo 6](#)).

Al cuarto mes de edad de las plantas, la población de *Meloidogyne* spp. se reduce completamente, las de *Helicotylenchus* spp. y *Pratylenchus* spp. también

sufren reducción de su población, manifestando ambas, un rápido incremento durante el quinto mes, para volver a sufrir reducción relativa durante el sexto mes.

Un comportamiento similar al presentado por los géneros fitoparásitos fue manifestado por nematodos de vida libre, aunque en densidades de población superiores a las observadas en nematodos fitoparásitos.

Se observaron poblaciones en el suelo de los géneros *Paratylenchus* spp., *Rotylenchus* spp., *Longidorus* spp., *Criconebella* spp. y *Tylenchus* spp., cuyas poblaciones se mantuvieron relativamente bajas en plantas de dos a seis meses de edad (menores a 5 ind/100g. de suelo).

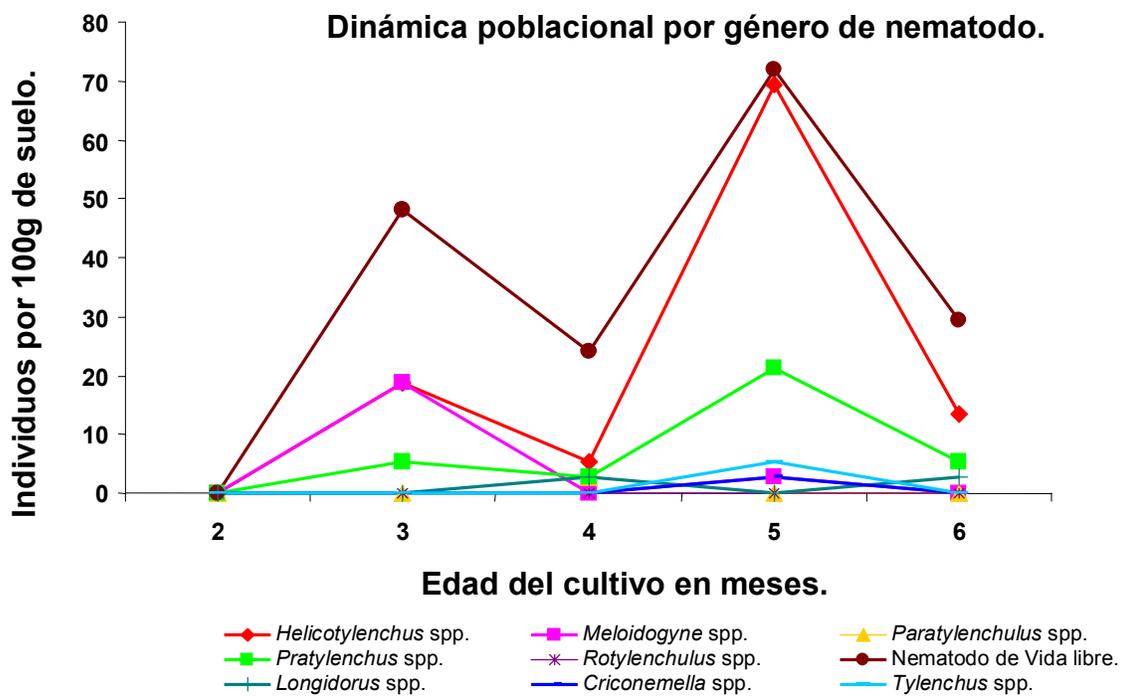


Figura 5. Dinámica poblacional de géneros de nematodos observados en suelo de plantas de piña híbrido MD-2 de dos a seis meses de edad. Lote 3, Finca El Tremedal S. A., San Carlos. Agosto a diciembre 2006.

4.2.1.2 En raíz

A nivel de las raíces, las poblaciones de nematodos en plantas de dos a seis meses de edad fueron relativamente superiores a las observadas en suelo. Se mantuvieron relativamente bajas y muy constantes entre los diferentes géneros observados, a excepción del cuarto mes donde todos los géneros de nematodos identificados presentaron poblaciones relativamente altas; *Helicotylenchus* spp., alcanzó poblaciones de 848 ind/100g. de raíz, hasta 3.109 ind/100g. de raíz; a la vez la población de *Pratylenchus* spp. tienden a levantarse, 6.183 ind/100g. de raíz para luego descender 2.191 ind/100g. de raíz (Figura 6).

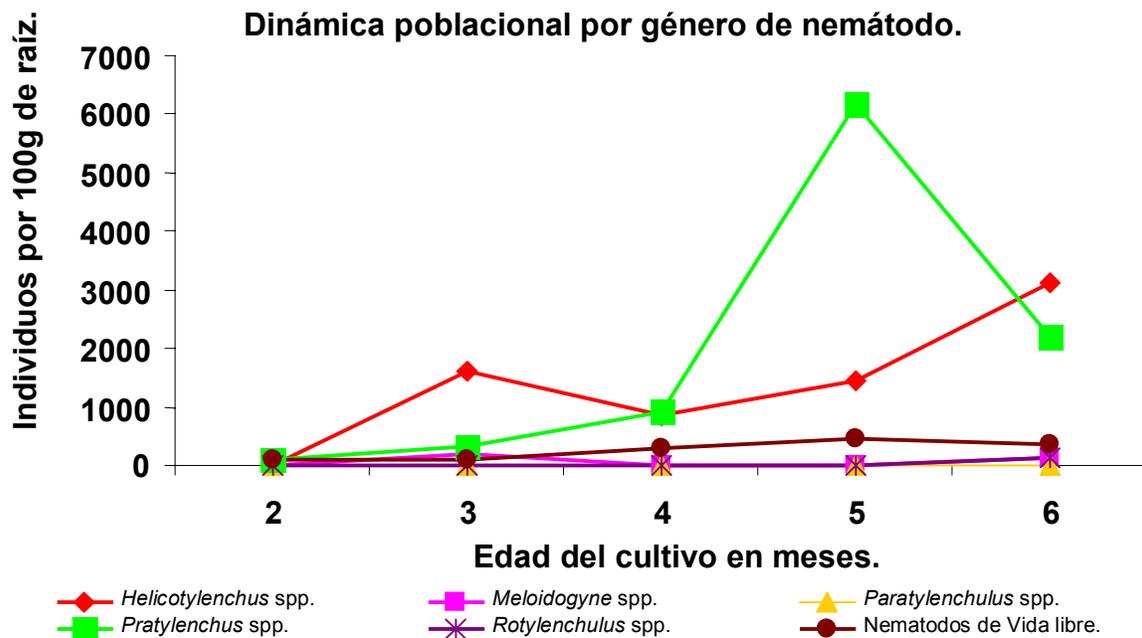


Figura 6. Dinámica poblacional de géneros de nematodos observados en raíz de plantas de piña híbrido MD-2 de dos a seis meses de edad. Lote 3 Finca El Tremedal S. A., San Carlos. Agosto a diciembre 2006.

Durante la etapa de cultivo de piña comprendida entre dos y seis meses de edad el nematodo fitoparásito que presentó mayor densidad de población en el suelo fue *Helicotylenchus* spp., transcurridos cinco meses y en raíz cuatro meses después de la siembra de las plantas.

4.2.2 Plantación de cuatro a ocho meses. Lote N°14

4.2.2.1 En suelo

Las poblaciones de nematodos determinadas de cuatro a ocho meses de edad presentan un comportamiento cíclico con altibajos por la mayoría de los géneros observados. Nematodos de vida libre mantiene su población en niveles superiores a los demás géneros de nematodos aunque a los seis meses de edad de las plantas se observa un crecimiento relativo de la población de nemátodos fitoparásitos. En suelo de plantas de ocho meses de edad se presentan las mayores poblaciones de fitoparásitos de *Helicotylenchus* spp, en poblaciones de 56 ind/100g. de suelo; *Meloidogyne* spp. y *Tylenchus* spp.se presentan hasta el octavo mes (Figura 7).

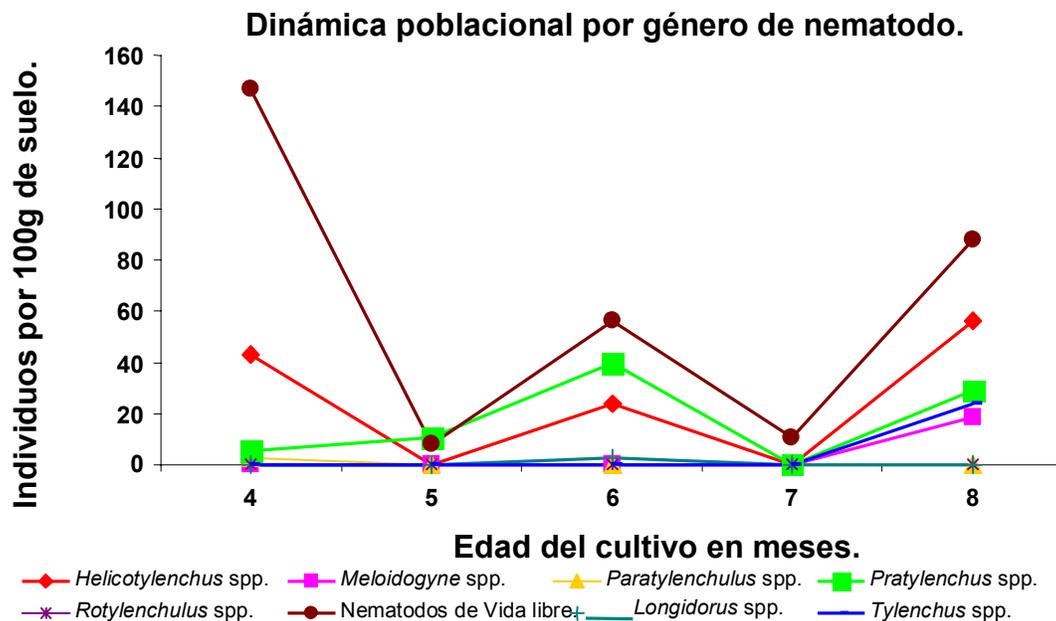


Figura 7. Dinámica poblacional de géneros de nematodos observados en suelo de plantas de piña híbrido MD-2 de cuatro a ocho meses de edad. Lote 14 Finca El Tremedal S. A., San Carlos. Agosto a diciembre 2006.

4.2.2.2 En raíz

La población de nematodos en raíz de plantas de cuatro a ocho meses de edad presenta un incremento en el número de individuos de los géneros fitoparásitos *Pratylenchus* spp. manifestado en plantas de seis meses de edad 25.087 ind/100g de raíz, en el caso de *Helicotylenchus* spp. la población presenta un incremento a los ocho meses de edad 7.455 ind/100g. de raíz (Figura 8).

