



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA PESCA Y
VETERINARIA

CARRERA DE AGROPECUARIA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo de Integración Curricular, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

TEMA:

Evaluación de la infestación de nematodos fitoparásitos en los arrozales de Guayas y Los Ríos.

AUTORA:

Joselyn Lisette Chorlango Molina

TUTORA:

Ing. Agr. Emma Lombeida García, PhD.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2024

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	VII
ABSTRACT	VIII
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Contextualización de la situación problemática	1
1.1.1 Contexto Internacional	1
1.1.2 Contexto Nacional.....	1
1.1.3 Contexto Local	2
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos de investigación	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Hipótesis.....	4
CAPITULO II.- MARCO TEORICO.....	5
2.1. Antecedentes.....	5
2.2. Bases teóricas	6
2.2.1. Cultivo del arroz	6
2.2.2. Importancia del cultivo de arroz.....	7
2.2.3. Nematodos fitoparásitos	8
2.2.4. Principales nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de arroz	9
2.2.5. Importancia de realizar análisis nematológico en zonas productoras de arroz.....	15

2.2.6. Impacto de los nematodos en el cultivo de arroz	16
2.2.7. Factores que influyen en la distribución.....	16
CAPITULO III. METODOLOGÍA.....	18
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	18
3.2 Operacionalización de variables.	18
3.3. Población y muestra de investigación.....	19
3.3.1 Población	19
3.3.2 Muestra.....	20
3.4 Técnicas e instrumento de medición.....	20
3.4.1 Técnicas	20
3.4.2 Instrumentos.....	20
3.5 Procesamiento de datos	21
3.6 Aspectos éticos.....	21
CAPÍTULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
4.1. Resultados	23
4.1.1. Distribución de los nematodos fitoparásitos asociados a los arrozales de las provincias Guayas y Los Ríos.....	23
4.1.2. Niveles de infestación de los nematodos fitoparásitos en las zonas arroceras.	24
4.1.3: Géneros de nematodos fitoparásitos en muestras de suelo asociados al cultivo de arroz de las provincias Guayas y Los Ríos.....	25
4.2. Discusión	28
CAPÍTULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29
5.1. Conclusiones.....	29

5.2. Recomendaciones.....	29
REFERENCIAS.....	30
ANEXOS	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 : <i>M. graminícola</i>	11
Figura 2: <i>Pratylenchus</i> spp	13
Figura 3: <i>Hirschmanellia</i>	15

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variable dependiente e independiente.....	18
Tabla 2: Datos y coordenadas geográficas de las muestras colectadas.....	19
Tabla 3: Escala para calificar la infestación de nematodos en arroz.....	20
Tabla 4: Densidad poblacional de nematodos en 100 cm ³ de suelo, en 18 localidades arroceras de la provincia del Guayas y Los Ríos.	24

RESUMEN

Los nematodos son organismos microscópicos que pueden afectar significativamente a los cultivos de arroz, provocando importantes pérdidas de rendimiento del cultivo, los principales nematodos que afectan al arroz en Ecuador son *Hirschmanellia spp*, *Meloidogyne, g*, *Aphelenchoides b*, que pueden llegar a causar hasta un 90% de pérdidas, para evitar poblaciones altas de los nematodos se requiere la implementación de medidas preventivas y estrategias de control por tanto esta investigación tiene como objetivo Evaluar los niveles de infestación de nematodos fitoparásitos en suelos arroceros, utilizando técnicas de muestreo y análisis cuantitativo de las Provincias Guayas y Los Ríos. La metodología usada es la modalidad de investigación cuantitativa y cualitativa con datos originados de campo y laboratorio siendo un tipo de investigación de campo y no experimental, mediante un muestreo de suelo en las 20 localidades arroceras de la provincia Guayas y los Ríos para evaluar los niveles de infestación de nematodos fitoparásitos en suelos arroceros. En las provincias de Los ríos y Guayas, se encontró una alta presencia de nematodos perjudiciales para los suelos de arroz, los géneros *Meloidogyne*, *Hirschamniella* y *Pratylenchus* fueron los más comunes siendo *Meloidoyne* el más abundante, las localidades de Pimocha, FACIAG, Pueblo Viejo y Daule presentaron mayor infestación de nematodos. En la provincia de Los Ríos el resultado dio como zona más afectada que la provincia de Guayas, un problema es el uso de semillas recicladas por parte de los agricultores de cada zona, los nematodos son organismos dañinos que reducen el rendimiento y afectan severamente en la producción de arroz mencionado en dichas regiones.

Palabras clave: Arroz, infestación, nematodos y suelo.

ABSTRACT

Nematodes are microscopic organisms that can significantly affect rice crops, causing significant losses in crop yield, the main nematodes that affect rice in Ecuador are *Hirschmanellia spp*, *Meloidogyne*, *Aphelenchoides*, which can cause up to 90% losses, to avoid high populations of nematodes, the implementation of preventive measures and control strategies is required, therefore this research aims to evaluate the levels of infestation of phytoparasitic nematodes in rice soils, using sampling techniques and quantitative analysis of the Guayas and Los Ríos Provinces. The methodology used is the quantitative and qualitative research modality with data originating from the field and laboratory, being a type of field and non-experimental research, through soil sampling in the 20 rice-growing localities of the Guayas and Los Ríos provinces to evaluate the levels of infestation of phytoparasitic nematodes in rice soils. In the provinces of Los Ríos and Guayas, a high presence of nematodes harmful to rice soils was found, the genera *Meloidogyne*, *Hirschamniella* and *Pratylenchus* were the most common, being *Meloidoyne* the most abundant, the localities of Pimocha, FACIAG, Pueblo Viejo and Daule presented greater infestation of nematodes. In the province of Los Ríos, the result was as a more affected area than the province of Guayas, a problem is the use of recycled seeds by farmers in each area, nematodes are harmful organisms that reduce yield and severely affect the production of rice mentioned in these regions.

Keywords: Rice, infestation, nematodes and soil.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Contextualización de la situación problemática

1.1.1 Contexto Internacional

El arroz (*Oryza sativa*) a nivel mundial, es un cultivo que tiene una repuesta rápida sobre la escasez de productos agropecuarios, siendo disponible para el consumo humano, siguiéndole el trigo siendo un de las fuentes de proteínas como la carne y el pescado, que son de mucha importancia en la dieta, en Ecuador es un productos básico de la canasta familiar la cual lo producen los pequeños y grandes agricultores, siendo Los Ríos una de las provincias con menor rendimiento del país, con el 63% de productores que se ven afectados por plagas y enfermedades, lo que da como resultado una disminución continua de la producción de arroz con problemas económicas y sociales (MAG 2019).

Los nematodos son seres vivos microscópicos con forma alargada y sección cilíndrica con los dos extremos puntiagudo, cuyas hembras en ciertos géneros, presentan un ensanchamiento que les confiere formas distintivas; para alimentarse perforando los tejidos vegetales de las plantas usando su estilete haciendo daño dentro y fuera de las plantas, los que los clasifica en endo y ectoparásitos; los análisis nematológicos que son tomados del suelo y cultivos pueden determinar las poblaciones y diversidad de nematodos fitoparásitos(géneros y especies) presentes en la plantación, dando éxito a su establecimiento para recomendar medidas de control adecuadas (Guiñez y González).

1.1.2 Contexto Nacional

La mayoría de los cultivos estudiados han demostrado que las plantas de arroz están asociadas con alrededor de 35 géneros y 130 especies de nematodos dentro de los cuales: *Aphelenchoides*, *Meloidogyne graminicola*, *Pratylenchus*, *Hirschmanniella* y *Ditylenchus angustus*, son los nematodos económicamente significativos que causan pérdidas en los cultivos afectando significativamente a las

plantas cultivadas en diferentes condiciones y tiene una amplia gama de patogenicidad, los nematodos *Hirschmanniella* y *M. graminícola* son los que han causado mayores pérdidas en los arrozales.

1.1.3 Contexto Local

Según Ordoñez (2020), menciona que en el Ecuador los principales problemas de nematodos que están presentes en los cultivos es en condiciones de riego, están concentrados en las provincias de Guayas y Los Ríos, juegan un papel crucial en la agricultura siendo responsable de las pérdidas de rendimiento que pueden alcanzar un 90%, entre los nematodos de mayor relevancia económica y más prevalentes en los campos de arroz, son los lesionadores de raíces como: *Hirschmanniella* y *M. graminícola* seguidos por los nematodos que afectan a las hojas y granos *Aphelenchoides*; el manejo de nemátodos implica la implementación de medidas preventivas y estrategias de control es decir que incluya la rotación de cultivos, el uso de variedades resistentes, la aplicación de prácticas de (MIP) y el uso de nematicidas cuando sea necesario.

