

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

**PROSPECCIÓN DE NEMÁTODOS FITOPARÁSITOS QUE
AFECTAN AL ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN LAS PARCELAS DE
PRODUCCIÓN DE LA F.C.A EN CHIRIQUÍ.**

RICARDO A. MASTROLINARDO.

4-757-2207

SAMUEL BARAHONA

8- 839-1608

DAVID, CHIRIQUÍ

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2019

**PROSPECCIÓN DE NEMÁTODOS FITOPARÁSITOS QUE AFECTAN AL
ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN LAS PARCELAS DE PRODUCCIÓN DE LA F.C.A
EN CHIRIQUÍ.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDA PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE INGENIERO EN CULTIVOS TROPICALES
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O
PARCIAL DEBE SER OBTENIDA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS**

APROBADO:

PROF. ING. JUAN MIGUEL OSORIO

DIRECTOR

PROF. ING. CARL WILLIAMS

ASESOR

PROF. ING. ZYDDI VISSUETTI

ASESOR

DAVID, CHIRIQUÍ

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2019

Agradecimientos

En primer lugar, queremos darle gracias a nuestro creador y a su universo por permitirnos encontrarnos en este momento tan importante en nuestro crecimiento profesional. En especial, por colocarnos en las circunstancias necesarias y con las personas adecuadas para realizar esta labor.

A nuestros padres por ser comprensivos y apoyarnos en nuestro caminar. Por motivarnos y enseñarnos el espíritu de la perseverancia ante cualquier vicisitud imprevista y hacerle frente siempre.

Al Ing. Juan M. Osorio, por creer en nuestras capacidades desde el día uno y por tomarnos en cuenta en cada decisión necesaria para desempeñar esta investigación.

Al igual, a los profesores que de una u otra manera se mostraron interesados en cuestionar, ayudar y sugerir cualquier detalle bien aceptado para complementar este objetivo.

A los amigos y compañeros bien intencionados que formaron parte de cada paso y que dieron los ánimos extras para no flaquear en la realización de nuestro trabajo de grado. Bendiciones a todos.

RESUMEN

PROSPECCIÓN DE NEMATODOS FITOPARÁSITOS QUE AFECTAN AL ARROZ (*Oryza sativa L.*) EN LAS PARCELAS DE PRODUCCIÓN DE LA F.C.A EN CHIRIQUÍ.

La presente investigación fue realizada en las parcelas de producción de arroz del CEIACHI, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, en el corregimiento de Chiriquí, Provincia de Chiriquí, República de Panamá entre los meses de septiembre de 2018 y agosto de 2019. Este estudio tuvo un carácter descriptivo de las poblaciones y los géneros de nematodos fitoparásitos que afectan al cultivo de arroz (*Oryza Sativa L.*). La metodología estuvo basada en un muestreo al azar simple de muestras de suelo y raíz en las parcelas de producción. Las muestras fueron procesadas en el laboratorio de protección vegetal de la FCA bajo el método de centrifugación en azúcar. Se contaron los nematodos encontrados y se clasificaron por género según sus características morfológicas. Los resultados indican la presencia de los géneros: *Pratylenchus spp*, *Meloidogyne spp*, *Tylenchus spp*, *Rotylenchus spp*, *Helicotylenchus spp* y *Criconemoides spp*. Los nematodos más frecuentemente detectados fueron *Pratylenchus spp.*, y *Meloidogyne spp.*, los cuales a su vez tuvieron las poblaciones más elevadas de todo la investigación. Igualmente, se encontraron altas poblaciones de huevos y juveniles principalmente en las muestras de raíces. Además, se muestrearon malezas asociadas al cultivo para detectar su situación hospedera de nematodos fitoparásitos, destacando

principalmente a las familias *Poaceae* y *Cyperaceae*. En raíces de las malezas *Fimbristilis miliacea*, *Cyperus ferax* y *Rottboellia cochinchinensis* se encontraron especímenes de *Pratylenchus spp.*, y *Meloidogyne spp.*

Palabras claves: Fitonemátodos, población, frecuencia, malezas.

ABSTRACT

PHYTOPARASITES NEMATODES PROSPECTION THAT AFECT TO PRODUCTION FIELDS OF RICE (*Oryza sativa L.*) THE F.C.A, CHIRIQUI.

This research was carried out in the rice production plots of the CEIACHI, of the Faculty of Agricultural Sciences of the University of Panama, in the village of Chiriquí, Province of Chiriquí, Republic of Panama between the months of September 2018 and August 2019. This study had a descriptive character of the populations and genera of nematodes phytoparasites that affect rice cultivation (*Oryza Sativa L*). The methodology was based on a simple random sampling of soil and root samples in the production plots. The samples were processed in the plant protection laboratory of the Faculty of Agricultural Sciences under the method of sugar centrifugation. The nematodes found were counted and classified by genus according to their morphological characteristics. The results indicate the presence of the genera: *Pratylenchus spp*, *Meloidogyne spp*, *Tylenchus spp*, *Rotylenchus spp*, *Helicotylenchus spp* and *Criconemoides spp*. The most frequently detected nematodes were *Pratylenchus spp.*, and *Meloidogyne spp.*, which in turn had the highest populations of all the research. Similarly, high egg and juvenile populations were found mainly in root samples. In addition, weeds associated with the crop were sampled to detect its host situation of phytoparasitic nematodes, highlighting mainly the families *Poaceae*

and *Cyperaceae*. In the roots of the weeds *Fimbristilis miliacea*, *Cyperus ferax* and *Rottboellia cochinchinensis*, specimens of *Pratylenchus spp.* and *Meloidogyne spp.* were found.

Keywords: Phytonematodes, population, frequent, weeds.

Índice General

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. ANTECEDENTES.....	5
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	8
1.4. OBJETIVOS.....	10
1.4.1. GENERALES.....	10
1.4.2. ESPECÍFICOS.....	10
1.5. HIPÓTESIS.....	11
1.6. ALCANCES Y LIMITACIONES.....	12
2. REVISION DE LITERATURA.....	13
2.1. Generalidades de los nemátodos.....	13
2.2. Nemátodos fitoparásitos.....	13
2.3. Nemátodos asociados al Cultivo de Arroz.....	15
2.4. Nemátodos fitoparásitos en Panamá en Cultivo de Arroz.....	16
2.4.1. <i>Pratylenchus spp.</i>	18
2.4.2. <i>Meloidogyne spp.</i>	18
2.4.3. <i>Rotylenchus spp.</i>	19
2.4.4. <i>Helicotylenchus spp.</i>	20
2.4.5. <i>Criconemoides spp.</i>	21
2.4.6. <i>Tylenchus spp.</i>	21

3. MATERIALES Y METODOS.....	22
3.1.METODOLOGÍA.....	22
3.1.1. Ubicación.....	22
3.1.2. Parcelas Muestreadas.....	23
3.1.3. Croquis de la Toma de Muestras.....	23
3.1.4. Muestreo de Nemátodos.....	24
3.1.5. Procesamiento de Muestras.....	25
3.1.6. Conteo de Nemátodos.....	29
3.1.7. Identificación de Nemátodos.....	30
3.1.8. Calculo de Datos.....	30
3.1.9. Parámetros Evaluados.....	30
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	32
4.1.Géneros de Nemátodos Fitoparásitos Identificados en las Parcelas....	
.....	32
4.2.Frecuencia de Nematodos Fitoparásitos.....	38
4.3.Malezas Predominantes en los Arrozales del CEIACHI.....	40
5. CONCLUSIONES.....	43
6. RECOMENDACIONES.....	44
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	46
8. ANEXOS.....	50

Índice de Cuadros

N°	Título	Pág.
	CUADRO 1. Nombres Comunes y Científicos de los Nematodos Fitoparásitos más Importantes en el Cultivo de Arroz (<i>Oryza sativa</i>) en Panamá.....	17
	CUADRO 2. Poblaciones de nematodos fitoparásitos en muestras de raíces.....	33
	CUADRO 3. Poblaciones de nematodos fitoparásitos en muestras de suelo.....	37
	CUADRO 4. Frecuencia de Nematodos.....	39
	CUADRO 5. Malezas Muestreadas.....	40
	CUADRO 6. Géneros de nematodos encontrados en raíces de malezas.....	41

Índice de Gráficas

N°	Título	Pág.
GRÁFICA 1.	Cantidades de Huevos y Juveniles por gramo de Suelo y Raíz....	34
GRÁFICA 2.	Comportamiento Poblacional del Nematodo <i>Pratylenchus</i>	35
GRÁFICA 3.	Comportamiento Poblacional del Nematodo <i>Meloidogyne</i>	36
GRÁFICA 4.	Nematodos, Huevos y Juveniles encontrados en Malezas.....	42

1. INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA A INVESTIGAR

El arroz (*O. sativa L.*) es el alimento básico predominante para los países de Asia, 17 países de América, y 8 países africanos, consolidándose como uno de los cereales más importantes, capaz de proporcionar el 20 por ciento del suministro de energía alimentaria del mundo. (FAO, 2004).