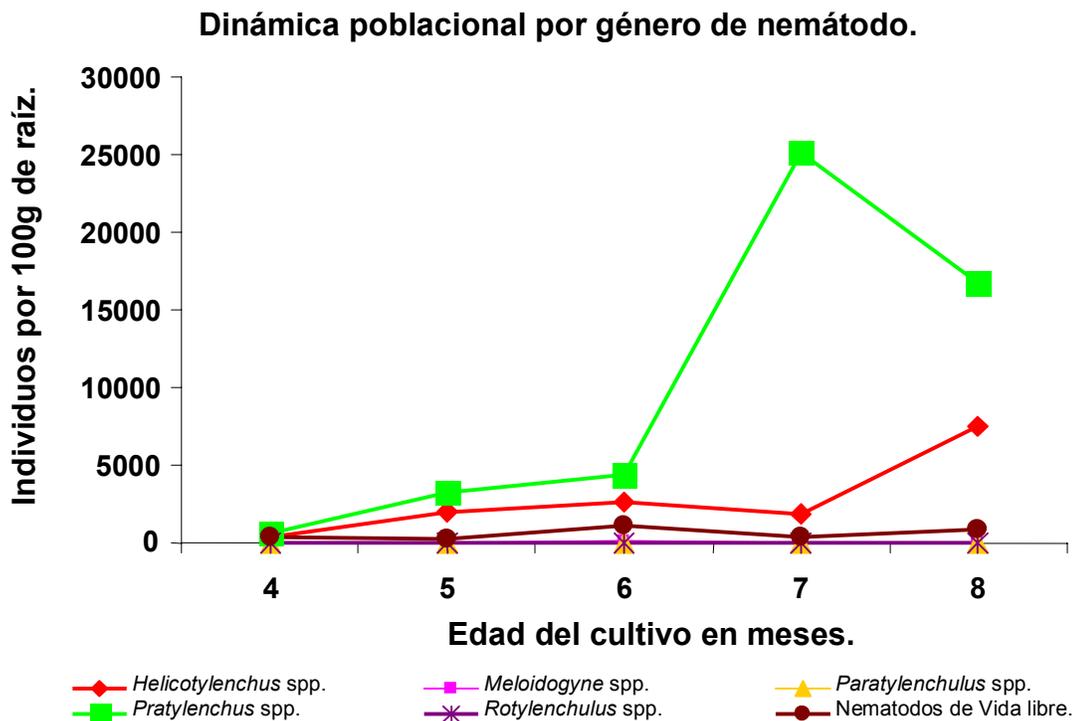


Figura 8. Dinámica poblacional de géneros de nematodos observados en raíz de plantas de piña híbrido MD-2 de cuatro a ocho meses de edad. Lote 14 Finca El Tremedal S. A., San Carlos. Agosto a diciembre 2006.

4.2.3 Plantación de seis a diez meses. Lote N°9

4.2.3.1 En suelo

Los nematodos de vida libre presentan poblaciones nulas en suelo de plantas de seis meses de edad hasta poblaciones de 80 ind/100g. de suelo, en plantas de diez meses de edad, comportamiento semejante al presentado por *Helicotylenchus* spp., cuya población en plantas de ocho meses de edad alcanzó 53 ind/100g. suelo; su población se reduce a 13 ind/100g. de suelo a los nueve meses y vuelve a incrementarse a los diez meses de edad. *Pratylenchus* spp. mantiene una población muy constante en plantas entre siete y nueve de edad y se reduce completamente a los diez meses de edad (Figura 9).

En este caso, a diferencia en lo observado en el lote 14, plantas de seis meses de edad presentan suelo libre de nematodos tanto de fitoparásitos como de nematodos de vida libre.

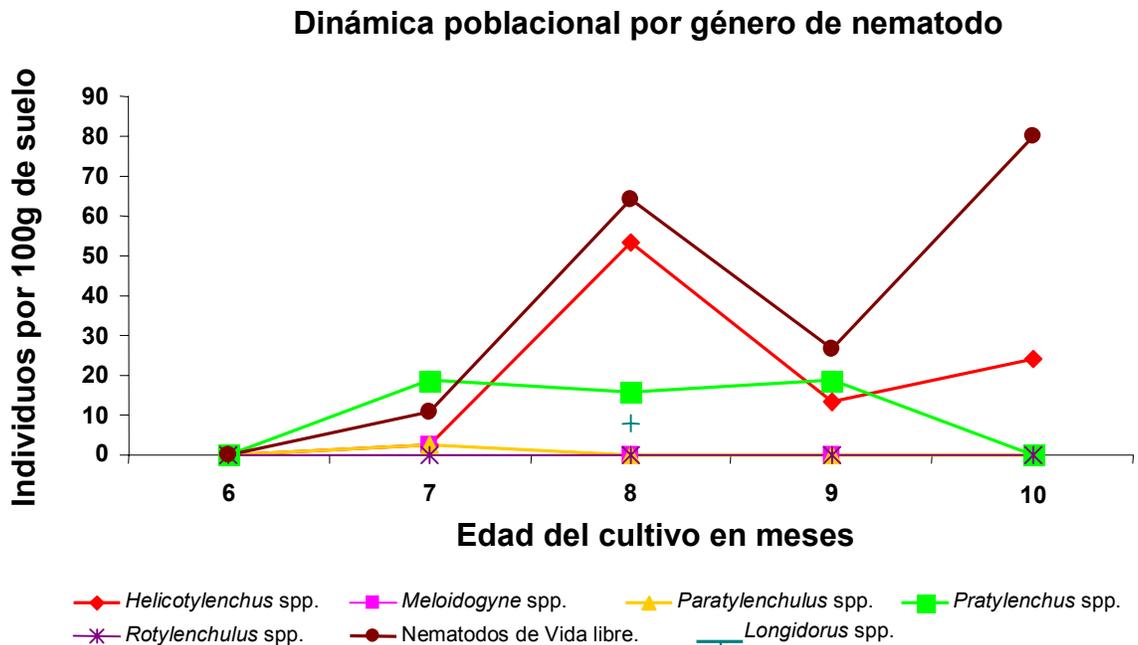


Figura 9. Dinámica poblacional de géneros de nematodos observados en suelo de plantas de piña híbrido MD-2 de seis a diez meses

de edad. Lote 9 Finca El Tremedal S. A., San Carlos. Agosto a diciembre 2006.

4.2.3.2 En raíz

El género *Pratylenchus* spp. inicia un incremento poblacional en plantas de seis meses que alcanza 10.034 ind/100g. de raíz al cumplir diez meses de edad de las plantas, momento en que también sube la población de *Helicotylenchus* spp. a 4.982 ind/100g. de raíz (Figura 10), la cual se había mantenido baja hasta el noveno mes.

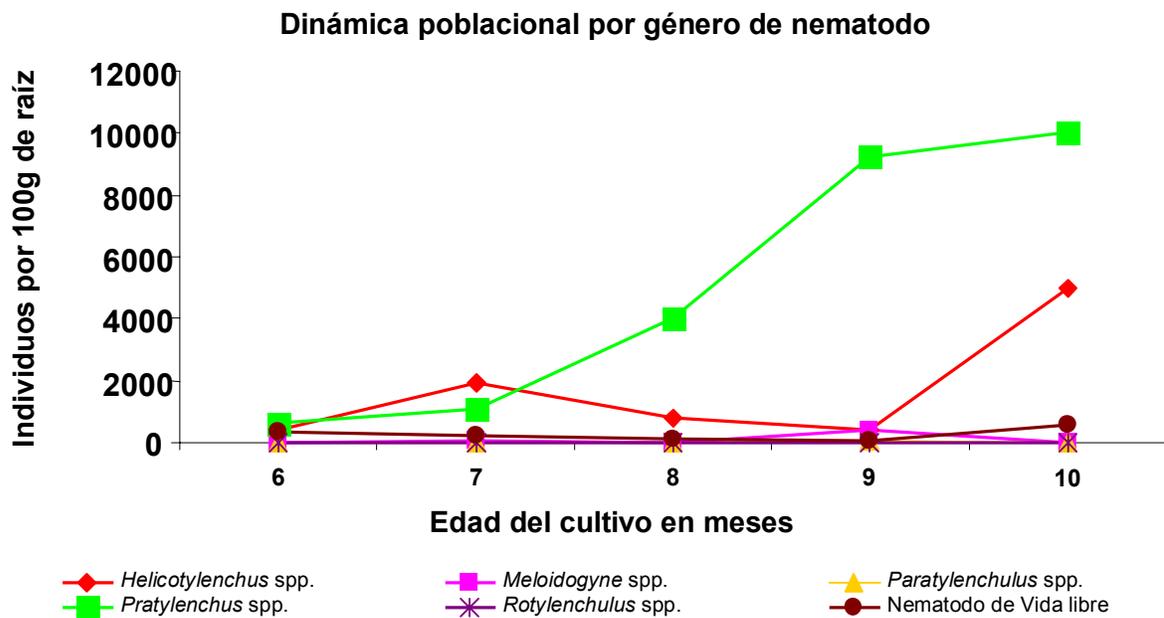


Figura 10. Dinámica poblacional de géneros de nematodos observados en raíz de plantas de piña híbrido MD-2 de seis a diez meses de edad. Lote 9 Finca El Tremedal S. A., San Carlos. Agosto a diciembre 2006.

4.2.4 Plantación de ocho a doce meses. Lote N°46

4.2.4.1 En suelo

En suelo con plantas de piña de ocho hasta doce meses de edad las poblaciones de nematodos, especialmente *Helicotylenchus* spp., *Pratylenchus* spp. y *Meloidogyne* spp. presentan poblaciones en crecimiento en el noveno mes (40, 75, 21 ind/100g. de suelo respectivamente). A partir del noveno mes de edad de las plantas, la población de *Pratylenchus* spp. se reduce abruptamente hasta niveles de 0 ind/100g. de suelo, *Helicotylenchus* spp. experimenta un incremento de población durante el mes siguiente, para, durante el onceavo mes, caer y mantener hasta el doceavo mes, poblaciones relativamente bajas (Figura 11).

Dinámica poblacional por género de nematodo.

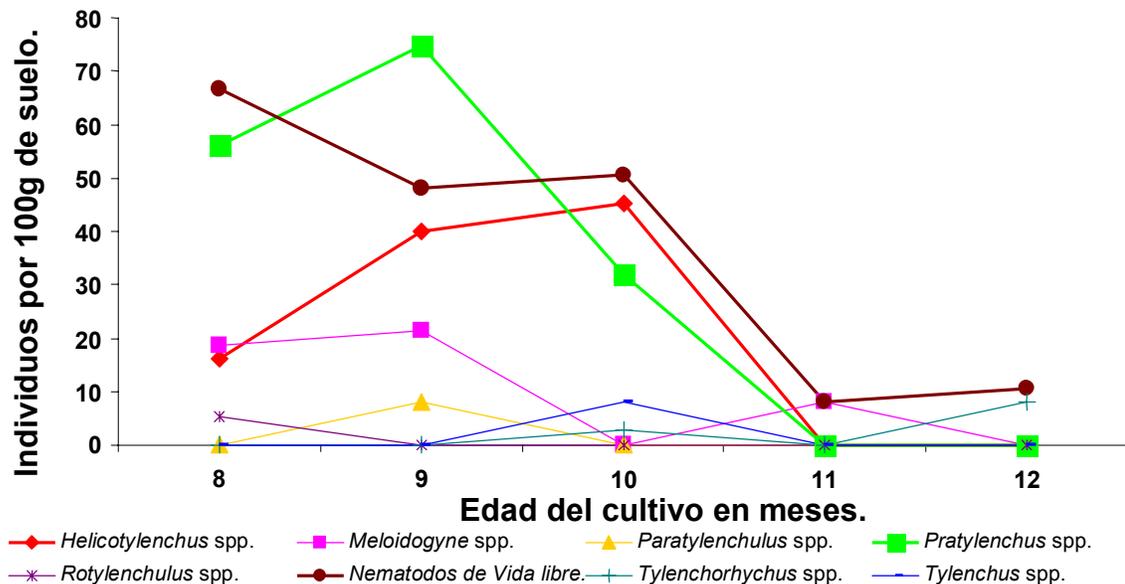


Figura 11. Dinámica poblacional de géneros de nematodos observados en suelo de plantas de piña híbrido MD-2 de ocho a doce meses de edad. Lote 46 Finca El Tremedal S. A., San Carlos. Agosto a diciembre 2006.