1.2. Planteamiento del problema

Siendo el arroz, es uno de los cultivos más antiguos del mundo, donde se ha cultivado en más de 111 países y tiene una gran importancia económica y social en Ecuador, su cultivo abarca desde el nivel del mar hasta altitudes elevadas, lo que implica enfrentar diversas condiciones climáticas, tipos de suelo y amenazas de enfermedades y plagas que han estado en constante evolución junto con su especie a lo largo de la historia (FAO 2015).

El problema de los nematodos no es sólo la reducción del crecimiento de las plantas y el amarillamiento de los macollos, sino también la cuestión de la sinergia con otros patógenos, el daño mecánico causado por los nematodos y los cambios bioquímicos que inducen en las defensas de las plantas pueden facilitar la entrada de hongos, bacterias y virus, lo que lleva al desarrollo de otro tipo de patosistema que involucra pudrición de raíces y tallos, esto puede resultar no sólo en pequeños

brotos, sino también en la posible propagación a más plantas, aumentando la tasa de incidencia de la enfermedad en el campo (Guzmán 2018).

La producción de arroz en el Ecuador se ve significativamente afectada por los nematodos parásitos de las raíces. Desde los inicios de la Revolución Verde ha fomentado nuevas prácticas agrícolas (por ejemplo, monocultivo intensivo, variedades de arroz de alto rendimiento) para responder a la alta demanda de arroz; sin embargo, estos métodos han promovido una amplia distribución en las principales zonas arroceras del país ocasionando pérdidas significativas a pequeños y medianos productores.

En este análisis se brinda información de mucha importancia para el desarrollo de la planificación de manejo adaptadas para las condiciones locales, además se toma en consideración los factores ambientales y sobre todo las prácticas agrícolas que nos ayuda a contribuir a la propagación de dichos nematodos ya mencionados, de esta manera, se pretende contextualizar la presencia de los nematodos en el cultivo de arroz, señalando un posible efecto en la producción agropecuaria y abordar eficazmente esta problemática.

1.3. Justificación

Actualmente existen pocos estudios sobre la presencia de nematodos en los cultivos de arroz en Ecuador, lo que me ha llevado a la necesidad de generar información sobre su situación y los problemas que puede surgir sino se detectan a tiempo, por esta razón se están realizando investigaciones adicionales sobre las características de los nematodos y los efectos de su ataque en el cultivo de arroz, la información propuesta en línea será invaluable para establecer una base sólida que nos ayude como referencia para futuros estudios acerca de la presencia de nematodos en el cultivo de arroz.

Los métodos para reducir la población de nematodos en el cultivo de arroz bajo condiciones de riego incluyen el uso de productos químicos, biológicos como (bacterias hongos parasitarios), prácticas culturales como la rotación de cultivos y la aplicación de productos orgánicos, dada la importancia de los nematodos en la

disminución del rendimiento, es crucial investigar y analizar estos métodos para determinar cuál es el más efectivo, además se recomienda capacitar a los productores para detectar y controlar estos patógenos, lo que contribuirá a una agricultura sustentable a largo plazo.

La importancia de investigar el control biológico de nematodos fitoparásitos en el cultivo de arroz, especialmente en sectores como la costa, existen estrategias que podrían ayudar a manejar estos patógenos en los cultivos como; realizar un monitoreo constante en las poblaciones de nematodos en el suelo mediante análisis nematológicos, esto permitirá identificar y cuantificar los nematodos existentes en dichos cultivos.

1.4. Objetivos de investigación

1.4.1. Objetivo general

Evaluar los niveles de infestación de nematodos fitoparásitos en suelos arroceros, utilizando técnicas de muestreo y análisis cuantitativo de las Provincias Guayas y Los Ríos.

1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar la distribución de los nematodos fitoparásitos asociados a los arrozales de las provincias Guayas y Los Ríos.
- Evaluar los niveles de infestación de los nematodos fitoparásitos en las zonas arroceras.
- Identificar los géneros de nematodos fitoparásitos en muestras de suelo en las provincias de Guayas y Los Ríos donde se concentra el cultivo de arroz, identificando los nematodos asociados.

1.5. Hipótesis

Hipótesis Nula (H0): No hay diferencias significativas en la cantidad de nematodos en los suelos de las 20 localidades arroceras en las provincias Guayas y Los Ríos.

Hipótesis Alterna (H1): Hay diferencias significativas en la cantidad de nematodos en los suelos de las 20 localidades arroceras en las provincias Guayas y Los Ríos.

CAPITULO II.- MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

En el año 3000 a. C, los textos chinos ya mencionan el arroz como un ritual religioso importante para los emprendedores, el emperador Shannon, donde su pueblo lo consideraba el padre de la agricultura y la medicina, fue el primero en cultivar arroz, de los cinco cultivos de la dieta china, el arroz es el más importante, según otros textos, entre el 3000 y el 4000 a. C, el arroz ha sido descubierto en la cuenca del rio Yangtze (Angladette 1969).

En Ecuador el nematodo agallador se considera una de las plagas más significativas, especialmente en las provincias de Guayas y Los Ríos, donde tiene un mayor impacto económico considerable que se encuentra ampliamente extendido en las áreas del cultivo de arroz; de los siguientes nematodos del género *Pratylenchus spp.* Son relevantes debido a su concentración en las raíces de los cultivos (Triviño y Velasco 2013).

El nematodo endoparásito *Meloidogyne g* se alimenta solo dentro de la raíz de su hospedero, tiene una morfología de hembra en forma de pera con un cono vulvar, la partenogénesis es el proceso por el cual este nematodo se reproduce, produciendo huevos que liberan una sustancia gelatinosa en la superficie de la corteza radicular, estos nematodos perforan la raíz donde inducen la formación células gigantes que secretan enzimas durante el proceso de alimentación lo que lleva la formación de nódulos en tres días (Rao y Israel 1971).

El nematodo *Pratylenchus spp*, también conocido como lesionador de raíces se alimenta a través de las raíces utiliza su estilete, una estructura en forma de aguja, para penetrar las células, permitiendo el nematodo acceder contenido de las células, una vez que han penetrado las células de la raíz, los nematodos inyectan enzimas digestivas que descomponen el contenido celular, convirtiéndolo en una

masa líquida que pueden succionar y consumir, destruyen las células de la raíz causando necrosis y lesiones visibles en las raíces del arroz, estas lesiones afectan la capacidad de la planta para absorber agua y nutrientes (Angladette 1969).

El nematodo *Hirschmanniella spp.*, conocido como el nematodo del tallo o nematodo migratorio de la raíz del arroz, tiene un modo de alimentación que también aplica la penetración y destrucción de las células de la raíz del arroz, utiliza su estilete para perforar las células de la raíz del arroz, el estilete les permite abrir las paredes celulares y acceder al contenido interno de las células de la raíz, una vez que el estilete ha perforado la célula, el nematodo inyecta enzimas digestivas en la célula, mientras se alimentan los nematodos también se reproducen dentro de las raíces, las hembras depositan huevos que eclosionan en juveniles, los cuales continúan el ciclo de penetración y alimentación (Rao y Israel 1971).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Cultivo del arroz

El cultivo del arroz se originó hace aproximadamente 10 000 años en regiones húmedas de Asia tropical y subtropical, si bien hay evidencias donde la India pudo haber sido el primer lugar donde se cultivó arroz debido a la abundancia de variedades silvestres, su desarrollo y propagación a gran escala se originó principalmente en China, extendiéndose desde las tierras bajas hasta las altas, es probable que el arroz asiático haya sido introducido en otros continentes y regiones del mundo a través de distintas rutas (InfoAgro 2018).

La producción de arroz se divide en varias categorías según las condiciones de cultivo las cuales son el arroz irrigado de tierras bajas que son donde se cultivan las áreas inundadas y abarca aproximadamente 79 millones de hectáreas, el secano de tierras bajas es donde se cultiva en campos que no se inundan con agua y ocupa alrededor de 54 millones de hectáreas, en el propenso a inundaciones se va cultivando en áreas que experimentan inundaciones temporales, con una extensión de 11 millones de hectáreas, y el arroz en secano es donde se desarrolla en zonas de la lluvia es el único recurso para suministrar agua al cultivo cubriendo alrededor de 14 millones de hectáreas (Bouman *et al.* 2007).

