



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA PESCA Y
VETERINARIA



CARRERA DE AGROPECUARIA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del examen de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como
requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

Factores bióticos y abióticos que influyen en la distribución de
nematodos fitoparásitos en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.).

AUTOR:

Marcial Alexander Espín Espín

TUTORA:

Ing. Agr. Emma Lombeida García. Ph.D.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2024

RESUMEN

En el desarrollo de esta investigación basada en las “Factores bióticos y abióticos que influyen en la distribución de nematodos fitoparásitos en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)” en el cual se planteó como objetivo, analizar los factores bióticos y abióticos que influyen en la distribución de los principales nematodos fitoparásitos en el cultivo de arroz. La metodología, se determina que se basó en un tipo de investigación básico, donde se desarrolló bajo un enfoque descriptivo-analítico, con un diseño de investigación cualitativo, en su desarrollo de determino la escala de producción de arroz en el Ecuador, ciclo de vida de los nematodos sus características su definición, cuales, y como afectan al cultivo, por último, se identificaron los principales factores bióticos y abióticos y sus efectos en la propagación de los nematodos en el cultivo de arroz. En cuanto a los resultados, los factores bióticos, como Hospederos Susceptibles y la actividad de Organismos antagonistas y factores abióticos, como el pH, la humedad, la textura del suelo, prácticas agrícolas tienen una relación en la propagación y proliferación de los nematodos fitoparásitos en el cultivo de arroz y en su producción. En conclusión, se demostró que ciertos factores bióticos y abióticos afectan en la propagación de *Meloidogyne spp*, *Aphelenchoides besseyi*, y *Hirschmanniella oryzae*, dependiendo el entorno y donde se encuentre el cultivo.

Palabras Claves: Nematodos, Fitoparásitos, Factores, Producción, Arroz.

SUMMARY

In the development of this research based on the “Biotic and abiotic factors that influence the distribution of phytoparasitic nematodes in rice cultivation (*Oryza sativa* L.)” in which the objective was set to analyze the biotic and abiotic factors that influence the distribution of the main phytoparasitic nematodes in rice cultivation. The methodology is determined to be based on a type of basic research, where it was developed under a descriptive-analytical approach, with a qualitative research design, in its development it determined the scale of rice production in Ecuador, life cycle of the nematodes, their characteristics, their definition, which ones, and how they affect the crop. Finally, the main biotic and abiotic factors and their effects on the propagation of nematodes in rice cultivation were identified. Regarding the results, biotic factors, such as Susceptible Hosts and the activity of antagonistic Organisms and abiotic factors, such as pH, humidity, soil texture, agricultural practices have a relationship in the propagation and proliferation of phytoparasitic nematodes in rice cultivation and production. In conclusion, it was demonstrated that certain biotic and abiotic factors affect the propagation of *Meloidogyne* spp, *Aphelenchoides besseyi*, and *Hirschmanniella oryzae*, depending on the environment and where the crop is located.

Keywords: Nematodes, Phytoparasites, Factors, Production, Rice.

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	II
SUMMARY	III
INDICE DE CONTENIDO.....	IV
Índice de tabla.	VI
Índice de Figuras.....	VI
1. CONTEXTUALIZACIÓN	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos.	4
1.4.1. Objetivo general.	4
1.4.2. Objetivos específicos.	4
1.5. Líneas de investigación.....	4
2. DESARROLLO.....	5
2.1 Marco conceptual.....	5
2.1.1. Origen del arroz.....	5
2.1.2. Generalidades del cultivo de arroz	5
2.1.2.1. Taxonomía del arroz.	5
2.1.3. Producción de arroz a nivel mundial.....	6
2.1.4. Importancia económica y nutricional del arroz.	6
2.1.5. Características de los nematodos fitoparásitos.....	8
2.1.5.1. Ciclo de vida y modos de infección Nematodos Fitoparásitos	8
2.1.5.3. Reproducción de los nematodos	9
2.1.6. Interacciones entre los factores bióticos y abióticos con los nematodos en el cultivo de arroz.	10
2.1.7. Principales factores bióticos y abióticos en la propagación de losnematodos.	11
2.1.7.1. Factores Bióticos.....	11
2.1.7.2. Factores Abióticos.....	12
2.1.8 Principales Nematodos fitoparásito en el cultivo de arroz.....	15
2.2. Marco metodológico	18
2.3. Resultados	18
2.4 Discusión de resultados	19
3.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	21

3.1. Conclusiones.....	21
3.2. Recomendaciones.....	22
4.REFERENCIAS Y ANEXOS	23
4.1. Referencias bibliográficas.....	23
Anexos.....	30

Índice de tabla.

Tabla 1. Taxonomía del arroz.	6
Tabla 2. Hectáreas cultivadas de arroz a nivel nacional.	7

Índice de Figuras.

Figura 1. Ciclo de vida del nematodo fitoparásito.....	9
--	---

1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. Introducción

El arroz (*Oryza sativa* L.), representa el cereal fundamental en la alimentación de más de la mitad de la población a nivel mundial, desde el punto de vista nutricional, es el cereal que proporciona la mayor cantidad de calorías por hectárea en todo el mundo, aparte de sus beneficios alimenticios y nutricionales, anualmente, se cultivan aproximadamente 162 millones de hectáreas a nivel mundial con una cosecha de aproximado de 740 millones de toneladas, además también juega un papel crucial en la generación de empleo para gran parte de la población agricultora (Ordoñez 2020).

A nivel nacional el 95% de los cultivos de arroz se centran en las provincias del Guayas, Los Ríos y Manabí, los cantones con mayor producción son Daule en la provincia del Guayas y Babahoyo en la provincia de Los Ríos, se debe tener en cuenta que este cereal puede ser cultivado en una variedad de suelos y ambientes, y el éxito de los cultivos depende del uso de tecnologías y variedades adecuadas para garantizar rendimientos económicos, además es uno de los principales elementos de la canasta básica del ecuatoriano y fuente de ingresos a los pequeños, medianos y grandes productores (Cobos *et al.* 2020).

La mayoría de los nematodos asociados al cultivo de arroz se encontraron en mayor cantidad en el suelo que en las raíces, los géneros más predominantes son *Meloidogyne* spp, seguido de *Helicotylenchus* spp, *Hirschmanniella* spp y en menor medida *Pratylenchus* spp; las infestaciones pueden disminuir significativamente el rendimiento de los cultivos, las pérdidas económicas pueden ser considerables, afectando tanto a pequeños agricultores como a grandes productores, agrícolas debido a esto se recomienda a su prevención, puesto que son unas de las plagas representativas en pérdidas de producción (Baque 2023).

La distribución de los nematodos está influenciado por diversos factores, incluyendo el clima, el tipo de suelo y la disponibilidad de nutrientes, en climas cálidos y húmedos, los nematodos proliferan, debido a las condiciones favorables para su reproducción y supervivencia; el tipo de pH y de suelo también juega un papel crucial, siendo la textura la que permite su movilidad y acceso a nutrientes,

la interacción de estos factores determina la distribución espacial y temporal de los nematodos en diversos ecosistemas (Castilla 2017).

La distribución de los principales nematodos fitoparásitos está determinada por una combinación de factores bióticos y abióticos que interactúan de manera compleja, entre los factores bióticos, como plantas hospederas. Además, la competencia con otros microorganismos del suelo, como hongos y bacterias, y la depredación por nematófagos naturales pueden influir en sus poblaciones, asimismo la temperatura y la humedad son determinantes de su reproducción y distribución (Alzugaray 2007).