4.2.4.2 En raíz

Desde ocho meses de edad de las plantas el género *Pratylenchus* spp. manifestó un incremento de la población existente en raíces, de manera que

alcanzó 4.063 ind/100g. de raíz a diez y once meses de edad de las plantas, posteriormente sufre una reducción en su población puesta de manifiesto a doce meses de edad (Figura 12).

De igual forma se comportó el género *Helicotylenchus* spp., cuya población manifestó un leve incremento desde ocho a doce meses, donde pasó de 35 ind/100g. de raíz a 1.130 ind/100g. de raíz.

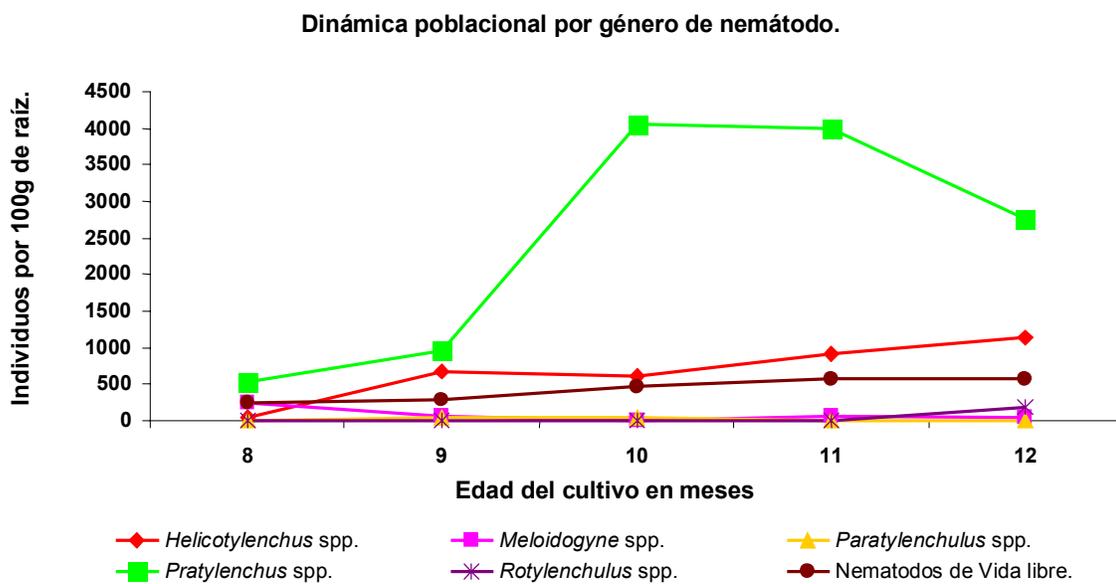


Figura 12. Dinámica poblacional de géneros de nematodos observados en raíz de plantas de piña híbrido MD-2 de ocho a doce meses de edad. Lote 46 Finca El Tremedal S. A., San Carlos. Agosto a diciembre 2006.

4.2.5 Plantación de diez a catorce meses. Lote N°43

4.2.5.1 En suelo

A nivel de suelo en plantas de piña de diez hasta doce meses de edad la población de nematodos fitoparásitos del género *Pratylenchus* spp. experimenta un crecimiento casi desde cero hasta un máximo de 75 ind/100g. de suelo; para después descender durante los trece meses de edad, luego aumentaron su población en plantas de catorce meses de edad donde individuos de vida libre alcanzaron poblaciones de 155 ind/100g. de suelo(Figura13).

A diez meses de edad las poblaciones de los diferentes géneros de nematodos se observaron relativamente bajas, *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., *Meloidogyne* spp. sufrieron un incremento a once meses que, en el caso de *Helicotylenchus* spp. se mantiene hasta los doce meses y se reduce casi completamente a los trece meses de edad de las plantas. *Pratylenchus* spp. después de incrementar su población hasta 75 ind/100g. de suelo a once meses, reduce su población a 0 ind/100g. de suelo dos meses después (trece meses) y sufre un leve incremento en plantas de catorce meses.

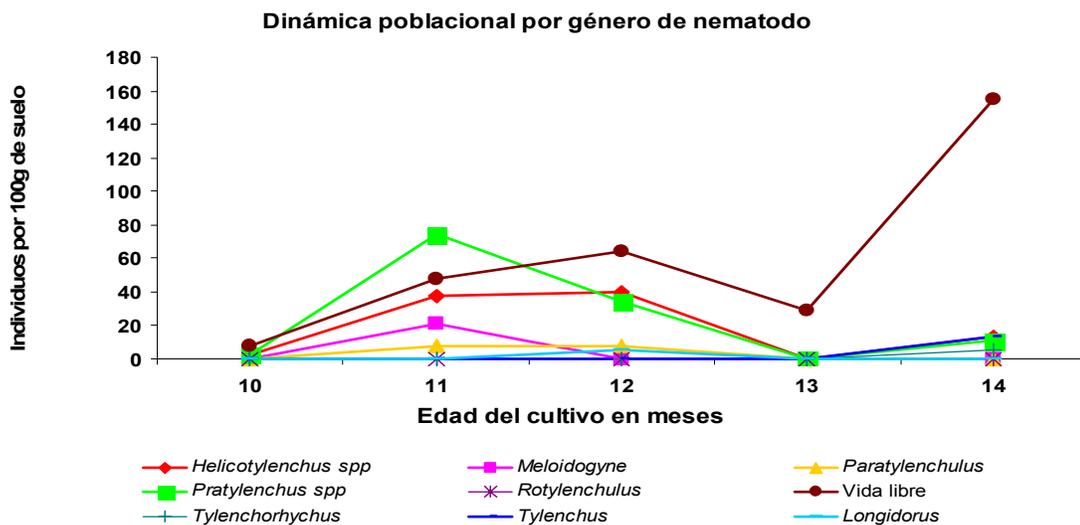


Figura 13. Dinámica poblacional de géneros de nematodos observados en suelo de plantas de piña híbrido MD-2 de diez a catorce meses de edad. Lote 43 Finca El Tremedal S. A., San Carlos. Agosto a diciembre 2006.

4.2.5.2 En raíz

En raíz de plantas de diez a catorce meses de edad, los diferentes géneros de nematodos observados mantienen un crecimiento moderado con excepción de *Pratylenchus* spp., este género incrementó su población al treceavo mes de edad del cultivo a 11.094 ind/100g. de raíz, posteriormente disminuye drásticamente la población hasta niveles de 2.685 ind/100g. de raíz en plantas de catorce meses(Figura 14).

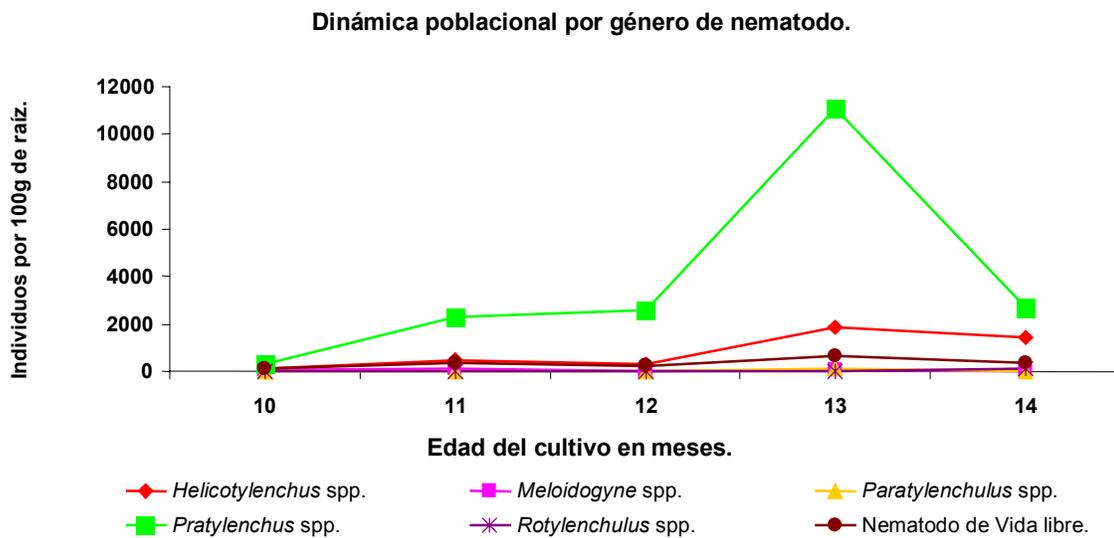


Figura 14. Dinámica poblacional de géneros de nematodos observados en raíz de plantas de piña híbrido MD-2 de diez a catorce meses de edad. Lote 43 Finca El Tremedal S. A., San Carlos. Agosto a diciembre 2006.

4.3 Dinámica poblacional de nematodos en suelo y raíz durante el período comprendido entre agosto y diciembre 2006 en plantaciones de piña de diferentes edades

4.3.1 En suelo

Entre los géneros de nematodos observados en el período comprendido de agosto y diciembre 2006 en plantaciones de piña híbrido MD-2 de diferentes edades se apreciaron poblaciones oscilantes de los géneros *Meloidogyne* spp., *Pratylenchus* spp., *Paratylenchus* spp., *Rotylenchulus* spp., *Longidorus* spp., *Tylenchorhynchus* spp., *Tylenchus* spp., *Criconemella* spp. y nematodos de vida libre (Cuadro 3 y Figura 15). La población de nematodos de vida libre en la mayoría de los meses se identificó en mayor población que los géneros fitoparásitos, población que osciló entre 29 ind/100g. de suelo y 73 ind/100g. de suelo.

Cuadro 3. Género y densidad de nematodos promedio en suelo de plantas de piña híbrido MD-2, según mes de muestreo, en estudio de dinámica de población realizado en Finca El Tremedal S. A., San Carlos. 2006.

Género de nematodo	Densidad de nemátodos promedio/mes				
	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
<i>Helicotylenchus</i> spp.	12	20	34	17	21
<i>Meloidogyne</i> spp.	4	13	0	2	4
<i>Paratylenchulus</i> spp.	1	4	2	0	0
<i>Pratylenchus</i> spp.	13	37	25	8	9
<i>Rotylenchulus</i> spp.	1	0	0	0	0
Nematodos de vida libre.	44	33	52	29	73
<i>Longidorus</i> spp.	0	0	4	0	0
<i>Tylenchorhynchus</i> spp.	0	0	1	0	3
<i>Tylenchus</i> spp.	0	0	2	1	7
<i>Criconemella</i> spp.	0	0	0	1	0

La población de los géneros fitoparásitos observados fue relativamente baja en agosto; *Pratylenchus* spp. incrementó su población en septiembre donde alcanzó 37 ind/100g. de suelo, la cual descendió en octubre y continuó descendiendo en noviembre (8 ind/100g. de suelo con un ligero incremento de la población en diciembre).

El género *Helicotylenchus* spp., segundo en importancia por su nivel poblacional presentó una población similar a la de *Pratylenchus* spp. en agosto, y en septiembre continua en ascenso hasta octubre donde presentó 34 ind/100g.; en noviembre se redujo a 17 ind/100g. y en diciembre se vuelve a levantar levemente.

Meloidogyne spp. mantuvo la población relativamente baja durante todo el período, con un ligero incremento en septiembre de 13 ind/100g. de suelo.

Nematodos de los géneros *Paratylenchus* spp, *Tylenchus* spp., y otros se mantuvieron en niveles relativamente bajos en el suelo durante todo el período evaluado .