Es relevante destacar que la producción varía según la región y el sistema de producción, como referencia en tierras la producción se encuentra en el rango de 2 a 6 toneladas por hectárea, en sistemas de riego por aspersión en Argentina, los rendimientos oscilan entre 5 a 7,5 toneladas por hectárea, dependiendo del sistema agrícola y la precipitación, además en el caso del arroz inundado en Argentina, la cosecha alcanza las 10 toneladas por hectárea (Kraemer *et al.* 2012).

Taxonomía del arroz

La taxonomía del arroz de acuerdo con Valladares (2010), es la siguiente:

***Reino:** *Plantae*

***Subreino:** *Tracheobionta*

***División:** *Magnoliophyta*

***Clase:** *Liliopsida*

***Subclase:** *Commelinidae*

***Orden:** *Poales*

***Familia:** *Poaceae*

***Subfamilia:** *Ehrhartoidea*

***Tribu:** *Oryzeae*

***Género:** *Oryza*

***Especie:** *Sativa L.*

2.2.2. Importancia del cultivo de arroz

El cultivo de arroz desempeña un papel crucial en la agricultura ecuatoriana, sin embargo enfrenta desafíos significativos en términos de producción de grano por hectáreas, la falta de evaluación de las variedades del arroz y su adaptabilidad resulta en la pérdida de información valiosa sobre su potencial productivo, además la selección de materiales genéticos y variedades resistentes o tolerantes a

factores bióticos y abióticos es fundamental para reducir la propagación de enfermedades y plagas en los cultivos, evaluar estas variedades también permite identificar las más adecuadas (Cortéz y León 2016).

El arroz es ampliamente extendido en Ecuador, ocupando más de un tercio de la superficie destinada a cultivos temporales, además es uno de los alimentos fundamentales en la dieta diaria de muchos ecuatorianos debido a su alto valor nutricional, en el año 2019 la producción de arroz en cascara alcanzó 1,1 millones de toneladas aunque esto representó una disminución del 18,5% en comparación con el año anterior, la provincia de Guayas lidera en la producción, concentrando el 68% del total de producción de arroz (ESPAC 2023).

2.2.3. Nematodos fitoparásitos

Los nematodos fitoparásitos son microorganismos pluricelulares que se asemejan a lombrices, aunque algunas hembras adultas tienen una forma más abultada, estos nematodos son abundantes en campos cultivados de Ecuador y junto con otros factores bióticos y abióticos limitan la producción agrícola, se han identificado especies de nematodos que antes eran desconocidas como causantes de daños a los cultivos y que actualmente están causando pérdidas económicas significativas, a menudo los agricultores pasan por alto estos diminutos animales debido a que sus síntomas no son específicos en la mayoría de los géneros (Ravichandra 2008).

Los nematodos presentan un desafío importante, especialmente en la agricultura de subsistencia, en campos donde el monocultivo es común como en las plantaciones de arroz bajo riego, el manejo de nematodos se dificulta debido a las altas poblaciones y la falta de cultivos para rotar, los nematodos de plantas disminuyen la producción agrícola mundial en aproximadamente un 11%, lo que equivale a millones de toneladas de alimentos al año, dada la amenaza los nematodos con otras plagas y enfermedades es crucial cuantificar los problemas nematológicos mediante la mejora de los métodos de identificación en el campo y análisis en laboratorios (INIAP 2019).

2.2.4. Principales nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de arroz

Los nematodos fitoparásitos son un desafío importante en el cultivo de arroz, a nivel mundial aproximadamente el 76% del área dedicada a este cultivo esta infestada con densidades nocivas de estos microorganismo, más de 100 especies de nematodos fitoparásitos como un secano, algunos de los géneros reportados incluyen *Aphelenchoides*, *Helicotylenchus*, *M. graminicola*, *Pratylenchus*, etc, estos nematodos pueden causar pérdidas significativas en la producción, aunque medir su impacto exacto es complicado debido a la interacción con otros patógenos (Rayichandra 2008).

2.2.4.1. *M. graminicola*

M. graminicola, se trata de un endoparásito sedentario con una morfología ovoide similar a un limón y presenta un cono vulvar, durante ataque este organismo provoca distintos síntomas como la formación de pequeñas agallas en forma de gancho en los extremos de las raíces durante su ataque (Rengendran 2004).

El nematodo *M. graminicola* es un endoparásito sedentario que se alimenta exclusivamente dentro de las raíces y permanece en un lugar fijo, las hembras con una morfología similar a una pera con conos vulvares, estos nematodos se reproducen mediante partenogénesis, liberando huevos gelatinosos en la superficie de la corteza radicular, a lo largo de sus ciclo de vida la tasa de reproducción oscila entre 400 y 1200 huevos, los cuales se desarrollan en nematodos juveniles (J) o de segundo estadio (J2) que son los únicos que pasan la mayor parte de su vida en el suelo, la penetración en las raíces y la liberación de enzimas durante el proceso de alimentación pueden inducir a la formación de agallas (Triviño 2007).

Taxonomía del nematodo

Según Wouts (1979) la clasificación taxonómica es la siguiente:

***Phylum:** *Nematoda*

***Clase:** *Secernentea*

***Orden:** *Tylenchida*

***Superfamilia:** *Tylenchoidea*

- *Familia:** *Meloidogynidae*
- *Subfamilia:** *Meloidogyninae*
- *Género:** *Meloidogyne*
- *Especie:** *graminícola*

M. graminícola presenta una vida útil significativamente más breve en comparación con otras especies, su ciclo de vida dura menos de 19 días a temperaturas entre 22 y 29°C y está fuertemente influenciado por las estaciones del año lo que afecta directamente el tamaño de población, además la duración de su ciclo también está relacionada con la temperatura: a mayor temperatura, menor es su periodo de vida y viceversa, la interacción entre la sensibilidad del huésped y las diferentes especies de nematodos también desempeña un papel importante en su ciclo de vida (Hernandez 2012).

Ciclo de vida de *M. graminícola*

En Bangladesh, *M. graminícola* presenta un ciclo de vida inferior a 19 días en cultivos de arroz cuando las temperaturas oscilan entre 22-29 °C; en los Estados Unidos de América el ciclo de vida se extiende de 23-27 días a 26°C, mientras que en India varía entre 26 y 51 días dependiendo de la temporada, el segundo estadio juvenil (J2) es la fase infectiva, en la cual el nematodo invade los extremos de las raíces de arroz, las hembras se desarrollan dentro de las raíces y depositan principalmente sus huevos en la corteza radicular, los juveniles pueden permanecer en la masa gelatinosa materna o migrar a los tejidos de la raíz, que les permite multiplicarse continuamente dentro del huésped (Lezaun 2016).

Las condiciones ambientales adecuadas para el desarrollo de nematodos del género *M. graminícola* incluyen suelos livianos con una buena humedad y temperatura en el rango de 25 a 30°C, si las temperaturas se encuentran fuera de este intervalo, la maduración de las hembras se verá afectada, los microorganismo eclosionan huevos en la zona radicular de las plantas y atraviesan cuatro etapas de pupa y muda, el juvenil denominado J2 es infeccioso y se asemeja a un macho adulto, aunque de menor tamaño, durante la última muda, las hembras adquieren una forma esférica, mientras que los machos que no se alimentan permanecen

uniformes y establecen una relación pasiva con sus huéspedes (Lezaun 2016). En la **Figura 1**, se muestra el ciclo de vida de *M. graminicola*.



Figura 1. *M. graminicola*

Fuente: Epo Global Database (2020)

Distribución de *M. graminicola*

En Ecuador el nematodo *M. graminicola* fue identificado por primera vez en 1987 en una plantación de arroz de la variedad *Oryzica 1* en la hacienda Sausalito establecida en el cantón Puerto Inca que pertenece a la provincia de Guayas, en el mismo año el INIAP realizó monitoreos en las provincias del Manabí, Guayas y Los Ríos, pero no se encontró presencia del nematodo en ninguna otra plantación de gramíneas, en el año 2000 el nematodo se había extendido por todas las zonas de cultivo de arroz en la provincia de Guayas, en el año de 2002 se encontró en la provincia de Los Ríos (Pokhrel 2007).