Según cifras del Instituto Nacional de Estadísticas y Censo de la Contraloría General de la República (INEC) indican que para el periodo 2017- 2018, se sembraron en Panamá 93,200 hectáreas de arroz, de las cuales se obtuvo unas 6,975,500 quintales en cáscara.

Según estadísticas del INEC, el área de cultivo de arroz en la provincia de Chiriquí para el periodo 2017-2018 es de 21,300 hectáreas. En esta provincia el rendimiento en su producción es aproximadamente 1, 917,300 quintales por hectáreas. Gran parte de esta superficie se siembra con variedades desarrolladas por la Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA) y el Instituto de Investigación Agropecuarias de Panamá (IDIAP).

La producción de arroz de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (F.C.A), se puede ver afectada por la incidencia de plagas y enfermedades que proliferan y

varían con la modificación del ambiente. Entre dichas afecciones y un tanto desapercibidas por la similitud de síntomas respecto a otras plagas, enfermedades y factores abióticos, se encuentra el caso de los nemátodos fitoparásitos que atacan al cultivo de arroz (*O. sativa* L.).

Indica Agrios en el 2005 que cuando las plantas crecen en condiciones óptimas y son fuertemente atacadas por nematodos fitoparásitos, pueden mostrar síntomas leves en la parte aérea. Bajo tales circunstancias, los nemátodos se reproducen mejor y pueden representar una amenaza oculta y severa para los cultivos subsiguientes.

A nivel mundial se estima que el 76% del área dedicada a este cultivo se encuentra infestada con densidades nocivas de nemátodos fitoparásitos. Más de 100 especies de estos han sido encontrados en asociación con arroz, inundado y seco; su frecuencia e importancia es muy variable (López *et al.* 1987).

Mundialmente existen muchos factores bióticos y abióticos que limitan a este cultivo, siendo los nemátodos fitoparásitos un grupo de agentes fitopatógenos con un papel importante. Son muchas las especies de nemátodos asociadas al cultivo del arroz y capaces de reducir el rendimiento. Sin embargo, las de mayor significación económica a nivel mundial son *Aphelenchoides besseyi* (Christie), *Ditylenchus angustus* (Butler Filipjev), *Heterodera* spp., *Hirschmanniella* spp., *Hoplolaimus indicus* (Sher), *Meloidogyne* spp., *Paralongidorus australis* (Stirling

et McCulloch), *Pratylenchus spp.*, y *Xiphinema ifacolum*, Luc (Bridge et al., 2005).

Igualmente indican MacGowan y Langdon, 1989; Gao y Zhou, 1999; Pedramfar et al., 2001 y Sharma et al., 2001, que muchas malezas presentes en los arrozales, principalmente *Poáceas* y *Ciperáceas*, son huéspedes de las especies de nemátodos que comúnmente atacan al cultivo del arroz, algunas de ellas, incluso, pueden mantener elevadas poblaciones de los nemátodos en ausencia del cultivo.

Señala *Nematol. medit.*, 2009, que dichas malezas junto a restos de plantas de arroz posterior a la cosecha, representan una fuente potencial de inóculo permanente, lo que trae como consecuencia que no se rompa el ciclo del nematodo y siempre se encuentre en la unidad de producción, lo cual dificulta su control debido a la presencia constante de fuentes alternas de alimentación.

En Panamá, la información de nemátodos respecto al cultivo de arroz continua siendo limitada y enfocada mayormente, al reconocimiento del fitopatógeno en relación al género. Tal es el caso de los géneros predominantes, *Meloidogyne* y *Pratylenchus* encontrados en las parcelas de producción de arroz del CEIACHI. Esta información se basa en análisis de suelo y raíces efectuado por el Dr. Juan Osorio (comunicación personal), donde se encontró una alta población de nemátodos fitoparásitos que afectan al cultivo de arroz en las parcelas 2 y 6. Es

de interés la evaluación de la incidencia de nemátodos fitoparásitos del arroz en las parcelas de producción de arroz del CEIACHI y a su vez, determinar la presencia de malezas hospederas que puedan exacerbar el problema y comprometer el rendimiento del cultivo.

1.2. ANTECEDENTES

En Costa Rica, un gran número de nematodos fitoparásitos, han sido asociado al arroz (González, 1978; Sancho y Salazar, 1985; López *et al.*, 1987), pero sólo la patogenicidad de *Meloidogyne salasi* (López, 1984) se ha demostrado (Sancho *et al.*, 1985). *Meloidogyne salasi*, patógeno del arroz descrito en 1984, se encuentra infectando áreas productoras de este cereal en Costa Rica y Panamá (López, 1984).

Aunque su gama de hospederos, conocida en Costa Rica, es relativamente reducida (López, 1984), los compensa con una alta tasa de reproducción en el campo (López y Salazar, 1989) y con mecanismos que le permiten sobrevivir periodos relativamente prolongados en ausencia de huéspedes. Para el año 1991, se reporta el primer hallazgo de *Meloidogyne salasi* en la provincia de Guanacaste.

En 1985, al sureste de Costa Rica, según resultados de estudios de nemátodos asociados al arroz por parte de Carlos L. Sancho y Luis Salazar; revelaron que el género *Tylenchorhynchus annulatus* tuvo la más alta densidad de población mientras que *Helicotylenchus spp.*; fue el género con mayor frecuencia encontrada en el ensayo. Otros nemátodos presentes en el área fueron

Criconemella onoensis, *Tylenchus* sp., *Pratylenchus zae* y *Meloidogyne salasi*.

Estas últimas especies fueron encontradas en alta densidad de población pero solo en pocas fincas de la región.

En Venezuela, a finales de 1999 se realizó un muestreo para estudios nematológicos en el cultivo del arroz y en las malezas asociadas en los estados Guárico, Cojedes y Portuguesa. Se identificaron nueve especies de nematodos fitoparásitos asociadas a la rizósfera del cultivo y de las malezas, principalmente *Poaceae* y *Cyperaceae*, entre las especies de nematodos identificadas fueron: *Helicotylenchus concavus*, *Helicotylenchus pseudorobustus*, *Hirschmanniella caudacrena*, *H. oryzae*, *H. spinicaudata*, *Meloidogyne salasi*, *Mesocriconema onoense*, *Pratylenchus zae* y *Tylenchorhynchus annulatus* (Nematol. Medina et al., 2009).

Menciona López, en 1984 y López et al., 1987 que en el caso del género *Meloidogyne salasi*, además de Venezuela, esta especie ha sido señalada solamente en Costa Rica y Panamá, donde su patogenicidad en el cultivo del arroz ha sido demostrada (López, 1984; López). Indica Pinochet J. en 1985 que en Panamá la incidencia de *Meloidogyne salasi* fue estimada en más del 60% de las siembras de arroz, y las pérdidas se cifran entre 5 y 20%.

Para el año 2000, se encontraron referencias existentes en España sobre los nematodos fitoparásitos del género *Aphelenchoides*, algunas de cuyas especies

puede ser patógeno de arroz, champiñón, fresa y plantas ornamentales. Entre estas, *A. bicaudatus*, *A. blastophthorus*, *A. composticola*, *A. fragariae* y *A. ritzemabosi* solo en Canarias. Además, elaboraron una clave para facilitar la identificación de las especies patógenas del género *Aphelenchoides* y se señalaron las características morfológicas, biológicas, los hospederos, sintomatología y la distribución, tanto a nivel mundial como de España. Destaca la importancia de las medidas preventivas como una de las prácticas más adecuadas para evitar las infestaciones y se indican los métodos de control más efectivos (Escuer M., Bello A.; 2000).

