



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

**Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de
guayaba (*Psidium guajava* L.) en sistemas
agroecológico y convencional en Managua 2022**

Autores

Br. Jorge Alejandro López Somarriba

Br. Lixania Esnelda Treminio Suárez

Asesores

MSc. Markelyn José Rodríguez Zamora

MSc. Jorge Antonio Gómez Martínez

Managua, Nicaragua

Febrero, 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

**Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de
guayaba (*Psidium guajava* L.) en sistemas
agroecológico y convencional en Managua 2022**

Autores

Br. Jorge Alejandro López Somarriba

Br. Lixania Esnelda Treminio Suárez

Asesores

MSc. Markelyn José Rodríguez Zamora

MSc. Jorge Antonio Gómez Martínez

Presentado a la consideración del Honorable
Comité Evaluador como requisito final para
optar al grado de Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua

Febrero, 2023

Hoja de aprobación del Comité Evaluador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Honorable Comité Evaluador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del Comité Evaluador

Presidente (Grado académico y nombre)

Secretario (Grado académico y nombre)

Vocal (Grado académico y nombre)

Lugar y Fecha: _____

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a **Dios** por brindarme las capacidades necesarias para cumplir con mis objetivos establecidos.

A mi abuelita: Maura Catalina Rugama, quien fue la persona que estuvo luchando conmigo durante todo este largo recorrido y siempre trato de darme lo mejor, agradezco su apoyo moral, gracias a sus consejos y sus palabras de aliento pude afrontar cada uno de los obstáculos que se presentaron, sin su ayuda nada de esto hubiera sido posible.

A mi tía: Lic. Melba Isabel López, por brindarme su apoyo económico y moral en momentos claves de mi vida, sin su ayuda no hubiera logrado salir adelante.

A mis familiares: Lenin López, Raúl López, Ivania López y Liseth Escobar Somarriba quienes me apoyaron en determinados momentos.

A todas esas personas que por diversos motivos no lograron cumplir con el objetivo y que en el transcurso tomaron caminos diferentes. En especial a mis compañeros que en paz descansen:
Br. Byron Gómez y Br. José Nicasio Velásquez Reyes.

Br. Jorge Alejandro López Somarriba

DEDICATORIA

A **D**ios, quien inspiro mi espíritu para lograr realizar este estudio por darme salud y la bendición de vivir este momento de alcanzar mis metas como persona y como profesional, y siempre ser mi compañía y mi calma en todo momento.

A mis padres, Esther Suárez Obando y Ronald Treminio Luna a quienes dedico cada logro de mi vida.

A mi hermana y hermanos, Lilieth Treminio Suárez, Ronald Treminio Suárez, Rosnel Treminio Suárez por ser las personas que me impulsaron a ser una mejor persona en el ámbito personal y profesional.

Br. Lixania Esnela Treminio Suárez

AGRADECIMIENTO

A **Dios**, por brindarme salud, sabiduría, fortaleza y energía suficiente para culminar mis estudios.

A mi apreciada Abuelita Maura Catalina Rugama por todo el sacrificio realizado durante estos años.

A mis asesores, Ing. MSc. Markelyn Rodríguez Zamora e Ing. MSc. Jorge Antonio Gómez quienes se esforzaron por ayudar, por compartir su tiempo, conocimientos y sobre todo su amistad paciencia durante la elaboración del presente estudio.

A la Universidad Nacional Agraria, que me brindo todas las condiciones adecuadas para poder concluir mis estudios.

Al Laboratorio de Nematología por permitirnos utilizar sus instalaciones y herramientas durante el trayecto del estudio.

A todas esas personas que en algún momento aportaron directa o indirectamente les agradezco de todo corazón.

Br. Jorge Alejandro López Somarriba

AGRADECIMIENTO

Esta tesis se la dedico primeramente a mi Dios quién me guio por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desvanecerme en los problemas que se presentaron, en cada momento y enseñarme salir adelante sin perder nunca la dignidad.

A mis padres Esther Suárez Obando y Ronald Treminio Luna por su apoyo económico y moral por sus consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles por inculcarme valores, principios, y sobre todo mi carácter de perseverancia para conseguir mis objetivos. A mis hermanos Lilieth Treminio, Ronald Treminio, Rosnel Treminio Suárez, Ing. Kevin Calixto Hidalgo, y Casimir Treminio por siempre estar presentes acompañándome a alcanzar mis objetivos.

A la Universidad Nacional Agraria (UNA) por darme la oportunidad y los medios para alcanzar mi meta propuesta.

A mis asesores, Ing. MSc. Markelyn Rodríguez Zamora e Ing. MSc. Jorge Antonio Gómez Martínez por su apoyo brindado, y por creer en mí para poder realizar este trabajo de graduación.

A mis amigos, compañeros Cristian Javier Loza Rodas, Elvin Manuel González Gómez y Ing MSc Heyddy González Luna, quienes me brindaron su apoyo en cada momento.

Br. Lixania Esnela Treminio Suárez.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	SECCIÓN	PÁGINA
	DEDICATORIA	i
	AGRADECIMIENTO	iii
	ÍNDICE DE CUADROS	v
	ÍNDICE DE FIGURAS	vi
	RESUMEN	viii
	ABSTRACT	ix
I	INTRODUCCIÓN	1
II	OBJETIVOS	3
	2.1 Objetivo general	3
	2.2 Objetivos específicos	3
III	MARCO DE REFERENCIA	4
	3.1. Características generales de los nematodos	4
	3.2 Grupos tróficos o funcionales de nematodos	4
	3.3. Índices de diversidad de nematodos en suelo y raíz en el cultivo de guayaba	6
	3.4 Daños provocados por nematodos	6
IV	MATERIALES Y MÉTODOS	7
	4.1 Ubicación del estudio	7
	4.2. Diseño metodológico	7
	4.3. Material biológico	7
	4.4 Colecta de muestras	7
	4.5. Recolección de las muestras de suelo y raíz en plantaciones de guayaba	8
	4.6. Extracción de nematodos de suelo	8

4.7. Extracción de nematodos de raíz	9
4.8. Cuantificación e identificación de los géneros de nematodos	9
4.9. Variables a evaluar en el estudio	10
4.10. Análisis estadístico	11
V RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
5.1. Géneros de nematodos identificados en el sistema agroecológico	12
5.2. Géneros identificados en muestras de suelo en el sistema agroecológico	13
5.3. Géneros identificados en muestras de raíz en sistema agroecológico	14
5.4. Géneros de nematodos identificados en el sistema convencional	15
5.5. Género de nematodos identificados en muestras de suelo en el sistema convencional	16
5.6. Géneros identificados en muestras de raíces en sistema convencional	17
5.7 Análisis de la comunidad de la comunidad de nematodos asociados al sistema agroecológico	18
5.8. Frecuencia absoluta de nematodos de suelo y raíz por género asociados al sistema agroecológico	19
5.9. Análisis de la comunidad de nematodos asociados al sistema convencional	20
5.10. Frecuencia absoluta de nematodos de suelo y raíz por género asociados al sistema convencional	21
5.11. Diversidad de nematodos en sistema de producción agroecológico y convencional en el cultivo de guayaba	22
VI CONCLUSIONES	24

VII	RECOMENDACIONES	25
VIII	LITERATURA CITADA	26

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Orden, familia, género y hábitos de alimentos de nematodos encontrados en muestras de raíz y suelo del sistema agroecológico	12
2. Orden, familia, género y hábitos de alimento de nematodos encontrados en raíz y suelo en el sistema convencional	16
3. Frecuencia absoluta, relativa de nematodos en muestras de suelo asociados al sistema agroecológico	19
4. Frecuencia absoluta, relativa y población total de los nematodos en muestras de raíz asociados al sistema agroecológico	20
5. Análisis comunitario de los nematodos fitoparásitos en muestras de suelo del sistema convencional	21
6. Análisis comunitario de los nematodos fitoparásitos en muestras de raíces en sistema convencional	22
7. Valores de diversidad, riqueza y abundancia para cada uno de los sistemas del cultivo de guayaba	23

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Géneros de nematodos identificados en muestras de suelo de guayaba en sistemas agroecológicos.	13
2. Géneros de nematodos identificados en raíz del sistema agroecológico.	15
3. Género de nematodos identificados en suelo en el sistema convencional.	17
4. Género de nematodos identificados en raíz del sistema convencional.	18

RESUMEN

La guayaba ocupa un lugar sobresaliente entre los frutos de gran consumo y valor comercial. La producción se ve afectada por diversos problemas fitosanitarios, entre ellos los nematodos fitoparásitos. El estudio tiene como objetivo generar información acerca de los géneros de nematodos presentes en dos sistemas agroecológico y convencional en el cultivo de guayaba (*Psidium guajava* L.), el cual se llevó a cabo en dos áreas experimentales de la Universidad Nacional Agraria (UNA). En ambos sistemas se recolectaron 16 muestras de 100 g de suelo y 10 g de raíz durante un periodo de cuatro meses, las muestras se procesaron en el laboratorio de nematología de la UNA. El método utilizado para la extracción y recolección de los nematodos fue centrifugación-flotación. La identificación de los géneros de nematodos se realizó utilizando claves taxonómicas propuestas por S' Jacob y Bezoo. Se identificaron un total de 11 géneros: *Paratylenchus* spp, *Pratylenchus* spp., *Rotylenchulus* spp., *Tylenchus* spp., *Helicotylenchulus* spp., *Meloidogyne* spp., *Criconemoides* spp., *Rotylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., *Scutellonema* spp. y *Xiphinema* spp. Los géneros con mayor número de individuos en los sistemas de estudio fueron: *Meloidogyne* spp., con 420 y *Helicotylenchus* spp con 540 nematodos en 200 g suelo, en las muestras de raíz se encontraron 1 140 y 270 nematodos respectivamente. Los géneros con menor número de individuos en muestras de suelo fueron: *Scutellonema* spp., 210 nematodos y *Paratylenchus* spp., con 90 nematodos. Los géneros con menor número de individuos en muestras de raíz fueron: *Xiphinema* spp., con 30 nematodos y *Helicotylenchulus* spp., con 180 nematodos. La diversidad biológica para el sistema agroecológico (1.89) fue mayor que para el sistema convencional (1.80) según el índice de Shannon-Wiener.