2.2.4.2. *Pratylenchus* spp

El nematodo endoparásito migratorio, conocido como nematodo lesionador es infeccioso en su segundo estado juvenil, tanto para las hembras como para los machos, los síntomas incluyen disminución del tamaño de la planta, con un ciclo vegetativo alargado, reducción en el tamaño y número de hojas así como una disminución en la vida productiva de la plantación, en las raíces causa una lesión roja al penetrar la corteza y en lesiones más antiguas estas se vuelven necróticas,

negras o púrpuras en el tejido epidermal y cortical, a menudo esto conduce a la ruptura de las raíces permitiendo la invasión de otros microorganismos (Suárez y Rosales 2004).

Taxonomía del nematodo

La clasificación taxonómica es la siguiente.

***Orden:** *Tylenchida*

***Suborden:** *Tylenchida*

***Superfamilia:** *Tylenchoidea*

***Familia:** *Pratylenchidae*

***Subfamilia:** *Pratylenchinae*

***Género:** *Pratylenchus*

Las especies de *Pratylenchus* son fácilmente identificables debido a sus características generales distintivas, estos nematodos son alargados con longitudes que varían entre 340 μm y 800 μm y con un coeficiente de longitud/ancho de 15/35, *Pratylenchus* spp se caracteriza por su cabeza plana, una armadura resistente craneal y un estilete pequeño y ancho de 14-20 μm de longitud con un nudo basal prominente, las glándulas esofágicas se superponen con el intestino en la parte ventral, el poro excretor se encuentra cerca de la unión esófago-intestinal, la vulva está ubicada aproximadamente al 70-80% de la longitud total del cuerpo, cuando están presentes los machos son más pequeños que las hembras (Thorne 1961).

Ciclo de vida de *Pratylenchus* spp.

El ciclo de vida de los nematodos del género *Pratylenchus* sigue una secuencia específica, los huevecillos se depositan en las raíces y una vez eclosionan, los nematodos experimentan tres mudas adicionales hasta convertirse en adultos ya sean hembras o machos, estos adultos son infectivos para las raíces, el *Pratylenchus* ataca la corteza de la raíz provocando una disminución en el sistema radicular y lesiones en las raíces afectadas, los tejidos corticales inválidos colapsan y se desintegran, a veces los nematodos abandonan las lesiones antes de que la raíz se descomponga por completo y atacan otras raíces (Coyne y Verdejo 2017).

Los nematodos fitoparásitos son organismo que se desplazan libremente y no tienen una fase específica de infestación, tanto los adultos como las larvas de diferentes edades, se encuentran en el interior y exterior de las raíces,, la reproducción en este género es sexual y el ciclo completo dura aproximadamente 5 semanas, dependiendo de la temperatura y el hospedero, los huevos se depositan en los tejidos de las raíces y eclosionada cuando el nematodo alcanza el segundo estado juvenil (Dropking 1980). En la **figura 1**, se demuestra los síntomas y daños que causa el nematodo *Pratylenchus*.



Figura 2: *Pratylenchus* spp
Fuente: Jairo Castaño (2024).

2.2.4.3. *Hirschmanniella*

Es un nematodo que daña las raíces y se encuentra con mayor frecuencia en los campos de arroz regadío, es especialmente común en sitios con una historia extensa sobre el cultivo de arroz donde las plantas están constantemente inundadas, este nematodo se adapta perfectamente a las condiciones de inundación y puede sobrevivir incluso en ambientes con ausencia temporal o completa de oxígeno disuelto, este microorganismo es una plaga muy devastadora en el campo de arroz debido a su adaptación a las condiciones de inundación (Unknown 2016).

Taxonomía del nematodo lesionador de raíz.

La clasificación taxonómica es la siguiente según (Bauters *et al.* 2020).

***Nombre científico:** *Hirschmanniella oryzae*

***Nombre común:** Nematodo de la raíz del arroz

***Dominio:** Eucariota

***Reino:** *Metazoa*

***Filo:** *Nematoda*

***Familia:** *Pratylenchidae*

***Género:** *Hirschmanniella*

Ciclo de vida de *Hirschmanniella*

Hirschmanniella. presenta diferencias sexuales lo que significa que los sexos están separados es decir bisexual, después de la fertilización las hembras adultas depositan huevos de forma ovalada principalmente dentro de la corteza de la raíz, estos huevos miden entre 66 y 72 μm de largo por 26 a 40 μm de ancho y eclosionan después de 4 a 5 días se encuentran dentro de la raíz, durante su desarrollo pasan por cuatro mudas, la primera ocurre en el huevo y la segunda es la etapa de eclosión juvenil durante la cual emigran y se alimentan de células en la corteza, luego completan dos mudas adicionales antes de emerger como desarrolladas y el ciclo de vida de *H. oryzae* lleva aproximadamente un mes desde el huevo hasta la fase adulta (Coyne y Verdejo 2017).

Síntomas y Daños

Los síntomas de la infección no son fácilmente identificables en los tejidos sobre el suelo, durante una infección el arroz ha sido ampliamente estudiado se ha demostrado que *Hirschmanniella* puede penetrar en cualquier parte de las raíces laterales delgadas, los nematodos pueden ingresar completamente a la raíz por simplemente sus cabezas en la corteza mientras migran a través de ella, es posible encontrar a este nematodo alimentándose de células corticales o heces vasculares, en cualquier punto dentro de la raíz no obstante presentan una preferencia hacia la alimentación celular en la base de los pelos radiculares lo que conlleva a la destrucción de los últimos (Bongers 2018).

Las raíces enfermas pueden mostrar inicialmente un color amarillento o marrón, que se oscurece, las raíces muy afectadas se descomponen después de volverse marrones o negras los síntomas del subsuelo inician con la aparición de pequeñas lesiones de color marrón en los sitios donde los nematodos han perforado la superficie y causado infestación, posteriormente las células epidérmicas afectadas pueden experimentar necrosis lo que puede dar lugar a la formación de cavidades en el interior de las raíces debido al daño en las células corticales, en la parte foliar la planta adquiere un tono amarillento lo que resulta en un gran número de granos vanos, estos daños pueden garantizar una pérdida hasta el 20% (Icochea 2016).

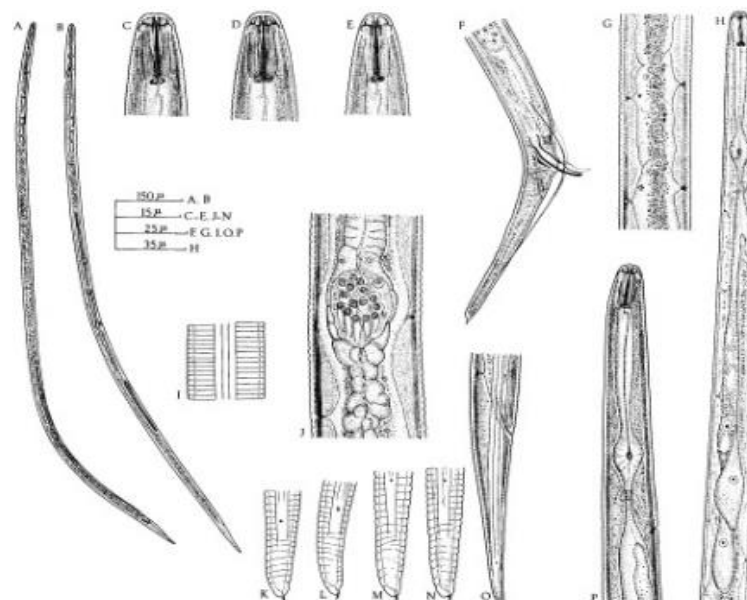


Figura 3: *Hirschmanella*

Fuente: Cabi Digital Library (2021).

2.2.5. Importancia de realizar análisis nematológico en zonas productoras de arroz

Los análisis nematológico en el cultivo de arroz es esencial para garantizar la calidad e inocuidad del producto, los productores están aumentando los controles de sus cultivos para satisfacer las nuevas exigencias de los mercados también encontramos sobre los nematodos y el cultivo de arroz donde dice que los nematodos son microorganismos que pueden afectar la salud de las plantas de

arroz, el análisis nematológico permite identificar y cuantificar la presencia de los nematodos en el suelo y evaluar su impacto en la producción, controlar la población de nematodos es fundamental para mantener la salud de los cultivos y maximizar los rendimientos (Triviño 2013).