1.3. JUSTIFICACIÓN

Indica el MIDA en el 2018 que el arroz es uno de los cultivos más importante en el mundo y es el alimento básico en la dieta de los panameños, tanto en las zonas rurales como urbanas. Se estima que el consumo per cápita anual es de 70 kg. Para satisfacer esta demanda se cultivan en el país aproximadamente 110,000 ha de arroz, 63,027 ha en el sistema mecanizado con un rendimiento promedio entre 103 quintales por hectárea para el año 2017-2018 y unos 50,000 hectárea en el sistema a chuzo (IDIAP, 2012).

Para el 2008 según el MIDA, Panamá es uno de los países del área centroamericana con mayor consumo per cápita de arroz, uno de los alimentos indispensables en la dieta del panameño. En consecuencia, su producción tiene una gran importancia a nivel social, político, económico y sobre todo, en lo relacionado con la seguridad alimentaria del país.

Debido a la importancia económica y alimentaria del arroz, es indispensable prever los riesgos que puedan afectar al rubro en materia fitosanitaria, sin exceptuar la incidencia y afectación de las poblaciones de nemátodos parásitos durante la producción del rubro, que en la mayoría de los casos es confundida con otras enfermedades y cuyo tratamiento resulta ineficaz ante la carencia de

conocimientos que determinen la presencia de estos fitoparásitos en las áreas de producción.

Siendo el arroz el principal rubro de producción agrícola de la F.C.A, Chiriquí, en términos económicos y un importante rubro en la formación profesional de sus estudiantes; y dada la carencia de estudios en cuanto a incidencia de nemátodos fitoparásitos; es fundamental para nosotros a través de esta investigación lograr determinar la incidencia en términos cuantitativos y cualitativos de los nemátodos fitoparásitos asociados al cultivo, de manera que los resultados sirvan como referencia para futuros trabajos de manejo fitosanitario del rubro.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. GENERAL

Determinar la presencia de nemátodos fitoparásitos en las parcelas de producción de arroz del Centro de Enseñanza e Investigación Agropecuaria de Chiriquí (CEIACHI) de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá.

1.4.2. ESPECÍFICOS

- Identificar y determinar la población de los géneros de nemátodos fitoparásitos encontrados en las parcelas de producción de arroz (*O. sativa L.*).
- Determinar las malezas hospederas de nemátodos fitoparásitos asociadas al cultivo de arroz.

1.5. HIPÓTESIS

H0: No existen nemátodos fitoparásitos asociados al cultivo de arroz en las parcelas de producción CEIACHI.

Ha: Existen nemátodos fitoparásitos asociados al cultivo de arroz en las parcelas de producción del CEIACHI.

H0: Los nemátodos fitoparásitos no utilizan como hospederos alternos a las malezas asociadas del cultivo de arroz.

Ha: Los nemátodos fitoparásitos utilizan como hospederos alternos a las malezas asociadas del cultivo de arroz.

1.6. ALCANCES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

En Panamá existen pocos estudios realizados acerca de nemátodos fitoparásitos asociados al cultivo de arroz que contribuyan a evaluar un control óptimo de dichos fitopatógenos dentro de un programa de manejo fitosanitario.

Este ensayo nos permitirá determinar cualitativa y cuantitativamente las poblaciones de nemátodos fitoparásitos que afectan al cultivo de arroz dentro de las áreas de producción del CEIACHI, de manera que sirva como base para futuros estudios en cuanto a control y manejo de fitonemátodos de importancia agrícola para el arroz.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades de los Nematodos

Los nemátodos pertenecen al reino animal; son organismos multicelulares, generalmente microscópicos y poseen los principales sistemas fisiológicos, con la excepción del respiratorio y circulatorio. A los nemátodos que afectan o parasitan a las plantas se les conoce como fitonemátodos, diferenciados de los anteriormente mencionados puesto que poseen un estilete y nódulos.

2.2. Nematodos Fitoparásitos

Indica Christie J. en 1979 que los nematodos fitoparásitos inician su alimentación inyectando a la planta a través de su estilete, una secreción enzimática digestiva. La mayor parte de los nematodos que se alimentan de los vegetales son, en cierto sentido, parásitos obligados existen ciertos nematodos como el *Ditylenchus* que se alimentan también de hongos.

En cuanto a la distribución de los nemátodos en el plano vertical de un terreno cultivado es generalmente irregular; pero está fuertemente ligada a la distribución de las raíces de las plantas y a la profundidad de las labores; mientras que la temperatura, humedad y aireación del suelo afectan a la

supervivencia y al movimiento de los nemátodos en el suelo. Los nemátodos están concentrados principalmente en la zona arable entre los 0 a 15 cm. de profundidad.

Menciona Talavera en el 2003 que el nivel de daño que causan los nemátodos depende de una amplia gama de factores tales como su densidad poblacional, la virulencia de las especies o aislados, y la resistencia (habilidad de la planta de reducir la población del nematodo) o tolerancia (habilidad de la planta de rendir una cosecha a pesar del ataque del nematodo) de la planta huésped.

Otros factores que también contribuyen, de una u otra manera, son el clima, disponibilidad de agua, condiciones edáficas, fertilidad del suelo, y la presencia de otras enfermedades y plagas. Sin embargo, aunque se tenga conocimiento de la relación nematodo-planta y los factores que la influyen, este espacio es más complejo de lo que se puede percibir. Por ejemplo, en la mayoría de los casos se desconoce los umbrales del nematodo que causan daño en diversos cultivos y la amenaza que estos representan para los mismos.

Según INC en el 1976, La mayoría de los nemátodos parásitos pueden vivir sobre algunas malezas como hospederos, lo cual hace que las poblaciones de nemátodos se mantengan aún en la ausencia del cultivo. El monocultivo tiende a reducir el número de especies de nemátodos, conduciendo a una selección favorecida por el hospedante único. Las poblaciones de especies de nemátodos

que no son parásitos de la planta cultivada pueden mantenerse en presencia de malezas que les sirve de hospedante, haciendo inútil, en este caso, el control por rotación de cultivos.

2.3. Nematodos asociados al Cultivo de Arroz

Se sabe que los nematodos fitoparásitos alrededor del mundo, destacan como uno de los problemas más complejos en el cultivo de arroz. Los fitonemátodos se alimentan de células vivas.

Steiner en 1969 señala que en cuanto a géneros de importancia económica reportados, se encuentran: *Aphelenchoides besseyi*, *Criconemoides*, *Helicotylenchus*, *Hirschmanniella oryzae*, *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Rotylenchus*, *Tylenchorhynchus* y *Xiphinema*.

Investigaciones realizadas en Costa Rica han encontrado varios géneros asociados al cultivo de arroz, entre los que se menciona: *Meloidogyne sp*, *Helicotylenchus sp*, *Pratylenchus sp*, *Aphelenchoides sp*, *Aphelenchus sp*, *Xiphinema sp*, *Longidorus sp*, *Trichodorus sp* y otros. Para estos géneros los autores recomiendan realizar periódicamente diagnósticos de nematodos (Naranjo y Campos, 2005).

2.4. Nematodos fitoparásitos en Panamá en Cultivo de Arroz.

Para 1954, en Panamá, Cralley reportó el primer registro de nematodos, destacando la presencia de *Aphelenchoides oryzae* en arroz. Sin embargo, no fue hasta 1968 que se realizó el reconocimiento de nematodos asociados con diversos cultivos y su distribución sobre todo el territorio nacional; en el que sobresalen los siguientes géneros predominantes en el cultivo de arroz: *Aphelenchus sp.*, *Helicotylenchus sp.*, *Meloidogyne sp.*, y *Pratylenchus sp.* (Tarte, R. 1968)

Tanto Tarte y Ibáñez, señalan en 1970 que se encontró en Panamá, una especie de nematodo lesionador el cual se identificó como *Pratylenchus zaeae* Graham en muestras de arroz y maíz. Posteriormente se reveló una distribución amplia en el país, y su asociación con pastos como: pangola (*Digitaria decumbens*), faragua (*Hyparrhenia rufa*) y bermuda (*Cynodon dactylon*).

En 1975, se encontró en Coclé al nematodo nodulador de la raíz *Meloidogyne spp.*; en muestras de raíz de arroz y posterior en muestras procedentes de Bocas del Toro y Chiriquí (Tarte, R. 1982).