1.2. Planteamiento del problema

Los nematodos fitoparasitarios representan una de las principales preocupaciones en el cultivo de arroz, debido a su impacto negativo en el rendimiento y la salud de las plantas. Uno de los problemas clave es la presencia de nematodos, como *Meloidogyne* spp. Y *Hirschmanniella* spp, que afectan las raíces del arroz y comprometen su capacidad de absorción de nutrientes y agua. Esta infestación puede resultar en un desarrollo deficiente de las plantas y una disminución en la producción (Guzmán *et al.* 2011).

En consideración a los factores abióticos, la textura y estructura del suelo desempeñan un papel fundamental en la distribución de los nematodos fitoparasitarios en los cultivos de arroz. Suelos pesados con alta compactación favorecen la acumulación de nematodos al limitar el movimiento de agua y oxígeno, proporcionando condiciones favorables para su reproducción y supervivencia. Esto se agrava en áreas con sistemas de riego inadecuados que pueden crear zonas de encharcamiento propicias para estos organismos (García 2017).

Además, la falta de prácticas de manejo integrado de plagas (MIP) que consideren los aspectos bióticos y abióticos en la producción de arroz, debido que a la excesivo uso de pesticidas puede generar resistencia en las poblaciones de nematodos y dañar el equilibrio del suelo, afectando negativamente a organismos benéficos, es por eso que el estudio, resaltará la investigación sobre los principales factores que influyen en la propagación de los nematodos en el cultivo de arroz, para así poder tener una prevención y saber en cuales existe mayor propagación.

1.3. Justificación

Los factores bióticos y abióticos que influyen en la distribución de los nematodos fitoparasitarios en el cultivo de arroz son fundamentales para comprender y abordar los problemas de manejo de plagas en estos sistemas agrícolas. Las interacciones bióticas, como la presencia de hospedantes alternativos para los nematodos, influyen en la disponibilidad de recursos, donde el productor o agricultor tendrá pérdidas significativas, por ello, es esencial saber y comprender los factores que influyen en la reproducción de nematodos.

Además, los factores abióticos, como la temperatura del suelo y la humedad, afectan directamente la actividad y el ciclo de vida de estos organismos, determinando su distribución y densidad poblacional en los campos de arroz. Comprender y gestionar adecuadamente estos factores es crucial para implementar estrategias efectivas de manejo integrado de plagas y promover la sostenibilidad de la producción de arroz, y así poder reducir el uso indiscriminado de pesticidas o la quema de suelos, que afectan la actividad microbiana

La identificación y análisis de los diversos factores que afectan a los nematodos fitoparasitarios en los cultivos de arroz permiten diseñar métodos de control más precisos y menos invasivos, conocer las condiciones óptimas para su proliferación y las interacciones que mantienen con otros organismos es vital para desarrollar técnicas de manejo que minimicen el impacto ambiental, además, esta comprensión ayuda a prevenir pérdidas económicas significativas, mejorando la salud del ecosistema agrícola y promoviendo prácticas agrícolas sostenibles y responsables, que beneficien a largo plazo tanto al medio ambiente como a la economía agrícola.

1.4. Objetivos.

1.4.1. Objetivo general.

- Analizar los factores bióticos y abióticos que influyen en la distribución de nematodos fitoparásitos en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*. L.).

1.4.2. Objetivos específicos.

- Describir los principales factores bióticos y abióticos que influyen en la propagación de los nematodos.
- Analizar las interacciones entre los factores bióticos y abióticos con los nematodos en el cultivo de arroz.
- Identificar los nematodos fitoparásitos presentes en el cultivo de arroz.

1.5. Líneas de investigación.

La presente investigación está enfocada dentro de los dominios de la Universidad Técnica de Babahoyo de Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología. El enfoque principal de este estudio se centra en el: “Factores bióticos y abióticos que influyen en la distribución de los principales nemátodos fitoparásitos en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)”. En este contexto, específicamente se aborda la línea en el Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable y en la Sublíneas de Agricultura sostenible y sustentable.

2. DESARROLLO.

2.1 Marco conceptual.

2.1.1. Origen del arroz.

El cultivo de arroz en Ecuador tiene una historia que se remonta a la época precolombina, aunque su producción comercial se intensificó en el siglo XX. El arroz, introducido por los colonizadores españoles, se adaptó bien al clima y al suelo de Ecuador, especialmente en las áreas costeras. Gracias a la demanda interna y mejoras en infraestructura agrícola, como sistemas de riego, la producción arrocería ha aumentado durante décadas, el gobierno implementó políticas para apoyar a los agricultores a mediados del siglo XX, lo que impulsó aún más el crecimiento de este cultivo esencial para la dieta de Ecuador (León 2020).

2.1.2. Generalidades del cultivo de arroz

El cultivo del arroz es una práctica agrícola milenaria que es esencial para la alimentación global y requiere condiciones climáticas particulares, principalmente en regiones cálidas y húmedas. Se cultiva en campos inundados, también conocidos como arrozales, para mantener el agua necesaria para el crecimiento de la planta. El proceso comienza con la siembra de semillas en semilleros, que luego se trasplantan a los arrozales. La preparación del terreno, el riego constante, el control de plagas y enfermedades y la cosecha son todas etapas del cultivo (OES 2023).

La morfología del arroz tiene varias partes notables. El sistema radicular fibroso de la planta de arroz proporciona estabilidad y absorción de nutrientes, el tallo es cilíndrico y hueco, con nudos y entrenudos, las hojas son largas, estrechas y alternas, y en la base tienen una lígula, la inflorescencia es una panícula de espiguillas con una flor que produce un grano de arroz en cada espiguilla; el cariopse, o grano de arroz, tiene una cáscara que lo protege. El endospermo, que es la parte comestible rica en almidón, y el germen, que contiene los nutrientes esenciales, están cubiertos por la almadura y el pericarpio (ACPA 2007).

2.1.2.1. Taxonomía del arroz.

El arroz es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial y pertenece a la familia de las gramíneas. Su clasificación taxonómica es la siguiente como lo indica la tabla 1:

Tabla 1. Taxonomía del arroz.

Reino:	<i>Plantae</i> (Plantas)
División:	<i>Magnoliophyta</i> (Plantas con flores)
Clase:	<i>Liliopsida</i> (Monocotiledóneas)
Orden:	<i>Poales</i>
Familia:	<i>Poaceae</i> (Gramíneas)
Subfamilia:	<i>Oryzoideae</i>
Género:	<i>Oryza</i>
Especie:	<i>Oryza sativa</i>

Fuente: InaturalistEC (2020).

2.1.3. Producción de arroz a nivel mundial.

Más de la mitad de la población mundial depende del arroz como alimento básico, por lo que la producción global es esencial para la seguridad alimentaria mundial. China e India lideran la producción en Asia, seguidos por Indonesia, Bangladesh y Vietnam, estos países tienen condiciones climáticas y suelos adecuados para el cultivo del arroz, así como una agricultura bien establecida. La mayoría de la producción se consume localmente, con una pequeña parte exportada principalmente a países como Tailandia y Vietnam (Pincirolo y Salsamendi 2015).

El cambio climático, la escasez de agua y la degradación del suelo son algunos de los desafíos que enfrentan la producción mundial de arroz, estos elementos ponen en peligro la sostenibilidad del cultivo y la seguridad alimentaria de las poblaciones que dependen de ellos; sin embargo, estos problemas se están reduciendo gracias a los avances en biotecnología y las prácticas agrícolas sostenibles. El comercio global de arroz sigue siendo un elemento crucial para equilibrar la oferta y la demanda en diversas áreas del mundo (Cornejo 2021).