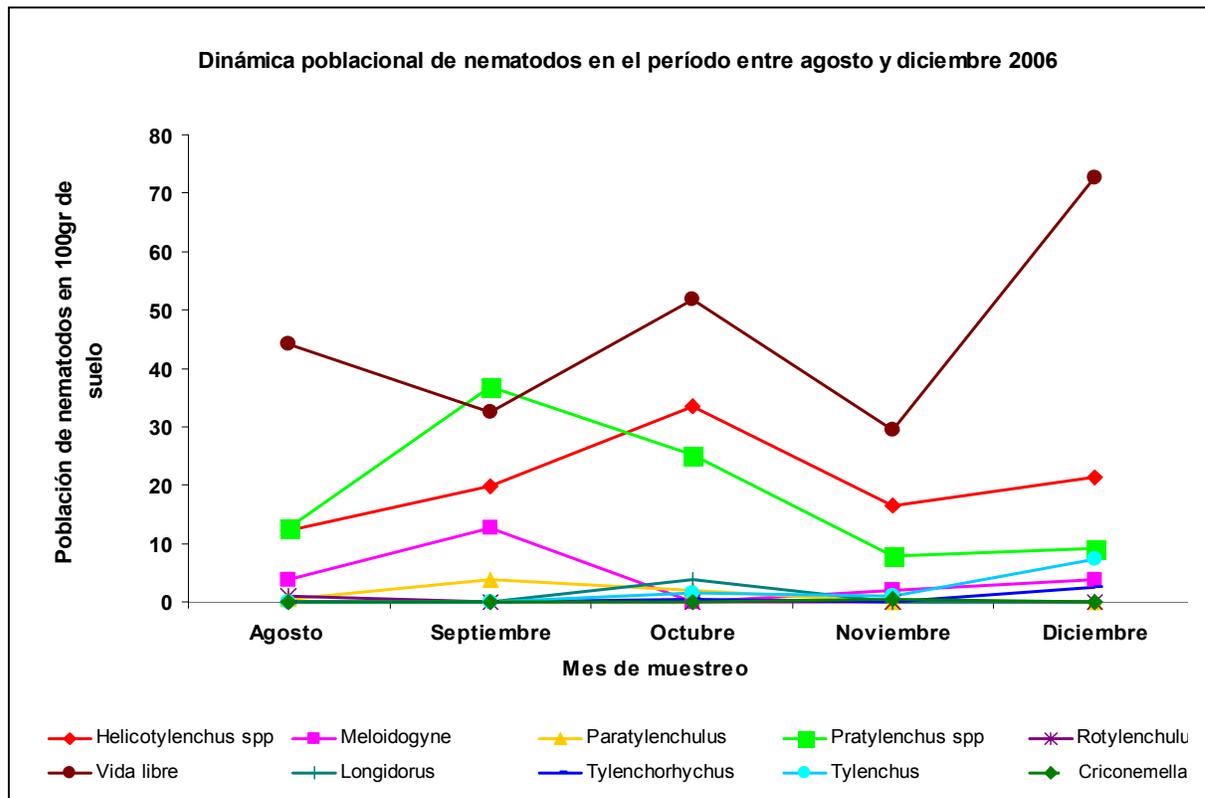


Figura 15. Dinámica poblacional de géneros de nematodos observados en suelo de plantas de piña híbrido MD-2 en el periodo entre agosto y diciembre 2006. Finca El Tremedal S. A., San Carlos.

4.3.2 En raíz

El nivel poblacional de nematodos en el suelo fue completamente diferente al observado en raíces; en éstas el nivel poblacional de nematodos de vida libre se mantuvo casi ausente, mientras que *Pratylenchus* spp. presentó un nivel poblacional relativamente bajo, 424 ind/100g. de raíz en agosto, inició el ascenso en septiembre, continuó en octubre y en noviembre alcanzó la mayor población del período 11.115 ind/100g. de raíz, posteriormente la población desciende en diciembre, pero aun se mantiene en mayor población que los demás géneros (Cuadro 4 y Figura 16).

Cuadro 4. Género y densidad de nematodos promedio en raíz de plantas de piña híbrido MD-2, según mes de muestreo, en estudio de dinámica de población realizado en Finca El Tremedal S. A., San Carlos. 2006.

Género de nematodo	Densidad de nemátodos promedio/mes				
	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
<i>Helicotylenchus</i> spp.	184	1.343	1.032	1.286	3.625
<i>Meloidogyne</i> spp.	64	92	21	106	35
<i>Paratylenchulus</i> spp.	7	7	7	28	0
<i>Pratylenchus</i> spp	424	1.576	3.194	11.116	6.876
<i>Rotylenchulus</i> spp.	0	0	0	0	85
Nematodos de Vida libre.	240	240	445	417	537

Helicotylenchus spp, mantuvo una población constante entre septiembre, octubre y noviembre 1.342, 1.031, 1.286 ind/100g. de raíz respectivamente. En diciembre se incrementa a 3.625 ind/100g. de raíz.

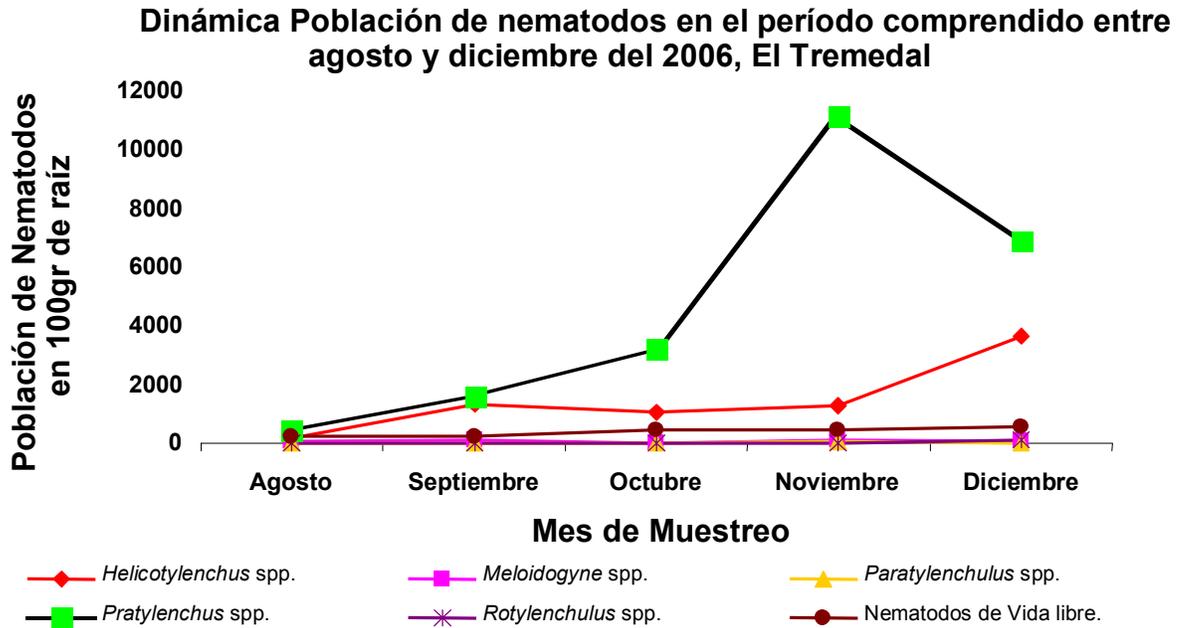


Figura 16. Dinámica poblacional de géneros de nematodos observados en raíz de plantas de piña híbrido MD-2 en el período entre agosto y diciembre 2006. Finca El Tremedal S.A. San Carlos.

5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó la presente investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Los géneros de nematodos identificados en plantaciones de piña (*Ananas comosus*) híbrido MD-2 de finca El Tremedal S.A. fueron *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., nematodos de vida libre, *Meloidogyne* spp., nematodo Depredador., *Tylenchus* spp., *Tylenchorhynchus* spp., *Longidorus* spp., *Paratylenchulus* spp., *Rotylenchulus* spp. y *Criconemella* spp..
2. Los géneros de nematodos identificados en el mes de diciembre 2006 a nivel de suelo de plantas de piña híbrido MD-2 de finca El Tremedal S.A. pertenecen a los géneros: *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., *Meloidogyne* spp., *Tylenchus* spp. y *Tylenchorhynchus* spp., también se identificaron nematodos de vida libre y depredadores.
3. Los géneros de nematodos identificados en el mes de diciembre 2006 a nivel de raíz de plantas de piña híbrido MD-2 de finca El Tremedal S.A. pertenecen a los géneros: *Pratylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., *Meloidogyne* spp., *Rotylenchulus* spp. y nematodos de vida libre.
4. Los géneros de nematodos fitoparásitos más frecuentemente encontrados a nivel de suelo de plantas de piña híbrido MD-2 fueron *Helicotylenchus* spp. y *Pratylenchus* spp., cuya presencia fue más frecuente a partir del quinto y hasta el onceavo mes de edad de las plantas.
5. Los géneros de nemátodos fitoparásitos más frecuentemente encontrados a nivel de raíz en piña fueron *Pratylenchus* spp. y *Helicotylenchus* spp. los cuales se presentaron desde dos a doce meses de edad de las plantas.
6. La mayor población de nemátodos fitoparásitos observada a nivel de suelo corresponde a los géneros *Pratylenchus* spp. con 75 ind/100g. de suelo y *Helicotylenchus* spp. con 69 ind/100g. de suelo, presentes en setiembre.

7. La mayor población de nemátodos fitoparásitos observada a nivel de raíz corresponde a los géneros *Helicotylenchus* spp. con 344.57 ind/100g. de raíz y *Pratylenchus* spp. con 213.484 ind/100g. de raíz, presentes en el mes de octubre en plantas de seis meses.
8. En plantaciones de piña híbrido MD-2 en Finca El tremedal S.A, los géneros de nemátodos *Helicotylenchus* spp. y *Pratylenchus* spp. presentaron las mayores poblaciones de individuos a nivel de suelo en el período comprendido entre agosto y diciembre 2006; *Helicotylenchus* spp. se presentó en mayor población en octubre (34 ind/100g. de suelo) y *Pratylenchus* spp. en Setiembre (37 ind/100g. de suelo).
9. En plantaciones de piña híbrido MD-2 en Finca El tremedal S.A. , los géneros de nemátodos *Pratylenchus* spp. y *Helicotylenchus* spp. presentaron las mayores poblaciones de individuos a nivel de raíz en el período comprendido entre agosto y diciembre 2006; *Pratylenchus* spp. se presentó en mayor población en noviembre (11.115 ind/100g. de raíz) y *Helicotylenchus* spp. en diciembre (3.625 indi/100g. de raíz).
10. Los géneros de nemátodos fitoparásitos *Helicotylenchus* spp. y *Pratylenchus* spp. fueron observados en raíz de plantas de piña híbrido MD-2 de todas las edades de cultivo, la mayor población (7.45 ind/100g. de raíz y 16.713 ind/100g. de raíz) se observó en plantas de ocho meses de edad; a partir de entonces, la población de ambos géneros se reduce.
11. La época del año es una referencia más certera influyente en la dinámica de población de géneros de nemátodos fitoparásitos en piña que la edad de la plantación, ya que independientemente de la edad del cultivo las poblaciones tienden a incrementarse a partir del mes de octubre.
12. Los meses del segundo semestre del año en que se presentaron las mayores poblaciones de nemátodos fitoparásitos en suelo y raíz de plantas de piña híbrido MD-2 fueron setiembre, octubre, noviembre y diciembre.