Palabras clave: género, diversidad biológica, *Meloidogyne* spp, claves taxonómicas.

ABSTRACT

The guava is cultivated for its edible fruits, it occupies an outstanding place among the fruits of great consumption and commercial value. However production is affected by various phytosanitary problems which includes phytoparasitic nematodes. The objective of this study is to generate information about the genera of nematodes present in two agroecological and conventional systems inguava (*Psidium guajava* L.) cultivation, which was carried out in two experimental areas of the National Agrarian University (UNA) of Nicaragua. In both systems, 16 samples of 100 g of soil and 10 g of roots were collected during a period of four months, the samples were processed in the UNA nematology laboratory. The method used for the extraction and collection of nematodes was centrifugation-flotation. The identification of the genera of nematodes was carried out using taxonomic keys proposed by Jacob & Bezoo. A total of 11 genera were identified: *Paratylenchus* spp., *Pratylenchus* spp., *Rotylenchulus* spp., *Tylenchus* spp., *Helicotylenchulus* spp., *Meloidogyne* spp., *Criconemoides* spp., *Rotylenchus* spp., *Helicotylenchus* spp., *Scutellonema* spp. and *Xiphinema* spp. The genera with the highest number of individuals in the study systems were: *Meloidogyne* spp., with 420 and *Helicotylenchus* spp with 540 nematodes in 200 g soil, in the root samples 1 140 and 270 nematodes were found respectively. The genera with the lowest number of individuals in soil samples were: *Scutellonema* spp., with 210 nematodes, and *Paratylenchus* spp., with 90 nematodes. The genera with the lowest number of individuals in root samples were: *Xiphinema* spp., with 30 nematodes, and *Helicotylenchulus* spp., with 180 nematodes. Biological diversity for the agroecological system (1.89) was higher than for the conventional system (1.80) according to the Shannon-Wiener index.

Keywords: genus, diversity, *Meloidogyne* spp, taxonomic keys

I. INTRODUCCIÓN

La guayaba es un cultivo de producción intensiva y ocupa un lugar sobresaliente entre los frutos de gran consumo y valor comercial. "Los rendimientos varían según la edad, la densidad de la plantación y forma de reproducción (sexual o asexual), Mendoza y Moreno (2014), indican que un árbol injertado produce de 1 000 a 2 000 frutos con un rendimiento de cinco hasta 50 t (ha año)⁻¹.

La producción de este cultivo se ve afectada por diversos problemas fitosanitarios, entre ellos las plagas insectiles, enfermedades fúngicas y nematodos fitoparásitos. De todos estos organismos, los nematodos siempre están presentes y asociados con el desarrollo y la producción del cultivo, constituyendo una limitante para la agricultura" (Talavera, 2003).

Se conocen 4,105 especies de fitonematodos, estos generan pérdidas anuales entre 11 y 14 % de la producción en cultivos de importancia económica como leguminosas, granos básicos, musáceas, yuca (*Manihot esculenta* Crantz.), coco (*Cocos nucifera* L.), remolacha (*Beta vulgaris* L.), caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), papa (*Solanum tuberosum* L.), hortalizas y varios frutales (Peña *et al.*, 2018).

De acuerdo con Moosavi (2012), los fitonematodos ocasionan pérdidas del 12,3 % en la agricultura a nivel mundial y cerca del 5% de las pérdidas se atribuyen a *Meloidogyne* spp. Lamovšek *et al.*, (2013) los consideran como plagas importantes de muchas plantas cultivadas y Mukthar *et al.*, (2014) describieron que *Meloidogyne incognita* es uno de los principales factores limitantes que afectan el crecimiento y el rendimiento de los cultivos.

Los nematodos edáficos constituyen un grupo de invertebrados de importancia ecológica y económica que presentan atributos que les convierte en valiosas herramientas como indicadores biológicos y ecológicos, y presentan una distribución diferencial en suelos según su grado de conservación (Sánchez y Talavera, 2013).

La evaluación e interpretación de la abundancia y función de la estructura de la comunidad de nematodos del suelo ofrecen una medida in situ de los factores disruptivos de la dinámica del suelo (Romero *et al.*, 2016).

El nivel de daño los nematodos dependen de factores como; su densidad poblacional, virulencia de las especies y la tolerancia de la planta huésped, el clima, disponibilidad de agua, condiciones edáficas y fertilidad del suelo (Talavera, 2003).

Estudio realizado por Peraza (2010), en sistemas orgánico y convencional, extrajeron e identificaron un total de 2 008 nematodos pertenecientes a 7 géneros diferentes se contabilizo un total de 864 nematodos de vida libre de los grupos tróficos depredadores, omnívoros, ficófagos y bacteriófagos. Se observó que los géneros con mayor abundancia fueron *Meloidogyne* spp (827 individuos), *Helicotylenchus* spp. (601 individuos), *Tylenchus* spp. (153 individuos) *Psilenchus* spp. (144 individuos) y *Aphelenchoides* spp. (129 individuos).

En Nicaragua se carece de información acerca de los géneros de nematodos que se encuentran asociados a los sistemas de producción con guayaba. La presente investigación tiene el propósito de generar información acerca de los géneros de nematodos presentes en sistema agroecológico y convencional en el cultivo de guayaba (*Psidium guajava* L.) y su interacción en los diferentes sistemas.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Generar información acerca de los géneros de nematodos presentes en sistemas de producción agroecológico y convencional en el cultivo de guayaba (*Psidium guajava* L.)

2.2 Objetivos específicos

- Identificar géneros de nematodos a nivel de raíces y suelo en sistemas agroecológico y convencional.
- Determinar la frecuencia absoluta y relativa de géneros de nematodos en muestras de suelo y raíz.
- Comparar la abundancia, riqueza y diversidad biológica de nematodos fitopatógenos entre sistemas de producción.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Características generales de los nematodos

Al respecto, Román (1978), menciona que: “Los nematodos son microorganismos pluricelulares de cuerpo cilindro más o menos trasparente, su longitud varia 0,5 a 6,5 mm las hembras por lo general son más grandes, ciertos grupos de fitonematodos tienen en la cavidad bucal un estilete que le sirve para punzar y perforar las células vegetales de las cuales se alimentan”. (citado por Carvajal, (2008)

Los nematodos libres del suelo (no parásitos) se alimentan de las abundantes bacterias que habitan en el medio edáfico. Estos nematodos ingieren materia orgánica en descomposición (detritívoros) y son muy abundantes, ciclos de vida cortos, controlan las poblaciones microbianas y la dinámica de la descomposición de la materia orgánica. El tamaño de sus poblaciones fluctúa con gran rapidez, conforme aumenta o disminuye su alimento.