2.1.4. Importancia económica y nutricional del arroz.

El arroz es uno de los cultivos más importantes del país y tiene una gran relevancia económica. Se crea empleo para numerosos agricultores y trabajadores rurales, particularmente en las provincias costeras. Además, su producción y comercialización son como lo indica el ESPAC en la tabla 2. Muy importantes para el PIB agrícola; con un alto consumo per cápita, el arroz es también un producto clave para la seguridad alimentaria, lo que impulsa la economía local y nacional (ESPA 2023).

Tabla 2. Hectáreas cultivadas de arroz a nivel nacional.

Regiones	2021	2022	2023
Total, de ha cultivadas	342.967	343.061	358.231
Región Sierra	17.676	11.435	851
Región Costa	323.230	331.303	356.934
Región Amazonia	2.061	323	447

Fuente: ESPA (2023).

El arroz es un alimento básico en la dieta ecuatoriana porque proporciona una fuente importante de carbohidratos que proporciona energía durante el día, es rico en minerales como el zinc y el hierro, así como en vitaminas del complejo B, como el niacina, la tiamina y la riboflavina; el arroz integral también proporciona fibra dietética, que es esencial para la digestión. Su habilidad en la cocina lo convierte en una parte importante de muchos platos tradicionales en Ecuador, contribuyendo a la diversidad y balance de la alimentación (La Vanguardia 2020).

La economía local y nacional depende de la producción de arroz en Ecuador. Las regiones productoras más importantes son las de Los Ríos y Guayas con 223,701 y 79,399 de hectáreas, y cuentan con suelos fértiles y un clima favorable; estas áreas tienen sistemas de riego que permiten dos ciclos de cultivo al año, lo que maximiza la producción. La índica es la variedad de arroz que se cultiva principalmente debido a su alto rendimiento y resistencia a enfermedades; la población no solo recibe alimentos básicos de este cultivo, sino que también crea e ingresos para miles de familias campesinas (MAG 2023).

Los ríos de Ecuador enfrentan desafíos como las fluctuaciones de precios, las plagas y el cambio climático. Sin embargo, la eficiencia y la sostenibilidad del cultivo están mejorando gracias a los avances tecnológicos y a las prácticas agrícolas sostenibles; los productores obtienen mayores niveles de productividad y calidad del arroz gracias a los programas de asistencia técnica y crédito agrícola, la suma de estas estrategias ha aumentado la competitividad del arroz ecuatoriano tanto en

el mercado interno como en las exportaciones, lo que ha consolidado su importancia en la seguridad alimentaria del país (Llanos *et al.* 2016).

Actualmente, las regiones de Guayas, Los Ríos, Manabí y El Oro son las principales zonas productoras de arroz en Ecuador, debido a su clima favorable y su suelo fértil. La producción se lleva a cabo en terrenos pequeños y medianos utilizando técnicas tradicionales y modernas para maximizar el rendimiento, la distribución geográfica garantiza un suministro constante al mercado interno, lo que convierte al arroz en una parte importante de la economía agrícola del país y de la alimentación de su población (AENE 2020).

2.1.5. Características de los nematodos fitoparásitos.

Los nematodos fitoparásitos atacan las plantas, causando enfermedades y disminuyendo la productividad agrícola, estos parásitos interfieren con la absorción de agua y nutrientes de las plantas, alimentándose de las raíces, tallos, hojas o flores. Su cuerpo alargado y cilíndrico, cubierto por una cutícula protectora, los distingue. Los nematodos fitoparásitos tienen una boca afilada que perfora las células vegetales para extraer su contenido, debilitando a la planta huésped (Duran 2020).

El ciclo de vida es complejo de los nematodos fitoparásitos incluye varias etapas de desarrollo: huevo, larva y adulto. Es posible que se reproduzcan rápidamente, con algunas especies produciendo miles de huevos al día, debido a su pequeño tamaño y a su capacidad para vivir en el suelo, son difíciles de reconocer y manejar; las infecciones por nematodos a menudo se manifiestan como un crecimiento lento, marchitamiento y clorosis en las plantas, lo que si no se maneja adecuadamente puede conducir a pérdidas significativas en los cultivos (Roldan 2023).

2.1.5.1. Ciclo de vida y modos de infección Nematodos Fitoparásitos

El ciclo de vida complejo de los nematodos fitoparásitos incluye varias etapas de desarrollo: huevo, larva y adulto, como lo indica la figura 1. Es posible que se reproduzcan rápidamente, con algunas especies produciendo miles de huevos al día; debido a su pequeño tamaño y a su capacidad para vivir en el suelo, son difíciles de reconocer y manejar, las infecciones por nematodos a menudo se manifiestan como un crecimiento lento, marchitamiento y clorosis en las plantas, lo

que si no se maneja adecuadamente puede conducir a pérdidas significativas en los cultivos (Valle *et al.* 2004).

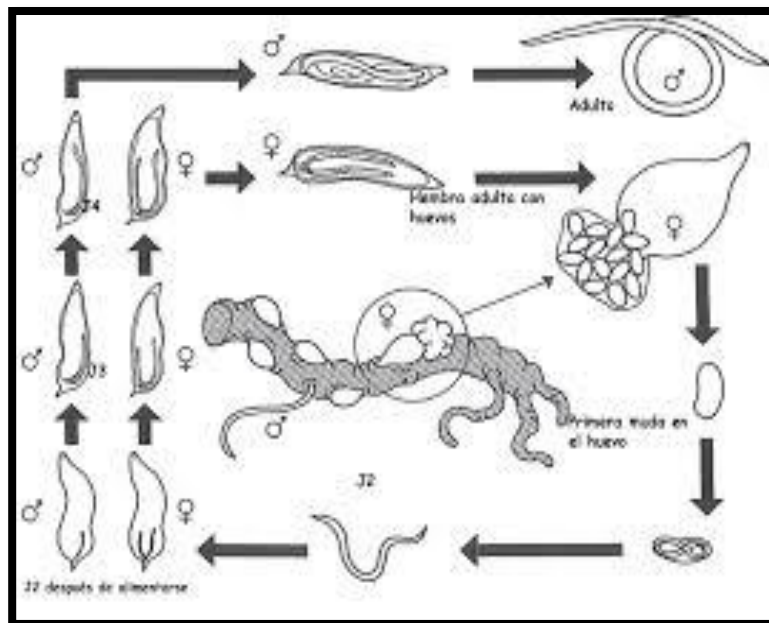


Figura 1. Ciclo de vida del nematodo fitoparásito (*Meloidogyne graminicola*)

Fuente: Mundo Nematodo (2017).

Los nematodos fitoparásitos pueden infectarse de diferentes maneras, principalmente infectan a las plantas penetrando sus raíces a través de su estilete bucal, lo que les permite perforar las paredes celulares y alimentarse del contenido celular, además, causan lesiones necróticas al viajar a través del tejido radicular. Además, los nematodos atacan las partes aéreas de las plantas, atacando los tallos, las hojas y las flores, la infección generalmente reduce el crecimiento y el rendimiento de la planta, causando síntomas como malformaciones, clorosis y marchitamiento (Roldan 2023).

2.1.5.3. Reproducción de los nematodos.

La reproducción de los nematodos es muy variada, la mayoría de ellos son dioicos, lo que significa que tienen sexos distintos, con diferentes machos y hembras. Los machos fertilizan los huevos producidos por las hembras. Después de la fertilización, los huevos se pueden dejar en el cuerpo de la hembra o en el ambiente hasta que las larvas estén listas para salir; este tipo de reproducción garantiza la variabilidad genética, que es fundamental para la adaptación y supervivencia en diversos entornos (Ecología Verde 20203)

Sin embargo, algunos nematodos son hermafroditas, lo que significa que una sola persona puede producir tanto óvulos como espermatozoides, la autofecundación es posible en estos casos, aunque también pueden cruzarse con otros individuos. En lugares donde la población es baja y encontrar pareja es difícil, este método funciona bien. La autofecundación permite a los nematodos asegurar la continuidad de su especie, aunque con menor variabilidad genética que la reproducción sexual entre individuos separados (Hernández *et al.* 2018).