CUADRO 1

**Nombres Comunes y Científicos de los Nematodos Fitoparásitos más
Importantes en el Cultivo de Arroz (*Oryza sativa*) en Panamá.**

Nombre Común	Nombre Científico	Tipo de Parasitismo
Nematodo anillado	<i>Criconemoides sp.</i>	Ect. Migratorio.
Nematodo espiral	<i>Helicotylenchus sp.</i>	Ect. Migratorio y semi- end. Migratorio.
Nematodo de las raíces del arroz	<i>Hirschmanniella sp.</i>	End. Migratorio.
Nematodo nodulador de raíces	<i>Meloidigyne sp.</i>	End. Sedentario.
Nematodo lesionador radicular	<i>Pratylenchus sp.</i>	End. Migratorio.
Nematodo del raquitismo	<i>Tylenchorhynchus sp.</i>	Ect. Migratorio

Nota: End. (Endoparásito), Ect. (Ectoparásito)

Fuente: Pinochet J, 1987 (CATIE)

2.4.1. *Pratylenchus spp.*

Corresponde a un endoparásito migratorio conocido como nematodo lesionador de la raíz. A partir del segundo estado juvenil es infectivo y capaz de entrar a la raíz, ingreso que es realizado preferentemente en la zona de elongación radicular. En muchas especies de *Pratylenchus* los machos son escasos o desconocidos, lo que sugiere que la partenogénesis es la principal estrategia reproductiva. Su mayor afección ocurre en el estado juvenil. Entre los síntomas destacan: provoca enanismo en el cultivo, prolonga el ciclo vegetativo, reducción de tamaño y el número de hojas.

En el 2004, Suarez y Rosales indican que en las raíces produce una lesión roja al penetrar la corteza de la raíz y en lesiones más viejas se tornan necróticas, negras o púrpura en el tejido epidérmico y cortical, a menudo con ruptura de las raíces, permitiendo la invasión de otros microorganismos.

2.4.2. *Meloidogyne spp.*

Los especímenes de este género poseen una cabeza conoide con un estilete levemente largo, esbelto y nódulos regulares, también la glándula esofágica e

intestino presenta un traslape a diferentes lados, con una cola aguzada (Morera, 1990).

Según Suarez y Rosales, los nemátodos noduladores, *Meloidogyne spp.*, son muy frecuentes en las regiones del trópico, atacando diferentes plantas hospederas. *Meloidogyne* es también conocido como el nematodo agallador. (Suárez y Rosales, 2004). Estos causan malformaciones de las raíces primarias y secundarias denominadas agallas algunas veces les causan bifurcaciones.

Corresponde a un endoparásito sedentario, buscando siempre establecer un sitio de alimentación, causando disrupción de los tejidos vasculares y como consecuencia las raíces tienen dificultad para absorber el agua y los nutrientes. Salazar y Sancho en Costa Rica demostraron su efecto detrimental en los rendimientos.

2.4.3. *Rotylenchus spp.*

Rotylenchus spp., es un nemátodo que forma un espiral abierta con características sexuales dimórficas. Especies de este nematodo poseen una alta frecuencia de detección en América Tropical, aunque aparentemente suele ser menos patogénico que los anteriores. Tiene una gran capacidad de reproducción alcanzando altos niveles poblacionales en suelos arenosos. Es

probable que bajo estas condiciones sea dañino. La especie *R. parvus* es bastante común, en cambio *R. reniformis* de gran importancia económica en varios cultivos, es menos frecuente (Pinochet J, 1987).

2.4.4. *Helicotylenchus spp.*

Suárez y Rosales en el 2004 mencionan que corresponde a una especie ectoparásita que también puede comportarse como endoparásito migratorio, pues completa su ciclo en la raíz del cultivo. Sus síntomas son parecidos a los producidos por otros nemátodos fitoparásitos. Se alimentan de las capas más externas de la corteza, causando lesiones necróticas pequeñas que son características. Su daño está confinado al parénquima más cercano a la epidermis. Los daños celulares son a menudo decoloraciones que posteriormente constituyen áreas necróticas. Su diseminación es principalmente por tejido infectado.

2.4.5. *Criconemoides spp.*

Es un nematodo de cuerpo corto y ancho, las hembras tienen la región labial angosta, continua con el resto del cuerpo. En las hembras el estilete es desarrollado, cola redondeada o puntiaguda, la vulva se ubica cerca de la parte posterior del cuerpo. El estilete es frecuentemente ausente en los machos que tienen cutícula gruesa con grandes anillos (Eisenback; 1985 y Jepson; 1987). Indica Pinochet J, que se trata de un nematodo débil que ocasionalmente se presenta en poblaciones altas causando danos a plantones jóvenes. Este nematodo corresponde a un ectoparásito migratorio que produce lesiones pequeñas. La especie de mayor preocupación es *C. xenoplax*.

2.4.6. *Tylenchus spp.*

Es un nematodo que tiene estilete pequeño con nódulos basales, vulva en la mitad del cuerpo en las hembras. Los machos presentan Bursa conspicua y cola filiforme (Maggenti, 1981; Del Prado *et al.* 1996; Mai y Lyon, 1964)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. METODOLOGÍA

3.1.1. Ubicación

La investigación se realizó a partir de muestras obtenidas en las diversas parcelas dedicadas al rubro de arroz del CEIACHI de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, ubicado a los $8^{\circ}24'27.4''$ de latitud Norte y $82^{\circ}20'59.7''$ de longitud Oeste, en el corregimiento de Chiriquí, Provincia de Chiriquí. La misma fue efectuada durante el ciclo productivo del cultivo de arroz en la estación lluviosa de 2018.

Imagen 1. Ubicación de las Parcelas Muestreadas



3.1.2. Parcelas Muestreadas

Basado en un análisis y resultados previos por parte del Juan M. Osorio de las parcelas 2 y 6 del CEIACHI, que denotan una alta población de nemátodos fitoparásitos. Se evaluaron las parcelas: 1, 2, 3, 4, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 6, 9.1, 9.2 y 9.3. De la parcela 7, la cual se encontraba en periodo de descanso, solo se tomaron muestras de suelo y se muestrearon las malezas asociadas al arroz.

3.1.3. Croquis de la Toma de Muestras

Para el muestreo se utilizó el método de zigzag, obteniéndose 1 muestra conformada por 10 sub-muestras de suelo y de raíces por cada muestra analizada. El número de muestras por parcela dependió de la superficie y la uniformidad de la misma en base al mapa de las áreas de producción del CEIACHI.

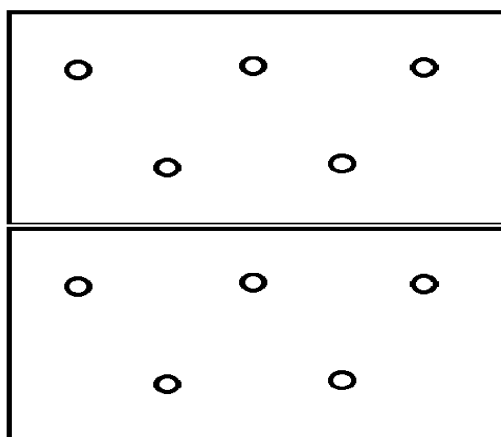


Imagen 2. Modelo Zigzag por cada muestra.

3.1.4. Muestreo de Nematodos

Se tomaron muestras al azar bajo el método de zigzag por parcela; cada muestra fue integrada por diez submuestras que posteriormente se homogenizaron. Para cada parcela se realizó el mismo proceso, siempre dividiendo el terreno y abarcando la totalidad de la parcela para que la muestra fuera lo más representativa.

La excepción fue en las parcelas 5 y

9, donde por el tamaño y la variación de cultivos respectivamente, se procedió a seccionar el área de estudio en varias muestras.

Para el muestreo, se utilizaron palas para obtener las muestras de suelo y raíces de arroz. Se colocaron las submuestras en tanques y una vez completado el muestreo, se colocaron las diez submuestras en sacos rotulados según las secciones o parcelas muestreadas.



Figura 1. Toma de Muestras.



Figura 2. Rotulación de Muestras.

En las parcelas aun no sembradas y en descanso, como el caso de la 6 y 7, se tomaron muestras de suelo y de raíz de las malezas predominantes. En general, se identificó y recolectó del campo, las malezas asociadas al cultivo de arroz como posibles hospederos de nemátodos. Las mismas fueron identificadas en el laboratorio de malezas con ayuda de los cuadros de malezas y la asesoría del Ing. Zyddi Vissuetti.

3.1.5. Procesamiento de Muestras

3.1.5.1. Procesamiento de Suelo

Para la extracción de nematodos del suelo se siguió el método de centrifugación en azúcar.