3.2 Grupos tróficos o funcionales de nematodos

La comunidad de nematodos del suelo está conformada por individuos de distintos hábitos alimenticios. A partir de la observación de la morfología de su cavidad bucal y esófago se puede inferir su hábito trófico (Azpilicueta, y Aruani,2016).

a) Bacteriófagos

Mondino, (2015) menciona que: Se alimentan exclusivamente de bacterias, hongos del medio edáfico. Su aparato bucal o estoma consiste en un tubo cóncavo. Están involucrados indirectamente en la descomposición y mineralización de la materia orgánica del suelo debido a su interacción con la microflora.

b) Fumívoros

Ibáñez, (2011) afirma que: “Se alimentan de hifas de hongos. Muchas especies del orden *Aphelenchida* pertenecen a este grupo trófico, algunos *Tylenchida* también pueden serlo. Dado que su aparato bucal no difiere de la de los ectoparásitos” (p.4).

c) Depredadores

Este grupo de nematodos se alimenta de otro grupo de nematodos los cuales son de importancia económica aportan beneficios a la agricultura sin afectar al cultivo. “Los depredadores se alimentan de otros grupos tróficos de nematodos (incluidos los ectoparásitos), así como de bichos de tamaño similar al suyo. No son tan abundantes y frecuentes como los bacteriófagos y fumívoros” (Valdez *et al.*, 2018).

d) Fitoparásitos

Los géneros de nematodos fitoparásitos están divididos en cuatro grupos según su hábito alimenticio los cuales se describen a continuación:

f) Endoparásitos

Rocha, (2018), menciona que:

Son aquellos que penetran completamente dentro de las raíces; por consiguiente, se alimentan, se desarrollan y ponen los huevos en su interior, ejemplos representativos de este grupo endoparásitos sedentarios, están: *Globodera*, *Meloidogyne*, *Heterodera*, *Nacobbus*, *Punctodera* y *Cactodera*. Los endoparásitos migratorios, retienen su movilidad y no están fijos en un sitio de alimentación dentro de los tejidos de la planta. Ejemplos representativos de este grupo son: *Hirschmanniella*, *Radopholus* y *Pratylenchus*. (p.6)

g) Ectoparásitos

“Son los que introducen el estilete en el tejido vegetal para alimentarse, viven en el suelo sin penetrar en las raíces se separan en ectoparásitos migratorios se caracterizan por su estilete largo, los sedentarios tienen un cuerpo generalmente grueso” (Piedrahita *et al.*, 2012, p.42.).

h) Fitoparásitos de bulbo y semilla

Talavera *et al.*, (2014), Describen que: “Estos migran del suelo hacia las hojas y tallos de las plantas jóvenes donde se alimentan. Las hembras producen hasta 500 huevos, pueden persistir durante largo tiempo en suelo y son bastante resistentes a sequías y a bajas temperaturas (p.13).

i) Nematodos foliares

Peña y Mendieta, (s.f.), aseveran que:” Los nematodos adultos emigran en películas de agua en los tallos de las hojas de la planta huésped y penetran en las hojas a través de orificios naturales (estomas). Una vez en las hojas los nematodos migran, alimentándose destructivamente” (p.6).

3.3 Índices de diversidad de nematodos en suelo y raíz en el cultivo de guayaba

Estudios realizados por Dueñas *et al.*, (2018), en sistema de producción orgánica encontraron que “en la cuantificación de nematodos se presentaron infestación por *Meloidogyne* spp, presentando diferencias significativas entre el número de agallas por gramo de raíz, lo que puede estar asociado al deficiente manejo de las plantaciones” (p. 358).

Duran y Guzmán, (2017) mencionan que: “tanto en suelo como en raíces de guayaba, se identificaron las especies de fitonematodos *Meloidogyne*, *Helicotylenchus*, *Criconemoides*, *Pratylenchus* y *Aphelenchus*. Se consideran de mayor importancia *Meloidogyne* y *Helicotylenchus*, por sus niveles poblacionales a lo largo del ciclo del cultivo” (p.64).

3.4 Daños provocados por nematodos

El daño provocado por los nematodos a las raíces afecta de gran manera las funciones de nutrición mineral y de absorción del agua. Estas alteraciones fisiológicas pueden llevar a la planta a conducir un lento crecimiento y una clorosis de las hojas que pueden evolucionar en un rápido paloteo y agotamiento de la planta, causando grandes pérdidas en la producción (Anzueto *et al.*, 2000).

Piedrahita *et al.*, (2012). Aseveran que: “Generalmente, los daños causados por fitonematodos en las raíces son reflejados en los tejidos aéreos como crecimiento deficiente de tallos, clorosis de hojas y muerte de la planta, reducción de absorción de agua y nutrientes por las raíces secundarias” (p.44).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del estudio

El estudio se llevó a cabo en los periodos comprendido de mayo a junio del año 2022 en el laboratorio de nematología agrícola de la Universidad nacional agraria (UNA), ubicado en el km 12½ carretera norte municipio de Managua.

4.2. Diseño metodológico

La investigación se enmarco en un estudio de tipo cuantitativo, comparando la frecuencia poblacional de los nematodos fitoparásitos en sistemas agroecológico y convencional asociadas al cultivo de guayaba.

4.3. Material biológico

La variedad de guayaba establecida en ambos sistemas evaluados fue Taiwán 1, esta variedad es muy popular por su consumo y producción. Los frutos de esta variedad son redondos, poco achatados en los polos, color verde claro, mesocarpio grueso de aproximadamente 2.5 cm y color crema, sabor dulce (Hernández, *et al.*, 2017).

4.4. Colecta de muestras

Las colectas de muestras de suelo y raíz se realizaron en dos áreas experimentales de la Universidad Nacional Agraria (UNA), la primera correspondió al área manejada de manera convencional y ubicada en el centro experimental Finca El Plantel, ubicado en el km 30 de la carretera Tipitapa – Masaya, en el municipio de Nindirí con coordenadas 12°06'24" latitud norte y 86°04'06" longitud oeste, a una altura de 100 metros sobre el nivel del mar.

El sistema de producción agroecológica se encuentra ubicada en la granja de piscicultura al norte del campus central de la Universidad Nacional Agraria y ubicada en el kilómetro 12 ½ carretera norte, en las coordenadas 12° 08'36" latitud norte y - 86° 09' 49" longitud oeste, a 56 m.

4.5. Recolección de las muestras de suelo y raíz en plantaciones de guayaba

Etapa de campo

Las muestras de suelo y raíz se tomaron a una profundidad de 15 cm, con la ayuda de un barreno graduado cerca de la base del tallo y la copa, en 10 puntos diferentes por cada una de las plantas en estudio, en caso de las muestras de raíces se tomaron con ayuda de una espátula, luego esta se depositó en una bolsa plástica con capacidad de 2.2 kg y se trasladó al laboratorio de nematología agrícola de la Universidad Nacional Agraria, para su posterior análisis.

Se realizaron 16 muestreos de forma uniforme entre los meses de abril a agosto del año 2022, las muestras consistieron en 100 g suelo y 10 g de raíces, cada muestra estaba compuesta por 20 plantas, las cuales conformaban una sola muestra y se obtuvo 1 kg de suelo que corresponde a las muestras obtenidas de 20 plantas.

Etapa de laboratorio

El proceso de identificación de los diferentes géneros de nematodos se llevó a cabo en el laboratorio de nematología agrícola (UNA). Se utilizó un microscopio de luz donde se hicieron las observaciones microscópicas, y posteriormente compararla con las claves taxonómica de Jacob y J. Bezooijen (1984).

4.6. Extracción de nematodos de suelo

El método utilizado para la extracción de raíces consistió en método de centrifugación-flotación, propuesta por Herrera, I. Bijlmakers, H. (1993.) se lavaron las raíces con agua de chorro y se pesaron 10 gramos, posteriormente se realizaron cortes de 5 cm de las raíces funcionales para ser depositadas en un vaso de licuadora la cual se trituraron por 15 segundos y luego esta solución se decantó en un juego de tamices de extracción (0.425, 0.25, 0.1 y 0.045 mm diámetro del poro); seguidamente se realizó un lavado con agua de chorro y el sedimento obtenido de los primeros dos tamices superiores (0.425, 0.25 mm), se lavaron con una pizeta sobre los tamices últimos de menor diámetro (0.1 y 0.045 mm).

Se colecto en vasos de precipitado donde se centrifuga durante 5 minutos a 3000 rpm para eliminar el sobrenadante de la solución y dejar los residuos orgánicos con los nematodos posteriormente llenar los tubos con una solución azucarada de 1,018 de gravedad específica para realizar una segunda centrifugación a 300 rpm por cinco minutos para luego el sobrenadante ser descartado en un tamiz de 0.045 mm diámetro del poro, y los nematodos retenidos serán colectado en un vaso de 25 ml para su posterior identificación.

4.7. Extracción de nematodos de raíz

El método utilizado para la extracción de raíces consistió método de centrifugación-flotación, propuesto por Herrera, I. y Bijlmakers, H. (1993.) se homogenizará la muestra de suelo para posteriormente pesar 200 gramos de suelo, la cual se depositara en un beaker de precipitado de 2000 mililitros al cual se agregará 1500 mililitros de agua sin cloro y este se homogenizará con una espátula y se dejará reposar por 15 segundos y se descartará en los juegos de tamices de extracción (0.425, 0.25, 0.1 y 0.045 mm diámetro del poro); seguidamente se realizan tres lavado con agua de chorro y el sedimento obtenido de los primeros dos tamices superiores (0.425, 0.25 mm), se lavaran con una peseta sobre los tamices últimos de menor diámetro (0.1 y 0.045 mm) y se colecta en vasos de precipitado donde se centrifuga durante 5 minutos a 3000 rpm para eliminar el sobrenadante de la solución y dejar el suelo en el fondo con los nematodos para posteriormente llenar los tubos con una solución azucarada de 1,018 de gravedad específica para realizar una segunda centrifugación a 300 rpm por cinco minutos para luego el sobrenadante ser descartado en un tamiz de 0.045 mm diámetro del poro, y los nematodos retenidos serán colectado en un frasco de 25 ml para su posterior identificación.