Ciertos nematodos pueden reproducirse asexualmente, la partenogénesis es un método común para desarrollar huevos sin que un macho los fertilice. Aunque este tipo de reproducción es menos común, los nematodos pueden colonizar rápidamente nuevas áreas porque no necesitan un compañero para reproducirse, cada técnica de reproducción tiene sus ventajas y desventajas, pero permite a los nematodos adaptarse a una variedad de ambientes (Ecología Verde 2020).

2.1.6. Interacciones entre los factores bióticos y abióticos con los nematodos en el cultivo de arroz.

La dinámica de los nematodos en el cultivo de arroz depende de las interacciones entre factores bióticos y abióticos. Los nematodos pueden verse afectados por factores bióticos, como bacterias y hongos beneficiosos, mediante la competencia por recursos o la producción de metabolitos que afectan su desarrollo y actividad. Por ejemplo, ciertos hongos *micoparásitos* como *Trichoderma* pueden controlar los nematodos fitoparásitos al colonizar las raíces y limitar su desarrollo. Además, las condiciones abióticas como la temperatura, la humedad del suelo y la disponibilidad de nutrientes también tienen un impacto en la proliferación y distribución de nematodos en el arrozal (Icochea 2016).

La población de nematodos puede aumentar o disminuir significativamente como resultado de estas interacciones complejas, lo que afecta directamente la salud y el rendimiento del cultivo de arroz, para desarrollar estrategias de control efectivas que minimicen los daños causados por nematodos, aumentando la sostenibilidad y la productividad del cultivo, es necesario un manejo integrado que tenga en cuenta tanto los factores bióticos como abióticos (Peña y Páez 2021).

2.1.7. Principales factores bióticos y abióticos en la propagación de los nematodos.

2.1.7.1. Factores Bióticos.

Hospederos Susceptibles.

La propagación de nematodos fitoparásitos depende de la presencia de hospederos susceptibles, estos organismos dependen de las plantas para alimentarse y reproducirse, por lo que la disponibilidad de una amplia gama de especies vegetales hospedantes puede aumentar la densidad poblacional de nematodos en un lugar dado. Además, la diversidad de hospederos puede influir en la distribución y la composición de las poblaciones de nematodos, ya que algunas especies pueden ser más susceptibles que otras a la infestación y reproducción de estos parásitos (Montes *et al.* 2011)

Actividad de Organismos Antagonistas

La propagación de nematodos fitoparásitos también puede verse afectada por la actividad de organismos antagonistas, algunos microorganismos del suelo, como hongos y bacterias, pueden competir con los nematodos por recursos como nutrientes y espacio, lo que reduce su capacidad para establecerse y proliferar en el ambiente. Además, algunos organismos antagonistas pueden crear compuestos químicos que impiden el crecimiento y la reproducción de los nematodos, limitando su capacidad para dañar las plantas hospedantes, la presencia y la actividad de estos organismos pueden desempeñar un papel importante en la regulación de las poblaciones (Hernández *et al.* 2006).

Bacterias.

En el cultivo de arroz, las bacterias interactúan con los nematodos. Al proporcionar un ambiente favorable en el suelo o en las raíces, algunas bacterias pueden actuar como hospederos o facilitar la propagación de nematodos fitoparásitos como *Meloidogyne graminicola* o *Hirschmanniella oryzae*. Además, ciertas bacterias pueden generar metabolitos que afectan la movilidad, la eclosión de huevos o la actividad alimentaria de los nematodos. Para reducir la propagación y los daños causados por los nematodos en los cultivos de arroz, es esencial

comprender estas interacciones y desarrollar estrategias de manejo integrado que incluyan prácticas de biocontrol (Luna *et al.* 2018),

Hongos Beneficiosos.

En el cultivo de arroz, los hongos beneficiosos pueden colaborar significativamente con los nematodos, algunos hongos micoparásitos, como *Trichoderma*, pueden servir como agentes de biocontrol al parasitar nematodos fitopatógenos como *Meloidogyne graminícola*, *Hirschmanniella oryzae* o *Aphelenchoides besseyi*. Estos hongos pueden colonizar las raíces del arroz y competir con los nematodos por recursos y espacio, reduciendo su población y reduciendo el daño a las plantas. Además, algunos hongos endófitos pueden hacer que las plantas hospederas sean más resistentes a los nematodos, lo que fortalece las defensas del cultivo (Chaves *et al.* 2013).

2.1.7.2. Factores Abióticos.

Variedades y sistemas de cultivo de arroz.

En Ecuador, se cultivan variedades de arroz que se adaptan a las condiciones locales. Las variedades más populares incluyen IR-8, S-931 y FL-11, que fueron creadas para combatir enfermedades y plagas y mejorar el rendimiento; la selección de estas variedades se basó en su capacidad para adaptarse a las variaciones climáticas y del suelo en las áreas productoras. Además, se están introduciendo variedades híbridas que prometen mayores rendimientos y resistencia a condiciones adversas, lo que es fundamental para la sostenibilidad del cultivo en el contexto del cambio climático (Cornejo 2021).

Los sistemas de cultivo de arroz en Ecuador van desde los tradicionales hasta los modernos, en áreas sin acceso a riego, es común el sistema de cultivo en seco, conocido localmente como "secano". Sin embargo, el cultivo en sistemas de riego por inundación se practica en regiones con infraestructura adecuada, lo que permite un control más efectivo del agua y los nutrientes. Además, el uso de tecnologías como el trasplante mecanizado y el uso de fertilizantes específicos ha mejorado la productividad, lo que hace que el cultivo sea más rentable y sostenible a largo plazo (INIAP 2020).

Tipos de suelos que tiene la provincia de Los Ríos.

La diversidad de tipos de suelos en la provincia de Los Ríos en Ecuador permite una producción agrícola diversa. Los sedimentos depositados por esta provincia, forman los suelos aluviales en esta región, estos suelos son ideales para el cultivo de arroz, maíz y cacao porque son ricos en nutrientes y tienen una textura franca o franco-arcillosa. Estos suelos tienen una buena retención de humedad y una buena capacidad de drenaje, lo que facilita el crecimiento de cultivos durante todo el año y crea una base sólida para la agricultura intensiva (SEN 2019).

Los Ríos tiene suelos volcánicos, particularmente en las zonas cercanas a la cordillera de los Andes. Debido a su alto contenido de minerales volcánicos, estos suelos son ideales para cultivos como bananos y caña de azúcar, lo que los hace extremadamente fértiles. la combinación de suelos aluviales y volcánicos permite una variedad de actividades agrícolas, apoyando tanto a grandes productores como a pequeños agricultores; la diversidad edafológica de la provincia juega un papel importante en su productividad agrícola y en su capacidad para contribuir significativamente a la economía nacional (Pérez 2020).

Suelo.

Debido a su función como sustrato y fuente de alimento, el suelo juega un papel importante en la propagación de nematodos fitoparásitos, la movilidad y distribución de estos organismos están influenciadas por la textura del suelo, como arcilloso, arenoso o limoso. Además, la presencia de materia orgánica en el suelo puede aumentar la abundancia de nematodos porque se alimentan de las raíces y los desechos orgánicos presentes; la estructura del suelo también afecta la capacidad de los nematodos para penetrar en las raíces de las plantas hospedantes, lo que afecta su capacidad para propagarse y dañar los cultivos (Gómez 2019).

pH del suelo y contenido de nutrientes.