Con el avance en el manejo integrada de plagas, el monitoreo de plagas y enfermedades en el campo ha pasado a ser un elemento clave en la agricultura moderna, para lograr esto se toman muestras periódicas del suelo para determinar los niveles de infestación, esta información se utiliza para desarrollar estrategias de protección efectivas que mantengan la población de nematodos a niveles que no causen pérdidas significativas (Talavera 2010).

2.2.6. Impacto de los nematodos en el cultivo de arroz

Los nematodos son un gran problema para los agricultores que cultivan arroz en las zonas de Guayas y Los Ríos, estos pequeños invertebrados causan daños significativos en las raíces de las plantas lo que puede llevar a síntomas como lesiones, amarillamiento y retraso en el crecimiento, a menudo estos síntomas se confunden con deficiencias nutricionales o ataques de otros patógenos, además los nematodos pueden crear condiciones favorable para que hongos causen pudriciones en las raíces y tallos lo que puede aumentar la incidencia de enfermedades en el cultivo, a nivel global se estima que el 76% del área dedicada al cultivo de arroz está infestada con densidades nocivas de nematodos fitoparásitos con más de 100 especies asociadas al arroz (Burdyn 2008).

2.2.7. Factores que influyen en la distribución

Uno de los principales factores que influyen en las poblaciones de nematodos son las condiciones del suelo y el clima, los principales aspectos del suelo que afectan a los nematodos son la humedad, la temperatura, la textura y la composición del suelo, en cuanto a la humedad del suelo se ha observado que los nematodos se desarrollan mejor cuando el contenido de agua forma una película envolvente alrededor de las partículas del suelo (Equivel 2015).

Cuando la humedad se encuentra entre el 40-80% de la capacidad de retención del suelo, finalmente las condiciones edáficas, la fisiología de la planta hospedadora juega un papel crucial en la población de nematodos, así como también la presencia de otros organismos en el suelo que está determinado por un delicado equilibrio entre las condiciones ambientales de la planta hospedadora y las interacciones con otros organismos (Jiménez 1991).

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Conforme con este estudio, la modalidad de investigación fue cuantitativa y cualitativa con datos expresados del campo y laboratorio siendo un tipo de investigación de campo y no experimental.

3.2 Operacionalización de variables.

Tabla 1: Variable dependiente e independiente

Tipo de variable		Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Tipo de medición	Instrumentos de medición
Independiente	Evaluación de la infestación de los nematodos en el cultivo de arroz	Conteo de poblaciones de nematodos presentes en muestras de suelos en zonas arroceras.	-Ubicación -Identificación de géneros. -Muestreo en suelos. -Escala de valoración	-Sector muestreo -Género especie por muestra -Juveniles por 100 gr de suelo -Calificación por 100 gr de suelo	-Cuantitativo -Cualitativo	Estereomicroscopio -Vaso de precipitación -Licuadora -Tamiz
Dependiente	Daños provocados por las poblaciones de nematodos.	Poblaciones de nematodos que afectan las plantaciones de arroz.	Juveniles por gramo	Juveniles por localidad.	-Cuantitativo -Cualitativo	-Observación de datos. -Tabla de datos

3.3. Población y muestra de investigación

3.3.1 Población

El trabajo de campo se realizó mediante un muestreo de suelo en las 18 localidades, dado que se extrajeron muestras de suelo 9 de la provincia del Guayas (Lomas de Sargentillo, Salitre, Santa Lucía, Jujan, Simón Bolívar, Daule, Colimes, Palestina; Naranjal) y 9 de la Provincia de los Ríos (Montalvo, Pueblo Viejo, Vinces, Baba, Guare, Pimocha, CEDEGE, FACIAG), a una profundidad (15 a 30 cm) estas muestras con etiquetas para diferenciar y luego llevarlas al laboratorio.

Tabla 2. Coordenadas geográficas de las muestras colectadas.

Código	Provincia	Cantón	Coordenadas Geográficas
P1	Guayas	Lomas de Sargentillo	603675 (x) 9801826 (y)
P2	Guayas	Salitre	635309 (x) 9800804 (y)
P3	Guayas	Santa Lucía	612489 (x) 9813724(y)
P4	Guayas	Jujan	661727 (x) 9790931 (y)
P5	Guayas	Simón Bolívar	663114 (x) 9790113 (y)
P6	Guayas	Daule	610377 (x) 9786620 (y)
P7	Guayas	Colimes	605320 (x) 9822919 (y)
P8	Guayas	Palestina	622367 (x) 9822023
P9	Guayas	Naranjal	618608 (x) 9770435 (y)
P10	Los Ríos	Montalvo	673132 (x) 9796875 (y)
P11	Los Ríos	Pueblo Viejo	655727 (x) 9802607 (y)
P12	Los Ríos	Vinces	635641 (x) 9824146 (y)
P13	Los Ríos	Baba	645657 (x) 9803978 (y)
P14	Los Ríos	Guare	664307 (x) 9828302 (y)
P15	Los Ríos	Pimocha	655601 (x) 9797284 (y)
P16	Los Ríos	CEDEGE	673049 (x) 9796865 (y)
P17	Los Ríos	FACIAG	668766 (x) 9801242 (y)
P18	Los Ríos	Palmar	672804 (x) 9797283 (y)

3.3.2 Muestra

En la toma de datos se utilizó una herramienta tecnológica (GPS) que permitió determinar la localización exacta del lugar de muestreo. Cada una de las muestras fue tomada aleatoriamente en terrenos de una a diez ha donde se tomó aproximadamente cinco submuestras y de manera homogenizada se extrajo una muestra de un kg/sitio. Las muestras son colocadas en bolsas de plástico sin huecos, protegidas del sol para evitar su desecación hasta llegar al laboratorio en un máximo de dos días. Dentro del laboratorio éstas muestras fueron almacenadas a una temperatura de 10 a 20 °C. con una identificación. El análisis nematológico se realizó en el laboratorio de Fitopatología de la FACIAG.

Tabla 3. Escala para calificar la infestación de nematodos de suelo en arroz.

Grado	Nematodos/100 cm ³ de suelo	Calificación
0	0	Libre
1	1 – 40	Baja
2	41 – 120	Moderada
3	121 – 150	Alta
4	> 150	Muy alta

Fuente: Ramos *et al.* (1998)

3.4 Técnicas e instrumento de medición

3.4.1 Técnicas

Se utiliza la técnica de muestreo de licuado tamizado y de incubación para la extracción de los nematodos

3.4.2 Instrumentos

- Estereomicroscopio
- licuadora
- Vaso de precipitación
- Tamices
- Llave tipo ducha
- Pipeta
- Contador
- Platos de aluminio

-GPS

3.5 Procesamiento de datos

3.5.1 Datos evaluar

Densidad poblacional de nematodos en suelo

Después de la recolección de las muestras de suelo traídas del campo, este suelo se homogenizó y se colocaron aproximadamente 200cm^3 en una funda plástica por cada repetición. Dentro del laboratorio, cada muestra se colocó en una bandeja plástica, se mezcló nuevamente y se midió 100cm^3 para la extracción de los nematodos, se utilizó el método de “Incubación” (Triviño *et al.* 2013).

En el suelo se colocó en dos platos de aluminio superpuestos de los cuales el primero será calado y el segundo será la base, sobre el primero se colocó una malla fina plástica y una hoja de papel facial; se adicionó agua común y se dejó la muestra en incubación por tres días.

Transcurrido ese tiempo, se eliminó el suelo del primer plato y el contenido agua – nematodos se lo colectó en un vaso de precipitación graduado. De cada muestra o vaso se eliminó el agua excedente a 100 ml con el uso de un tamiz No. 400, se homogenizó alícuotas de 2 ml, se colocó en cámaras contadoras y se determinó el número de nematodos utilizando un estereomicroscopio y un contador – chequeador.

Por cálculo matemático se obtuvo la densidad poblacional de nematodos existentes en 100cm^3 de suelo.

3.6 Aspectos éticos

En el contexto de la investigación científica, el plagio consiste en utilizar ideas o contenidos ajenos como si fueran propios. Es plagio, tanto si obedece a un acto deliberado como a un error. La práctica de aspectos éticos, se garantiza de conformidad en lo establecido en el Código de Ética de la UTB.