4.8. Cuantificación e identificación de los géneros de nematodos

Los nematodos se identificaron a nivel de genero a través de la observación de características morfológicas haciendo uso de claves taxonómicas propuestas por S' Jacob y Bezooijen (1984), mediante microscopia de luz y se determinara la abundancia total de nematodos en cada una de las muestras, por medio del conteo directo de individuos en 100 gramos de suelo y 10 gramos raíces.

Para la identificación de los géneros de nematodos en muestras de suelo y raíz se utilizaron las siguientes formulas:

Frecuencia absoluta:

$$FA = \frac{\text{Número de muestras que contienen una especie}}{\text{Número total de muestras recolectadas}} \times 100$$

Frecuencia relativa

$$FR = \frac{\text{Frecuencia de una especie}}{\text{Suma de las frecuencias de todas las especies}} \times 100$$

Se calculo la diversidad de especies por medio del índice de Shannon-Wiener para muestras de suelo y raíces de ambos sistemas utilizando la siguiente formula:

$$H' = -\sum p_i \log p_i$$

4.9. Variables evaluadas en el estudio

- Géneros de nematodos encontrado en 100 gramos de suelo.

Se tomo dos mm de la solución de nematodos y se identificó el número total por género.

- Géneros de nematodos encontrados en 10 gramos de raíces

Se tomo dos mm de la solución de nematodos y se identificó el número total por género.

- Frecuencia absoluta de nematodos en raíz y suelo por género.

Se utilizó el índice de Shannon-Wiener como una medida de la diversidad biológica. Este índice contempló la equitatividad en la distribución del número de individuos por especie y su mayor valor representa mayor equitatividad y así mismo mayor diversidad biológica desde el punto de vista ecológico; el menor valor del índice está asociado a mayor dominancia y por ende a menor diversidad biológica.

4.10. Análisis estadístico

Los datos fueron organizados en una hoja de cálculo Excel 2013, se calculó las frecuencias absolutas y relativas en los dos sistemas mediante el programa estadístico Infostat (Balzarini, M; et al, 2015). Con el total de géneros de nematodos de géneros encontrados por sistema se realizó un análisis del índice de riqueza y abundancia de géneros y diversidad se calculó por el índice de Shannon-Wiener. Según Moreno et al., (2011) se utilizó el programa estadístico PAST.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Género de nematodos identificados en el sistema agroecológico

En este sistema se identificaron un total de 10 géneros de nematodos fitoparásitos en las muestras de suelo y raíz, estos géneros pertenecen a las familias Tylenchidae, Heteroderidae, Criconematidae, Hoplolaimidae y Dorylaimidae y dos órdenes Tylenchida y Dorylaimida (Cuadro 1).

En ambas muestras (suelo y raíz) estuvieron presente los géneros *Meloidogyne*, *Tylenchus*, *Helicotylenchus*, *Xiphinema*, *Rotylenchus*, *Helicotylenchulus*, *Rotylenchulus* y *Criconemoides*. En las muestras de suelo se identificaron los géneros: *Scutellonema* y *Paratylenchus* (Cuadro 1).

Cuadro 1. Orden, familia, género y hábitos de alimentos de nematodos identificados en muestras de raíz y suelo del sistema agroecológico

Clase	Orden	Familia	Género	Hábito alimenticio
			<i>Paratylenchus</i>	Ectoparásito migratorio
			<i>Rotylenchulus</i>	Ectoparásito
			<i>Tylenchus</i>	Semi endoparásitos sedentarios
		Tylenchidae	<i>Helicotylenchulus</i>	Semi endoparásitos migratorios
Secernentea	Tylenchida	Heteroderidae	<i>Meloidogyne</i>	Endoparásito sedentario
		Criconematidae	<i>Criconemoides</i>	Ectoparásito sedentario
			<i>Rotylenchus</i>	Semi endoparásitos sedentarios
		Hoplolaimidae	<i>Helicotylenchus</i>	Ectoparásitos
			<i>Scutellonema</i>	Ectoparásitos
Adenophorea	Dorylaimida	Dorylaimidae	<i>Xiphinema</i>	Ectoparásito migratorio

En un estudio realizado en el municipio de Manizales, Colombia, por Guzmán y Castaño (2010) identificaron tres géneros, *Meloidogyne*, *Helicotylenchus* y *Pratylenchus* asociados al cultivo de guayaba, los géneros encontrados por estos autores coinciden con los géneros encontrados en el presente estudio, no obstante, en el presente estudio se demuestra el aislamiento de los géneros *Paratylenchus*, *Rotylenchulus*, *Tylenchus*, *Helicotylenchulus*, *Criconemoides*, *Rotylenchus*, *Scutellonema* y *Xiphinema*.

5.2. Género de nematodos identificados en muestras de suelo en el sistema agroecológico

Se encontró la mayor cantidad de nematodos correspondió al género *Meloidogyne*, con 70 individuos, seguido de *Helicotylenchus*, con 63 individuos, *Tylenchus*, con 56 individuos y *Criconemoides*, con 54 individuos. La menor abundancia de nematodos fue del género *Paratylenchus*, con tres individuos, seguido de *Xiphinema*, con cinco individuos y *Scutellonema*, con 12 individuos (Figura 1).

Las muestras de suelo revelaron que los géneros con número de individuos fueron *Meloidogyne* 15(100 g)⁻¹ de suelo), *Helicotylenchus*, 18(100 g)⁻¹ de suelo), *Tylenchus*, 23(100 g)⁻¹ de suelo) y *Criconemoides*, (nueve). El género con mayor valor fue *Meloidogyne*, con una población que varió desde nueve nematodos, hasta 18(100 g)⁻¹ de suelo. El género *Paratylenchus*, presentó la menor densidad con tres nematodos/100 g de suelo.

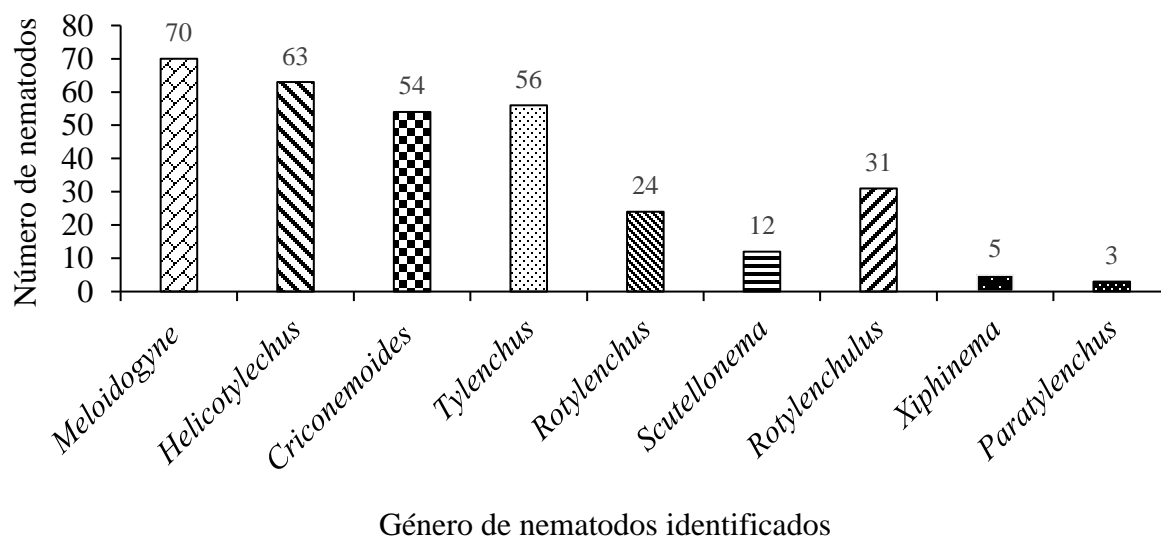


Figura 1. Géneros de nematodos identificados en muestras de suelo de guayaba en sistema agroecológico.

Los resultados del presente estudio concuerdan con los hallazgos referenciados por Madhu *et al.*, (2019), reportaron los géneros *Meloidogyne*, *Helicotylenchus* y *Rotylenchulus*, y reportaron que el género *Meloidogyne*, alcanzó el mayor número con 930 nematodos fitoparásitos/200 g de suelo. Otro estudio realizado por Guzmán y Castaño (2010), reportaron que el género *Helicotylenchus* represento el mayor número con (662 nematodos/100 g de suelo) en comparación a *Meloidogyne* (60 nematodos/100 g de suelo). En el presente estudio también se demuestra la presencia del género *Rotylenchulus* lo que concuerda con lo reportado por Javed *et al.* (2012), en Islamabad, Pakistán. El género *Paratylenchus* también se presentó en el presente estudio, a pesar de estar asociado al cultivo de guayaba no parece tener ninguna importancia para el cultivo (Castellano *et al.*, 2012).