El pH del suelo tiene un impacto en la disponibilidad de nutrientes de las plantas y, por lo tanto, en su vulnerabilidad a las infestaciones por nematodos. Por ejemplo, los suelos ácidos (4,5 – 5,5), pueden hacer que las plantas sean más susceptibles a los nematodos fitoparásitos, mientras que los suelos alcalinos (7 - 7,5) pueden dificultar el crecimiento y la reproducción de las plantas; además, la resistencia de las plantas hospedantes a los nematodos puede verse afectada por los nutrientes del suelo, como el nitrógeno, el fósforo y el potasio, un suelo bien equilibrado con los nutrientes esenciales puede fortalecer las defensas de las plantas contra los nematodos (García *et al.* 2020).

Clima

La actividad y distribución de los nematodos fitoparásitos están directamente influenciadas por el clima. Las condiciones extremas pueden ralentizar o incluso detener su actividad, mientras que las temperaturas ideales fomentan el crecimiento y la reproducción, acelerando su ciclo de vida, los nematodos necesitan un ambiente húmedo para sobrevivir y desplazarse, por lo que la humedad es esencial; además, las variaciones de temperatura y humedad durante el año pueden tener un impacto en la densidad y actividad de los nematodos en el suelo, así como en su capacidad para infectar las plantas hospedantes (Vera 2014).

Temperatura.

La temperatura es un componente crucial que afecta la actividad y la propagación de nematodos fitoparásitos, estos organismos son sensibles a los cambios de temperatura, y la actividad y el ciclo de vida de estos organismos están estrechamente relacionados con la temperatura del suelo y el entorno que los rodea. Las temperaturas óptimas (25°C a 30°C) pueden acelerar su desarrollo y reproducción, mientras que las temperaturas extremas (35°C), pueden detener su metabolismo o incluso causar su muerte. Además, las variaciones de temperatura tienen un impacto en la densidad y distribución de los nematodos en el suelo y su capacidad para infectar nuevas plantas hospedantes (Gómez 2019).

Fertilización

En el cultivo de arroz, la fertilización juega un papel dual en la interacción con los nematodos. Por un lado, el uso adecuado de fertilizantes puede mejorar la salud y resistencia de las plantas y reducir su vulnerabilidad ante nematodos fitoparásitos. Sin embargo, un exceso de fertilización nitrogenada puede estimular el crecimiento exuberante de las plantas, lo que aumenta la disponibilidad de nutrientes para los nematodos y fomenta su proliferación y daños en las raíces (Peña y Páez 2021).

Prácticas agrícolas

En el cultivo de arroz, las prácticas agrícolas son esenciales para la interacción con los nematodos: por ejemplo, la rotación de cultivos puede interrumpir el ciclo de vida de nematodos fitoparásitos al privarlos de sus hospederos específicos, disminuyendo su población en el suelo. El uso de variedades de arroz resistentes a nematodos y la siembra en épocas óptimas también puede reducir la probabilidad de infestaciones; por el contrario, técnicas como el monocultivo continuo y la compactación del suelo pueden aumentar la persistencia y la propagación de nematodos, lo que aumenta el riesgo de daños graves a los cultivos (Guzmán *et al.* 2020).

2.1.8 Principales Nematodos fitoparásito en el cultivo de arroz.

Meloidogyne graminícola: La eclosión de huevos en el suelo y la liberación de juveniles de segundo estadio (J2) marcan el inicio del ciclo de vida, estos juveniles infectan las raíces del arroz, donde se establecen y forman las agallas. Los nematodos se alimentan y desarrollan dentro de las raíces hasta los siguientes estadios juveniles y adulto; el ciclo se reinicia cuando las hembras adultas producen nuevos huevos que se depositan en una matriz gelatinosa en las raíces o el suelo, dependiendo de las condiciones ambientales, este ciclo completo puede durar de 25 a 30 días. (García *et al.* 2020).

Clasificación taxonómica.

Según Soares *et al.* (2020), indica la siguiente taxonomía:

Reino: *Animalia*

Filo: *Nematoda*

Clase: *Secernentea*

Orden: *Tylenchida*

Familia: *Heteroderidae*

Género: *Meloidogyne*

Especie: *M. graminicola*

Sintomatología y daños.

El nematodo *Meloidogyne graminicola*, también conocido agallas, los síntomas incluyen engrosamiento de las raíces como resultado de la formación de agallas, que tiene un impacto en la absorción de nutrientes y agua. Las plantas infestadas, especialmente en condiciones de sequía, muestran un crecimiento reducido, amarillamiento y marchitez. Las agallas también pueden facilitar la entrada de patógenos secundarios, lo que puede empeorar las lesiones, la infestación puede reducir significativamente el rendimiento del cultivo en situaciones extremas, el manejo integrado y la detección temprana son cruciales para reducir los efectos de este nematodo (Sotomayor 2017).

***Hirschmanniella oryzae*:** La eclosión de huevos en el suelo o en las raíces de arroz infectadas marca el inicio del ciclo de vida de, los adolescentes emergen y penetran en las raíces, donde se alimentan y desarrollan a través de varios estadios juveniles hasta convertirse en adultos. Tanto los machos como las hembras se aparean y las hembras ponen huevos en el suelo o en el tejido de las raíces. Durante la temporada de cultivo, este ciclo se repite varias veces, dependiendo de las condiciones ambientales, un ciclo completo puede durar de treinta a sesenta días (Vera 2014).

Clasificación taxonómica.

Según Bauters *et al.* (2020), indica la siguiente taxonomía:

Reino: *Animalia*

Filo: *Nematoda*

Clase: *Secernentea*

Orden: *Tylenchida*

Familia: *Pratylenchidae*

Género: *Hirschmanniella*

Especie: *Hirschmanniella oryzae*

Sintomatología y daños.

Los síntomas durante una infección en el arroz han sido bien estudiados porque los daños de la infección no se identifican fácilmente en los tejidos por encima del suelo (SEN 2019).

Las raíces enfermas pueden comenzar con un color amarillento a marrón que luego se oscurece, y las raíces muy infectadas pueden volverse marrón o negras. Estos síntomas se inician en la formación de pequeñas lesiones marrones en los lugares donde los nemátodos penetraron y rompieron la superficie. Después de estos primeros síntomas, las células epidérmicas dañadas pueden volverse necróticas y, como resultado de las células corticales dañadas, pueden formarse cavidades dentro de las raíces (Icochea 2016).

***Aphelenchoides besseyi*:** La eclosión de huevos en las flores y hojas jóvenes de arroz marca el inicio del ciclo de vida, los juveniles se alimentan de tejidos vegetales antes de convertirse en adultos. Tanto los machos como las hembras se reproducen y las hembras ponen huevos en el tejido de las plantas, este nematodo también puede sobrevivir en los granos de arroz cosechados, lo que hace que la infestación continúe, bajo condiciones favorables, el ciclo completo dura entre diez y doce días, lo que permite múltiples generaciones durante una temporada de cultivo. (Duran 2020).

Clasificación taxonómica

Según Luna *et al.* (2018), indica la siguiente taxonomía:

Reino: Animalia

Filo: *Nematoda*

Clase: *Secernentea*

Orden: *Tylenchida*

Familia: *Aphelenchoididae*

Género: *Aphelenchoides*

Especie: *Aphelenchoides besseyi*

Sintomatología y daños.