6. RECOMENDACIONES

1. Continuar con estudios para conocer mejor el comportamiento de las poblaciones de nematodos fitoparásitos en plantaciones de piña híbrido MD-2 considerando abarcar mayor área y número de fincas.
2. Realizar estudios dirigidos hacia el impacto económico que implica las poblaciones de nematodos fitoparásitos existentes en plantaciones de piña de la región, considerando el efecto en rendimiento de producción y costo de control
3. Realizar estudios específicos sobre *Pratylenchus* spp. y *Helicotylenchus* spp. y sus efectos en la producción en los cuales se determine niveles de población perjudiciales para el cultivo de piña.
4. Empezar estudios que relacionen el comportamiento con los niveles poblacionales de nematodos en plantaciones comerciales de piña en la región con el comportamiento climático y las prácticas de manejo implementadas.

7. LITERATURA CONSULTADA

Barquero S, M. 2007. Área sembrada piña es similar a la de banano (en línea). San José, CR. La Nación. Consultado 15 oct 2007. Disponible en http://www.nación.com/ln_ee/2007/julio/02/economia1149095.html

Castañó, J. 1994. Principios básicos de fitopatología. 2 ed.. Honduras, Editorial Zamorano. 538 p.

Castro, Z. 1994. Cultivo de la piña. In Gonzalo C., E. Atlas Agropecuario de Costa Rica. San José, CR, Editorial Costa Rica. p. 193–04

_____. 2000. Estudio de la actividad productora de PIÑA (*Ananas comosus* (L.) Merr y comportamiento del mercado interno en Costa Rica. San Carlos, CR, 64 p.

Elizondo P, A. 2007. Piña fresca (en línea). Costa Rica, CNP. Consultado 10 set. 2007. Disponible en http://www.mercanet.cnp.go.cr/SIM/Frutas_y_Vegetales/Historicos/Pi%C3%B1a_fresca/2007/Pi%C3%B1a_Fresca_27-enero-2007.pdf

Esquivel, A. 2005. Manual de identificación de géneros de nemátodos Importantes en Costa Rica. Heredia, CR, Universidad Nacional. 50 p.

INFOAGRO, CR. 2002. El cultivo de la piña (en línea). San José, CR. Consultado 20 Jun. 2006. Disponible en http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/pina.htm, 2002

Jessé, C. 1970. Nematodos de los vegetales, su ecología y control. México, Editorial Centro Regional de Ayuda Técnica. AID. p. 1–25

Jessé, R. 1978. Fitonematología Tropical. Estación experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico. 7(43):205–217

Jiménez D, JA. 1999. Manual práctico para el cultivo de la piña de exportación. Cartago, Editorial Tecnológica de Costa Rica. 224 p.

Lara, J. 1984. Informe de resultados de muestreo nematológico del cultivo de Piña en Panamá Oeste. IDIAP. Sin Publicar.

López, R; Salazar, L. 1981. Evaluación preliminar de algunos nematicidas para el combate químico de nematodos fitoparásitos en piña (*Ananas comosus* L.). Agronomía Costarricense. 5(1/2): 81-87 p.

Peña AH; JA. 1996. Fruticultura Tropical. Colombia, Editorial Félix Valera.. 234 p.

Py, C. 1969. La Piña Tropical. Barcelona, ES, Blume. p.33–34

Quesada, M; Barboza, R. 1999. Distribución espacial de *Helicotylenchus* spp. en el suelo de una plantación de piña (*Ananas comosus*) en la zona norte de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 23(1): 97-103 p.

Radewald, JD; Takeshita, G. 1964. Desiccation studies on five species of plant-parasitic nematodes of Hawaii. *Phytopathology* 54:903-904.

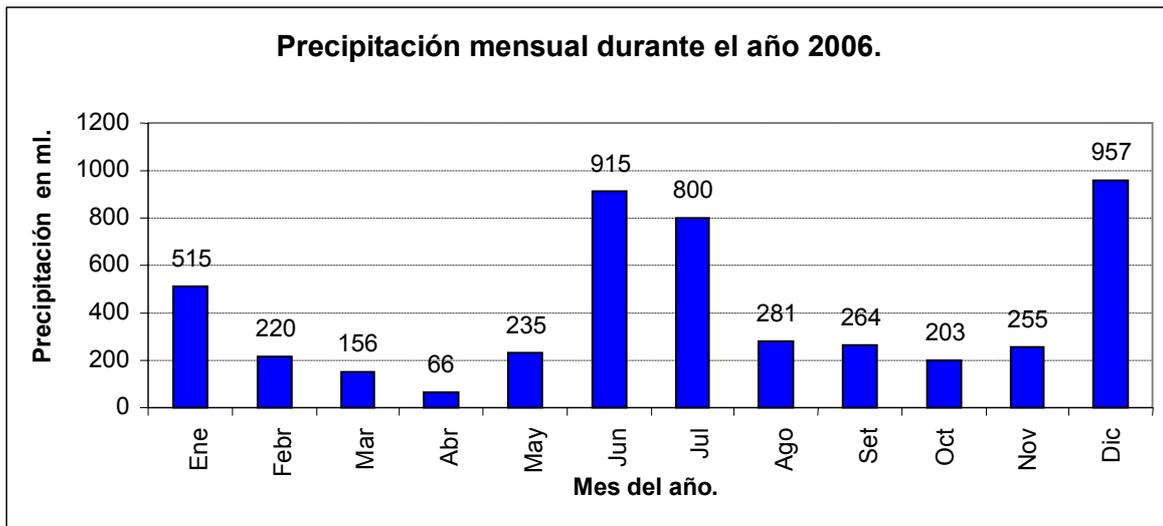
Suárez, H; Rosales, L. 2004. Problemas nematológicos en musáceas (en línea). *CENIAP HOY* no.6,(set-dic): 81-87p. Consultado ago. 2006.

Tarjan, A. 1967. Some plant nematode genera associated with citrus and other crops in Costa Rica and Panamá. *Turrialba, CR*. 17(3):280-283.

Tarté, R. 1970. Reconocimiento de nematodos asociados con diversos cultivos en Panamá. *Turrialba, Costa Rica*. 20(4): 401-406 p.

8. ANEXOS

Anexo 1



Precipitación mensual en el período comprendido entre enero y diciembre 2006

Anexo 2.

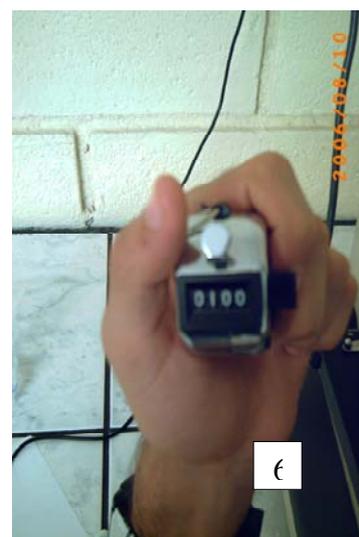
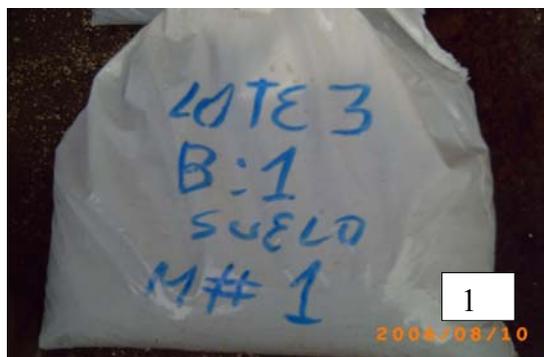
**Instrumento de control de muestreo nematodos para toma de datos
Diagnóstico**

Fecha de muestreo: _____.
Lote N°: _____.
Bloque N°: _____.
N° de plantas: _____.
Fecha de siembra: _____.
Edad de plantación: _____.
Muestra N°: _____.
Condición del tiempo: _____.

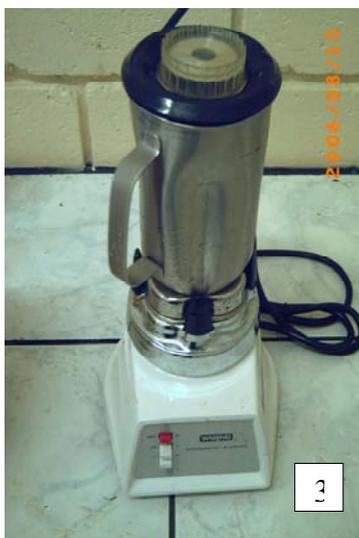
**Instrumento de control de muestreo nematodos para toma de datos
dinámica poblacional**

Fecha de muestreo: _____.
Lote N°: _____.
Bloque N°: _____.
N° de plantas: _____.
Fecha de siembra: _____.
Código de submuestra: _____, _____,
_____, _____, _____.
Muestra N°: _____.
Condición del tiempo: _____.

Anexo 3. Representación secuencial del proceso de extracción y cuantificación de nematodos en suelo. Laboratorio de nemátodos de la Escuela de Agronomía, ITCR. 2006.