5.3. Géneros identificados en muestras de raíz en sistema agroecológico

El mayor número de nematodos está representado por el género *Meloidogyne*, con 168 individuos, seguido del género *Tylenchus*, con 123 individuos. La menor población correspondió al género *Xiphinema*, con 30 individuos, seguido de *Rotylenchulus*, y *Helicotylenchulus*, con un individuo cada uno y *Criconemoides*, con nueve individuos (Figura 2).

Se determinó que el mayor número de nematodos fitoparásitos corresponden a los géneros *Meloidogyne*, *Tylenchus* y *Helicotylenchus*. *Meloidogyne*, presento la mayor abundancia con una población que vario desde cinco, hasta 38 nematodos/10 g de raíces (figura 2) (cuadro 2). Los géneros *Rotylenchus*, *Criconemoides*, *Helicotylenchulus*, *Rotylenchulus* y *Xiphinema*, presentaron la menor abundancia.

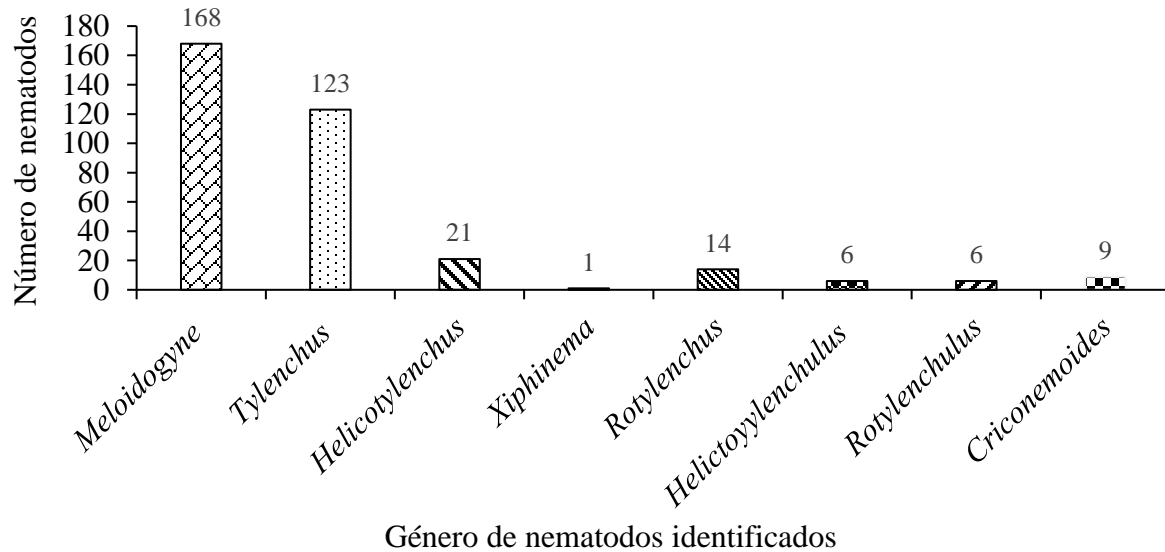


Figura 2. Géneros de nematodos identificados en raíz del sistema agroecológico.

Estos hallazgos son similares con lo reportado por Castellano *et al.*, (2012), quienes aislaron los géneros *Helicotylenchus*, *Paratylenchus*, *Rotylenchulus* y *Meloidogyne*, este último género presentó el mayor valor con 698 nematodos/10 g de raíces, estos resultados son similares a los obtenidos en el estudio realizado.

Diversos autores señalan que *Meloidogyne*, es el nematodo que presenta mayor densidad poblacional en el cultivo de guayaba (Guzmán y Castaño, 2010; Madhu *et al.*, 2019).

Salazar y Guzmán. (2013), reportaron densidades bajas y poca incidencia del género *Criconemoides*, en la zona occidental de Nicaragua y con una alta frecuencia en España en el cultivo de tomate. No obstante, nuestro estudio fue realizado en la zona de Managua

5.4. Géneros de nematodos encontrados en el sistema convencional

Se identificaron un total de 7 géneros de nematodos fitoparásitos en las muestras de raíz y suelo, pertenecientes a cinco familias *Tylenchidae*, *Heteroderidae*, *Criconematidae*, *Hoplolaimidae* y *Dorylaimidae* dos órdenes *Tylenchida* y *Dorylaimida* (Cuadro 2).

En las muestras de raíz se identificaron los siguientes géneros: *Tylenchus* y *Helicotylenchulus*. En las muestras de suelo se identificaron los siguientes géneros: *Criconemoides*, *Pratylenchus* y *Xiphinema*. Los siguientes géneros estuvieron presentes en ambas muestras: *Helicotylenchus* y *Meloidogyne*.

Cuadro 2. Orden, familia, género y hábitos de alimento de nematodos encontrados en raíz y suelo en el sistema convencional

Clase	Orden	Familia	Género	Hábito alimenticio
			<i>Pratylenchus</i>	Ectoparásito migratorio
			<i>Tylenchus</i>	Semi endoparásitos
			<i>Helicotylenchulus</i>	sedentarios
			<i>Meloidogyne</i>	Semi endoparásitos
		Tylenchidae		migratorios
Secernentea	Tylenchida	Heteroderidae		Endoparásito sedentario
		Criconematidae	<i>Criconemoides</i>	Ectoparásito sedentario
		Hoplolaimidae	<i>Helicotylenchus</i>	Ectoparásitos
Adenophorea	Dorilaymida	Dorilaymidae	<i>Xiphinema</i>	Ectoparásito migratorio

5.5. Género de nematodos encontrados en muestras de suelo en el sistema convencional

Se identificaron un total de 7 géneros de nematodos fitoparásitos en las muestras de raíz y suelo, pertenecientes a cinco familias *Tylenchidae*, *Heteroderidae*, *Criconematidae*, *Hoplolaimidae* y *Dorilaimidae* dos órdenes *Tylenchida* y *Dorilaimida* (Cuadro 2).

En las muestras de raíz se identificaron los siguientes géneros: *Tylenchus* y *Helicotylenchulus*. En las muestras de suelo se identificaron los siguientes géneros: *Criconemoides*, *Pratylenchus* y *Xiphinema*. Los siguientes géneros estuvieron presentes en ambas muestras: *Helicotylenchus* y *Meloidogyne*.

Se determinó que el mayor número de nematodos fitoparásitos corresponde al género *Helicotylenchus* con una población de 52 nematodo en los 100 g de las muestras de suelo (figura 3). El género que presentó la menor abundancia fue el género *Pratylenchus*.

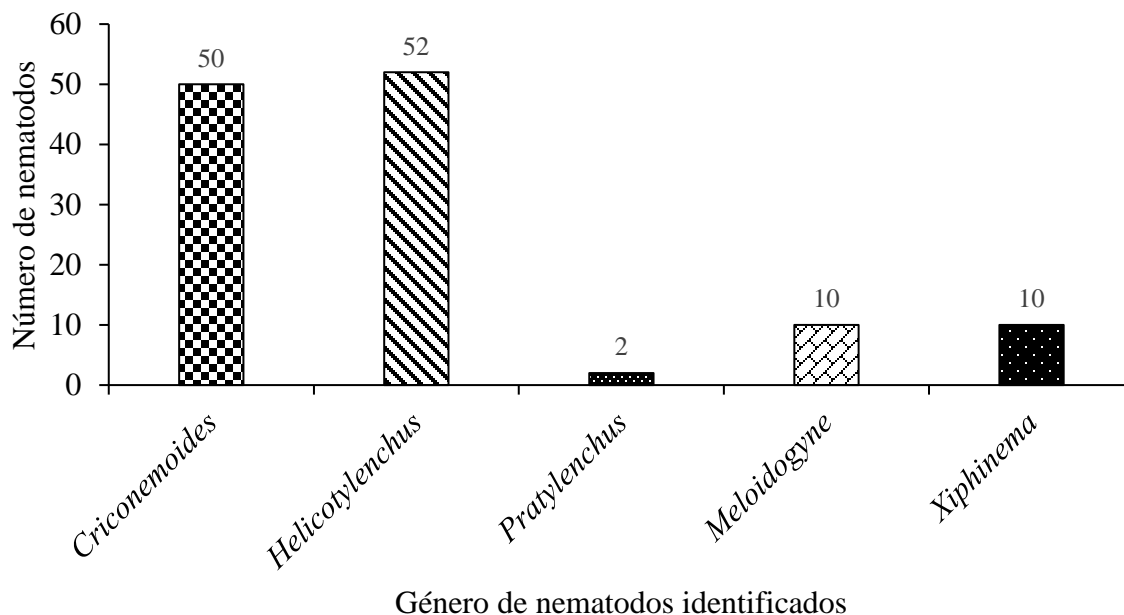


Figura 3. Géneros de nematodos identificados en suelo en sistema convencional.

De manera similar el estudio de García *et al.*, (2001), aisló e identificó los géneros asociados a cinco variedades de guayaba, registrando que el mayor valor fue de *Helicotylenchus* con 1 768 individuos/400 g de suelo. Esto es consistente con los hallazgos del estudio de Khan *et al.*, (2007), en Bengala Occidental registraron a *Helicotylenchus*, con un rango de 211 a 1 389 nematodos/200 g de suelo. Asimismo, reportaron la presencia de los géneros *Xiphinema*, *Criconemoides*, y *Pratylenchus*. El bajo valor de *Meloidogyne*, según Guzmán y Castaño (2010), se atribuye a que este nematodo es un parásito obligado a parasitar raíces para poder sobrevivir.