El nematodo del tizón del arroz, *Aphelenchoides besseyi*, daña mucho al cultivo, este nematodo causa los síntomas típicos del tizón infectando las hojas jóvenes y las inflorescencias del arroz, las hojas afectadas tienen manchas amarillas o pardas que se extienden desde las puntas hacia el centro, junto con tejido necrótico seco y quebradizo. Estos síntomas tienen un impacto negativo en la fotosíntesis y el desarrollo adecuado de la planta, lo que resulta en una baja en el rendimiento de los granos (Chaves *et al.* 2013).

En Ecuador, estos son los nematodos fitoparásitos más importantes que afectan el cultivo del arroz, causando mucho daño al obstaculizar la absorción de nutrientes y agua, lo que reduce el crecimiento y el rendimiento de los cultivos

2.2. Marco metodológico

Para el presente documento se reúne información de documentos actuales artículos de investigación, bibliotecas virtuales y sitios web para ayudar a presentar las opiniones e ideas de los actores que permitan desarrollos de investigación.

Se identificaron temas relevantes de los factores bióticos y abióticos que influyen en la distribución de nematodos fitoparásitos en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*. L.). Este trabajo se desarrolló como una investigación bibliográfica no experimental utilizando la técnica de análisis, revistas, textos actuales, artículos síntesis y resumen de los datos recopilados.

2.3. Resultados

En el cultivo de arroz, las interacciones complejas entre estos factores bióticos y abióticos con los nematodos revelaron estrategias potenciales para el manejo integrado. Por ejemplo, la rotación de cultivos y la selección de variedades resistentes pueden alterar positivamente el ambiente del suelo con el fin de reducir la presencia y el impacto de los nematodos. Para crear estrategias efectivas que promuevan la sostenibilidad y la productividad del cultivo de arroz a largo plazo, es necesario comprender estas interacciones.

Además, los factores abióticos y bióticos son los principales factores que influyen en la propagación de nematodos en los arrozales, los factores bióticos, bacterias y hongos beneficiosos, demostraron ser efectivos en reducir la población de nematodos mediante competencia por recursos y producción de metabolitos antagonistas. Por otro lado, las condiciones abióticas como la temperatura del

suelo, humedad, fertilización, prácticas agrícolas y la textura también tienen un impacto directo en la actividad y proliferación de nematodos fitoparásitos que pueden ayudar de manera directa o indirectamente a su propagación.

Tras el análisis del desarrollo mediante revisión bibliográfica centrada en el cultivo de arroz, se identificaron varios nematodos fitoparásitos comunes, como *Meloidogyne graminicola*, *Aphelenchoides besseyi*, y *Hirschmanniella oryzae*, que tienen un impacto significativo en la producción. Estos nematodos pueden causar daños como la formación de agallas en las raíces y la necrosis de tejidos, comprometiendo el rendimiento del cultivo, la economía de muchas familias y la seguridad alimentaria.

2.4 Discusión de resultados

Las interacciones entre factores bióticos y abióticos juegan un papel importante en la dinámica de los nematodos en el cultivo de arroz, la presencia de bacterias en el suelo y otros factores bióticos pueden ayudar a disminuir la población de nematodos fitoparásitos, ya que compiten por recursos y espacios en las raíces del arroz, de acuerdo con Chaves *et al.* (2013), indican que elementos abióticos como la textura del suelo y la disponibilidad de agua pueden influir directamente en la movilidad y la supervivencia de los nematodos, lo que puede cambiar la gravedad de las infestaciones y los daños en los cultivos.

Los factores bióticos y abióticos tienen un impacto en la propagación de los nematodos, ayudando la proliferación de nematodos fitoparásitos como *Meloidogyne graminicola*, *Aphelenchoides besseyi*, y *Hirschmanniella oryzae besseyi*, que se multiplican rápidamente en condiciones favorables, depende de factores bióticos como la presencia de hospederos adecuados y la actividad microbiana en el suelo; se concuerda con, Gómez (2019), que sostienen que los factores abióticos como la temperatura y la humedad del suelo son cruciales porque las condiciones ideales pueden acelerar el ciclo de vida y la dispersión de nematodos, lo que tiene un impacto significativo en la salud de los cultivos.

En los cultivos de arroz, se han encontrado varios nematodos fitoparásitos. *Meloidogyne graminicola*, *Aphelenchoides besseyi*, y *Hirschmanniella oryzae* son los nematodos más comunes. de acuerdo con estudios, Guzmán *et al.* (2020), indica que *Meloidogyne* spp. y están presente en el cultivo de arroz hasta en un

30%, además indica que *Aphelenchoides besseyi*, siendo el nematodo más dañino que está presente en los cultivos un 50% en infestaciones graves y que *Hirschmanniella oryzae* está presente en los cultivos de arroz; estas diferencias hacen que sea crucial realizar una identificación precisa para que las estrategias de manejo funcionen.

3.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. Conclusiones

La presencia de hospederos susceptibles y la actividad microbiana del suelo son dos factores bióticos que pueden facilitar o limitar su desarrollo y dispersión. Por otro lado, los factores abióticos como la temperatura, las prácticas agrícolas, el pH y la humedad y la textura del suelo tienen un impacto directo en la supervivencia, la movilidad y el ciclo de vida de los nematodos; es esencial comprender estas dinámicas para crear estrategias de manejo integrado efectivas que reducen los efectos negativos de los nematodos en los cultivos agrícolas y promuevan la sostenibilidad y la productividad agrícolas.

Las interacciones entre los nematodos y los factores bióticos en el cultivo de arroz muestran la complejidad de estos sistemas agrícolas, los factores bióticos, como la diversidad de hospederos y la presencia de bacterias en el suelo, pueden tener un impacto significativo en la dinámica de las poblaciones de nematodos, ya sea limitando su crecimiento o facilitando su proliferación; por otro lado, los factores abióticos como la temperatura, la humedad y la textura del suelo son esenciales para determinar las condiciones ideales para la supervivencia y actividad de los nematodos.

Las especies como *M. graminícola*, *Aphelenchoides besseyi*, y *Hirschmanniella oryzae* son comunes y pueden ser muy dañinas al afectar el sistema radicular y reducir el rendimiento del cultivo; la identificación precisa permite reducir el impacto negativo de los nematodos en la producción de arroz mediante la adaptación de prácticas agrícolas como la rotación de cultivos, el uso de variedades resistentes y los tratamientos biológicos, esta información demuestra que la vigilancia continua y la gestión integrada son esenciales para mantener la salud y la productividad de los cultivos de arroz.

3.2. Recomendaciones

Implementar prácticas como la rotación de cultivos que es un factor abiótico para disminuir las poblaciones de *M. graminícola*, *Aphelenchoides besseyi*, y *Hirschmanniella oryzae*, en suelo y raíces del cultivo de esta manera reduciendo sus efectos negativos.

Considerar los factores abióticos en el campo (como, la humedad, temperatura, pH, precipitaciones) e interactuar con ellos para la erradicación de los nematodos perjudiciales al cultivo de arroz.

Desarrollar estrategias para el control de nematodos fitoparásitos en especial con agente biológicos (factor biótico), para obtener mejores resultados en el cultivo.

4.REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. Referencias bibliográficas.