Se separó el suelo de las raíces, para recogerlo en un tanque. Seguido, se homogenizó las submuestras por parcela, con ayuda de un saco para revolver bien. Se extrajo 200 cc de suelo y se colocó



Figura 3. Separación de suelo y raíces.
Tamización de suelo.

en un recipiente, al cual se le agregó agua a 1/3 de su capacidad, se revolvió e hidrataron las partículas de suelo. Luego, se pasó la solución por el tamiz de 35 mesh, descartando el sedimento de suelo y aprovechando en otro recipiente el fluido.

Este, fue tamizado por 140 mesh y se repitió el proceso anterior. Con el restante líquido de suelo, se tamizó por 325 mesh y el residuo retenido en el tamiz fue aprovechado y enjuagado con ayuda de la botella lavadora hasta reducir los residuos de la superficie de la malla y verterlo en tubos para centrifugación.



Figura 4. Tamización de muestras de suelo.



Figura 5. Depósito de muestra de suelo en tubos para centrifugación.



Figura 6. Colocación de tubos en la Centrífuga.

Después, se centrifugó por 5 minutos, se eliminó el sobrenadante con un sifón y se agregó la solución azucarada. Se agitó con un policial, tapó y centrifugó nuevamente por 3 minutos. Posterior, se retiraron los tubos con los nematodos de suelo de la centrifuga y se vertió el sobrenadante de los tubos en el vaso

químico. El fluido fue llevado a un tamiz de 500 mesh que retiene en su superficie a los nemátodos. Por último, se enjuagó el contenido del cedazo para remover la solución azucarada y evitar que los nemátodos se plasmolizarán. Las muestras se recogieron en viales que se taparon, rotularon y guardaron en la refrigeradora para su posterior lectura.



Figura 7. Parte transparente es el sobrenadante, abajo el precipitado del suelo.



Figura 8. Solución Azucarada



Figura 9. Eliminación del sobrenadante.

3.1.5.2. Procesamiento de Raíces

Inicialmente, se procedió al lavado de raíces de arroz hasta eliminar los residuos de suelo, se cortaron y se pesaron 50 gramos de las mismas. Se licuaron con agua a dos veces más del volumen de raíces. Luego, se tamizó por 35, 140 y 325 mesh en dicho orden respectivamente. En el último tamiz, se enjuagó y vertió el líquido en tubos para centrifugación, y se centrifugó durante 5 minutos, siguiendo luego, el mismo procedimiento que el utilizado para la extracción de los nematodos del suelo.



Figura 10. Lavado de raíces.



Figura 11. Pesado de raíces.



Figura 12. Tamizado de raíces en 35 mesh.

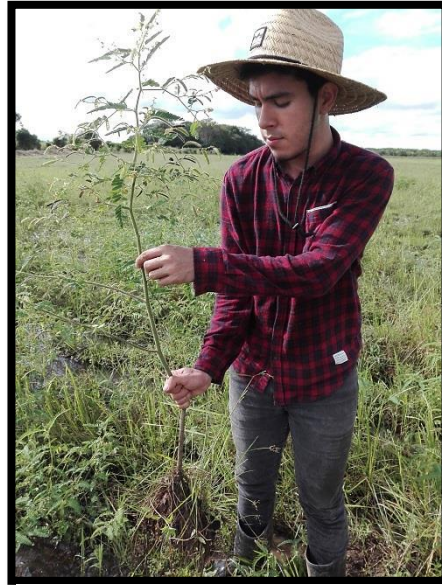


Figura 11. Muestreo de Malezas

3.1.6. Conteo de Nematodos

Por cada vial obtenido de cada muestreo, fuese procedente de suelo o raíz; se pasaron a vasos químicos por separados y se llevaron a un volumen de 50 cc con ayuda de agua destilada. Luego, se extrajeron alícuotas para todas las muestras de suelo y raíz y se llevaron a las placas contadoras de nematodos. Después, se procedió al conteo de nematodos y huevos y juveniles haciendo uso del microscopio y con ayuda de una placa nematológica.



Figura 15. Conteo de nemátodos.

3.1.7. Identificación de Nematodos

Para la identificación de nematodos al momento del conteo, se utilizó la clave de identificación de nematodos fitoparásitos *Pictorial Key Genera of Plant-Parasitic Nematodes* basada en características morfológicas que denotan rasgos distintivos de referencia para lograr el reconocimiento de los mismos. Además, se contó con la asesoría del Ing. Carl Williams, quien lleva el curso de Principios de Fitonematología (LPV 340).

3.1.8. Cálculo de datos

Para efecto de análisis de datos, se determinó la cantidad de nematodos encontrados por gramo tanto de suelo como de raíces de cada muestra, a partir de los datos obtenidos a través de regla de tres y conversión.

3.1.9. Parámetros evaluados

Las variables evaluadas fueron: géneros y densidades de nematodos presentes por gramo de suelo y raíz (se procesaron 200 gr. de suelo y 50 gr de raíz).

Para el análisis de los datos, se utilizaron estadística descriptiva para la determinación de las cantidades de nematodos por género y la frecuencia de los mismos. La frecuencia corresponde al número de veces que algo ocurre. En esta investigación hace referencia al número de veces que un género de nematodo se encuentre en la muestra.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Géneros de Nematodos Fitoparásitos Identificados en las Parcelas.

Se identificaron seis géneros de nematodos fitoparásitos de importancia económica asociados al cultivo de arroz, entre ellos: *Pratylenchus spp*, *Meloidogyne spp*, *Tylenchus spp*, *Rotylenchus spp*, *Helicotylenchus spp* y *Criconemoides spp*.

En el cuadro 2 se observa una alta población de huevos y juveniles en las parcelas 4, 1, 3 y 2. Cabe resaltar que al momento del muestreo se observaron nódulos característicos del nematodo nodulador de la raíz, *Meloidogyne spp.*, en las muestras de estas parcelas, por lo que asumimos que estos huevos y juveniles pertenecen a este género, ya que el mismo pone los huevos en una masa gelatinosa afuera de las raíces. También se puede observar que las poblaciones más elevadas constan de los géneros *Pratylenchus* y *Meloidogyne*, en las parcelas 6 y 1 respectivamente. Estos nematodos se encontraron presentes en la mayoría de las muestras de raíces. En el caso de la parcela 7, se tomaron muestras de raíces de malezas que fueron mostradas en el cuadro 5 y no en el cuadro 2, correspondiente a muestras de arroz. En las parcelas 9.1 y 9.3 no se encontró género alguno debido al efecto del suelo anegado presente en dichas parcelas durante el muestreo, lo cual limita el desarrollo del nematodo.

CUADRO 2.

Poblaciones de nematodos fitoparásitos en muestras de raíces

Géneros	Parcelas												
	1	2	3	4	5.1	5.2	5.3	5.4	6	7	9.1	9.2	9.3
<i>Pratylenchus</i>	90	52	6	5	43	72	42	53	196	0	0	43	0
<i>Meloidogyne</i>	127	23	75	46	10	5	16	101	35	0	0	56	0
<i>Tylenchus</i>	0	0	2	0	9	2	9	18	0	0	0	1	0
<i>Rotylenchus</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0
<i>Helicotylenchus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Criconemoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
Huevos- juveniles	900	458	475	1077	14	6	21	125	53	0	0	97	0