5.6. Géneros identificados en muestras de raíces en sistema convencional

Se encontró la mayor cantidad de nematodos en el género *Helicotylenchus*, con 80 individuos, seguido de *Meloidogyne*, con un total de 76 individuos, *Tylenchus*, con 38 individuos. La menor población fue del género *Helicotylenchulus*, con 26 individuos (Figura 4).

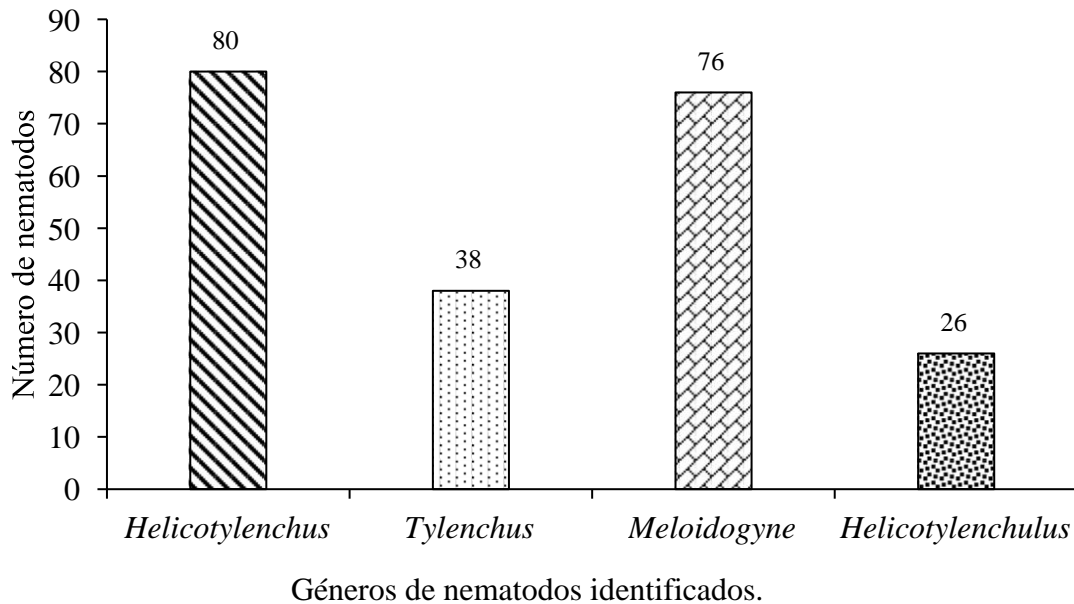


Figura 4. Géneros de nematodos identificados en raíz de guayaba en el sistema convencional.

Estos géneros concuerdan con los registrados en el estudio de Guzmán y Castaño (2010), donde las poblaciones de *Helicotylenchus*, oscilaron desde 60 nematodos hasta 662 nematodos/100 g de raíz y *Meloidogyne*, desde 25 nematodos hasta 4891 nematodos/ 100 g de raíz. Estos resultados son consistentes con lo reportado por García y Noriega (2001), quien aisló diversos géneros que tenían relación con la guayaba, entre ellos *Criconemoides*.

5.7. Análisis de la comunidad de nematodos asociados al sistema agroecológico.

En las muestras recolectada y análisis de la población de nematodos fitoparásitos asociados al sistema agroecológico aislados en las muestras recolectadas de 100 g suelo y 10 g raíz correspondientes al sistema agroecológico. El análisis indica que los géneros que con mayor cantidad de individuos son *Meloidogyne*, *Tylenchus*, *Helicotylenchus*, y *Criconemoides*, esto significa que presentan cierta dominancia sobre el resto de los géneros. Estos géneros presentan los mayores valores de frecuencia, expresando así que hay una posibilidad del 65 % de encontrar estos géneros en cada muestra.

5.8 Frecuencia absoluta de nematodos de suelo y raíz por genero asociados al sistema agroecológico

Se registraron un total de 666 individuos distribuidos en 10 géneros de nematodos pertenecientes a las muestras de suelo y raíz. La mayor frecuencia absoluta y relativa la presentó *Meloidogyne* con 68.75, y la menor *Paratylenchus* con una frecuencia absoluta de 6.25 y una frecuencia relativa de 0.94%, en las muestras de raíz el género que se observó con mayor frecuencia fue *Meloidogyne* 75 y 48.27, y la menor *Xiphinema* 6.25 y 0.28%.

En las muestras de suelo, los géneros que presentaron con mayor frecuencia absoluta fueron los géneros *Meloidogyne* con 68,75 individuos lo que representa un 22.01%, seguido de *Criconemoides* con una frecuencia de 68.5% y una frecuencia relativa de 17%. *Paratylenchus*, se observó con menor frecuencia absoluta y relativa con 6.25% y 0.94% (Cuadro 3).

Cuadro 3. Frecuencia absoluta, relativa de nematodos en muestras de suelo asociados al sistema agroecológico

Género de nematodos	No de Individuos	FA (%)	FR (%)
<i>Meloidogyne</i>	70	68.75	22.01
<i>Tylenchus</i>	56	43.75	17.6
<i>Helicotylenchus</i>	63	25	7.86
<i>Criconemoides</i>	54	68.75	17
<i>Xiphinema spp</i>	5	6.25	1.57
<i>Rotylenchus</i>	24	18.75	7.54
<i>Scutellonema</i>	12	12.5	3.77
<i>Rotylenchulus</i>	31	12.5	9.74
<i>Paratylenchus</i>	3	6.25	0.94

FA= Frecuencia absoluta, FR= Frecuencia relativa.

En relación las muestras de raíces, la frecuencia absoluta y relativa que se observó con mayor número de individuos en 10 g de muestras de raíz se observó en nematodos del género *Meloidogyne* con 75% y 48%, seguido de los géneros de nematodos, *Tylenchus* con 43.75 y 35.34%, mientras que los valores más bajos de frecuencia absoluta y relativa fue de 6.25 y 2.58% correspondientes a nematodos del género *Xiphinema* (Cuadro 4).

Cuadro 4. Frecuencia absoluta, relativa y población total de los nematodos en muestras de raíz asociados al sistema agroecológico

Géneros de nematodos	N° de individuos	FA (%)	FR (%)
<i>Meloidogyne</i>	168	75	48.27
<i>Tylenchus</i>	123	43.75	35.34
<i>Helicotylenchus</i>	21	43.75	6.3
<i>Helycotylenchulus</i>	6	6.25	1.72
<i>Xiphinema</i>	1	6.25	0.28
<i>Rotylenchus</i>	14	18.75	4.02
<i>Criconemoides</i>	9	6.25	2.58
<i>Rotylenchulus</i>	6	6.25	1.72

FA= Frecuencia absoluta, FR= Frecuencia relativa.

Según Chávez (2014), reporto que: *Meloidogyne* fue el género más abundante, seguido por *Pratylenchus* y *Helicotylenchus*. De acuerdo con Peraza (2010): El género *Helicotylenchus* han sido encontrados con mayor frecuencia en el sistema agroecológico con respecto al sistema convencional los géneros *Meloidogyne* y *Pratylenchus*. Estos han sido los géneros encontrados con mayor frecuencia en investigaciones de diferentes autores.

Khan *et al.*, (2007) menciona que: Los géneros predominantes de nematodos fitopatógenos fueron *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Rotylenchulus*, *Helicotylenchus* y *Criconemoides*. Los géneros identificados por Rueda *et al* (2015), en el noreste de México fueron: *Tylenchus*, *Helicotylenchus* y *Criconemoides*. Teniendo esto relación con el estudio llevado a cabo en la Universidad Nacional Agraria en dos sistemas orgánico y convencional en el cultivo de guayaba.

5.9 Análisis de la comunidad de nematodos asociados al sistema convencional

Las poblaciones de nematodos fitoparásitos cuantificadas en el sistema convencional, dieron lugar a la identificación de 420 nematodos fitoparásitos de suelo y raíz pertenecientes a ocho géneros. Los géneros que se presentan en mayor cantidad son *Helicotylenchus*, *Meloidogyne* y *Criconemoide*.

En el municipio de Zona Bananera, departamento de Magdalena, Sevilla, García et al., (2001), identificaron y determinaron la dinámica poblacional en cinco variedades de guayaba, registrando que el nematodo con mayor población fue *Helicotylenchus*, con 1768 individuos/400g de suelo. Esto concuerda con el estudio realizado en Bengala Occidental, donde Khan *et al.*, (2007), reportaron al género *Helicotylenchus*, con mayor población (211 nematodos - 1 389 nematodos/200 g de suelo), además informaron sobre la densidad de los géneros *Xiphinema*, *Criconemoides*, y *Pratylenchus*. *Meloidogyne*, presentó una baja densidad poblacional, según Guzmán y Castaño (2010), esto se atribuye a que este nematodo es un parásito obligado a parasitar raíces para poder sobrevivir.