- Bauters, L; Kyndt, T; Meyer, TD; Morreel, K; Boerjan, W; Lefevere, H; Gheysen, G. 2020. Chorismate mutase and isochorismatase, two potential effectors of the migratory nematode *Hirschmanniella oryzae*, increase host susceptibility by manipulating secondary metabolite content of rice (en línea). *Molecular Plant Pathology* 21(12):1634-1646. Consultado el 27 de jun. 2024. Disponible en <https://doi.org/10.1111/mpp.13003>.
- Peña, R y Páez, J. 2021. Fitopatología (en línea). Consultado el 27 de jun. 2024. Disponible en <https://virtual.uptc.edu.co/ova/fito/archivo/NEMATODOS.pdf>
- Chaves, N; Cervantes, E; Zabalgoceazcoa, I; Araya, C. 2013. *Aphelenchoides besseyi* Christie (Nematoda: Aphelenchoididae), agente causal del amachamiento del frijol común (en línea). *Revista Tropical Plant Pathology*, 38, 243-252. Consultado el 27 de jun. 2024. Disponible en <https://doi.org/10.1590/S1982-56762013005000009>
- Guzmán, A; Zamorano, C; López, H. 2020. Interacciones fisiológicas de plantas con nematodos fitoparásitos: una revisión (en línea). *Revista Museo de Historia Natural* 24(2): 0123-3068. Consultado el 27 de jun. Disponible en <https://doi.org/10.17151/bccm.2020.24.2.13>
- Luna, I; Olave V; López, A; Cardona, G; Alzate, J. 2018. Identificación molecular y registro de *Aphelenchoides* spp. en cultivos comerciales de *Hydrangea* en Antioquia, Colombia (en línea). *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 21(2), 377-384. Consultado el 27 de jun. 2024. Disponible en <https://doi.org/10.31910/rudca.v21.n2.2018.994>
- Soares, M; Mattos, V; Leite, R; Gomes, A; Gomes, C; Castagnone-Sereno, P; Carneiro, R. 2020. Integrative taxonomy of *Meloidogyne graminicola* populations with different esterase phenotypes parasitising rice in Brazil (en línea). *Revista Nematology*, 23(6), 627-643. Consultado el 27 de jun. 2024. Disponible en https://brill.com/view/journals/nemy/23/6/article-p627_3.xml

- Sotomayor, P. 2017. "Estudio de la capacidad reproductiva del nemátodo *Meloidogyne graminicola* en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), bajo condición simulada de secano y riego". Tesis Pregrado. Babahoyo, Ecuador. Universidad Técnica de Babahoyo. 45 p.
- AENE (ambiente económico nacional del ecuador). 29 de octubre del 2020. La Producción de Arroz en el Ecuador (en línea, blog). Consultado 8 jun. 2024. Disponibles <https://ambitoeconomico.blogspot.com/2012/10/la-produccion-de-arroz-en-el-ecuador.html>
- Hernández, D; Hernández, G; Miranda, I; Moreno, E; Castro, I; Delgado-Oramas, P; Holgado, R. 2018. Reproducción y efecto nocivo de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood en *Phaseolus vulgaris* L. '(en línea). Cuba-Cueto-25-9'. Revista de Protección Vegetal, 33(2). Consultado el 25 de jun. 2024. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1010-27522018000200005&script=sci_arttext&lng=en
- Ecología Verde. 9 de enero. del 2023. Qué son los nematodos: características, clasificación y ejemplos. (en línea, blog). Consultado el 25 de jun. 2024. Disponible en <https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-nematodos-caracteristicas-clasificacion-y-ejemplos-2556.html>
- ACPA (Asociación Correntina de Plantadores de Arroz). 1 marzo del 2007. Morfología y fases fenológicas de la planta de arroz (en línea). Consultado el 27 de jun. 2024. Disponible en <https://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/academico/Apunte-MORFOLOGIA.pdf>
- Llanos, O; Ríos, A; Jaramillo, C; Rodríguez, L. 2016. La cascarilla de arroz como una alternativa en procesos de descontaminación (en línea). Revista Producción+ limpia, 11(2):150-160. Consultado el 25 de jun. 2024. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-04552016000200013&script=sci_arttext
- La Vanguardia. 20 de julio del 2020. 6 alimentos que pueden causarte mal aliento (en línea, blog). Consultado el 25 de jun. 2024. Disponible en

<https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20200720/7325/6-alimentos-causarte-mal-aliento.html>

Alzugaray, C; Carnevale, N; Salinas, A; Pioli, R. 2007. Factores bióticos y abióticos que afectan la calidad de las semillas de *Schinopsis balansae* Engl. y *Aspidosperma* quebracho-blanco (en línea). Revista Iberoamericana de Micología. 24(2), 142-147. Consultado el 10 may. 2024. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S113014060770030X>

OES DATA ANALYTICS. 23 de febrero del 2023. Suelo Ideal Para El Cultivo Del Arroz (en línea, blog). Consultado el 27 de jun. 2024. Disponible en <https://eos.com/es/blog/cultivo-del-arroz/#:~:text=Los%20suelos%20arcillosos%20y%20limosos,en%20suelos%20f%C3%A1ciles%20de%20inundar.>

Baque, A. 2023. Incidencia de nematodos asociados al cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) cantón Daule, provincia del Guayas. Tesis Ing. (En línea). Guayaquil, Ecuador, Universidad de Guayaquil. 71 p. Consultado 11 may. 2024. Disponible en <https://repositorio.ug.edu.ec/items/c3135fbc-f334-4c4e-a13a-a7c59f40b277>

Castilla, E. 2017. Relación de parámetros edáficos sobre la diversidad y distribución espacial de nematodos de vida libre (en línea). Revista Tecnología en Marcha 30(3):0379-3982. Consultado el 10 may. 2024. Disponible en https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0379-39822017000300024

Elevagro. 18 de febrero 2022. *Meloidogyne graminicola* en arroz de regadío: un problema subestimado (en línea, blog). Consultado el 29 de jul. 2024. Disponible en <https://elevagro.com/blog/meloidogyne-graminicola-no-arroz-irrigado-um-problema-subestimado/>

Handoo Z. s.f. *Meloidogyne graminicola* (en línea). Consultado el 29 de jul. 2024. Disponible en https://www.researchgate.net/figure/Meloidogyne-graminicola-A-male-pharyngeal-region-B-male-anterior-region-C-male_fig12_287521790

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 22 de febrero 2023. En Los Ríos, MAG promueve la producción agroecológica de arroz (en línea, blog).

Consultado el 25 jun. 2024. Disponible en <https://www.agricultura.gob.ec/en-los-rios-mag-promueve-la-produccion-agroecologica-de-arroz/>

InastulistEC. 13 de marzo del 2020, Arroz *Oryza sativa* (en línea, blog). Consultado el 25 de jun. 2024. Disponible en <https://ecuador.inaturalist.org/taxa/61381-Oryza-sativa>

Sen, D. 2019. One new and two known species of tylenchida (Nematoda) from West Bengal, India. Revista JOURNAL OF ENTOMOLOGY AND ZOOLOGY STUDIES 7:1059-1066. Consultado el 27 de jun. 2024.

Icochea, TA de. 2016. Enfermedades fungosas y bacterianas de raíces y tubérculos andinos. Lima, Perú, Centro Internacional de la Papa

Cobos, F; Gómez, J; Hasang, E; Medina, R. 2020. Sostenibilidad del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) En la zona de Daule, provincia del Guayas, Ecuador. (En línea). Journal of Science and Research. 5(4):1-16. Consultado 10 may. 2024. Disponible en <https://doi.org/10.5281/zenodo.4116460>

Cornejo, M. 2021. Estudio de 5 variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) Y dos métodos de siembra en el cantón Alfredo Baquerizo moreno trabajo experimental. Tesis pregrado. Alfredo Baquerizo, Ecuador. Universidad Agraria Del Ecuador 30 p.