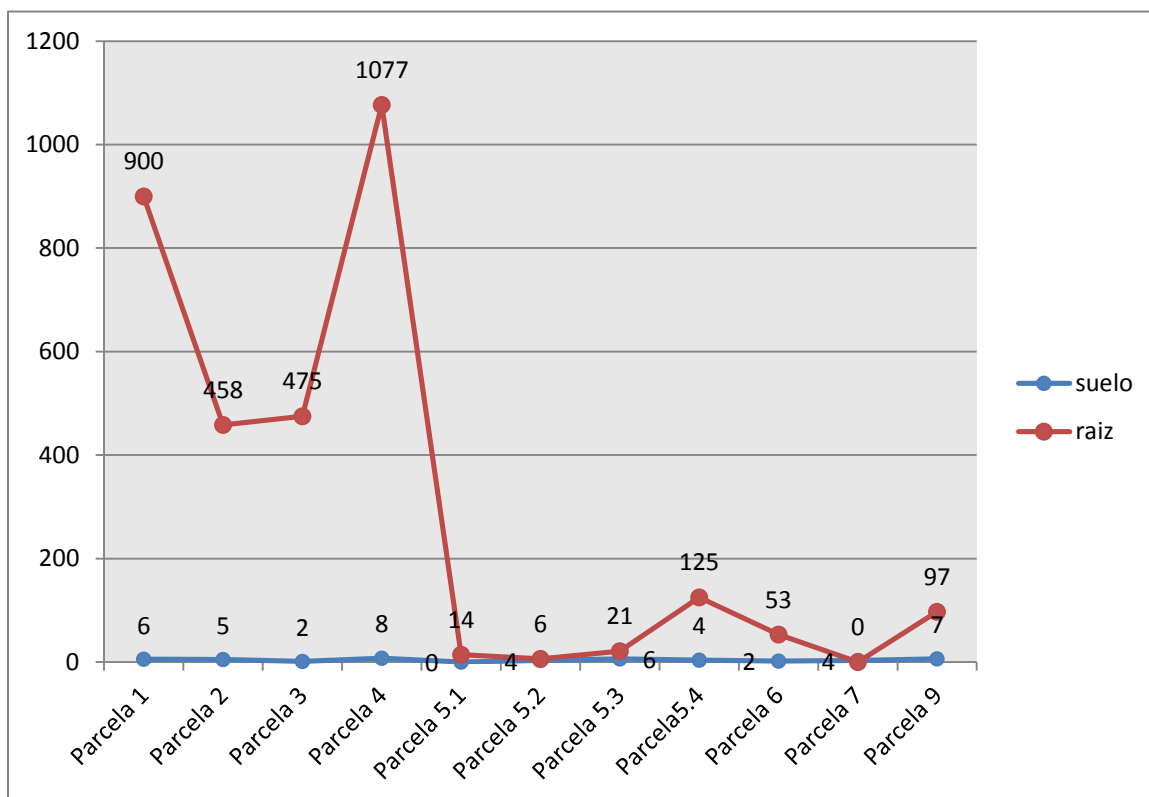
Nota: especímenes por gramo de raíz.

Fuente: Propia

En la gráfica 1 se indica las poblaciones de huevos y juveniles dadas por gramo de suelo y raíz analizado por parcelas. En las muestras de suelo los huevos y juveniles no representan una población significativa respecto a la de raíces, donde la población más elevada destaca en la parcela 4.

GRAFICA 1.

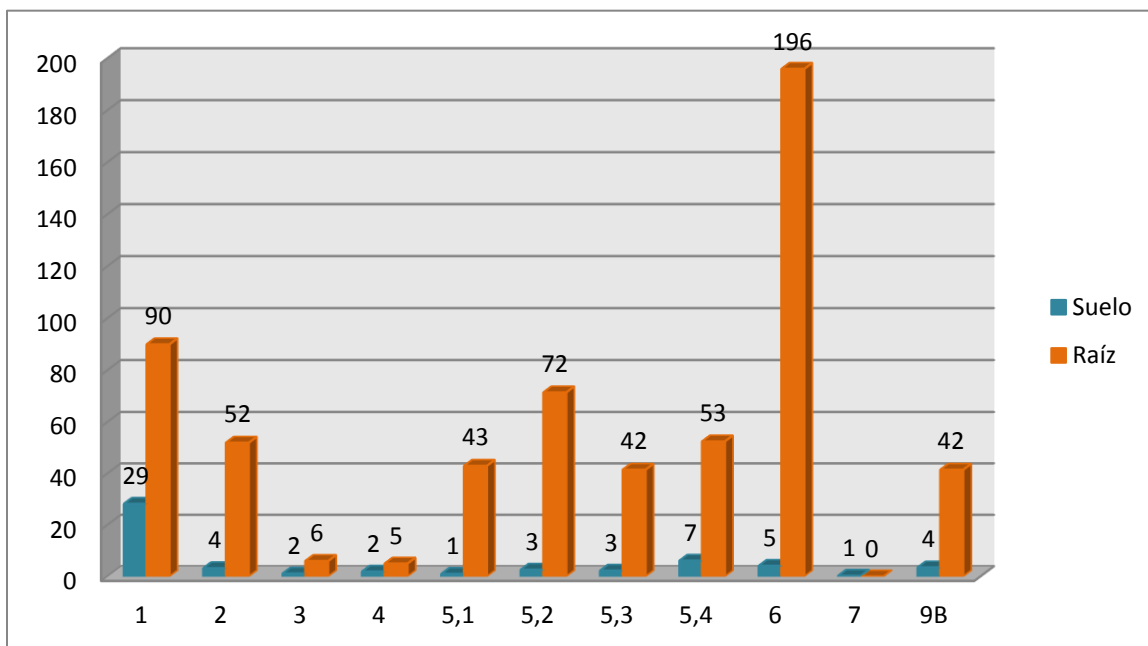
Cantidades de Huevos y Juveniles por gramo de Suelo y Raíz



La gráfica 2, indica que el nematodo lesionado, *Pratylenchus* se encontró en todas las parcelas muestreadas. Predominando en muestras de raíces principalmente con poblaciones elevadas respecto a las de suelo. Las poblaciones más altas fueron encontradas en las parcelas 6, 1 y 5.2.

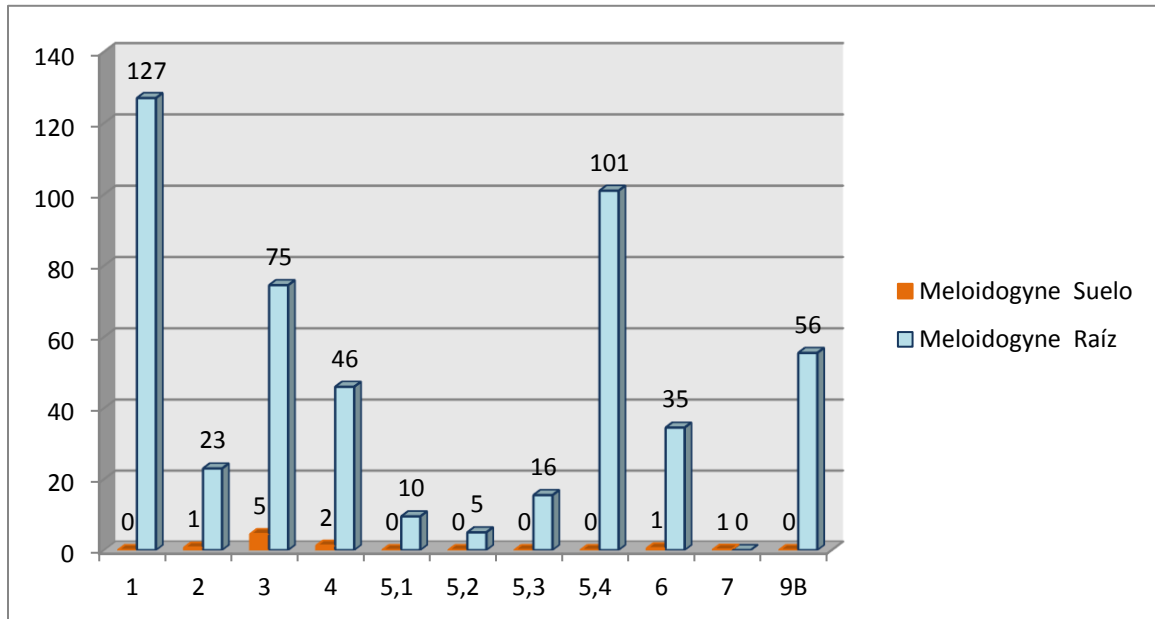
GRAFICA 2.

Comportamiento Poblacional del Nematodo *Pratylenchus*.



Como indica la gráfica 3, las poblaciones del nematodo nodular, *Meloidogyne spp.*; encontradas en el suelo fueron bajas; sin embargo en el sistema radicular fueron altas especialmente en las parcelas 1, 5.4 y 3. Esto se debe a que es un nematodo endoparásito sedentario, el mismo pone los huevos fuera de la raíz en una masa gelatinosa.

GRAFICA 3.

Comportamiento Poblacional del Nematodo *Meloidogyne*.