Para la aprobación de la UIC, se generará un reporte del software anti-plagio, para garantizar la aplicación de aspectos éticos, con los que el estudiante demostrará honestidad académica, principalmente al momento de redactar su trabajo de investigación. Los docentes actuarán de conformidad a lo establecido en el Código

de Ética de la UTB, y demostrarán honestidad académica, principalmente al momento de orientar a sus estudiantes en el desarrollo de la UIC.

Artículo 25.- Criterios de Similitud en la Unidad de Integración Curricular. – En la aplicación del Software anti-plagio se deberá respetar los siguientes criterios:

Porcentaje de 0 al 15%: Muy baja similitud (TEXTO APROBADO)

Porcentaje de 16 al 20%: Baja similitud (Se comunica al autor para corrección)

Porcentaje de 21 al 40%: Alta similitud (Se comunica al autor para revisión con el tutor y corrección)

Porcentaje Mayor del 40%: Muy Alta Similitud (TEXTO REPROBADO)

CAPÍTULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Resultados

4.1.1. Distribución de los nematodos fitoparásitos asociados a los arrozales de las provincias Guayas y Los Ríos.

De las 18 localidades, muestreadas en la provincia del Guayas y Los Ríos (**Figura 4 y 5**), presentaron unos de los principales nematodos asociados al cultivo de arroz, en muestras de suelo antes de la siembra como: *Meoloidogyne*, *Hirschmanniella* y *Pratylenchus*, dentro de las cuales la provincia de los Ríos presentó mayor incidencia que en la zona Guayas.



Figura 4: Distribución geográfica de nematodos asociados al cultivo de arroz en las localidades de la provincia de Los Ríos.



Figura 5: Distribución geográfica de nematodos asociados al cultivo de arroz en las localidades de la provincia del Guayas.

4.1.2. Niveles de infestación de los nematodos fitoparásitos en las zonas arroceras.

En la toma de muestras colectadas en los campos de arroz de las provincias Los Ríos y Guayas, se determinó un rango muy alto de infestación de *Meloidogyne* 400 J2 en 100 cm³ de suelo en la localidad de Pimocha, seguido de las localidades de FACIAG, Pueblo Viejo y Daule con una población muy alta de *Meloidogyne* y encontrándose con las localidades de Lomas de Sargentillo y Palestina libre de nematodos. Uno de los principales problemas de ciertas localidades se debe que muchos agricultores utilizan semillas recicladas (**Tabla 4**).

Tabla 4: Densidad poblacional de nematodos en 100 cm³ de suelo, en 18 localidades arroceras de la provincia del Guayas y Los Ríos.

Provincia	Localidad	Variedad	T. de suelo	Nematodos	100 cm ³ / Suelo	Rango
GUAYAS	Santa Lucía	SFL-11		<i>Hirschamniella</i>	100	Moderado
				<i>Meloidogyne</i>	200	Muy alto
				<i>Pratylenchus</i>	0	Libre
	Lomas de Sargentillo	SFL-11		<i>Hirschamniella</i>	0	Libre
				<i>Meloidogyne</i>	0	Libre
				<i>Pratylenchus</i>	0	Libre
	Salitre			<i>Hirschamniella</i>	0	Libre

	SFL-11	<i>Meloidogyne</i>	200	Muy alto	
		<i>Pratylenchus</i>	100	Moderado	
Jujan	SFL-11	<i>Hirschamniella</i>	100	Moderado	
		<i>Meloidogyne</i>	100	Moderado	
		<i>Pratylenchus</i>	0	Libre	
Daule	SFL-11	<i>Hirschamniella</i>	0	Libre	
		<i>Meloidogyne</i>	300	Muy alto	
		<i>Pratylenchus</i>	0	Libre	
Colimes	SFL-11	<i>Hirschamniella</i>	100	Moderado	
		<i>Meloidogyne</i>	0	Libre	
		<i>Pratylenchus</i>	0	Libre	
Palestina	SFL-11	<i>Hirschamniella</i>	0	Libre	
		<i>Meloidogyne</i>	0	Libre	
		<i>Pratylenchus</i>	0	Libre	
Yaguachi	SFL-11	<i>Hirschamniella</i>	0	Libre	
		<i>Meloidogyne</i>	100	Moderado	
		<i>Pratylenchus</i>	0	Libre	
Naranjal	SFL-11	<i>Hirschamniella</i>	0	Libre	
		<i>Meloidogyne</i>	100	Moderado	
		<i>Pratylenchus</i>	0	Libre	
LOS RÍOS	Palmar	SFL-11	<i>Hirschamniella</i>	0	Libre
			<i>Meloidogyne</i>	200	Muy alto
			<i>Pratylenchus</i>	0	Libre
	Pueblo Viejo	SFL-11	<i>Hirschamniella</i>	0	Libre
			<i>Meloidogyne</i>	300	Muy alto
			<i>Pratylenchus</i>	0	Libre
	Vinces	SFL-11	<i>Hirschamniella</i>	100	Moderado
			<i>Meloidogyne</i>	100	Moderado
			<i>Pratylenchus</i>	100	Moderado
	Baba	SFL-11	<i>Hirschamniella</i>	0	Libre
			<i>Meloidogyne</i>	200	Muy alto
			<i>Pratylenchus</i>	100	Moderado
Pimocha	SFL-11	<i>Hirschamniella</i>	0	Moderado	
		<i>Meloidogyne</i>	400	Libre	
		<i>Pratylenchus</i>	0	Libre	
CEDEGE	SFL-11	<i>Hirschamniella</i>	100	Libre	
		<i>Meloidogyne</i>	300	Muy alto	
		<i>Pratylenchus</i>	0	Libre	
FACIAG	SFL-11	<i>Hirschamniella</i>	0	Moderado	
		<i>Meloidogyne</i>	100	Muy alto	
		<i>Pratylenchus</i>	0	Libre	
Simón Bolívar	SFL-11	<i>Hirschamniella</i>	0	Libre	
		<i>Meloidogyne</i>	100	Moderado	
		<i>Pratylenchus</i>	0	Libre	

4.1.3: Géneros de nematodos fitoparásitos en muestras de suelo asociados al cultivo de arroz de las provincias Guayas y Los Ríos.

En estudio realizado sobre la densidad poblacional de nematodos en muestras de suelo asociadas al cultivo de arroz de las 18 localidades tanto en la provincia de Los Ríos y Guayas en 100 cm³/suelo reveló que el género con mayor población se

encontró con 159 del género *Meloidogyne*, donde demuestra estudios realizados que es uno de los géneros que prevalecen en las distintas zonas arroceras del del país, seguido del género *Hirschamniella* con 29 J2 y 18 J2 con el género *Pratylenchus* (**Figura 6**). En la localidad de Vinces se pudo encontrar que se presenta los tres géneros de nematodos (*Hirschamniella*, *Meloidogyne* y *Pratylenchus*) con rangos moderadas de 100 J2 por 100 cm³ de suelo, seguido de CEDEGE con dos géneros (*Hirschamniella* y *Meloidogyne*) y la localidad de Baba También con 2 géneros (*Meloidogyne* y *Pratylenchus*) (**Figura 7, tabla 4**).

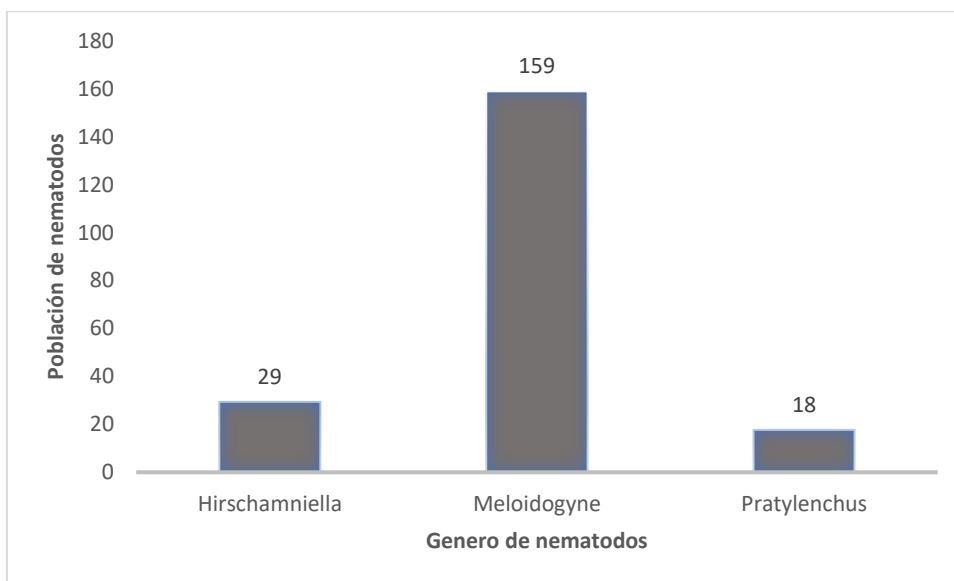


Figura 6: Géneros de nematodos fitoparásitos en suelos de arroz en 18 localidades del Guayas y Los Ríos.