5.10 Frecuencia absoluta de nematodos de suelo y raíz por género asociados al sistema convencional

Se registraron un total de 375 individuos distribuidos en seis géneros de nematodos pertenecientes a las muestras de suelo y raíz. La mayor densidad poblacional la presentó *Criconemoides*, con 69%, y la menor spp, con 8% en las muestras de raíz el género con mayor población fue *Meloidogyne* 57% y la menor *Helicotylenchus* 25%.

En las muestras de suelo, los géneros que se observaron con una mayor frecuencia absoluta y relativa fueron los géneros *Criconemoides* con 57% esto representa un 40%, seguido de *Helicotylenchus*, con una frecuencia absoluta de 57% y una frecuencia relativa de 41%.

Meloidogyne, presentó la menor frecuencia absoluta y relativa con 8% y 8% (Cuadro 5).

Cuadro 5. Análisis comunitario de los nematodos fitoparásitos en muestras de suelo del sistema Convencional

Género de nematodos	N° de individuos	FA (%)	FR (%)
<i>Helicotylenchus</i>	52	57.14	41.93
<i>Criconemoides</i>	50	69.23	40.32
<i>Meloidogyne</i>	10	8	8.6
<i>Pratylenchus</i>	2	25	1.61
<i>Xiphinema</i>	10	20.68	8.6

FA= Frecuencia absoluta, FR= Frecuencia relativa.

En relación las muestras de raíces, la frecuencia absoluta y relativa más alta en 10 g de muestras de raíz se observó en nematodos del género *Meloidogyne* 57 y 34%, seguido de los géneros de nematodos *Helicotylenchus*, con 43% Mientras que los valores más bajos de frecuencia absoluta y relativa fue de 25% y 11% correspondientes a nematodos del género spp (Cuadro 6).

Cuadro 6. Análisis comunitario de los nematodos fitoparásitos en muestras de raíces en sistema convencional

Género de nematodos	N° de individuos	FA (%)	FR (%)
<i>Helicotylenchus</i>	80	43.75	36.36
<i>Tylenchus</i>	38	37.5	17.27
<i>Meloidogyne</i>	76	57.25	34.54
<i>Helicutilenchulus</i>	26	25	11.81

FA= Frecuencia absoluta, FR= Frecuencia relativa.

En un estudio llevado a cabo por Gómez (2019), en el cual el objetivo fue identificar nematodos fitoparásitos asociados a las condiciones edafoclimáticas en zonas productoras de la provincia de Loja. Se encontraron las poblaciones de nematodos presentes en mayor proporción cuatro géneros *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Tylenchus*, y *Xiphynema*. Estos géneros encontrados por Gómez (2019), se relaciona con los géneros de nematodos encontrados en el presente estudio en el cual se presentaron ocho géneros de nematodos. La población presente con mayor frecuencia en la investigación es el *Helicotylenchus*, los demás géneros se presentan con valores inferiores.

5.11 Diversidad de nematodos en sistema de producción agroecológico y convencional en el cultivo de guayaba

El índice de diversidad de Shannon-Wiener en el sistema agroecológico fue de 1.89 y en el sistema convencional de 1.83. En abundancia el sistema agroecológico es más diverso y concurrió con un valor de 22 260 y 10 980 en el sistema convencional (cuadro 7).

Cuadro 7. Valores de diversidad, riqueza y abundancia para cada uno de los sistemas del cultivo de guayaba

Medidas	Agroecológico	Convencional	Valor de <i>p</i>
Riqueza	10	7	0.0001
Abundancia	22 260	10 980	0.0001
Índice de Shannon-Wiener	1.89	1.83	0.0001

La equidad en la distribución del número de individuos por especie fue significativamente ($p < 0.05$) mayor en el sistema agroecológico (1.89) comparado con el convencional (1.83), según el índice de Shannon- Wiener, además el agroecológico tiene mayor riqueza (10 y 7) y abundancia (22 260, y 10 980) por lo que se considera el más diverso.

VI. CONCLUSIONES

Los géneros de nematodos fitoparásitos identificados en los sistemas agroecológico y convencional fueron: *Meloidogyne*, *Tylenchus*, *Helicotylenchus*, *Criconemoides*, *Xiphinema*, *Rotylenchus*, *Scutellonema*, *Helicotylenchulus*, *Rotylenchulus*, *Paratylenchus*, y *Pratylenchus*.

La mayor frecuencia absoluta de nematodos fitopatógenos se encontró en el sistema agroecológico y está representada por el género *Meloidogyne*.

El índice de Shannon-Wiener refleja que existe una mayor diversidad de géneros en el sistema agroecológico en comparación al convencional.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar futura investigación donde se toman en cuenta las variables pH, temperatura y análisis físico químico del suelo para poder correlacionar como influyen estas variables sobre los índices de nematodos.

VIII. LITERATURA CITADA

- Anzueto, F., Molina, A., Figueroa, P., y Martínez, A. (2000). Situación de los nemátodos del café en Guatemala. In Memoria: Taller mejoramiento sostenible del café arábica por los recursos genéticos, asistido por los marcadores moleculares, con énfasis en la resistencia a los nemátodos. F. Anthony & E. Rodríguez eds, CATIE/IRD, San José, pp. 39. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/3035>
- Azpilicueta, C., y Aruani M. (2016). Nematodos: ¿qué beneficios aportan al suelo? *Experticia Revista de Divulgación Científica de la Facultad de Ciencias Agrarias. Consultado a,18.* https://experticia.fca.uncu.edu.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=23:nematodos-que-beneficios-aportan-al-suelo&catid=8&Itemid=121
- Balzarini, M., González, L., Tabalado, E., Casanoves, A., Di Rienzo, C., (2015). Infostat manual del usuario. Catie. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/10346/Manual_INFOSTAT_2008.pdf?sequence=1
- Carbajal, D. (2008). *Comparación de la dinámica poblacional de nematodos en el cultivo de piña (Ananas comosus) (L)* [Trabajo de graduación]. Repositorio instituto tecnológico de costarica. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2794/Comparaci%C3%B3n%20de%20la%20Dinamica%20Poblacional%20de%20nematodos%20en%20el%20cultivo%20de%20pi%C3%B1a%20%28Ananas%20Comosus%29%20%28L%29%20M2.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castellano, G., Casassa-Padrón, A. M., Ramírez-Méndez, R., Pérez-Pérez, E., Burgos, M. E., & Crozzoli, R. (2012). Nematodos fitoparásitos asociados a frutales estratégicos en el municipio Baralt del estado Zulia, Venezuela. *Fitopatología Venezolana*, 25, 2-6. https://www.researchgate.net/profile/Glady-Castellano/publication/281452574_articulos_nematodos_fitoparasitos_asociados_a_frutales_estrategicos_en_el_municipio_baralt_del_estado_zulia_venezuela/links/55e8add908ae3e1218424d88/articulos-nematodos-fitoparasitos-asociados-a-frutalesestrategicos-en-el-municipio-baralt-del-estado-zulia-venezuela.pdf
- Chávez, M. (2014). Densidad y diversidad de nematodos fitoparásitos y de suelo en sistemas orgánicos y convencionales de café en asocio con banano en el Valle Central y Occidental de Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7122/Densidad_y_diversidad_de_nematodos_fitoparasitos.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Dueñas, Santana, Concepción (2018). Incidencia de nemátodos formadores de agallas asociados a *Psidium guajava* L. *Instituto de Información Científica y Tecnológica*. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/journal/6378/637869149011/html/>