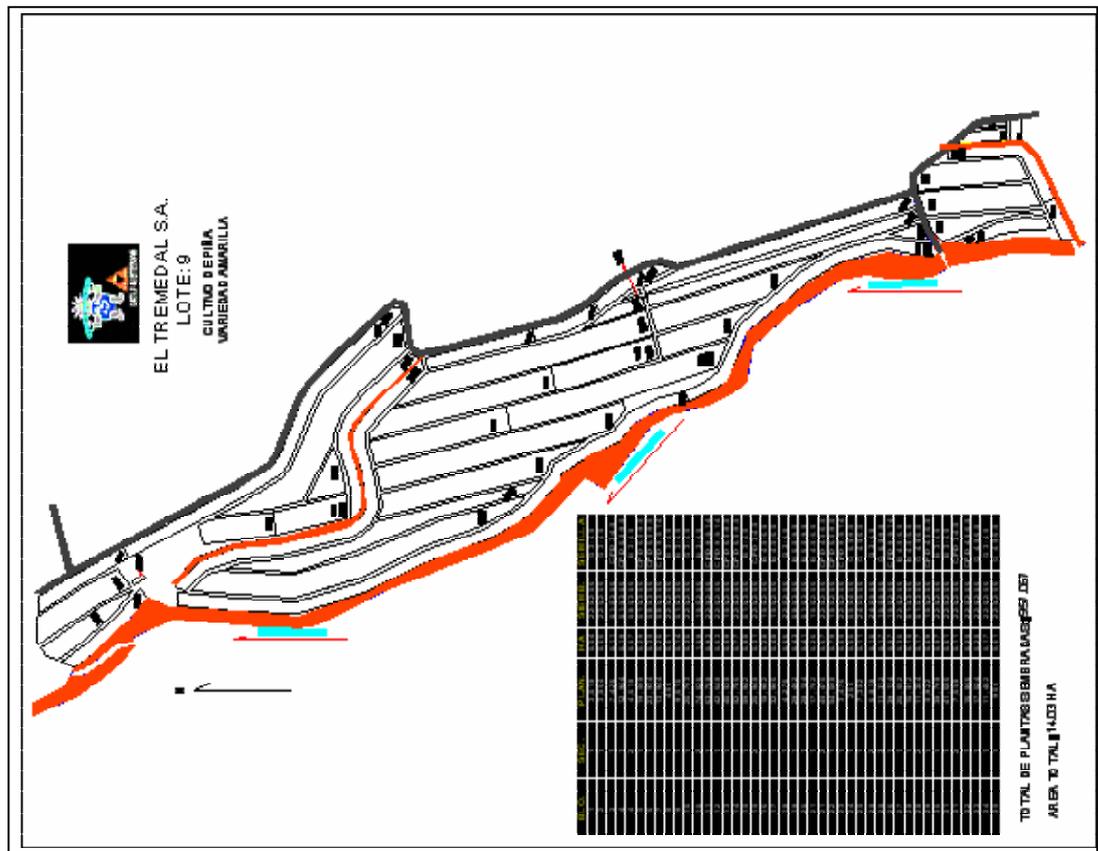
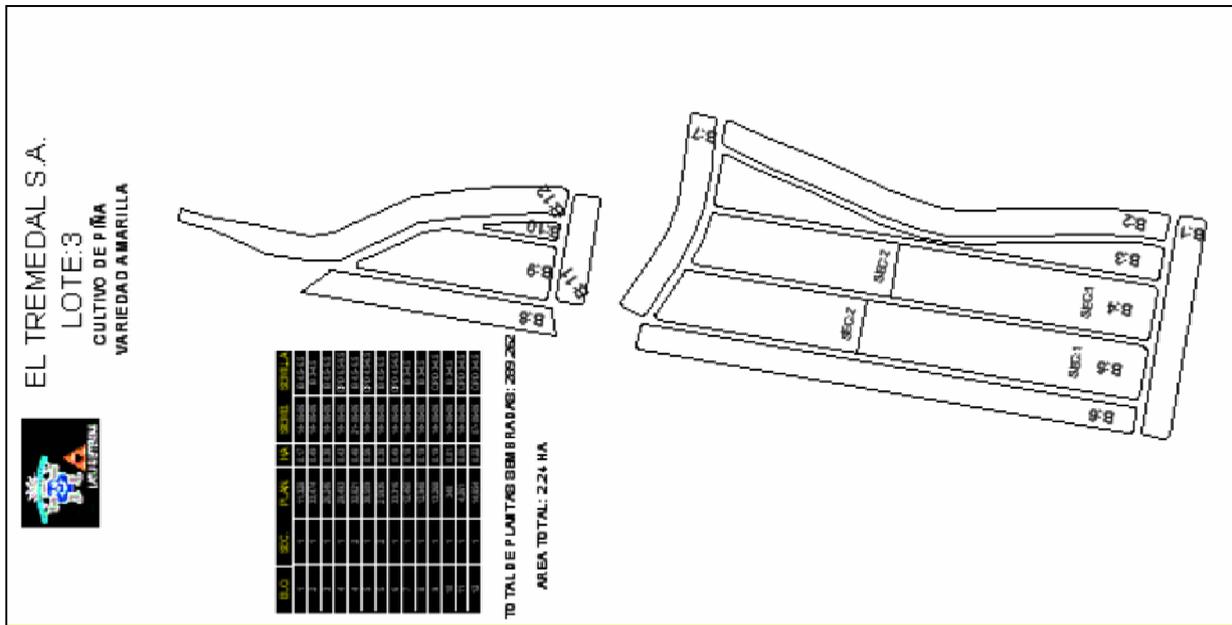


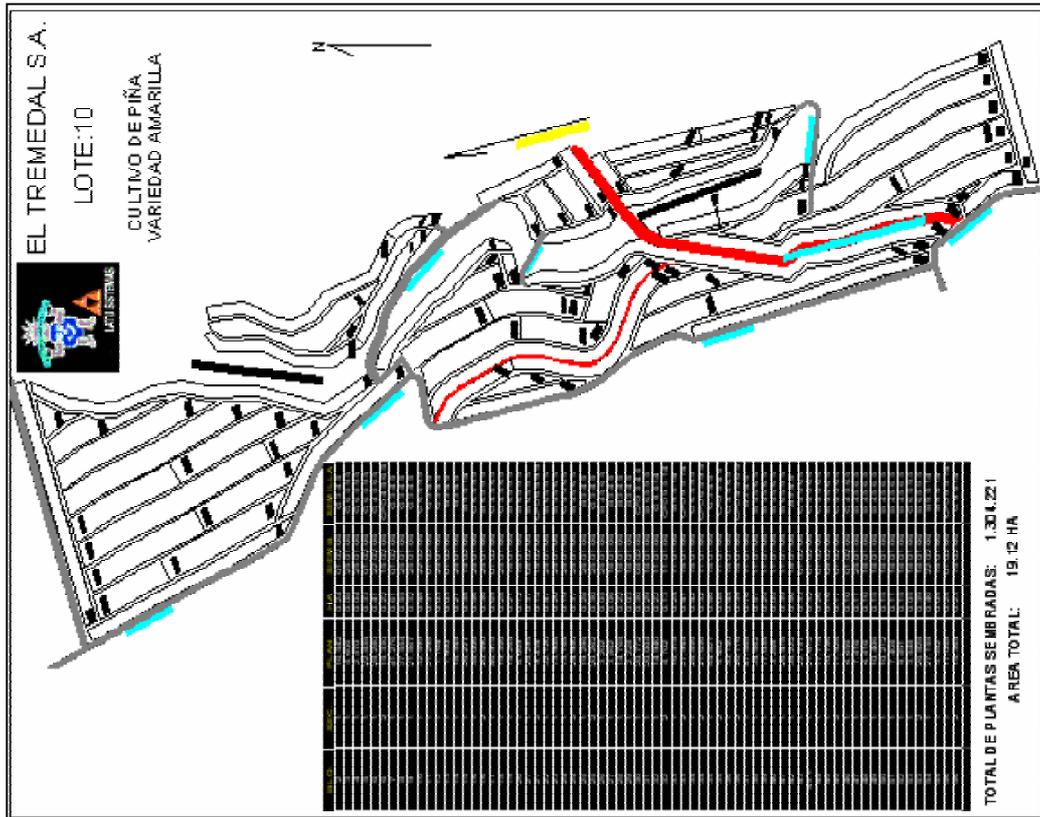
Anexo 4. Representación secuencial del proceso de extracción y cuantificación de nematodos en raíz. Laboratorio de nemátodos de la Escuela de Agronomía, ITCR. 2006.





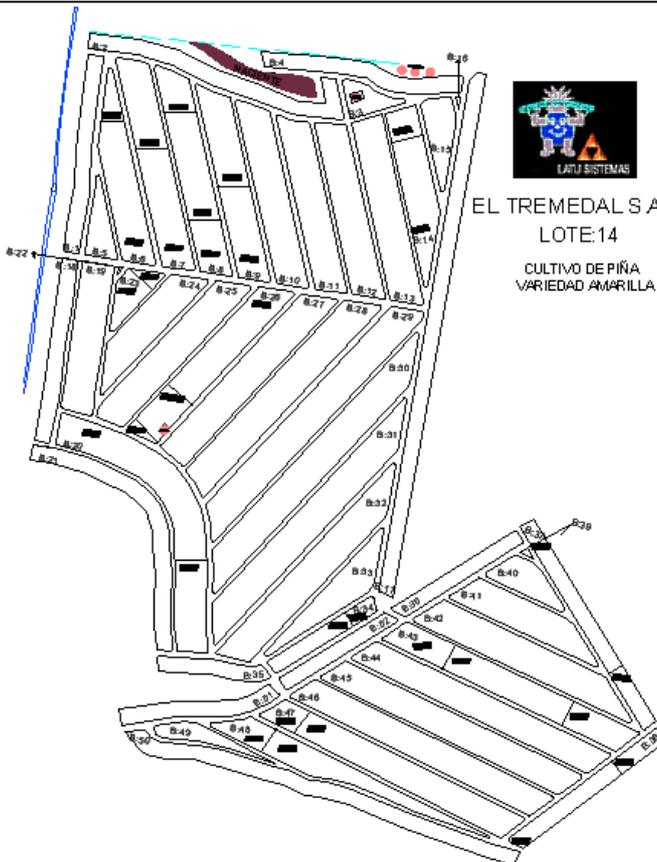
Anexo 5. Planos de lotes de plantación de piña seleccionados para diagnóstico y determinación de dinámica poblacional de nemátodos. Agosto a diciembre 2006.

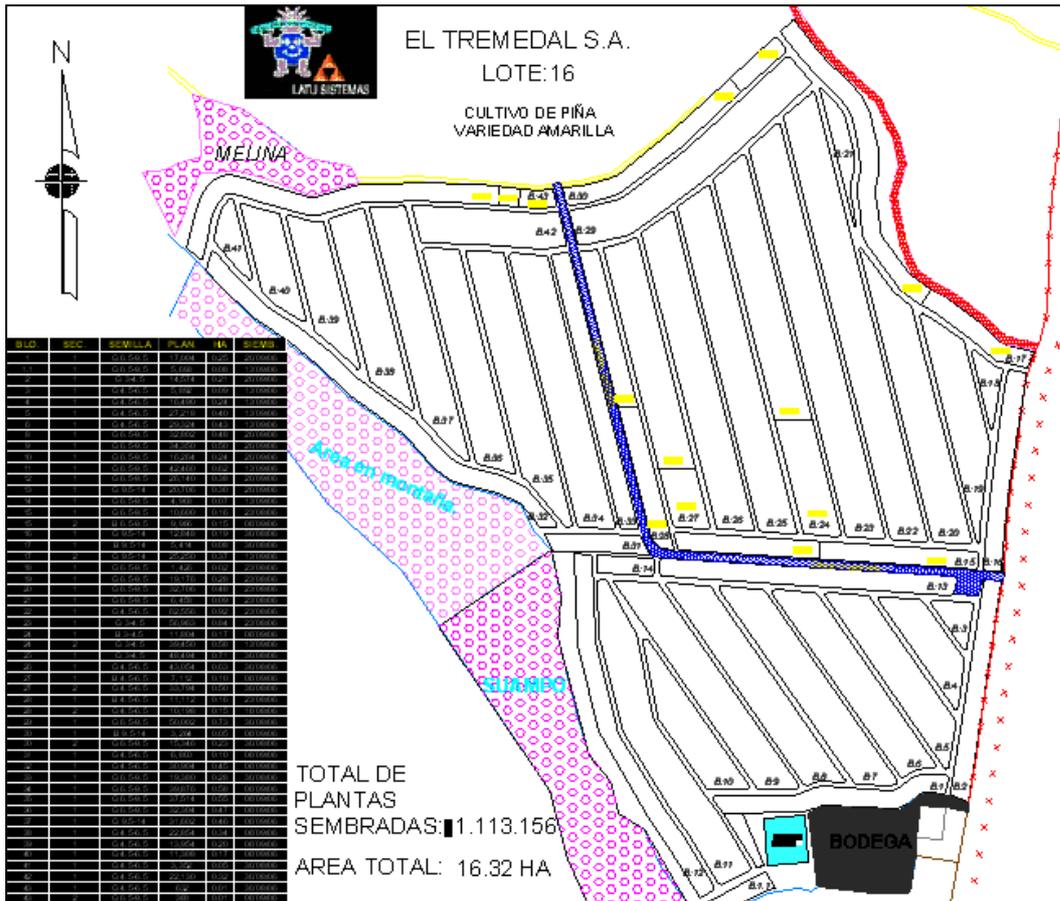
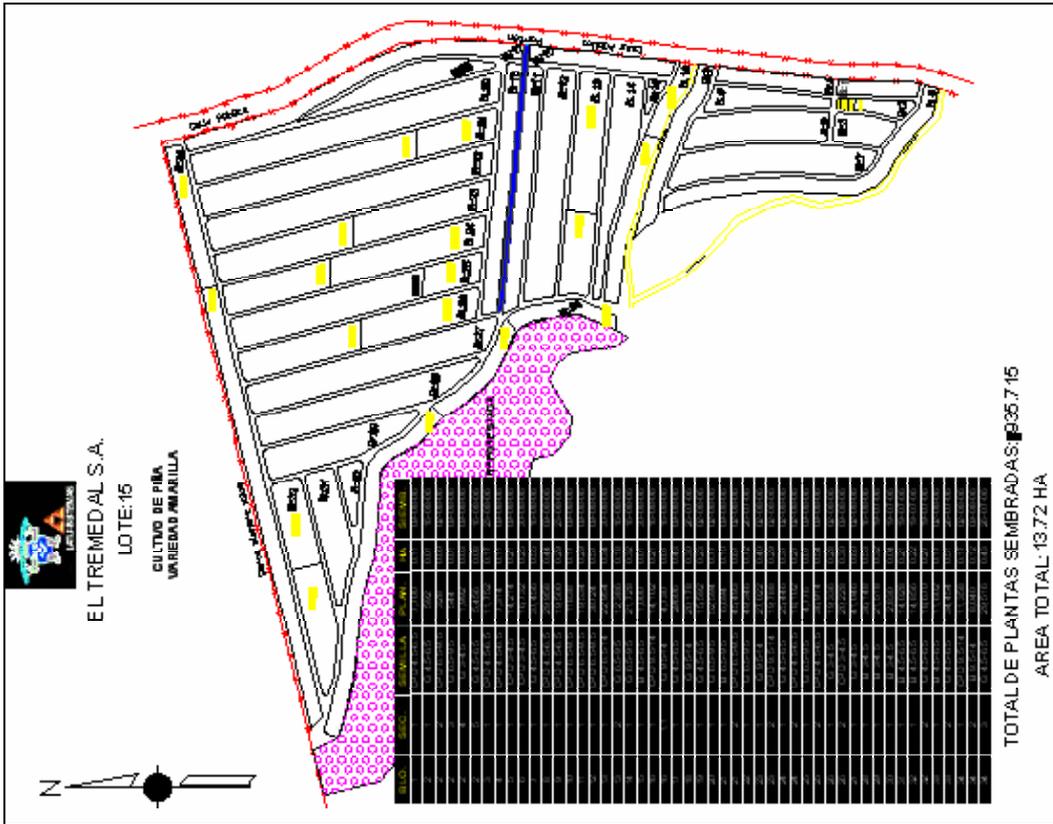