4.1.5. Comportamiento de la densidad poblacional de los nematodos en las 18 localidades de las provincias de Guayas y Los Ríos.

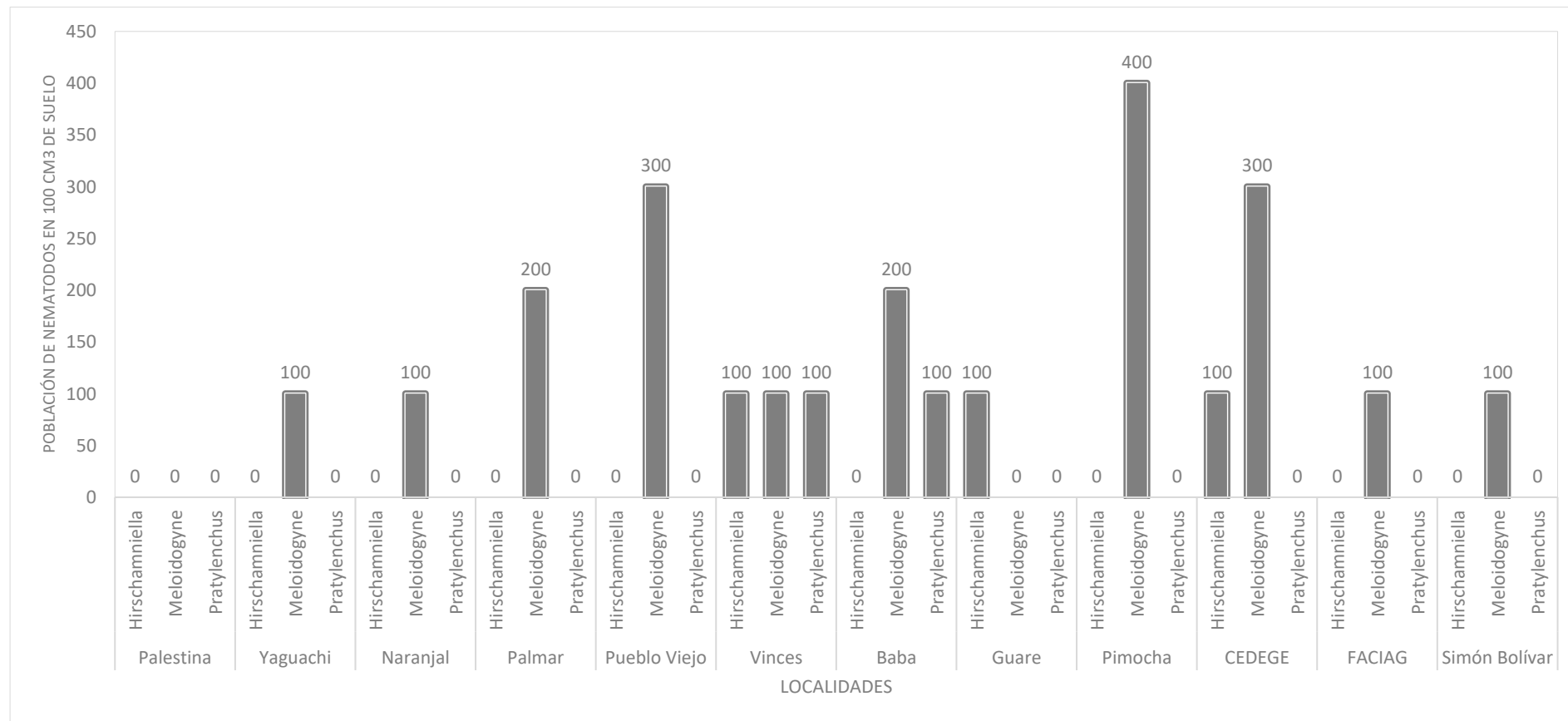


Figura 7: Comportamiento de la densidad poblacional de los nematodos en 100 cm³ de muestras de suelo en 18 localidades arroceras del Guayas y Los Ríos.

4.2. Discusión

De acuerdo al estudio realizado se pudo demostrar que los géneros de nematodos asociados en las zonas arroceras del país son *Hirschamniella*, *Meloidogyne* y *Pratylenchus*, sin embargo, el género que prevalece con mayor incidencia es *Meloidogyne*, con acuerdo con lo dicho por Lombeida *et al.* (2022) donde manifiesta que las variedades comerciales que normalmente siembra los agricultores en las diferentes zonas son altamente susceptibles por presentar poblaciones altas, consideradas buenas hospederas para *Meloidogyne*.

La distribución geográfica de los nematodos en zonas arroceras es visible en las 18 localidades de la región, siendo *Meloidogyne* con densidades poblacionales más altas, se concuerda con lo dicho por Autor Talavera en (2018), donde menciona que los nematodos no se distribuyen en el suelo, si no que se agrupan en zonas específicas, sus movimientos son de manera limitada, pero pueden desplazarse entre cortas distancias en busca de condiciones favorables, en el desarrollo de las enfermedades causadas por estos microorganismos son la resistencia a la planta, cantidad inicial de nematodos y la temperatura del suelo.

El mayor nivel de infestación en las 18 localidades de la Provincia de Guayas y Los Ríos en las zonas arroceras se encontró el género *Meloidogyne* con 400 J2 en 100 cm³ de suelo en la localidad de Pimocha, de acuerdo con Lombeida *et al.* (2020), mencionan que *Meloidogyne* es un nematodo que afecta significativamente el cultivo de arroz, en especial en suelos con buen aire, al intentar atacar a las raíces provoca un retraso en crecimiento, plantas cloróticas y una buena reducción en el rendimiento, algunos estudios demuestran que existen poblaciones elevadas y pueden causar pérdidas de producción hasta un 48%, para disminuir los daños, se recomienda ejecutar un buen manejo integrado donde el uso de variedades resistentes sea considerado e incluso rotaciones de cultivo.

CAPÍTULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La presencia de nematodos en áreas de cultivo de arroz se observa en las 18 localidades de la región, destacándose *Meloidogyne* por presentar las mayores densidades poblacionales

En el estudio realizado en las 18 localidades arroceras de las provincias Guayas y Los Ríos se identificaron tres géneros de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de arroz los cuales son *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, y *Hirschmanniella*.

En el suelo el nivel de infestación se lo determino que el nematodo *Meloidogyne* fue el que obtuvo mayor infestación en el suelo de las 18 localidades donde se tomó las muestras, seguido de *Hirschmanniella* y *Pratylenchus*.

Cabe mencionar que ciertas muestras extraídas en las 18 localidades no fueron seleccionadas de manera apropiada debido a que ciertas muestras fueron muy compactadas, esto ocasionó la muerte de los nematodos por solarización, por tal razón se encontró ciertas localidades cero nematodos.

5.2. Recomendaciones

Para disminuir la distribución de los nematodos en otras zonas del país es realizar un riego adecuado, tener en cuenta el sustrato donde se realiza los semilleros que son fuente de distribución de los nematodos a otras localidades.

Implementar estrategias de manejo integrado ayudará a reducir la presencia y el impacto de los nematodos *Meloidogyne*, *Pratylenchus* y *Hirschmanniella* en los cultivos de arroz, promoviendo una producción más sostenible y rentable en las provincias de Guayas y Los Ríos.

La selección de las muestras para análisis nematológico se debe realizar cuando el suelo tiene un porcentaje de humedad remanente luego de la cosecha, o sea no debe estar ni muy húmedo ni muy seco, para evitar la muerte de los nematodos por las temperaturas altas que se presentan a ciertas horas del día.