En el cuadro 3, se puede observar que el género de nematodo de mayor frecuencia y poblaciones en las muestras de suelo fue *Pratylenchus*, en especial en la parcela 1 donde se encontró la mayor población. Esto dado su comportamiento de nematodo endoparásito migratorio, el cual posterior a la colocación de los huevos migra fuera de la zona radicular en busca de nuevo tejido para alimentarse. No siendo así para el caso de *Meloidogyne*, cuyo desarrollo depende de un sitio fijo de alimentación, establecimiento y colocación de huevos dada su condición de endoparásito sedentario. Es por ello que las poblaciones del nematodo nodulador se presentan bajas en las muestras de suelo. El nematodo *Criconemoides* aparece igualmente en la mayoría de las parcelas. Pues sus hábitos alimenticios corresponden a los de un ectoparásito migratorio.

CUADRO 3.

Poblaciones de nematodos fitoparásitos en muestras de suelo.

Géneros	Parcelas												
	1	2	3	4	5.1	5.2	5.3	5.4	6	7	9.1	9.2	9.3
<i>Pratylenchus</i>	29	4	2	2	1	3	3	7	5	1	0	4	0
<i>Meloidogyne</i>	0	1	5	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Tylenchus</i>	5	1	1	0	1	1	0	2	0	1	0	2	0
<i>Rotylenchus</i>	3	1	0	0	3	4	1	1	1	0	0	2	0
<i>Helicotylenchus</i>	1	1	0	0	3	5	1	1	0	0	0	1	0
<i>Criconemoides</i>	8	3	2	2	2	3	2	13	3	1	0	4	0
Huevos y juveniles	6	5	2	8	0	4	6	4	2	4	0	7	0

Nota: especímenes por gramo de suelo.

Fuente: Propia.

4.2. Frecuencia de Nematodos Fitoparásitos.

En el cuadro 4 se muestra a *Pratylenchus* y *Criconemoides* con la mayor frecuencia en las muestras de suelo, sin embargo, las poblaciones de *Criconemoides* fueron muy bajas comparada con los otros géneros. Dicha frecuencia en el suelo está dada por sus hábitos de alimentación de nematodos migratorio los cuales tienen la capacidad de desplazarse en el suelo para buscar tejido sano. En el caso de *Meloidogyne* cuyas poblaciones han sido bajas en suelo, la frecuencia es la más baja entre las demás, muy propia del hábito de alimentación de endoparásito sedentario que caracteriza a este género.

En relación a las muestras de raíces, las frecuencias más elevadas con un 83 % pertenecen a especímenes de *Pratylenchus* y *Meloidogyne*, que a su vez mantuvieron las poblaciones más elevadas. Para el caso del nematodo nodulador, las altas poblaciones y frecuencias de este género son correspondidas por su habitual parasitismo adentro de la zona radicular del cultivo.

CUADRO 4.

Frecuencia de Nematodos

Especie	Muestras Analizadas	
	Suelo (13)	
	No. Muestras que contenían especie	Frecuencia (%)
<i>Pratylenchus spp.</i>	11	84.61
<i>Criconemoides spp.</i>	11	84.61
<i>Rotylenchus spp.</i>	8	61.54
<i>Tylenchus spp.</i>	8	61.54
<i>Helicotylenchus spp.</i>	7	53.85
<i>Meloidogyne spp.</i>	5	38.46
Raíces (12)		
<i>Meloidogyne spp.</i>	10	83.33
<i>Pratylenchus spp.</i>	10	83.33
<i>Tylenchus spp.</i>	6	50.00
<i>Rotylenchus spp.</i>	2	16.17
<i>Criconemoides spp.</i>	1	8.33
<i>Helicotylenchus spp.</i>	1	8.33

Fuente: Propia

Para el cálculo de la frecuencia por cada género de nematodos fitoparásitos se utilizó la fórmula basada en la división del número de muestras que contenían el género de nematodo entre el número de muestras totales analizadas, multiplicado por cien para obtener el porcentaje.

4.3. Malezas Predominantes en los Arrozales del CEIACHI.

El cuadro 4 indica las muestras representativas de las malezas predominantes en las parcelas de producción de arroz. En la parcela 7 se encontraron las malezas: *Fimbristilis miliacea*, la cual presentaba nódulos del nematodo *Meloidogyne* en sus raíces. En las muestras radiculares de *Ludwigia octovalvis*., se encontró un espécimen del genero *Meloidogyne spp.*, y presencia de 7 huevos por gramo de raíz.

CUADRO 5.

Malezas Muestreadas

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Número de Muestras
Fosforito	<i>Fimbristilis miliacea</i>	<i>Cyperaceae</i>	15
Clavito de agua	<i>Ludwigia octovalvis</i> .	<i>Onagraceae</i>	15
Cortadera	<i>Cyperus ferax</i>	<i>Cyperaceae</i>	15
Manisuris	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	<i>Poaceae</i>	15

Fuente: Propia.

Las principales malezas asociadas al cultivo de arroz encontradas fueron: *Fimbristilis miliacea*, *Ludwigia octovalvis.*, *Cyperus ferax* y *Rottboellia cochinchinensis*. En el cuadro 5, se indica que especímenes de *Pratylenchus* fueron encontrados en *Fimbristilis miliacea*, *Cyperus ferax* y *Rottboellia cochinchinensis*, siendo en esta última la mayor hospedante del nematodo lesionador. Mientras que *Fimbristilis miliacea* y *Cyperus ferax* sirvieron de hospederos para *Meloidogyne*.

CUADRO 6.

Géneros de nematodos encontrados en raíces de malezas

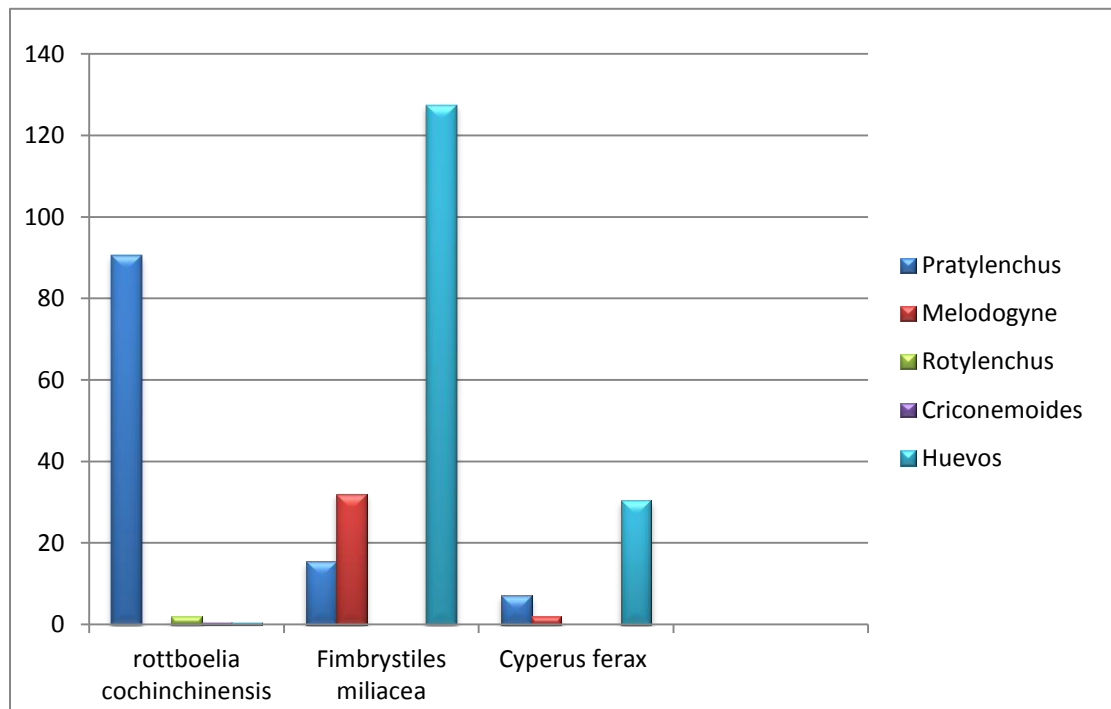
Maleza	Prat.	Mel.	Roty.	Cric.	Huevos/juveniles
<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	91	0	2	1	1
<i>Cyperus ferax</i>	7	2	0	0	31
<i>Fimbristilis miliacea</i>	16	32	0	0	128

Nota: **Prat.** (*Pratylenchus*), **Mel.** (*Meloidogyne*), **Roty.** (*Rotylenchus*), **Cric.** (*Criconemoides*).

Fuente: Propia.

Grafica 4.