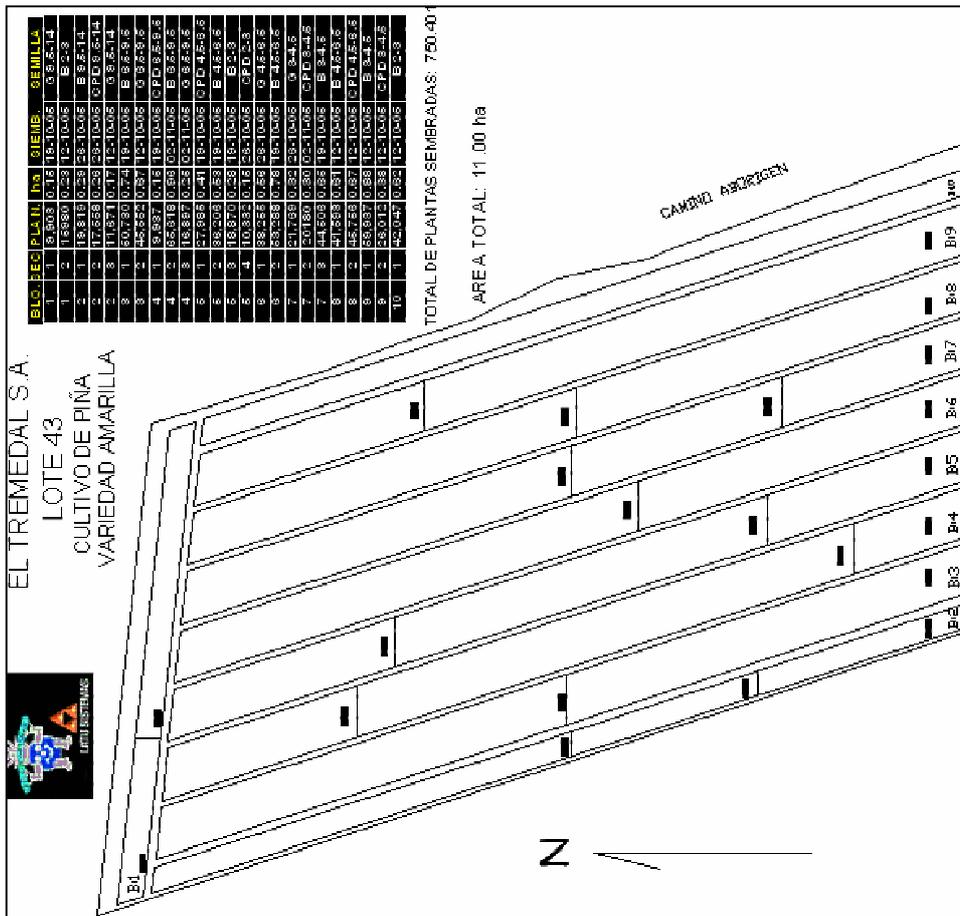
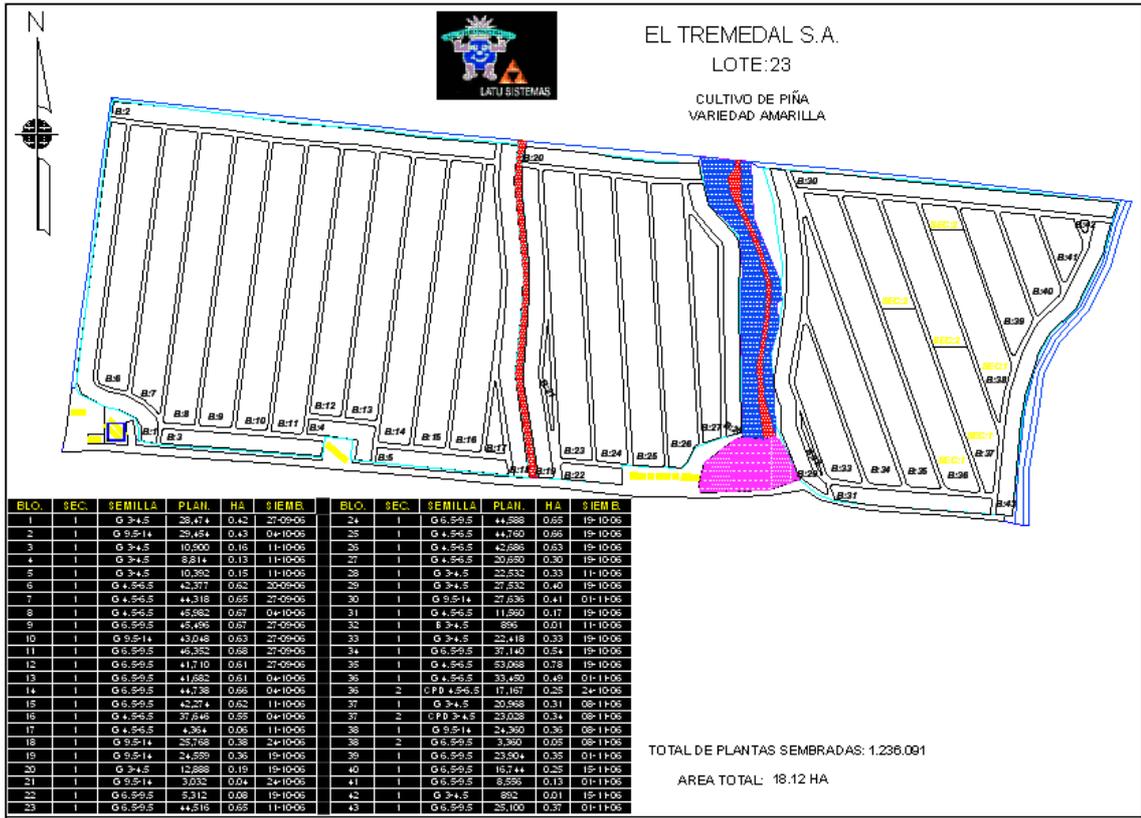