REFERENCIAS

- Bongers, DT; Esquivel, MA. 2015. MORFOLOGÍA DE LOS NEMATODOS (en línea). :42. Disponible en <http://nemaplex.ucdavis.edu/Courseinfo/Curso%20en%20Español/Costa%20Rica%20Course/Esquivel%20ManualIdentif%202015.pdf>.
- Burdyn, L; Gutierrez, S y Kruger. 2008. Protección de Cultivo. Capítulo X. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/arroz_guia_2016-final.pdf.
- Celi, R; Hurtado, J. 2007. Arroz INIAP. (en línea, sitio web). Consultado 18 may 2024. Disponible en <https://www.iniap.gob.ec/programa-1/>.
- Concepción, R; García, S; Carrillo, M; Cobos, F; Parismoreno, L. 2023. Sistema de producción del cultivo de arroz en zonas con alta salinidad en suelos y agua. Scielo. 1(24).1-21p.
- Cortez L, León F. Identificación de las necesidades de los productores de arroz en la zona de Yaguachi, para realizar una producción sana, rentable y sustentable. Yachana Revista Científica. 2016; 1(1).
- Coyne, DL; Verdejo. 2017. Nematología práctica: Una guía de campo y laboratorio (en línea). Integrated Pest Management :93. Disponible en http://www.bioquira.com/pdf/_MANUAL.pdf.
- Crozzoli, R. 2014. La Nematología agrícola en Venezuela. Ediciones de la Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela.
- Dropking, V. H. 1980. Introduction to plant nematology. Ed. Wiley-intercience. 293 p.
- ESPAC (Encuesta de Superficie de Producción Continua). 2023. Instituto Nacional de Estadística y Censo (en línea). Estadísticas Agropecuarias. Consultado

- el 10 de jun. 2024. Disponible en <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Esquivel, A. 1996. Influencia del suelo sobre las poblaciones de nematodos p. 57-62. En Bertsch, F., W. Badilla, y E. Bornemisza (eds.) X Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, EUNED, San José, Costa Rica
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2015. Guía para identificar las limitaciones de campo en la producción de arroz. (en línea.). Consultado 18 may 2024. Disponible en <https://www.fao.org/4/y2778s/y2778s00.htm#Contents>
- Guiñez, A; González, H. s. f. Análisis nematológico muestreo de suelo y planta. Biblioteca, s.e.:3.
- Guzmán, O; Castaño, J; Villegas, B. 2018. Principales nematodos fitoparásitos y síntomas ocasionados en cultivos de importancia económica. *Agronomía* 20 (1). Págs. 38 – 50.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.7723324>
- Icochea, TA de. 2016. Enfermedades fungosas y bacterianas de raíces y tubérculos andinos. Lima, Peru, Centro Internacional de la Papa
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Ecuador). 2013. Guía para reconocer daño en raíces y métodos de muestreo y extracción de nemátodos en raíces y suelo. (en línea.). Consultado 9 jun 2024.
- Kraemer, A., J.F. Moulin, A.R. Marín, D. Kruger y L. Herber. 2012. Manual del Aguador Arrocerero: Principios básicos para el Manejo del Riego en el cultivo de Arroz. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Proyecto Arroz Corrientes, Argentina. 24 p.
- Lezaun, J. (04 de 2016). Croplifela. Obtenido de croplifela: <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-deplagas/nematodosfitoparasito>
- Lombeida, E; Cobos, F; Moran, E; Medina, R. 2020. Incidencia de *Meloidogyne graminícola* en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*L.) en la provincia de Los Ríos.
- Lombeida, E; Gómez, Luz; Reyes, W; Goyes, M. Goyes, J. 2020. Determinación de la densidad poblacional de *meloidogyne graminícola* en las etapas

- fenológicas de genotipos de arroz. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7712459>
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ecuador). 2019. Consultado el 13 may 2024. Informe sobre la situación del cultivo de arroz en la provincia de Los Ríos.
- Mai, W; Lyon, H. 1996. Plant parasitic nematodes. A pictorial key to genera. Fifth edition. Comstock. Publishing Associates A Division of Cornell University Press.
- Nisa, R; Nisa, A; Hroobi, A; Shah, A; Tantray, A. 2022. Evaluación anual de la diversidad de nematodos del suelo y los géneros de nematodos indicadores de inhibición de raíces en campos de arroz. *Biología*. 11. 1572
- Ordoñez, J. 2020. Control integrado de nemátodos en el cultivo de Arroz (*Oryza sativa L*) , bajo condiciones de riego en el Ecuador. (en línea). Consultado 17 may 2024. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8027/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000079.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pokhrel, R. 2007. Characterization of Isolates of *Meloidogyne* from Rice-Wheat Production Fields in Nepal. *Journal of Nematology*, 221-230.
- Rao, Y. S. & Israel P. 1971. Studies on nematodes of rice and rice soils. V. Influence of soil chemical properties on the activity of *Meloidogyne graminicola*, the rice root-knot nematode. *Oryza*,(8):33-38.
- Rodríguez, J. 2018. Historia y origen del cultivo de arroz. Recuperado de [enlace], Pérdidas de rendimiento en arroz debido a llenado insuficiente del grano causado por *Meloidogyne graminicola*. *Crop Protection*, 26(5), 780-785.)
- Suong, M; Chapuis, E; Tivet, F; Bellafiore, S. 2019. Impacto de un sistema de agricultura de conservación en las características del suelo, el rendimiento del arroz y los nematodos parásitos de las raíces en un campo de arroz de tierras bajas de Camboya. 51(1):1.
- Talavera, M .2018. Detección, extracción y diagnóstico de nematodos fitoparásitos (en línea, sitio web). Consultado 7 agosto. 2024.
- Talavera, M. 2010. Detección, extracción y diagnóstico de nematodos fitoparásitos (en línea, sitio web). Consultado 20 mar. 2020. Disponible en

https://www.researchgate.net/publication/233932606_Deteccion_extraccion_y_diagnostico_de_nematodos_fitoparasitos.

Triviño, C. 2007. Control biológico del nemátodo agallador *Meloidogyne* spp. con la bacteria *Pasteuriapenetrans* en campos de producción. INIAP

Triviño, c., Navia, D., Velasco, L. 2013. Guía para reconocer daño en raíces y métodos de muestreo y extracción de nematodos en raíces y suelo. Yaguachi, Ec. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Litoral Sur "Dr. Enrique Ampuero Pareja" . Boletín Divulgativo No 43 3. 17p.

ANEXOS



Anexo 1: Localización de las localidades



Anexo 2: Recolección de muestras de suelo



Anexo 3: Ubicación de la siguiente zona



Anexo 4: Colección de otra muestra



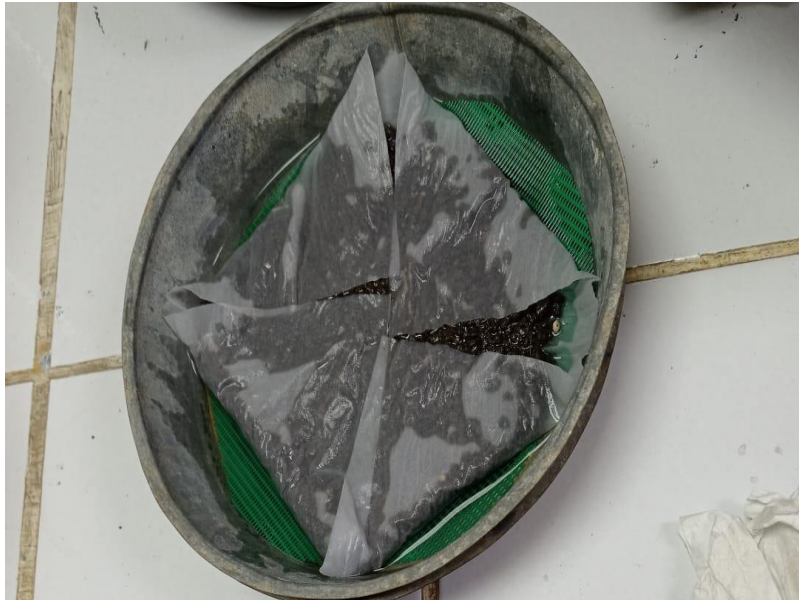
Anexo 5: Identificación de zonas con etiquetas



Anexo 6: Líquido para incubación.



Anexo 7: Incubación de nematodos.



Anexo 8 : Muestra/nematodos en reposo.



Anexo 9: Recolección de agua/nematodos.



Anexo 10: Resultado de la incubación



Anexo 8: Búsqueda de nematodos en el estereomicroscopio.



Anexo 9: Identificación de nematodos.