Nemátodos, Huevos y Juveniles encontrados en Malezas



La mayor población encontrada fue de las muestras de *Fimbristylis miliacea* correspondiente a un alto contenido de huevos y juveniles propios del nematodo *Meloidogyne*, ya que las raíces presentaban nódulos y juveniles característicos del género. *Pratylenchus* predominó en las muestras de la maleza *Rottboellia cochinchinensis*.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados alcanzados en este trabajo se puede concluir lo siguiente:

- Los nematodos fitoparásitos de los géneros *Pratylenchus spp.* y *Meloidogyne spp.* fueron los que más se encontraron afectando así las parcelas dedicadas a la producción del cultivo de arroz (*O. sativa L.*)
- Los nematodos fitoparásitos utilizan como hospederos alternos a las malezas asociadas al cultivo de arroz (*O. sativa L.*)

6. RECOMENDACIONES

Basado en los resultados y conclusiones de esta investigación se realizan las siguientes recomendaciones:

- Se sugiere considerar un manejo fitosanitario más efectivo en las parcelas con mayor incidencia de nematodos, en especial la 1 y 2, donde las poblaciones fueron elevadas y el grado de afectación en la producción de arroz fue notoria.
- Seguir realizando estudios y muestreos continuos de las parcelas que presentaron altos grados de afectación, que permitan comparar el comportamiento de los nematodos con los rendimientos de cada parcela.
- Disponer de parcelas especialmente enfocadas al estudio de los nematodos asociados al arroz donde se pueda estudiar la severidad de las afectaciones producidas en el cultivo, debido a que en Panamá no se cuenta con suficientes investigaciones de nematodos.
- Establecer estrategias de prevención a través de la rotación de cultivo como control cultural, siendo esta una buena práctica eficaz utilizada a nivel mundial para reducir la población de fitonemátodos. De igual manera, hacer uso de la combinación de tratamientos biológicos y químicos para un control más exitoso.
- Mantener el complejo de malezas bajo control, pues actúan como hospederos de fitonemátodos permitiendo la prevalencia de los mismos.

- Evitar la contaminación cruzada propia de las partículas de suelo adheridas en neumáticos y herramientas mediante la limpieza de las maquinarias e implementos agrícolas.

7. REFERENCIAS CITADAS

- Agrios, 2005, Fitopatología, 2da edición. México, Limusa, 952 p.
- Bridge J., Plowright R.A. y Peng D., 2005. Nematode parasites of rice. Pp. 87-130. In: Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture - Second Edition (Luc M., Sikora R.A. y Bridge J., eds.). CABI Publishing, Wallingford, UK.
- Buitrago I., McIntire Q. E.I, Salamina Z. B., Fenología de la planta de arroz y su importancia en el manejo integrado del cultivo. IDIAP. Panamá, 2012. 26 págs.

Disponible en el sitio web: <http://www.idiap.gob.pa/download/fenologia-de-laplanta-de-arroz-y-su-importancia-en-el-manejo-integrado-del-cultivo/wpdmdl=1204>
- Escuer, M.; Berra, B; Bello, A 1995: *Aphelenchoides fragariae* un nematodo patógeno de bulbos y hojas en plantas para flor cortada. Phytoma España, 73:39-43.
- FAO. 2004 Artículo: El arroz y la Nutrición Humana. Roma, Italia. 2004. 2 págs. Documento disponible en el sitio web: <http://www.fao.org/rice2004/es/f-sheet/hoja3.pdf>
- González, L. 1978. Nematodos fitoparásitos asociados con la rizosfera de arroz y maíz en varias zonas agrícolas de Costa Rica. Agronomía Costarricense 2(2):171-286.

- Herrera D., Prado M., López H., Villanueva G. 2009; *Plan de acción para la competitividad de la cadena de arroz de Panamá: hacia un mecanismo de reconocimiento de la calidad*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica, 2009. 81 págs. Documento disponible en el sitio web:
<https://www.mida.gob.pa/upload/documentos/plan-de-accion-de-arroz-para-la-competitividad-de-la-cadena/5B1/5D.pdf>
- López R., 1984. *Meloidogyne salasi* sp. n. parasite of rice (*Oryza sativa* L.) from Costa Rica and Panamá. Turrialba, 34: 275-286.
- López, R; Salazar, L; Azofeifa, J. 1987. Nematodos asociados al arroz (*Oryza sativa* L.) en Costa Rica. V. Frecuencia y densidades poblacionales en las principales zonas productoras. *Agronomía Costarricense*. 11(2):215-220.
- MacGowan J.B. y Langdon K.R., 1989. *Hosts of the rice rootknot nematode, Meloidogyne graminicola*. Nematology Circular 172, Gainesville, USA, 4 pp. Consultado el viernes 10 de agosto de 2018. Información disponible en el sitio web:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43721202003>
- Medina A. Crozzoli R. y Perichi G., 2009. *Nematodos asociados a las malezas de los arrozales*. Venezuela. 2009. *Nematol*. 37: 59-66

- MIDA, 2018. Cierre Agrícola 2017-2018, CONSOLIDADO CIERRE AGRÍCOLA (32 CULTIVOS TRANSITORIOS Y PERMANENTES). AÑO 2017-2018. Disponible en:

<https://www.mida.gob.pa/upload/documentos/2017-2018cierre.pdf>

- Morera, G. 1990. Il curso regional de fitonematología. AID-ROCAP. CATIE (Centro Agronómico Tropical de investigación y enseñanza). Turrialba, Costa Rica.70p.
- Naranjo R y Campos, J. 2005. Diagnóstico de nemátodos fitoparásitos en el cultivo de arroz, en tres zonas productoras, pacífico centrales, Región Brunca y Región Chorotega de Costa Rica. INTA (Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria).Costa Rica.
- W. F Mai, Pictorial Key to Genera of Plant-Parasitic Nematodes. Fourth Edition.
- Pinochet J., 1985. Control de problemas de nematodos en Panamá desde una perspectiva de manejo integrado de plagas. Nema trópica, 15: 121.
- Pinochet J., 1987. Seminario de Nematología: Manejo Integrado en Hortalizas y Frutales. Proyecto de MIP. CATIE. 1987. 95 págs.
- Speijer, P & De Waele, D. 1997. *Screening of Musa germoplasm for resistanse and tolerance to nematodes*. Francia. INIBAP. 47p.
- Suárez, H. y Rosales, L. 2004. Problemas nematológicos en musáceas. Revista Digital CENIAP HOY Número 6, septiembre-diciembre 2004 (en línea). Maracay, Aragua, Venezuela.

- Talavera. R. M. 2003. Manual De Nematología Agrícola. Introducción al análisis y al control nematológico para agricultores y técnicos de agrupaciones de defensa vegetal. Instituto de formación agraria y pesquera. Brasil. 23. P.
 - Tarte, R. (1968). Reconocimiento de Nematodos Asociados con Diversos Cultivos de Panamá. Investigaciones Agropecuarias. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Facultad de Agronomía. Universidad de Panamá.
 - Tarte, R. e Ibanez, R. (1970). Efecto de diferentes cultivos en los niveles de poblaciones de *Pratylenchus zaeae*. Separata del Progreso de Labores de Investigaciones Agropecuarias. (1696). Facultad de Agronomía. Universidad de Panamá.
 - Tarte, R. (1970). Evaluación del daño causado por *Pratylenchus zaeae* parasito del maíz, el arroz y sorgo, una amenaza para la agricultura. Compendio de Investigaciones. Facultad de Agronomía. Universidad de Panamá. Boletín 1: 15.
 - Tarte, R. (1982). Investigaciones en Hematología. Proyecto Internacional *Meloidogyne*. Progreso de Investigaciones Agropecuarias 1977-1978. Facultad de Agronomía. Universidad de Panamá.
- Unión Caribe Interamericana, inc. 1976 Los nemátodos y su control. Lima, Perú. 1976, 35 p. Fuente disponible:
- <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6410/1/210.pdf>

ANEXOS



Figura 12. Espécimen del nematodo lesionador, *Pratylenchus spp.*



Figura 16. Espécimen del nematodo anillado, *Criconemoides spp.*



Figura 16. Especimen de *Rotylenchus* spp.



Figura 17. Nemátodo *Helicotylenchus* spp.



Figura 18. a) Raíces de arroz con nódulos. b) Nódulos de *Meloidogyne*.



Figure 19. a) Maleza *Fimbristylis miliacea*. b) Maleza *Cyperus ferax*



Figura 20. Huevo de Nemátodo.