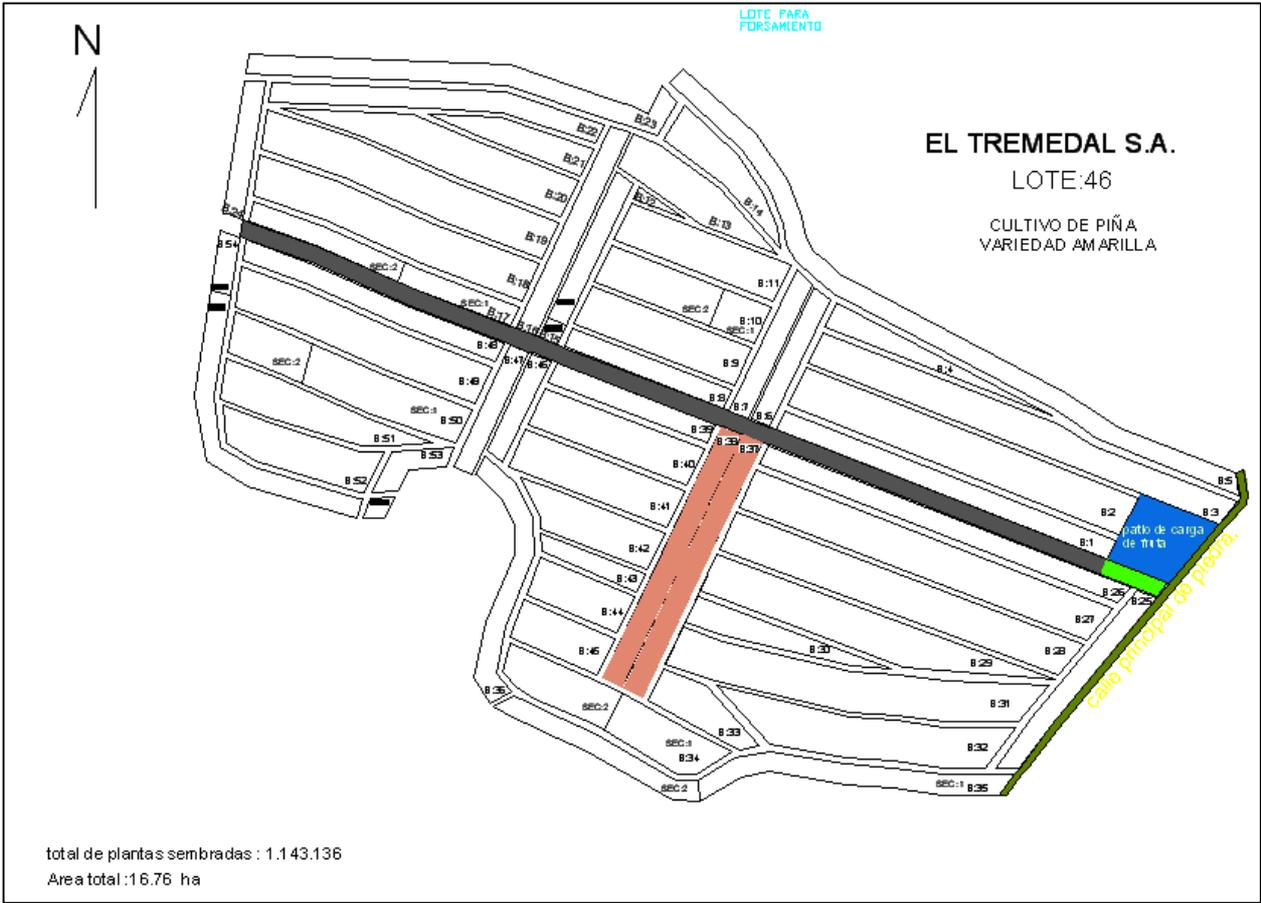
BLO.	SEC.	PLANT.	Nº SIEMB.	SEMIEN.	SEMIEN/HA
1	1	6.512	0.29	2400-00	0.4.4.6.9
2	1	26.635	0.39	2400-00	0.4.4.6.9
3	1	6.320	0.30	2400-00	0.4.4.6.9
4	1	13.110	0.29	0300-00	0.4.4.6.9
5	1	11.620	0.17	3100-00	0.4.4.6.9
6	1	25.124	0.41	2400-00	0.4.4.6.9
7	1	29.207	0.42	0700-00	0.4.4.6.9
8	1	28.890	0.42	3100-00	0.4.4.6.9
9	1	14.379	0.22	3100-00	0.4.4.6.9
10	1	14.725	0.22	2400-00	0.4.4.6.9
11	2	22.738	0.38	3100-00	0.4.4.6.9
12	2	43.099	0.66	3100-00	0.4.4.6.9
13	1	24.000	0.36	2400-00	0.4.4.6.9
14	1	21.036	0.31	2400-00	0.4.4.6.9
15	1	24.485	0.44	1400-00	0.4.4.6.9
16	1	42.234	0.62	1700-00	0.4.4.6.9
17	1	46.696	0.62	1700-00	0.4.4.6.9
18	1	22.721	0.39	1000-00	0.4.4.6.9
19	1	26.936	0.48	1000-00	0.4.4.6.9
20	2	4.488	0.09	1700-00	0.4.4.6.9
21	1	12.925	0.20	2400-00	0.4.4.6.9
22	1	48.4	0.01	2000-00	0.4.4.6.9
23	1	42.208	0.62	2400-00	0.4.4.6.9
24	1	2.825	0.09	3100-00	0.4.4.6.9
25	1	10.325	0.28	3100-00	0.4.4.6.9
26	1	27.24	0.41	3100-00	0.4.4.6.9
27	1	14.700	0.22	3100-00	0.4.4.6.9
28	1	10.702	0.29	2400-00	0.4.4.6.9
29	1	222	0.00	0700-00	0.4.4.6.9
30	1	1.925	0.03	2400-00	0.4.4.6.9
31	2	3.638	0.08	3100-00	0.4.4.6.9
32	1	17.225	0.24	3100-00	0.4.4.6.9
33	1	24.225	0.36	2400-00	0.4.4.6.9
34	1	10.322	0.27	0700-00	0.4.4.6.9
35	1	6.800	0.23	0700-00	0.4.4.6.9
36	1	2.920	0.03	0700-00	0.4.4.6.9
37	1	22.424	0.40	1700-00	0.4.4.6.9
38	1	22.600	0.40	1000-00	0.4.4.6.9
39	1	27.123	0.24	0700-00	0.4.4.6.9
40	1	41.511	0.60	1000-00	0.4.4.6.9
41	1	20.620	0.39	0300-00	0.4.4.6.9
42	1	34.414	0.20	2000-00	0.4.4.6.9
43	1	10.120	0.27	1000-00	0.4.4.6.9
44	1	1.254	0.05	0700-00	0.4.4.6.9
45	2	10.034	0.18	0300-00	0.4.4.6.9
46	1	10.104	0.19	2000-00	0.4.4.6.9
47	1	6.825	0.19	1000-00	0.4.4.6.9
48	1	10.000	0.20	2400-00	0.4.4.6.9
49	2	4.826	0.07	2000-00	0.4.4.6.9
50	1	12.745	0.19	1000-00	0.4.4.6.9
51	2	6.802	0.10	1000-00	0.4.4.6.9
52	1	1.76	0.01	0300-00	0.4.4.6.9
53	1	10.920	0.11	0300-00	0.4.4.6.9
54	1	10.920	0.11	1000-00	0.4.4.6.9
55	1	23.036	0.24	1000-00	0.4.4.6.9
56	1	24.410	0.26	1000-00	0.4.4.6.9
57	1	6.256	0.09	1000-00	0.4.4.6.9
58	2	22.746	0.44	1000-00	0.4.4.6.9
59	1	1.718	0.09	1000-00	0.4.4.6.9
60	1	49.622	0.69	1000-00	0.4.4.6.9
61	1	35.030	0.20	1000-00	0.4.4.6.9
62	1	24.74	0.11	2000-00	0.4.4.6.9
63	1	2.924	0.04	0300-00	0.4.4.6.9
64	1	22.922	0.44	2000-00	0.4.4.6.9
65	1	1.76	0.01	0300-00	0.4.4.6.9
66	2	10.920	0.11	1000-00	0.4.4.6.9
67	1	10.920	0.11	1000-00	0.4.4.6.9
68	1	3.820	0.05	1000-00	0.4.4.6.9
69	1	21.824	0.23	1000-00	0.4.4.6.9
70	1	10.320	0.18	1000-00	0.4.4.6.9
71	1	11.076	0.18	2000-00	0.4.4.6.9
72	1	11.076	0.18	2000-00	0.4.4.6.9

TOTAL DE PLANTAS SEMBRADAS: 1.320.728
 AREA TOTAL: 19.37 HA









Anexo 6

Población por género de nematodo observada en suelo y raíz de plantas de piña híbrido MD-2, según lote muestreado. Finca El tremedal. Período agosto-diciembre 2006.

Lote 3

Género de nematodo.	Población en el suelo según edad en meses				
	2	3	4	5	6
<i>Helicotylenchus</i> spp.	0	19	5	69	13
<i>Meloidogyne</i> spp.	0	19	0	3	0
<i>Paratylenchulus</i> spp.	0	0	3	0	0
<i>Pratylenchus</i> spp.	0	5	3	21	5
<i>Rotylenchulus</i> spp.	0	0	0	0	0
Nematodos de vida libre	0	48	24	72	29
<i>Longidorus</i> spp.	0	0	3	0	3
<i>Criconebella</i> spp.	0	0	0	3	0
<i>Tylenchus</i> spp.	0	0	0	5	0

Lote 14

Género de nematodo.	Población en suelo según edad en meses				
	4	5	6	7	8
<i>Helicotylenchus</i> spp.	43	0	24	0	56
<i>Meloidogyne</i> spp.	0	0	0	0	19
<i>Paratylenchulus</i> spp.	3	0	0	0	0
<i>Pratylenchus</i> spp.	5	11	40	0	29
<i>Rotylenchulus</i> spp.	0	0	0	0	0
Nematodos de vida libre	147	8	56	11	88
<i>Longidorus</i> spp.	0	0	3	0	0
<i>Tylenchus</i> spp.	0	0	0	0	24

Lote 9

Género de nematodo.	Población en suelo según edad en meses				
	6	7	8	9	10
<i>Helicotylenchus</i> spp.	0	3	53	13	24
<i>Meloidogyne</i> spp.	0	3	0	0	0
<i>Paratylenchulus</i> spp.	0	3	0	0	0
<i>Pratylenchus</i> spp.	0	19	16	19	0
<i>Rotylenchulus</i> spp.	0	0	0	0	0
Nematodos de vida libre	0	11	64	27	80
<i>Longidorus</i> spp.	0	0	8	0	0

Lote 46

Género de nematodo.	Población en suelo según edad en meses				
	8	9	10	11	12
<i>Helicotylenchus</i> spp.	16	40	45	0	0
<i>Meloidogyne</i> spp.	19	21	0	8	0
<i>Paratylenchulus</i> spp.	0	8	0	0	0
<i>Pratylenchus</i> spp.	56	75	32	0	0
<i>Rotylenchulus</i> spp.	5	0	0	0	0
Nematodos de vida libre	67	48	51	8	11
<i>Tylenchorhynchus</i> spp.	0	0	3	0	8
<i>Tylenchus</i> spp.	0	0	8	0	0

Lote 43

Género de nematodo.	Población en suelo según edad en meses				
	10	11	12	13	14
<i>Helicotylenchus</i> spp.	3	37	40	0	13
<i>Meloidogyne</i> spp.	0	21	0	0	0
<i>Paratylenchulus</i> spp.	0	8	8	0	0
<i>Pratylenchus</i> spp.	3	75	35	0	11
<i>Rotylenchulus</i> spp.	0	0	0	0	0
Nematodos de vida libre	8	48	64	29	155
<i>Tylenchorhynchus</i> spp.	0	0	0	0	5
<i>Tylenchus</i> spp.	0	0	0	0	13
<i>Longidorus</i> spp.	0	0	5	0	0

En Raiz

Lote 3

Género de nematodo.	Población en raíz según edad en meses				
	2	3	4	5	6
<i>Helicotylenchus</i> spp.	0	19	5	69	13
<i>Meloidogyne</i> spp.	0	19	0	3	0
<i>Paratylenchulus</i> spp.	0	0	3	0	0
<i>Pratylenchus</i> spp.	0	5	3	21	5
<i>Rotylenchulus</i> spp.	0	0	0	0	0
Nematodos de vida libre	0	48	24	72	29

Lote 14

Género de nematodo.	Población en raíz según edad en meses				
	4	5	6	7	8
<i>Helicotylenchus</i> spp.	353	2.014	213.484	1.837	7.455
<i>Meloidogyne</i> spp.	35	0	0	0	0
<i>Paratylenchulus</i> spp.	35	0	0	0	0
<i>Pratylenchus</i> spp.	565	3251	344.571	25.087	16.713
<i>Rotylenchulus</i> spp.	0	0	0	0	0
Nematodos de vida libre	424	247	26.217	353	848

Lote 9

Género de nematodo.	Población en raíz según edad en meses				
	6	7	8	9	10
<i>Helicotylenchus</i> spp.	424	1.943	777	389	4.982
<i>Meloidogyne</i> spp.	0	71	0	389	0
<i>Paratylenchulus</i> spp.	0	0	0	35	0
<i>Pratylenchus</i> spp.	636	1.060	4.028	9.222	10.035
<i>Rotylenchulus</i> spp.	0	0	0	0	0
Nematodos de vida libre	318	212	141	35	565

Lote 46

Género de nematodo.	Población en raíz según edad en meses				
	8	9	10	11	12
<i>Helicotylenchus</i> spp.	35	671	601	919	1131
<i>Meloidogyne</i> spp.	247	71	0	71	35
<i>Paratylenchulus</i> spp.	0	35	35	0	0
<i>Pratylenchus</i> spp.	530	954	4.063	3.993	2.756
<i>Rotylenchulus</i> spp.	0	0	0	0	177
Nematodos de vida libre	247	283	459	565	565

Lote 43

Género de nematodo.	Población en raíz según edad en meses				
	10	11	12	13	14
<i>Helicotylenchus</i> spp.	106	459	283	1.837	1.449
<i>Meloidogyne</i> spp.	35	106	0	71	0
<i>Paratylenchulus</i> spp.	0	0	0	106	0
<i>Pratylenchus</i> spp	283	2.297	2.579	11.095	2.685
<i>Rotylenchulus</i> spp.	0	0	0	0	106
Nematodos de vida libre	106	353	247	671	353