Duran, P. 2020. Nematodos fitoparásitos de importancia agrícola enemigos a considerar en el cultivo del ajo (en línea). Revista INIA 8(10):567-998. Consultado el 8 de jun. 2024. Disponible en <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/4983/NR41802.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Los%20Nem%C3%A1todos%20Fitopar%C3%A1sitos%20son%20organismos,para%20completar%20su%20ciclo%20biol%C3%B3gico.>

García, E; Medina, R; Cobos, E; Hasang, E. 2020. Incidencia de *Meloidogyne graminicola* en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la provincia de Los Ríos (en línea) Revista Science and Resarch 5:2528-8083. Consultado el 8 jun. 2024. Disponible en <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/1001>

García, J; López, J; García, C; Villanueva, J; Nava, M. 2017. Factores bióticos, abióticos y agronómicos que afectan las poblaciones de adultos de mosca

pinta (*Hemiptera: Cercopidae*) en cultivos de caña de azúcar en Veracruz, México (en línea). Revista Acta Zool 33(3):0065-1737. Consultado 14 de may. 2024. Disponible en https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372017000300508

Gómez, E. 2019. Identificación de nematodos fitoparásitos Asociados al cultivo de café (*Coffea arabica* L.) En la Provincia de Loja. Tesis Pregrado. Loja, Ecuador. Universidad Nacional de Loja 35 p.

Guzman, T; Hernandez, S; Varela, I; Durán, J; Montero W. 2011 Nematodos fitoparásitos asociados al arroz en las regiones Huetar Norte y Huetar Atlántica de Costa Rica (en línea). Revista Agro. Mesoam 22(1):1659-1321. Consultado el 16 may. 2024. Disponible en https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212011000100003

Hernández, A; Bautista, S; Gerardo, M; Hernández, R. 2006. Uso de Microorganismos Antagonistas en el Control de Enfermedades Postcosecha en Frutos (en línea). Revista mexicana de fitopatología 25(1): 0185-3309. Consultado el 8 de jun. 2024. Disponible en [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092007000100009#:~:text=Los%20microorganismos%20antagonistas%20\(bacterias%2C%20levaduras,Wisniewski%20y%20Wilson%2C%201992\)](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092007000100009#:~:text=Los%20microorganismos%20antagonistas%20(bacterias%2C%20levaduras,Wisniewski%20y%20Wilson%2C%201992)).

León, V. 2020. Cadena productiva de arroz paddy del sector arrocero en zamborondón en el contexto de la competitividad (en línea). Consultado el 8 de jun. 2024. Disponible en [https://libros.ecotec.edu.ec/index.php/editorial/catalog/download/70/63/1015-1?inline=1#:~:text=El%20cultivo%20de%20arroz%20surge,Esmeraldas%20\(Espinosa%2C%202000\)](https://libros.ecotec.edu.ec/index.php/editorial/catalog/download/70/63/1015-1?inline=1#:~:text=El%20cultivo%20de%20arroz%20surge,Esmeraldas%20(Espinosa%2C%202000)).

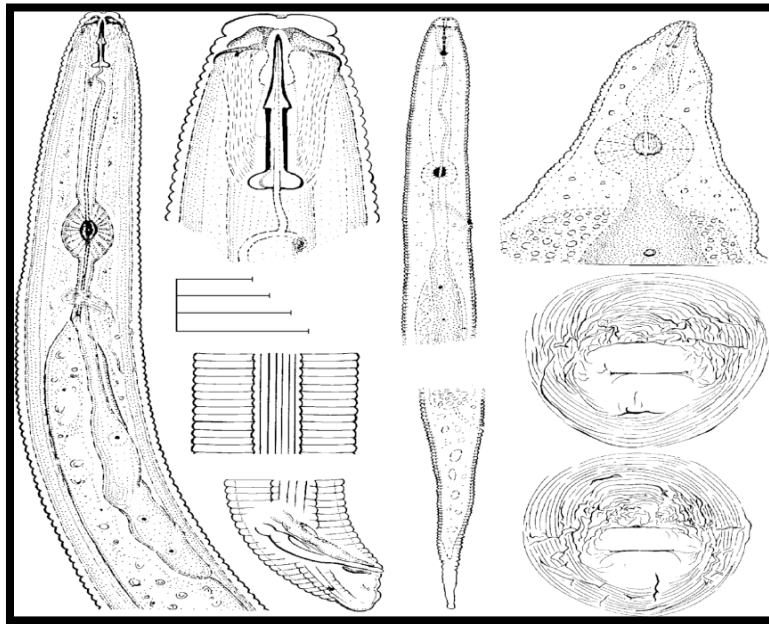
Montes, R; Luna, A; Talavera, M; Flores, H. 2011. Estudio preliminar de los factores bióticos y abióticos asociados a la muerte del duraznero en Morelos, México. Revista Nematropica 41:254-262. Consultado el 8 de jun. 2024. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/233932595_Estudio_preliminar_de

los factores bioticos y abioticos asociados a la muerte del duraznero en Morelos Mexico

- Morán, J. 2023. Enfermedades fúngicas y de nematodos en el arroz. (En línea). Consultado el 8 de jun.2024. Disponible en <https://es.slideshare.net/slideshow/nfermedades-fungicas-y-por-nematodos-en-el-arroz-1-pptx/269429559>
- Mundo Nematodo. 2017. Ciclo de vida del Nemátodo *Meloidogyne* (en línea). Consultado el 8 de jun. 2024. Disponible en https://www.facebook.com/MUNDONEMATODO/photos/a.1341364242586751/1341369025919606/?type=3&paipv=0&eav=AfaMGglATOr0Xo7RcyS_Oa4JPNsPzWINUzcJFQj0iBoW0v25JtvPA6BJexDENpSmi4c&_rdr
- Ordoñez, J. 2020. Control integrado de nematodos en el cultivo de Arroz (*Oryza sativa L.*), bajo condiciones de riego en el Ecuador. Tesis Ing. (En línea). Babahoyo, Ecuador, Universidad Técnica de Babahoyo. 54p. Consultado 10 may. 2024. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8027>
- Roldan, L. 2023. Qué son los nematodos: características, clasificación y ejemplos (en línea). Revista Biodiversidad 53(5):66-90. Consultado el 8 jun. 2024. Disponible en <https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-nematodos-caracteristicas-clasificacion-y-ejemplos-2556.html>
- Pincioli, M, & Salsamendi, M. 2015. El arroz (en línea). Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/46744>
- SAFER. 19 de noviembre 2021. Nematodos, Un Patógeno Silencioso En El Cultivo De Arroz (en línea, blog). Consultado en 8 de jun. 2024. Disponible en <https://safer.com.co/nematodos-un-patogeno-silencioso-en-el-cultivo-de-arroz/>
- Valle, G; Villavicencio, F; López, R. 2004. Ciclo de vida y modos de infección Nematodos Fitoparásitos (en línea). Consultado el 8 de jun. 2024. Disponible en <https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/1746/1/NEMATODOS%20FITOPATOGENOS.pdf>

Vera, A. 2014. Eficacia de *Nematon* y *Paecilomyces lilacinus* en el desarrollo vegetativo de la planta de arroz y manejo de *Meloidogyne graminicola* en condición de invernadero (en línea). 82 P. Disponible en <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/1931>

Anexos.



Anexo 1. Vista anatómica de *Meloidogyne graminicola*

Fuente: Handoo (s.f.).



Anexo 1. Plantas de arroz con apariencia amarillenta en la parte aérea y agallas en las raíces, síntomas típicos del parasitismo por nematodos agalladores.

Fuente: Elevagro (2022).