- Durán, J. y Guzmán, T. (2017). Comportamiento de nematodos fitoparásitos en dos sistemas de cultivo de tomate convencional en Costa Rica», *Revista Tecnología en Marcha*, 30(3), pp. 59–70.
https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/citationstylelanguage/get/harvard-citethem-right?submissionId=3273&publicationId=2790
- García, R., Noriega, S. (2001). Identificación y estudio de la dinámica poblaciones de la nematofauna asociada a cultivares de guayaba (*psidium guajaba* L.) en el municipio Zona Bananera, departamento de Magdalena. [Trabajo de tesis]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.unimagdalena.edu.co/items/d684d860-1e61-40e5b062-dd7a8cf78763>
- Gómez, E. (2019). *Identificación de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de café (coffea arabica l.) en la provincia de loja*. [Trabajo de tesis]. Repositorio institucional UNL-Ecuador.
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/22387/1/Erika%20Tatiana%20G%C3%B3mez%20Guayllas.pdf>
- Guzmán Piedrahita, O. A., y Castaño Zapata, J. C. (2010). *Identificación de nematodos fitoparásitos en guayabo (Psidium guajava L.), en el municipio de Manizales (Caldas), Colombia*. *Revista de la academia colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales*, 34 (130): 117-125. <https://xdoc.mx/preview/identificacion-de-nematodos-fitoparasitosen-5c2fbda44b3b4>
- Hernández, Cruz, G. y Tinoco, Arteta, J. (2017). *Producción y comercialización de la guayaba taiwanesa en el municipio La Concordia departamento de Jinotega. Periodo 2013-2016*. [Trabajo de Licenciatura]. Repositorio institucional UNAN- Managua. <https://repositorio.unan.edu.ni/4839/1/17809.pdf>
- Herrera, I. y Biljmakers.H. (1993). *Manual de prácticas de nematología agrícola*. Escuela de la Sanidad Vegetal. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 33 p.
- Ibáñez, J. (2011). Nematodos del Suelo: Grupos tróficos o Funcionales. Org.blogs. <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2011/04/12/137716>
- Javed, N., Khan, S. A., Ullah, Z., & Khan, H. U. (2012). Estimation of prevalence and population densities of plant parasitic nematodes associated with twelve fruit trees in Pakistan. *Pakistan Journal of Phytopathology*, 24(1), 63-68. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34071063/prevalence-zia-paperlibre.pdf?1404103599=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DESTIMATION_OF_PREVALENCE_AND_POPULATION.pdf&Expires=1670649913&Signature=PXelN7-8jVfW6PJWtC37NVzsaIqMFr1KSckFzFCOmby2819fU3grj9VJA7XAZK8z8laja4v7pQ~uUfDm7Q6fjwUMU5goU--GYmAScID3SHnVvrzVNY1VTUvxmax-88sH9aWjzbmvahClptI0JobEsJHRVkf5Sq1O38gCnelse9n-etN~fARACBeQVqf5DWqnQ6iHy3uNtPimHUDTI9VN7HjtNJfCIFV30sJ~wFQI30yM5GGm0La0NR5bu6VH~-rbaK055pZmFTfgQ~CNG4QLQ26nqYeYYmeJK29hPsZNabzYBGGcf4M2ET81MYfa5mMvUzOp3FO6FekpRgwcjyRmw__&Key-PairId=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

- Jacob y bezooijen. (1984). Practical work in nematology.
- Khan, M. R., Hassan, A., Ghosh, B., Das, B. Ghosh, S., & Ray, S. K. (2007). Diversity and community analyses of soil nematodes associated with guava from West Bengal, India. *Acta Hort*, 735, 483-488. Recuperado de: https://www.ishs.org/ishs-article/735_65
- Lamovšek, J., Urek, G. & Trdan, J. (2013). Biological Control of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.): Microbes against the Pests. *Acta agriculturae Slovenica*, 101(2), 263-275. Recuperado de <http://agris.fao.org/agrissearch/search.do?recordID=US201600079119>
- Madhu MR, Verma KK and Vinod Kumar. (2019). Distribution, prevalence and intensity of guava decline in western Haryana. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 2019; 7(4): 521-524. https://scholar.google.com.ni/scholar?q=Distribution,+prevalence+and+intensity+of+guava+decline+in+western+Haryana&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart
- Mendoza, D. y Moreno, E. (2014): *Rendimiento y análisis económico en el cultivo de guayaba (Psidium guajava L.) utilizando tres dosis de vermicompost, Managua, 2012* [Tesis de graduación, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01m539r.pdf>
- Mondino, E. (2015) Nematodos edáficos en verduras y frutas provenientes del cinturón frutihortícola del...Asociación Argentina de ciencias del suelo, 33(2).https://www.researchgate.net/profile/Eduardo-Mondino/publication/309070636_Edaphic_nematodes_in_vegetables_and_fruits_from_the_horticultural_belt_of_general_Pueyrredon_district_Buenos_Aires_province/links/5953c057aca272a343e5f12e/Edaphic-nematodes-in-vegetables-and-fruits-from-thehorticultural-belt-of-general-Pueyrredon-district-Buenos-Aires-province.pdf
- Moosavi, M. R. (2012). Nematicidal effect of some herbal powders and their aqueous extracts against *meloidogyne javanica*. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/236260488_Nematicidal_effect_of_some_herbal_powders_and_their_aqueous_extracts_against_meloidogyne_javanica
- Moreno, C., Barragán, F., Pineda, E., Pavon, N. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. 82(4) 1870-3453 https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S18703453201100040019
- Mukhtar, T., Arshad, M., Zameer, M. & Naveed, M. (2014). Evaluation of resistance to rootknot nematode (*Meloidogyne incognita*) in okra cultivars. *Crop Protection*, 56(1), 2530. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/.../S0261219413002652>
- Peña, R. Mendieta, J. (S.F.). Nematodos fitopatógenos. Uptc. Recuperado de:

<https://virtual.uptc.edu.co/ova/fito/archivo/NEMATODOS.pdf>

- Peña-Prades, M., Olivares-Reyes, N., Rodríguez-Regal, M., Peña-Rivera, L., Cobas-Elías, A., Cervera-Duverger, G., y Barquié-Pérez, O. (2018). *Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de la caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) en la provincia Guantánamo, Cuba*. Repositorio Digital. <http://repositorio.geotech.cu/jspui/handle/1234/3757>
- Peraza, W. P. (2010). Nematofauna asociada al cultivo de café (Coffea arabica) orgánico y convencional en Aserrí, Costa Rica. *Ingenierías & Amazonia*, 3(2). [https://scholar.google.es/scholar?lookup=0&q=Nematofauna+asociada+al+cultivo+de+caf%C3%A9+\(coffea+arabica\)+org%C3%A1nico+y+convencional+en+Aserr%C3%AD,+Costa+Rica.&hl=es&as_sdt=0,5](https://scholar.google.es/scholar?lookup=0&q=Nematofauna+asociada+al+cultivo+de+caf%C3%A9+(coffea+arabica)+org%C3%A1nico+y+convencional+en+Aserr%C3%AD,+Costa+Rica.&hl=es&as_sdt=0,5)
- Piedrahita, Ó. A. G., Zapata, J. C., y Estrada, B. V. (2012). Principales nematodos fitoparásitos y síntomas ocasionados en cultivos de importancia económica. *Estimación histopatológica del grado de infección inducido por Stagonosporanodorum (berk.) castellani & germano en plántulas de trigo (Triticum aestivum L.)*, 38 [http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/Agronomia%2020\(1\)completa.pdf#page=38](http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/Agronomia%2020(1)completa.pdf#page=38)
- Rivera, Agustín Cobas-Elías, Gerardo Cervera-Duverger, Odalis Barquié-Pérez (2018): Nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en la provincia Guantánamo, Cuba. SCIELO. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362018000100001
- Rocha Rocha, L. B. (2018). Identificación de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de rosa (rosa sp), en el sector Lasso provincia de Cotopaxi (Bachelor'sthesis). <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/28377>
- Romero, E. M., Castilla Díaz, E. E., y Paramo, C. M. (2016). *Comunidades de nematodos de vida libre del suelo y su correspondencia con la calidad*. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/319340345_Comunidades_de_nematodos_de_vida_libre_del_suelo_y_su_correspondencia_con_la_calidad
- Rueda, E. Holguín R. Preciado, P. Hernández, M. Hernández, L. y Ruiz F. (2015). Identificación y dinámica poblacional de nemátodos fitoparásitos asociados a la halófita *Salicornia bigelovii* (Torr.) en el noroeste de México.6 (4), 707-720.
- Salazar-Antón, W., & Guzmán-Hernández, T. D. J. (2013). Efecto de poblaciones de *Meloidogyne* sp. en el desarrollo y rendimiento del tomate. *agronomía mesoamericana*, 24(2), 419-426. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S165913212013000200018&lng=en&tlng=es.
- Sánchez, S. y Talavera. (2013). Los nematodos como indicadores ambientales en agroecosistemas. revista científica de ecología y medio ambiente, 22(1). <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/765/693>
- Sistema de información agropecuaria (2022). *El cultivo de guayaba*.

https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_guayaba.asp#:~:text=%2D%20Ra%C3%ADz%3A%20Presentan%20una%20ra%C3%ADz%20principal,planta%20tienen%20un%20efecto%20alelop%C3%A1tico

- Sistema de información agropecuaria. (s.f.). El cultivo de la guayaba. Visitado el 7 de marzo 2022. Disponible en: https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_guayaba.asp#menuHeaderSectos
- Talavera-Rubia, M. (2003). Manual de nematología agrícola Recuperado el 11-7-2022. Disponible en: <http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=CONTSP722ZI4569&id=4569>
- Talavera, M. Salmerón, T. Chiroso, M. Fernández, M. y Verdejo, L. (2014). Nematodos fitoparásitos en cultivos hortícolas. https://www.researchgate.net/publication/322386863_Nematodos_fitoparasitos_en_cultivos_hortícolas
- Valdez, J. E., Díaz, C., Monge, K. A., Rivas-Flores, A., Cienfuegos, M., y Aguirre-Castro, C. (2018). Comunidades y grupos funcionales de nemátodos indicadores de la calidad del suelo en dos sistemas de manejo de cafetal en la zona oriental de El Salvador. *Revista Agrociencia*, 2(08), 31-42. <https://www.agronomia.ues.edu.sv/agrociencia/index.php/agrociencia/article/view/1>